Proyecto

“Los Pericúes”

03BS2012T0003

Los ANEXOS de este proyecto pueden consultarlos en la siguiente liga

http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/CUSF/anexoslospericues20ago12.rar

(tamaño del archivo 274 Mb el tiempo de descarga

dependerá de su velocidad de conexión a Internet)

Para poder abrir el archivo descargado deberá contar con el programa **WinRAR**, que podrá descargar de la siguiente liga

http://www.winrar.es/descargas?PHPSESSID=430d4fb9c8a331d55581e14c6eb50cec

CAPITULO I

1. Datos generales del Proyecto, Promovente y Responsable Ambiental

1.1. Nombre del Proyecto

"Los Pericúes"

1.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto **Los Pericúes** (PLP) se localizará en el Municipio de Los Cabos, Estado de Baja California Sur en la Región conocida como Punta Arena, sobre la carretera San José del Cabo a La Paz (Carretera Federal No 1) a 20 Kilómetros del entronque a la población de la Ribera y a 11.5 Kilómetrosdel Poblado de Cabo Pulmo.

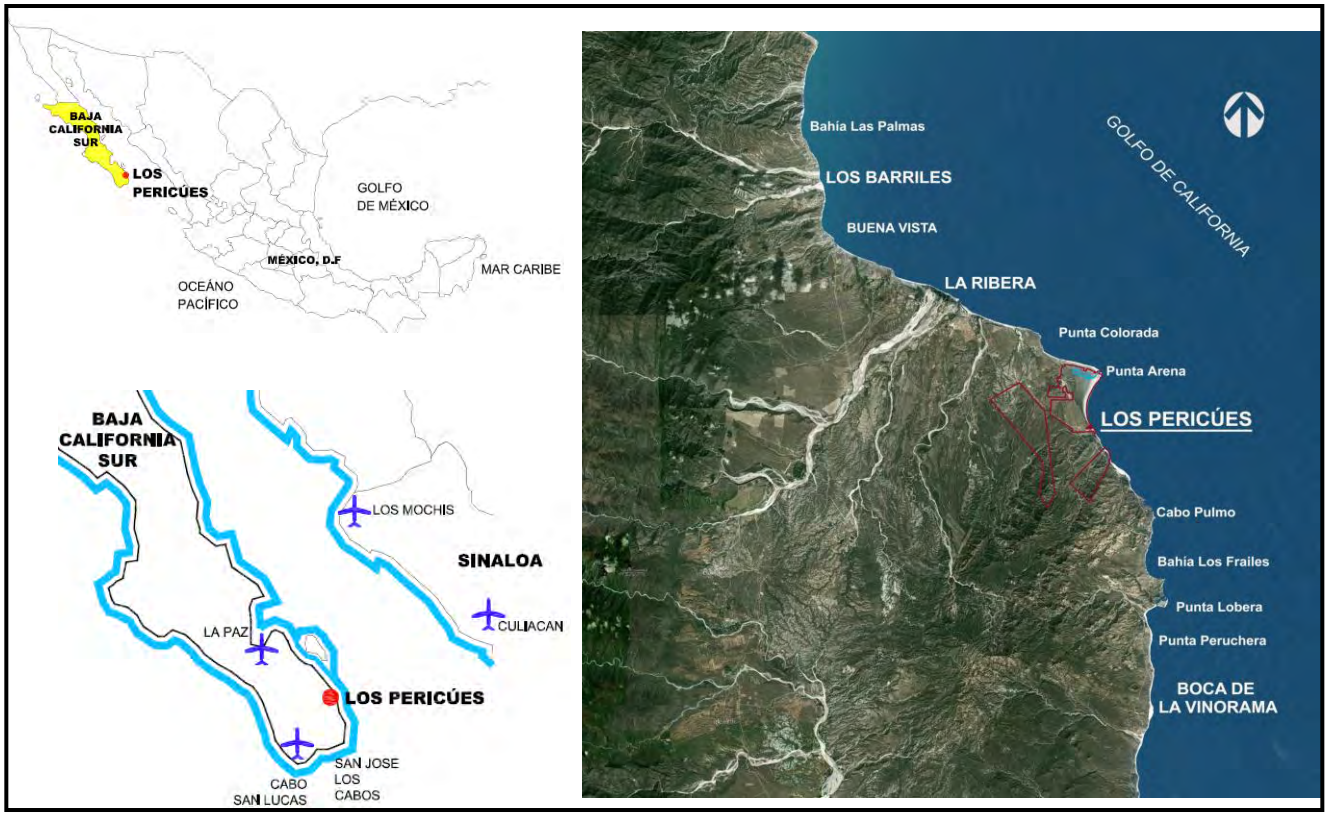


Lámina: Ubicación en País, Península y Zona.

1.3. Dimensiones del Proyecto

La superficie total del proyecto es de 37,694, 964.993m^2 (3,769.496 ha), en tres polígonos, que no colindan en ningún punto los cuales se unen por la carretera, la superficie de cada polígono se muestra en la tabla siguiente:

SUPERFICIE DEL TERRENO			
Polígono		m2	Ha
1	Escritura 8819	13,946,979.923	1,394.698
2	Escritura 55507	6,191,885.070	619.189
3	Escritura 4010	17,556,100.000	1,755.610
Total		**37,694,964.993**	**3,769.496**

Tabla: Superficies totales de cada polígono de acuerdo a escrituras.

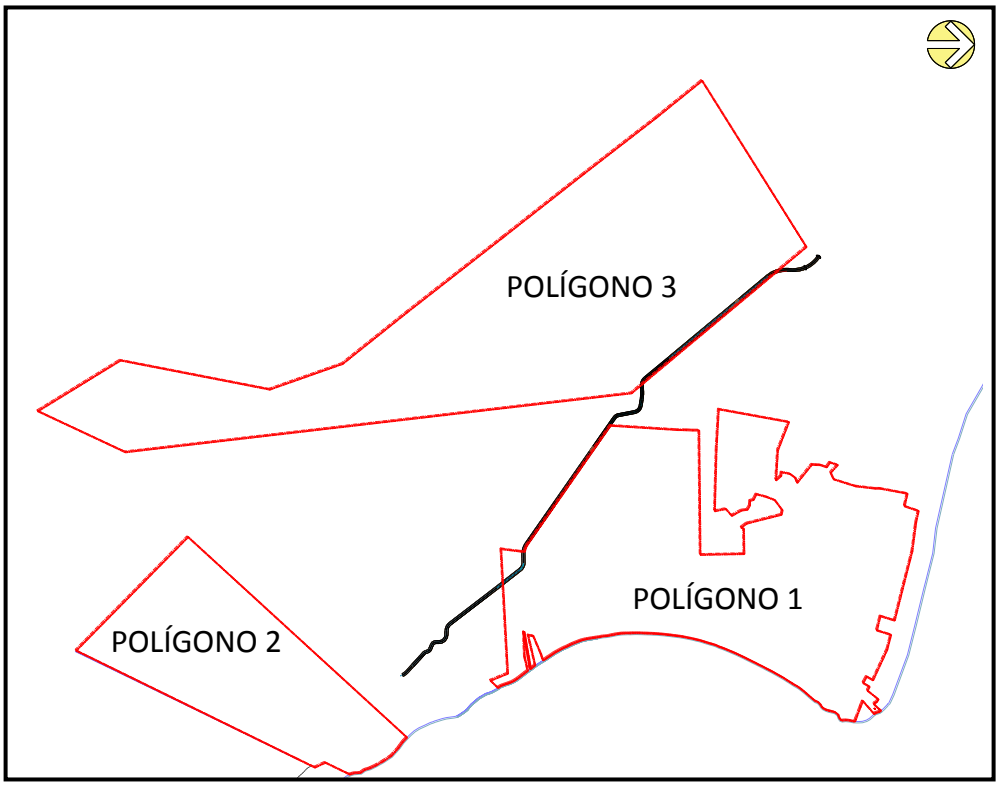


Lámina: Indicación de los tres polígonos que conforman el total del terreno..

Los colindantes del proyecto son:

Al norte aproximadamente a 20km con el Poblado La Ribera, al Este con el Golfo de California (Mar de Cortés), al Sur aproximadamente a 11km con el Poblado de Cabo Pulmo y del Área Natural Protegida del mismo nombre. Las coordenadas extremas de localización en el sistema UTM

COORDENADAS EXTREMAS		
UTM Zona 12	**X**	**Y**
Coordenada Extrema Norte	2606430.460	653448.050
Coordenada Extrema Sur	2594475.520	622095.560
Coordenada Extrema Oeste	2603492.492	647615.790
Coordenada Extrema Este	2598708.680	657018.880

Tabla: Coordenadas UTM de los puntos cardinales extremos de los tres polígonos.

1.4. Datos del Promovente

"La Rivera Desarrollos BCS, S. DE R.L. DE C.V”

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DEL DESARROLLO

2.1 Generalidades del Proyecto

El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** es un desarrollo ***sustentable***, turístico, residencial y de servicios orientado al turismo náutico y de campo de golf, tanto nacional como norteamericano que tiene en el sur de la Península de Baja California su principal destino.

El objetivo del promovente para el **PLP**, es crear un polo turístico en donde la sustentabilidad sea el eje rector del diseño y la operación, buscando que la integración de la infraestructura turística se de con pleno respeto al sitio y generando corredores biológicos y amplias zonas de conservación para mantener los ecosistemas del lugar.

El **PLP** responde a las demandas de crecimiento poblacional y a las perspectivas de crecimiento de infraestructura turística, que tanto los gobiernos municipal y estatal han previsto en sus respectivos planes de desarrollo para los próximos 30 años.

2.1.1 Naturaleza del Proyecto

Para el diseño del **Proyecto Los Pericúes (PLP)**, la empresa promovente, consideró los siguientes ejes rectores y de planificación que lo orienta hacia un esquema de sustentabilidad integral. Los objetivos y ejes rectores para el diseño son:

2.1.1.1 Eje rector ambiental

El análisis y el diseño integran la variable ambiental como su primer eje rector, reconociendo dentro de este:

- Asumir la ubicación del proyecto en un área desértica, respetando el medio ambiente e integrando en todas sus obras y actividades con pleno respeto del suelo, la vegetación y fauna nativa, sus escurrimientos naturales y sus áreas costeras.

- En el **PLP** la infraestructura turística, residencial y de servicios se integrará en el paisaje natural para poder así conservar valor ambiental.

- Para esto define desde el proyecto las siguientes condiciones de diseño que evidencian este objetivo:

    - Buscando conservar al máximo las condiciones originales del terreno, el proyecto se integrará de acuerdo a las características físicas de cada zona, respetando los arroyos y de zonas sensibles definiendo así la vocación de los productos turísticos.



Figura 2.1 Vista aérea parcial del área para el proyecto Los Pericúes

- Limita el área de la lotificación en playa a 200.00 metros de la ZFMT, lo que asegura la conservación de la zona de duna, la protección del desove de tortugas y la permanencia del suelo y vegetación nativa. Además dentro de esta misma restricción, prevé que los todas las instalaciones con acceso a la playa tengan pasos elevados tipo deck, que sirvan para proteger el suelo y promuevan entre visitantes y operarios del proyecto, la importancia y la fragilidad de estas áreas.



Figura 2.2 Vista de la vegetación existente en el frente del área para el PLP

- El diseño prevé entre los lotes de playa, corredores de 50.00 m de ancho que permitan la interconexión de la vegetación y fauna desde la costa hasta el interior del predio. Con estas restricciones se garantiza la conectividad entre los ecosistemas creando corredores biológicos los cuales son fundamentales para la coexistencia de la fauna.



Figura 2.3 Vista de la vegetación de matorral en primer plano y vegetación de duna en segundo plano hacia la playa

- En el esquema vial, se privilegia la conservación sobre la obra de infraestructura dejando áreas de amortiguamiento y conservación entre los lotes y la vialidad de 20.00 m de ancho a todo lo largo de la vialidad. Los carriles de vialidad vehicular se reducen al máximo permisible, se separan los sentidos para evitar un desmonte lineal de un ancho excesivo, quedando en 7.50 m. por carril separados por otra área de protección de 45.00 m. de ancho en donde se ubica la ciclopista y/o andador ambiental, esto significa que al circular por este esquema vial se tendrán 20.00 metros hacia el lote y 45.00 metros hasta el carril contrario, todo esta perspectiva se conserva en toda la vialidad principal lo que permite apreciar la belleza del paisaje desértico, este criterio se aplica proporcionalmente en las vialidades secundarias y de alimentación interna. Estas áreas por su transito serán representativas del proyecto, evidenciando el compromiso ambiental del desarrollo.

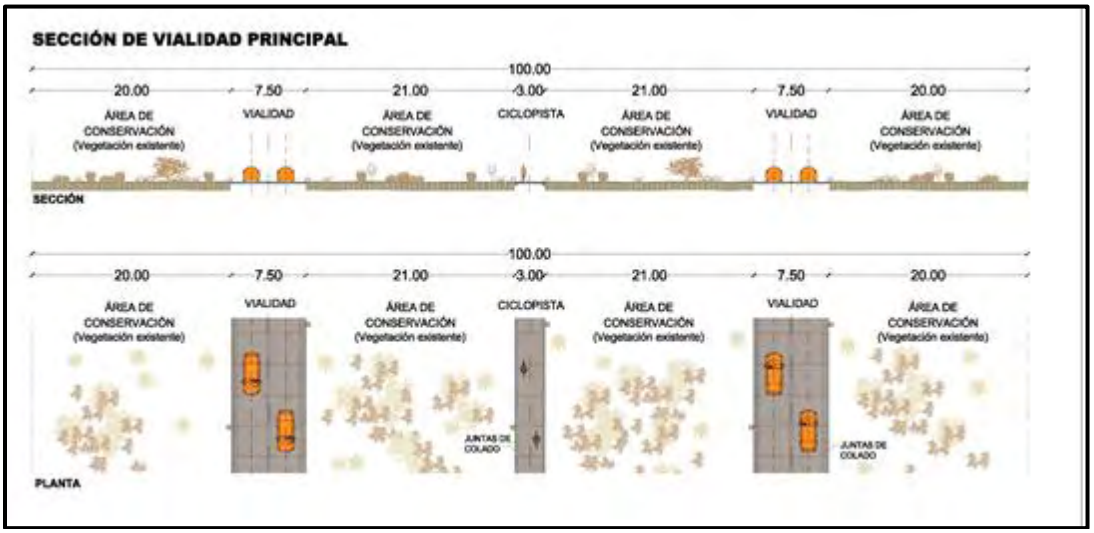


Figura 2.4 Vista en perfil y planta de la propuesta de vialidad principal para el PLP

- El diseño de los campos de golf, obra que tradicionalmente se caracterizan por el desmonte excesivo, en este proyecto se limitan desde su conceptualización, a sólo permitir la intervención y modificación del suelo en las tees de salida, áreas parciales de las pistas y los greens, induciendo al diseñador una conciencia y reconocimiento del sitio donde esta planteando el campo. Por otro lado se enmarca el recorrido del golf (routing) con lotes residenciales integrando el paisaje natural a las propias viviendas y reduciendo significativamente el impacto de la construcción del campo. Este criterio deja grandes áreas núcleos de conservación de suelo, vegetación y fauna nativa.

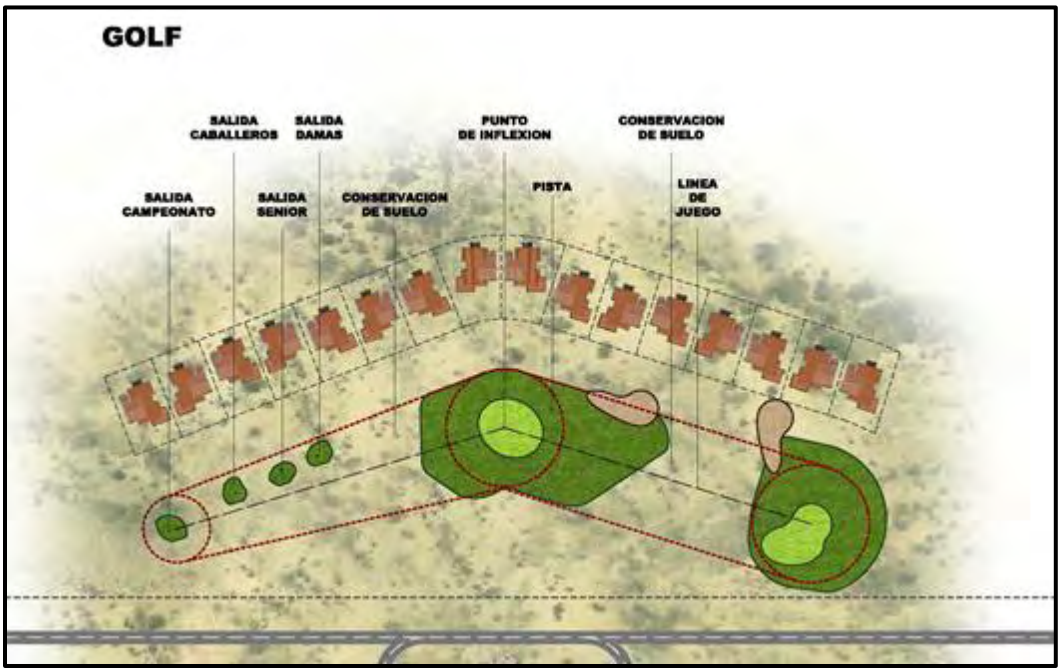


Figura 2.5 Disposición de un área de juego y una franja de uso residencial en el PLP

- En la parte normativa se establecerá un estricto manejo de las especies autorizadas para reforestar, buscando la reproducción de las especies nativas de la región y prohibir cualquier introducción de alguna especie ajena al sitio, para ello la caracterización de la vegetación existente se convierte en la base de la paleta vegetal a utilizar, esta será la función principal del vivero.



Figura 2.6 Fotografías de diferentes especies que caracterizan la vegetación la zona del PLP

- Otro eje rector ambiental del proyecto, es el compromiso de establecer programas y acciones concretas en favor del medio ambiente, destacando la creación y operación de un campamento tortuguero en coordinación con las autoridades locales y federales para la protección de las tortugas y el resguardo de nidos hasta la liberación de las crías. Lo que permitirá promover entre los futuros visitantes del desarrollo, las acciones de conservación que se implementan para de este tipo de fauna marina.

2.1.2.2 Eje rector social

El impulso a la población de la región, la generación de empleos y la derrama económica serán los objetivos principales del proyecto.

- El compromiso y sustentabilidad social radica en que es previsible que la construcción, operación y consolidación del proyecto, generen una demanda importante de personal en todas las fases, impulsando la consolidación de los asentamientos humanos regionales de las poblaciones cercanas como La Ribera y Barriles al norte y Cabo Pulmo al sur, con acciones y programas concertados con las autoridades y población local.

    - Con la población de La Ribera, se plantearan acciones de ordenamiento y dotación de servicios complementarios, siempre bajo un marco de coordinación con la comunidad y sus autoridades.

    - Con la población de Cabo Pulmo, se fortalecerá su vocación de población de atención turística ligando las actividades de sus actuales habitantes en el Eco Parque como parte de la infraestructura del Parque Nacional de Cabo Pulmo.

    - De consolidarse y lograr la armonía del proyecto con las poblaciones vecinas, se promoverá a nivel municipal y estatal un programa de ordenamiento territorial que garantice un desarrollo armónico y sustentable en la región.

- Otra vertiente de sustentabilidad social del proyecto radicará en acciones muy concentradas y especificas a nivel personal de la población de las localidades vecinas. El proyecto privilegiara la mano obra a los habitantes interesados de La Ribera, Barriles, Cabo Pulmo y demás localidades cercanas, por lo menos en su fase inicial responsabilidad del promoverte, para ello se promoverán cursos de capacitación a través de los programas que la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC), ofrece para elevar la calificación de la mano obra generando especialidades en los diferentes ramos de la construcción, con su consecuente mejora de salario. Esta capacitación de la población regional interesada en trabajar durante el proceso de obra será la semilla para promover la capacitación futura de trabajadores en la industria turística, pudiéndose iniciar con la población de Cabo Pulmo cuya actividad se encuentra dentro de este sector y que se vincula estrechamente con el capitulo del Eco Parque que promueve el proyecto. El objetivo es que los estudiantes que ahora están en etapa de formación y que han tenido que migrar a otras ciudades para realizar sus estudios, puedan regresar y encontrar en desarrollos como este las oportunidades de crecimiento profesional y lo más importante, junto a sus familias.

2.1.2.3 Eje rector económico

La potencialidad de la inversión del proyecto permite orientar el desarrollo económico regional y da pauta al tercer eje de sustentabilidad del proyecto, que busca que los beneficios de la inversión que exige la construcción sean permeables a la población de las localidades vecinas al sitio, al municipio de San José del Cabo y al Gobierno del Estado de Baja California Sur.

Para lograr que la derrama económica recaiga en estos tres ámbitos, el proyecto desarrollará una política de impulso al sector servicios desde su fase inicial, promoviendo inversiones a micro y pequeñas empresas dedicadas a atender la demanda que el proceso de obra genera. En acciones coordinadas con el Ayuntamiento y el Gobierno del Estado en las dependencias responsables del desarrollo económico, se pretendería definir el tipo de empresa a promover durante el proceso de construcción, desde comercios para el suministro de insumos básicos de obra; negocios de servicios de copiado, impresión de planos e Internet; empresas relacionadas con la industria de la construcción en todas sus áreas y apertura de sitios de hospedaje para personal de obra desde los niveles directivos hasta operativos así como de alimentos y bebidas. Este eje rector del desarrollo económico apuesta a la capacidad de iniciativa y de empresa de la población de la zona, organizándola de manera que la respuesta esperada consolide una micro economía basada en la inversión del proyecto. Por otro lado aquellos suministros y servicios que el mercado local no alcance a cubrir, el proyecto promoverá que las grandes empresas de la construcción abran sucursales y/o filiales en el sitio, solicitándoles incorporar políticas de contratación que antepongan a la población local sobre la externa.

Este crecimiento económico ordenado de la región, permitirá en un futuro ampliar su cobertura a todos aquellos giros que la industria del turismo demanda, consolidando a la zona de Cabo de Este como el nuevo polo de desarrollo de la Península de Baja California. Estas acciones que pretende impulsar el proyecto deben ser acordadas en los tres niveles de gobierno y con la población regional, para esto la comunicación y colaboración de autoridades e inversionista debe transitar con transparencia y colaboración mutua, buscando el beneficio económico de todos los actores sociales que intervienen.

A manera de conclusión, se puede comentar que los enunciados de espíritu y naturaleza del proyecto, son la base donde se sustenta el enfoque del Proyecto Los Pericúes (PLP), el respeto e integración del desarrollo a su medio ambiente, la vinculación con la sociedad basada en la transparencia, claridad y veracidad de las acciones a tomar y la búsqueda de un desarrollo económico, social y humano de la población se constituyen en conjunto a la sustentabilidad, entendiendo esta como el armónico crecimiento de la región.

Con el fin de lograr el cumplimiento de los ejes rectores planteados, el promovente conformó para el estudio y presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental a un grupo de especialistas en las áreas de:

- Arquitectura del Paisaje
- Sociología
- Derecho ambiental
- Planificación y sistemas de manejo ambiental
- Evaluación de Impacto Ambiental

- Ecología y manejo de la zona costera,
- Supervisión y manejo ambiental de proyectos.
- Sistema de Información Geográfica y generación de modelos con base en LIDAR.
- Caracterización Ambiental y Geografía
- Ecología y manejo de recursos naturales.
- Taxonomía
- Vegetación costera.
- Ecología y manejo de fauna terrestre.
- Geohidrología
- Agua potable y tratada.
- Diseño de campo de golf

2.1.2 Justificación y objetivos

Para ponderar los beneficios que aporta al desarrollo turístico una iniciativa como el **Proyecto Los Pericúes** (**PLP**), es fundamental tener una visión de la relevancia del sector turístico para México, en los escenarios internacional, nacional, estatal y municipal.

2.1.2.1 Relevancia Internacional del Turismo.

De acuerdo con el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR, México es una Potencia Mundial en Turismo, ya que se encuentra entre los principales países receptores a nivel mundial, gracias a la posición geográfica en que se ubica, su infraestructura hotelera, el mosaico de culturas y la riqueza de vestigios arqueológicos con los que cuenta.

De acuerdo a los datos recabados en 2011 por la Organización Mundial del Turismo (OMT), México esta dentro de los 11 destinos con mayor llegadas de turistas internacionales, ocupando el lugar 10 de la lista, dicha cifra resulta mucho mas interesante si toma en cuenta que son 155 países miembros los que hoy en día integran la OMT.

Tabla 2.1 Ranking Internacional de Llegadas, 2010

Ranking	País	Llegada Turistas	Región
1	Francia	76.80	Europa
2	EUA	59.70	América del Norte
3	China	55.20	Asia
4	España	52.70	Europa
5	Italia	43.60	Europa
6	Reino Unido	28.10	Europa
7	Turquía	27.00	Europa
8	Alemania	26.90	Europa
9	Malasia	24.60	Asia
10	México	22.40	América del Norte

Ranking	País	Llegada Turistas	Región
11	Austria	22.00	Europa

Fuente: Barómetro Turístico OMT

2.1.2.2 Relevancia Nacional del Turismo.

Al ubicarse México como uno de los destinos turísticos de mayor importancia mundial, el municipio de Los Cabos contribuye de manera significativa en el Sector Turístico Nacional, éste por su importancia económica representa el 8.9 % del Producto Interno Bruto (PIB) medido a precios constantes de 2003. Estos resultados se obtuvieron en junio de 2011 por Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través de Cuenta Satélite del Turismo de México (CSTM) 2005-2009, como parte del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM).

De tal manera, que el turismo es considerado como un motor del desarrollo ya que es la quinta fuente de divisas de nuestro país, generando 7.5 millones de empleos.

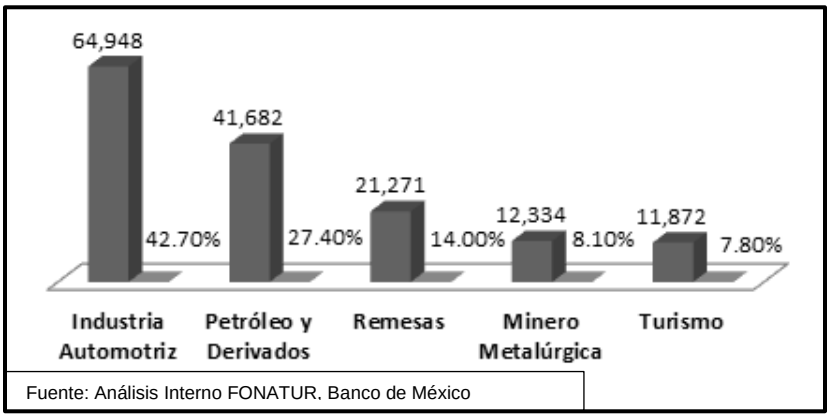


Figura 2.7. Principales generadores de divisas

2.1.2.3 Relevancia Estatal del Turismo.

Por su geografía el Estado de Baja California Sur (BCS) posee una importante biodiversidad con un elevado índice endémico. Tiene islas que son laboratorios naturales, paisajes de relevancia escénica, riqueza biológica marina y un enorme patrimonio cultural que, en conjunto, imprimen al Estado un gran potencial para atraer mercados turísticos especializados como el científico, el de aventura, el náutico, el ecoturismo, el cinegético y los paseos educativos, vertientes que representan una alternativa de desarrollo económico sustentable en el tiempo.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, estos mercados turísticos conforman la mayor actividad económica para el estado con un 69.50% en donde el sector terciario se desempeña a través del comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, Servicios de alojamiento temporal y de Preparación de alimentos y bebidas).

Tabla 2.2 Aportación de los diversos sectores económicos en el PIB Estatal (2009)

Sector de Actividad Económica	Porcentaje de aportación al PIB Estatal (2009)
Actividades primarias	**3.89**
Agricultura, ganadería aprovechamiento forestal, pesca y caza	3.89
Actividades secundarias	**26.61**
Minería	2.96
Construcción, Electricidad, agua y gas	20.61
Industrias Manufactureras	3.04
Actividades Terciarias	**69.50**
Comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas)	28.15
Transportes e información en medio masivos (Transportes, correos y almacenamientos)	10.62
Servicios financieros e inmobiliarios (Servicios financieros y de seguros, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles)	11.94
Servicios educativos y médicos (Servicios educativos, servicios de salud y de asistencia social)	7.26
Actividades de Gobierno	6.12
Resto de los servicios (Servicios profesionales, científicos y técnicos, Dirección de corporativos y empresas, servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos así como otros servicios recreativos; Otros servicios)	5.41
TOTAL	**100.00**

2.1.2.4 Relevancia Municipal del Turismo

Siendo una de las entidades federativas mas pequeñas del país con una superficie de apenas 3,451.51 Km^2, la cual representa el 0.17% de la total superficie de México, el municipio de Los Cabos ha logrado por su singular atractivo posicionarse después de Riviera Maya, Cancún y Acapulco en el 4to lugar dentro de los de los 70 destinos turísticos con representatividad nacional según los informes de la Secretaria de Turismo (SECTUR).

En este contexto, se observa que Los Cabos, al ser un desarrollo turístico de importancia, ha tenido un crecimiento demográfico importante, por la demanda de personal y mano de obra calificada para el sector servicios, atrayendo grandes corrientes de inmigración, llegando en ocasiones a generar problemas para dotar de servicios básicos.

Al respecto, el acceso a los servicios públicos con el que cuenta la población de Los Cabos puede dimensionarse si se consideran las características de sus viviendas. Del total de viviendas de Los Cabos, el 78.41% cuenta con agua de la red pública, valor que sin embargo muestra un déficit importante si se le compara con el porcentaje que corresponde al total del

estado, que es del 86%.

La cobertura de la red de drenaje resulta más extendida, ya que el 93.48% de las viviendas del municipio dispone de drenaje, y este valor se ubica por encima del porcentaje observado para Baja California Sur. Por último, un 93.21% de las viviendas de Los Cabos dispone de energía eléctrica, ligeramente menor que el porcentaje registrado para el total de Baja California Sur.

En conclusión, desarrollar un Complejo Turístico como el **Proyecto Los Pericúes (PLP)** impulsa el desarrollo de la localidad y por el otro lado bajo un contexto social nos muestra que este proyecto es una oportunidad para el municipio de recibir grandes beneficios para la población en dos aspectos trascendentes que interactúan entre si: el empleo y la vivienda.

En materia de empleo, se ha detectado un déficit en el municipio de los Cabos, ya que tomando como referencia las dos localidades mas representativa de Los Cabos: San José del Cabo y Cabo San Lucas, se observa una concentración del 60% de la población económicamente activa del municipio, sin embargo hoy en día San José del Cabo se encuentra por encima de la tasa de desocupación observada en todo el municipio, y casi duplica a la registrada para Cabo San Lucas; las demás localidades que componen el municipio, registran una tasa de desocupación cercana a la de San José del Cabo.

En esta materia el **Proyecto Los Pericúes (PLP)** esta proyectando construir de forma gradual y consolidar el desarrollo en el trascurso de 30 años. Plazo en el que se crearán 3,450 cuartos de hotel y 6,650 unidades residenciales, generando alrededor de 93,600 empleos en la etapa de operación

Este estimado se realizó, considerando que el sector hotelero estima que cada cuarto de hotel genera 4 empleos directos e indirectos; si contemplamos que la población ocupada de Los Cabos es de 40% (43.12%), obtenemos que de cada 10 individuos, 4 perciben un ingreso y los demás representan a los familiares de estos.

En materia de vivienda, según la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), la vivienda es un indicador básico del bienestar de la población, constituye la base del patrimonio familiar y es al mismo tiempo, condición para tener acceso a elevar su calidad de vida. El tipo de materiales, las dimensiones, ubicación geográfica, así como disponibilidad de infraestructura básica y de servicios, constituyen la calidad y el grado de satisfacción.

El Proyecto Los Pericúes (PLP) prevé atender la demanda de vivienda del propio desarrollo y del crecimiento de la población local, impulsando el desarrollo y equipamiento urbano de las poblaciones vecinas consolidándolas con todos los servicios, para que en ellas se impulsen las iniciativas de construcción de vivienda de las empresas desarrolladoras.

Aunado los compromisos económicos y sociales que el **Proyecto Los Pericúes (PLP)** adquiere al desarrollar un complejo de esta magnitud, éste se suma además apoyando el Plan Nacional de Desarrollo, que bajo el objetivo que la SECTUR establece de:

"Hacer de México un país líder en la actividad turística a través de la diversificación de sus mercados, productos y destinos, así como del fomento a la competitividad de las empresas del sector."

Para ello el **Proyecto Los Pericúes** apoya cada una de las siguientes estrategias planteadas por la SECTUR para lograr dicho objetivo:

Estrategias:

- Hacer del turismo una prioridad nacional para generar inversiones, empleos y combatir la pobreza, en las zonas con atractivos turísticos competitivos.

- Mejorar sustancialmente la competitividad y diversificación de la oferta turística nacional, garantizando un desarrollo turístico sustentable y el ordenamiento territorial integral.

- Desarrollar programas de promoción en los mercados y segmentos turísticos de mayor rentabilidad, fortaleciendo los programas de información, asistencia y seguridad al turista.

- Actualizar y fortalecer el marco normativo del sector turismo para el desarrollo sustentable y la prestación de servicios turísticos competitivos.

- Fortalecer los mercados existentes y desarrollar nuevos mercados diseñando programas de mercadotecnia para cada segmento.

Con base a este análisis en sus aspectos Internacional, nacional, estatal y municipal el **Proyecto Los Pericúes (PLP)** redefine como sus objetivos:

Objetivo General:
Desarrollar un Proyecto turístico competitivo con un alto grado de compromiso económico, social y medio ambiental que garantice la sustentabilidad y el ordenamiento territorial.

Objetivos Particulares:

- Contribuir al fortalecimiento del turismo nacional desarrollando un proyecto turístico de primer nivel.

- Apoyar a la economía municipal por medio de la generación de empleos.

- Atender la demanda de vivienda de la zona generada por el crecimiento exponencial de la población.

- Desarrollar una planeación urbana, responsable, eficiente, ordenada y útil para el turismo, respetando el paisaje natural con una visión sustentable y sostenible.

2.1.3 Ubicación física

El Proyecto **Los Pericúes** (PLP) se localiza en el Municipio de Los Cabos, Estado de Baja California Sur en la Región conocida como Punta Arena, sobre la carretera San José del Cabo a La Paz (Carretera Federal No 1) a 20 Kilómetros del entronque a la población de la Ribera y a 11.5 Kilómetros del Poblado de Cabo Pulmo.

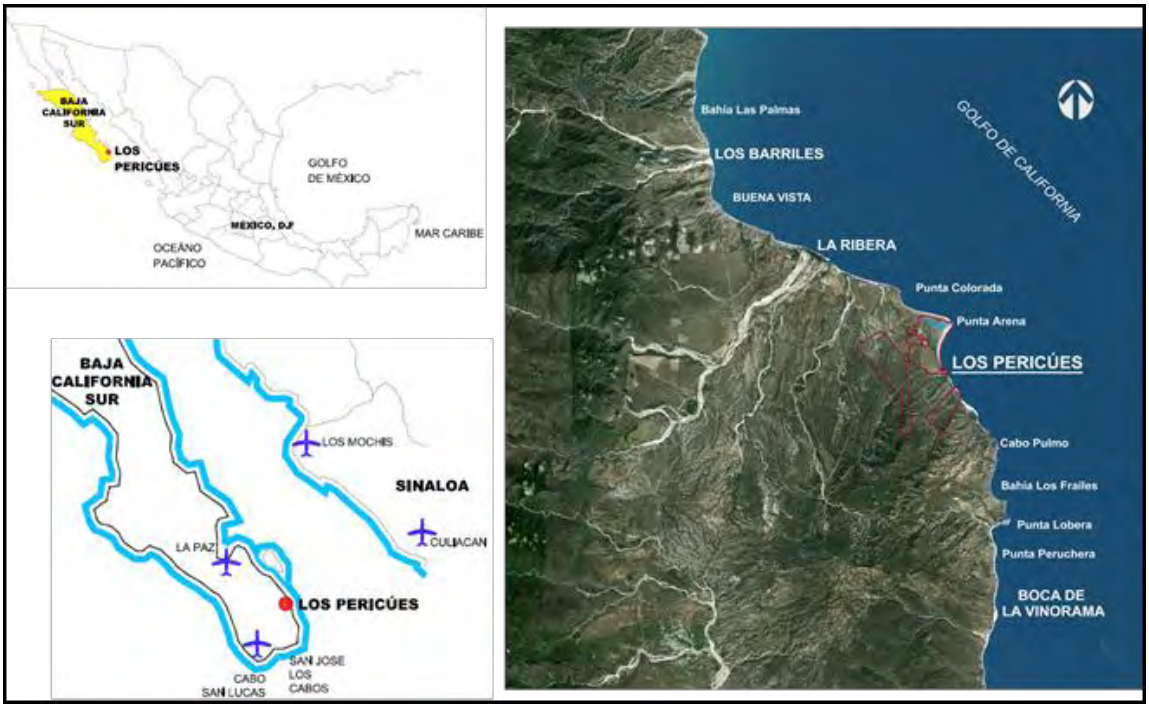


Figura 2.8 Localización del proyecto Los Pericúes

El **Proyecto Los Pericúes**, cuenta con tres predios donde se desarrollará el proyecto, mismos que suman una superficie de 37,694,964.993 m^2 (3,769.496 Ha). Dentro de esta superficie el 19% (718.888 Ha), tienen restricciones para su aprovechamiento según el Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Los Cabos, por lo que se han establecido como áreas para su conservación, mismas que no serán afectadas por ningún tipo de infraestructura o construcción.

2.1.3.1 Selección del sitio

El sitio donde se pretende implementar el PLP, se determinó en base a los derechos jurídicos que la empresa promovente según ostentan las escrituras que se pueden observar en el Capitulo I de esta MIA.

Por otro lado, en éste sitio se tiene la ventaja de contar con instrumentos de ordenamiento territorial y urbano que hacen factible su desarrollo, cuenta con la Carretera Federal No.1 como vía de acceso que lo conectan al Norte con el centro de población La Ribera y Sur con el Aeropuerto internacional de Los Cabos.

La belleza paisajística del sitio lo hace una opción ideal para el desarrollo sustentable a través de opciones de desarrollo residencial comercial que sean viables desde un punto de vista ambiental, normativo, arquitectónico y económico.

Se analizaron diferentes factores técnicos, económicos, medioambientales y sociales para determinar la viabilidad del proyecto los cuales fueron determinantes para la selección del sitio en donde se llevara a cabo el proyecto “Los Pericúes”.

II.1.3.2 Accesibilidad Local

Siendo que el PLP se ubica en el Cabo del Este para acceder es a través de la Carretera Federal No 1 que va desde San José del Cabo a La Paz, tomando el entronque con el poblado de la Ribera. El aeropuerto más cercano es el de San José del Cabo que se ubica a 50km y a 97km del aeropuerto de La Paz.

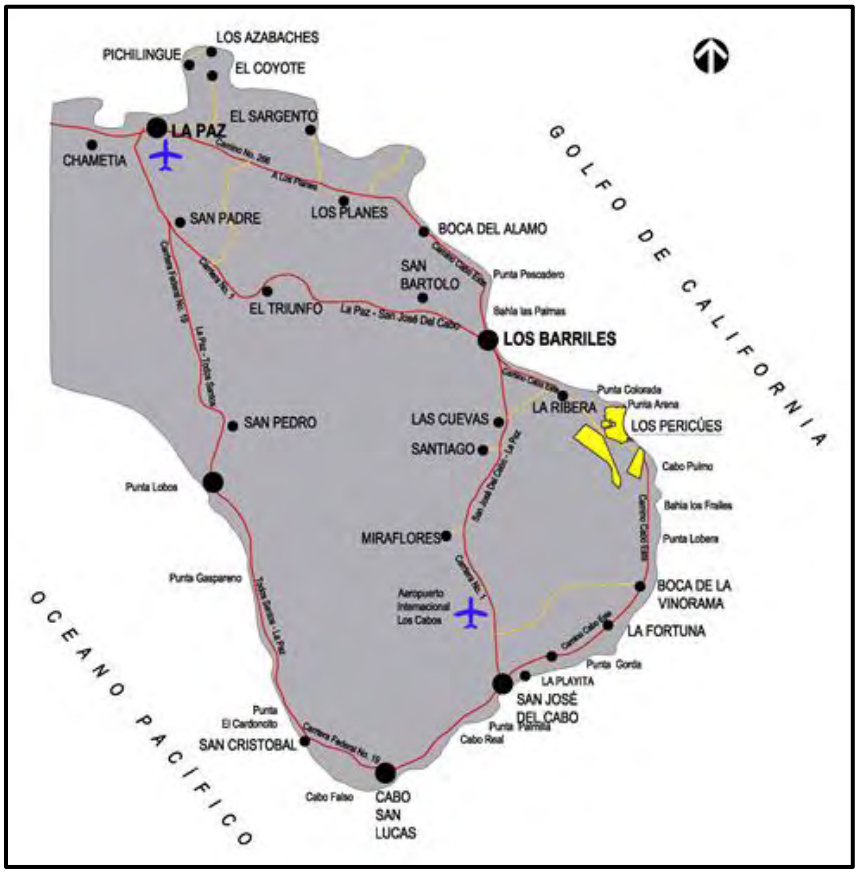


Figura 2.9 Vías de comunicación al área del PLP

2.1.4 Inversión requerida

El **Proyecto Los Pericúes (PLP)**, estima una inversión total de 4,500 millones de dólares, los cuales se invertirán a lo largo del periodo de 30 años. De esta inversión general, el gasto en infraestructura para el desarrollo, responsabilidad del promovente, será del orden de los 330 millones de dólares, como se observa en la Tabla siguiente.

Tabla 2.3 Presupuesto de infraestructura del **Proyecto Los Pericúes**

No.	Obra	Monto de inversión (USD)
1	Lotificación y mojoneras (903.54 Ha)	$ 281,101.33
2	Rehabilitación de la carretera existente (10 Km)	$ 2,222,222.22
3	Acometida alimentadores Alta Tensión Municipal	$ 12,143,791.19
4	Vialidades	$ 76,379,854.33
5	Marina	$ 21,488,888.89
6	Campos de Golf (2)	$ 37,944,563.34
7	Instalaciones	$ 27,037,051.63
8	Desaladora	$ 18,518,518.52
9	Línea de conducción de agua potable	$ 6,390,220.11
10	Subestación Eléctrica 80 MVA	$ 12,222,222.22
11	Planta de Transferencia de Basura	$ 1,777,777.78
12	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	$ 12,183,189.38
13	Jardinería y paisajismo de áreas comunes	$ 6,222,222.22
14	Aeropista	$ 21,741,062.74
	SUBTOTAL INFRAESTRUCTURA	**$ 256,552,685.90**
	Costos indirectos (16%)	$ 41,048,429.74
	Subtotal	$ 297,601,115.64
	I.V.A.	$32,736,122.72
	TOTAL INFRAESTRUCTURA	**$ 330,337,238.36**

2.2 Características del Proyecto

2.2.1 Características Generales

El Proyecto **Los Pericúes (PLP)** es un desarrollo sustentable, turístico, residencial y de servicios orientado al turismo náutico y de campo de golf, tanto nacional como norteamericano que tiene en el sur de la Península de Baja California su principal destino.

La superficie total del proyecto es de 37'694,964.993 m^2 (3,769.496 ha), en tres polígonos no colindantes entre sí (véase Figura siguiente), unidos por la carretera.

Los principales componentes del PLP son:

Obras de infraestructura y servicios

- Dos campos de golf de 18 hoyos
- Marina con servicios asociados
- Vialidades

- Planta Desaladora
- Planta de Tratamiento
- Planta de transferencia de residuos sólidos
- Subestación eléctrica
- Aeropista
- Estacionamientos y miradores
- Vivero
- Casa Club
- Club deportivo y social
- Lago de riego
- Casetas de seguridad y control
- Línea de conducción de agua potable
- Rehabilitación de la carretera existente (10 Km)

Actividades o usos del suelo propuestos

- Zona hotelera para 3,450 cuartos
- Zona residencial para 6,650 unidades de vivienda
- Zonas comerciales y deportivas
- Áreas de equipamiento y servicios
- Áreas de conservación y protección del paisaje natural

El periodo de desarrollo para el **PLP** se estima que sea de 30 años, en donde el rol del promovente tendrá el papel como desarrollador primario, esto significa que a lo largo de la vida del proyecto se irán integrando diferentes sub desarrolladores, para los distintos usos que considera el proyecto.

En las páginas siguientes se presentan varias figuras en las que se delimitan zonas de restricción para el aprovechamiento según el Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Los Cabos, la topografía del predio y el Plan maestro del Proyecto **Los Pericúes.**

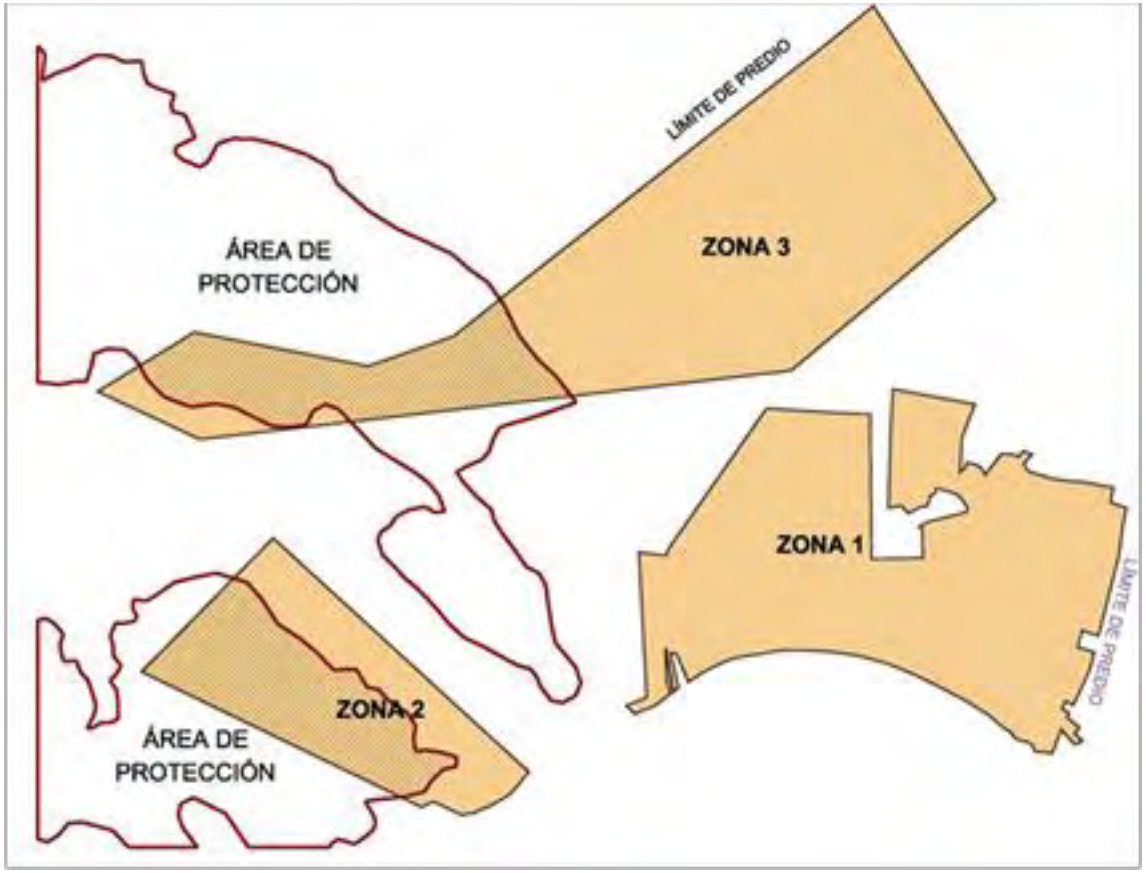


Figura 2.10 Plano de zonificación primeria de los polígonos que comprenden el predio para el Proyecto Los Pericúes

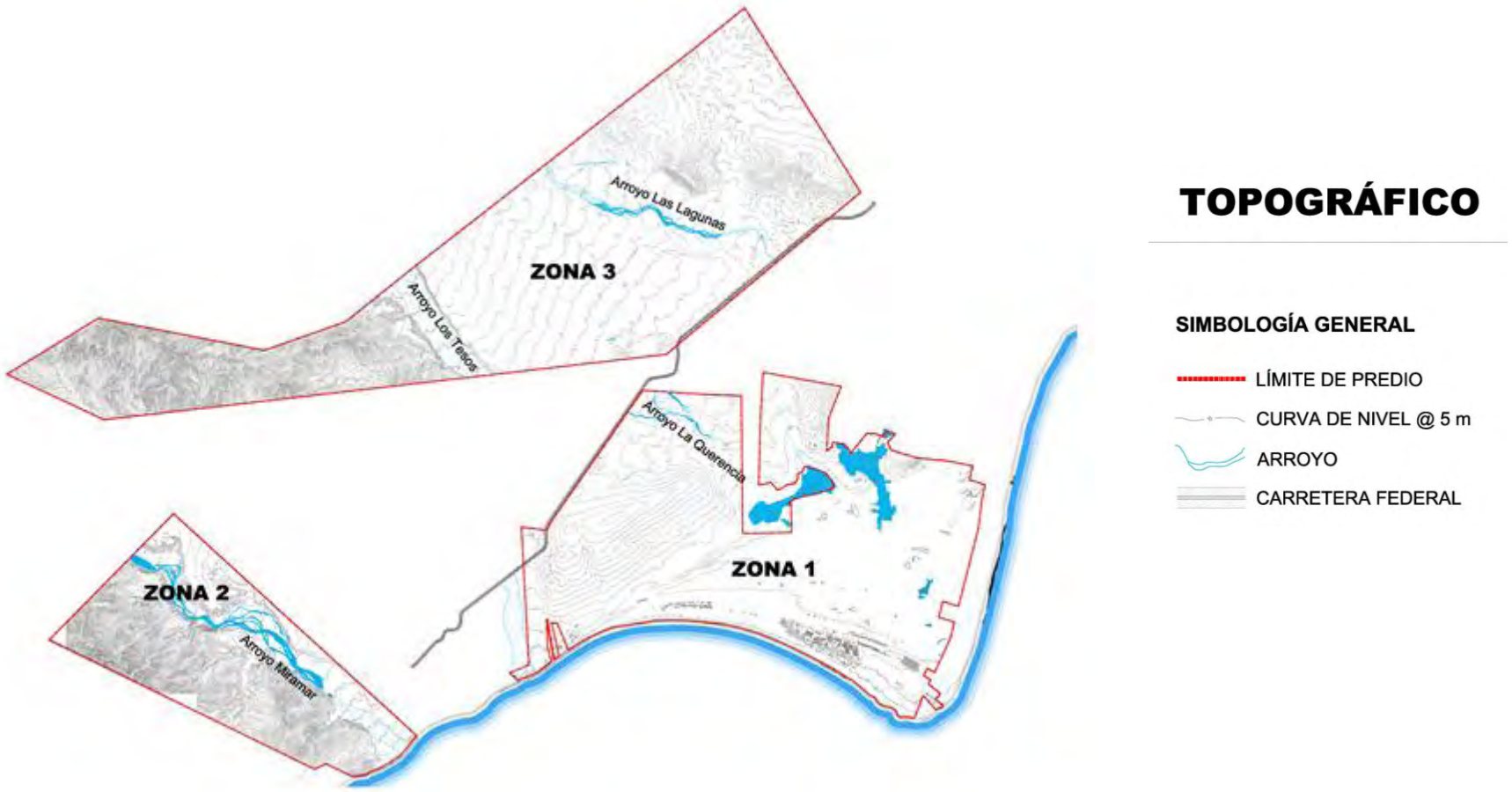


Figura 2.11 Plano con la topografía del terreno en cada predio para el Proyecto Los Pericúes

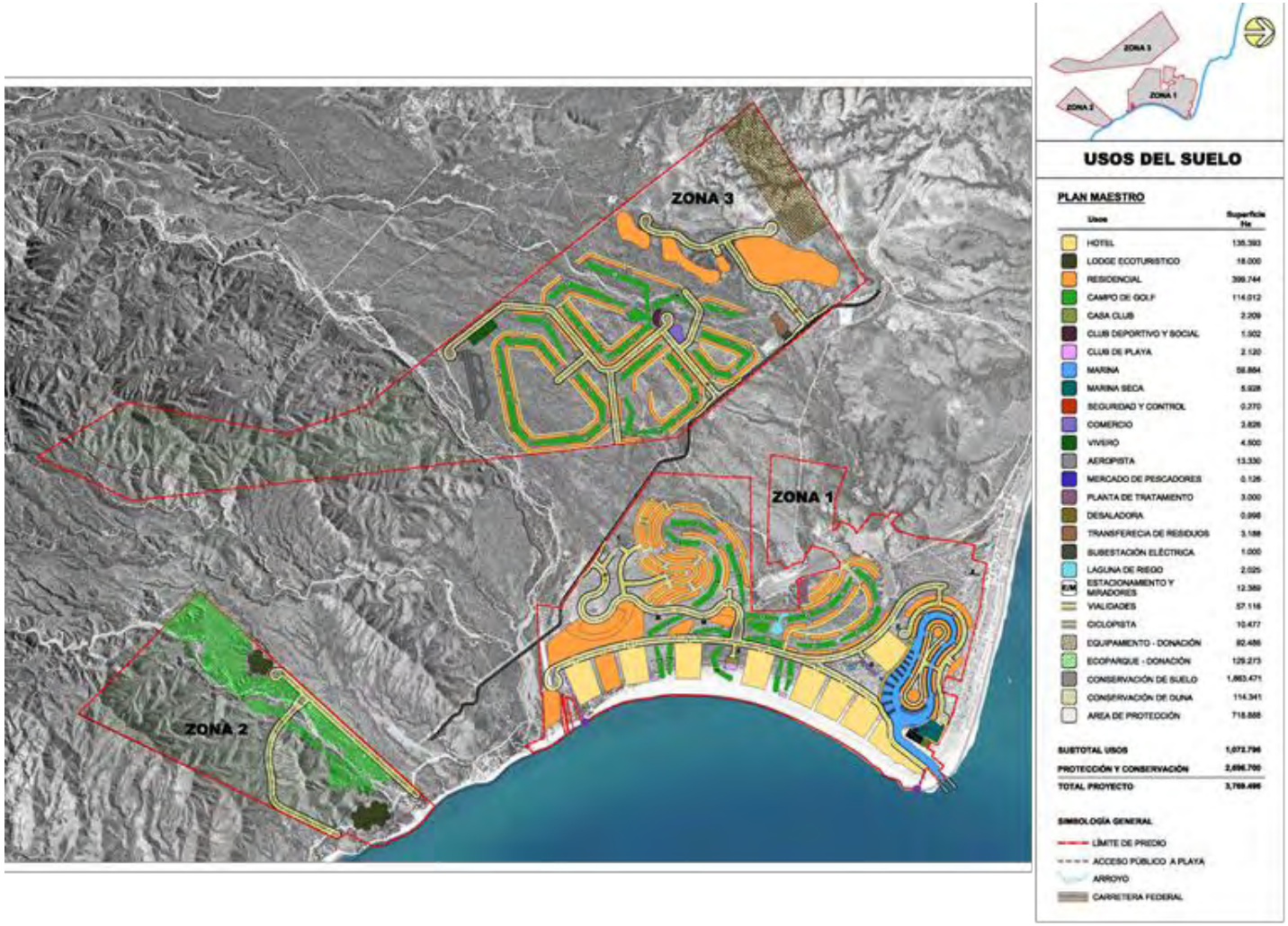


Figura 2.12 Plan Maestro del Proyecto Los Pericúes

2.2.2 Zonificación

El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** presenta una zonificación acorde con las distintas vocaciones identificadas, las cuales, han sido definidas por sus características de ubicación al tratarse de tres polígonos separados y por lo mismo, tienen características orográficas e hidrológicas diferentes.

Esta zonificación identifica en cada terreno los principales los escurrimientos y cuerpos de agua o zonas inundables, accidentes y puntos de interés del terreno, asoleamiento y vientos, así como un análisis de sensibilidad donde se ubican las zonas de mejor vista tanto al mar como a las sierras vecinas.

La zonificación del proyecto responde entonces, a las características físicas de los terrenos y para identificarlas se han denominado de la manera siguiente (véase figura siguiente).

Zona 1(en el Polígono 1): **Golf & Marine Resort**
Zona 2 (en el Polígono 2)**:** **Ecoparque& Eco Lodge Resort**
Zona 3(en el Polígono 3): **Hill Side& Valley Villas**

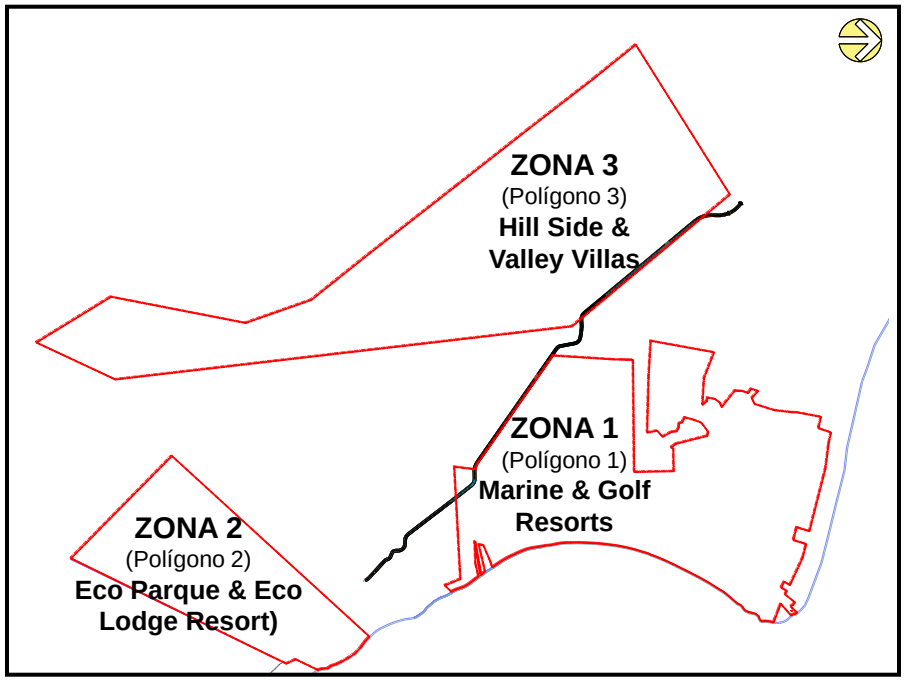


Figura 2.13 Zonificación del Proyecto Los Pericúes

Los usos del suelo aplicados en cada una de las zonas serán perfectamente compatibles con los establecidos en los instrumentos de regulación territorial, teniendo como objetivo principal la baja ocupación del espacio, para tener el menor impacto posible en el ecosistema del terreno. Cabe señalar que habrá restricciones y normativa interna para el cuidado de la imagen general del desarrollo.

De acuerdo a la Zonificación anteriormente descrita se estarán aplicando los siguientes y usos y superficies en el Proyecto

Tabla 2.4 Usos del suelo del Plan Maestro del Proyecto Los Pericúes

USOS DEL SUELO	SUP (Ha)	PORCENTAJE
Hotel	135.393	
Lodge Ecoturístico	18.000	
Residencial	399.764	
Campo de Golf	114.012	
Casa Club	2.209	
Club Deportivo y Social	1.502	
Club de Playa	2.120	
Marina	59.884	
Marina Seca	5.928	
Seguridad y Control (casetas)	0.270	
Comercio	3.826	
Vivero	4.500	
Aeropista	13.330	
Mercado de pescadores	0.126	
Planta de tratamiento	3.000	
Desaladora	0.998	
Planta de Transferencia de Residuos	3.188	
Subestación Eléctrica	1.000	
Laguna de Riesgo	2.025	
Estaciones y Miradores	12.389	
Vialidades	57.116	
Ciclopista	10.447	
Equipamiento (donación)	92.486	
Ecoparque (donación)	129.283	
SUBTOTAL USOS	**1,072.796**	**28.5%**
Conservación del Suelo	1,863.471	
Conservación de Duna	114.341	
Area de Protección	718.888	
SUBTOTAL PROTECCION Y CONSERVACION	**2,696.700**	**71.5%**
TOTAL	**3,769.496**	**100.0%**

2.2.2.1 Zona 1. Golf & Marine Resort

Se localizará en el Polígono 1 cuya superficie es de 1,394. 689 Has denominada ***Golf & Marine Resort***

La principal característica de esta zona es su frente de mar, compuesto por una bahía de casi 5,366.00 metros de largo, con un litoral que forma una sección circular perfecta de arena blanca y suave.

El resto del terreno es sensiblemente plano y destacan dos montículos al poniente que van desde los 5.00 m.s.n.m. a los 54.07.m.s.n.m. y de 5.00 m.s.n.m. a los 38.00 m.s.n.m. y al sur otros dos montículos que van desde los 5.00 m.s.n.m. a los 26.113.m.s.n.m. y de 5.00 m.s.n.m. a los 66.75 m.s.n.m., estos puntos son los de mejor vista.

Existen dos zonas inundables al poniente de terreno de 22.63 Has dentro del predio y otra fuera de este de 21.46 Has., estas zonas reciben las escorrentías de los arroyos La Querencia y Las Lagunas.

El esquema vial de la zona denominada ***Golf & Marine Resort,*** tiene su acceso en la carretera que va de la población de La Ribera al Parque Nacional de Cabo Pulmo y a la población del mismo nombre, justo frente a uno de los montículos ubicados al sur del terreno, subiendo por este hasta su punto mas alto y luego descender hasta la bahía, por lo que se logra un camino escénico de vistas espectaculares.

La sección vial principal considerará 20.00 m a cada lado de los lotes como una restricción y conservación frente a los lotes, la vialidad vehicular se compone de dos carriles de 7.50 metros de ancho cada uno separados por un área central de conservación de 45 metros de ancho, donde al centro de esta se localiza la ciclopista, esto significa que **mas del 60% del derecho de vía es conservación** de suelo y vegetación nativa.

En esta Zona se desarrollarán un total de **3,150 cuartos de hotel y 4,550 unidades residenciales** los cuales estarán distribuidos de acuerdo a la siguiente configuración del proyecto:

Con frente de mar y teniendo su acceso por la vialidad principal se localizan 8 lotes hoteleros con una superficie promedio de 15.00 Has., destacando que su limite frente al mar esta a 200.00 m. del limite de la ZFMT, lo que garantiza la conservación de la línea de duna y playa, además de que por reglamentación los pasos a la playa serán elevados del terreno natural con puentes de madera tipo decks, para mayor conservación del suelo y vegetación, además se determina como un área de ocupación del suelo (COS) del 60%.

Cada lote hotelero que se ubica al frente de mar tiene una densidad de 375 laves, lo que significan 3,000 cuartos hoteleros.

En esta zona de frente de mar (ocean front), se ubicarán 350 villas individuales, 400 unidades en un formato de casas agrupadas tipo townhouse, y lotes para 600 departamentos, en edificios de máximo 5 niveles.

Como una condicionante de conservación del suelo y vegetación nativa el proyecto se deja entre cada lote corredores ambientales de 50.00 m de ancho, con el objeto de que haya conexión entre la ecosistema de playa y el del interior del lote.

Del otro lado de la vialidad principal se localiza el campo de golf de 18 hoyos teniendo dos ventanas al mar como parte del recorrido y la casa club y unclub de playa que esta al centro de la bahía y adicionalmente dos clubes de playa que darán servicio a las zonas que no tiene contacto con el mar.

Entorno al Campo de Golf, se plantean 500 villas de fairway, 800 casas agrupadas tipo townhouse y 1,000 departamentos, en edificios de máximo 5 niveles.

Al final de la vialidad principal se localiza la marina para 300 amarres, con una zona de servicios con marina seca cubierta y descubierta, gasolinera, taller de mantenimiento y gasolinera.

En la parte más norte de la Zona se ubicará una Marina cuyo vaso navegable es de 55.97 Has que interactuará con una isla de 28.08 Has, en esta zona del desarrollo se propone, un lote hotelero de 15.05 para 150 llaves, 200 villas con frente a la marina con slip, 400 casas agrupadas tipo townhouse y 300 departamentos, en edificios de 5 niveles.

En esta zona 1, se ubica la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y la Laguna de Riego para los campos de Golf.

La distribución y las superficies de usos del suelo propuestos en el PLP para esta Zona, se presentan la figura siguiente.





USOS DEL SUELO

ZONA 1 - MARINA & GOLF RESORT

Usos	Superficie Ha	N° Unidades	N° Cuartos
HOTEL	135.393	9	3150
RESIDENCIAL	404.138	4,550	
CAMPO DE GOLF	57.012		
CASA CLUB	2.209		
CLUB DE PLAYA	2.120		
MARINA	59.884		
MARINA SECA	5.928		
COMERCIO	0.912		
MERCADO DE PESCADORES	0.126		
SEGURIDAD Y CONTROL	0.135		
PLANTA DE TRATAMIENTO	3.000		
DESALADORA	0.998		
LAGUNA DE RIEGO	2.025		
E/M ESTACIONAMIENTO Y MIRADORES	12.389		
VIALIDADES	31.874		
CICLOPISTA	5.635		
CONSERVACIÓN DE SUELO	724.754		
CONSERVACIÓN DE DUNA	94.574		
TOTAL	1,394.698		

SIMBOLOGÍA GENERAL

- LÍMITE DE PREDIO
- ACCESO PÚBLICO A PLAYA
- ARROYO
- CARRETERA FEDERAL

Figura 2.14. Usos del Suelo en la Zona1 Marina & Golf Resorts

2.2.2.2 Zonificación del Polígono 2. Zona 2. Ecoparque & Eco Lodge Resort

En una superficie de 619.189 Ha, denominada ***Ecoparque& Boutique Resort***

Esta zona tiene como característica principal su orografía escarpada, gran parte del terreno esta ocupada por una serranía y el cauce del arroyo Miramar y un frente de mar de 956.38 metros lineales.

En esta existe una zona protegida de 212.19 Ha que son indicadas por la UGA correspondiente.

El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** plantea desarrollar en esta zona un Eco Parque en una superficie de 129.273 Has que servirán como punto de introducción, educación ambiental y exposición del Parque Nacional de Cabo Pulmo, para que sea vinculante con esta Área Protegida a través de acciones que pudieran promoverse por el propio Eco Parque y los habitantes de Cabo Pulmo.

Complementariamente a toda la temática de instrucción ambiental que genera esta zona, se plantea dos Lodge Ecológicos frente al mar de 100 cuarto cada uno y otro de montaña también de 100 cuartos, toda la demás área utilizable del terreno seria declarada de manera voluntaria área protegida para integrarse a la zona que define la UGA e integrar la superficie total del Eco Parque.

Por lo que esta zona será de una densidad muy baja desarrollando en 619.189 únicamente 300 cuartos de hotel. Esta zona se convertiría entonces en el Buffer natural entre el desarrollo turístico y el Area Natural Protegida de Cabo Pulmo.

La distribución y las superficies de usos del suelo propuestos en el PLP para esta Zona, se presentan la figura siguiente.

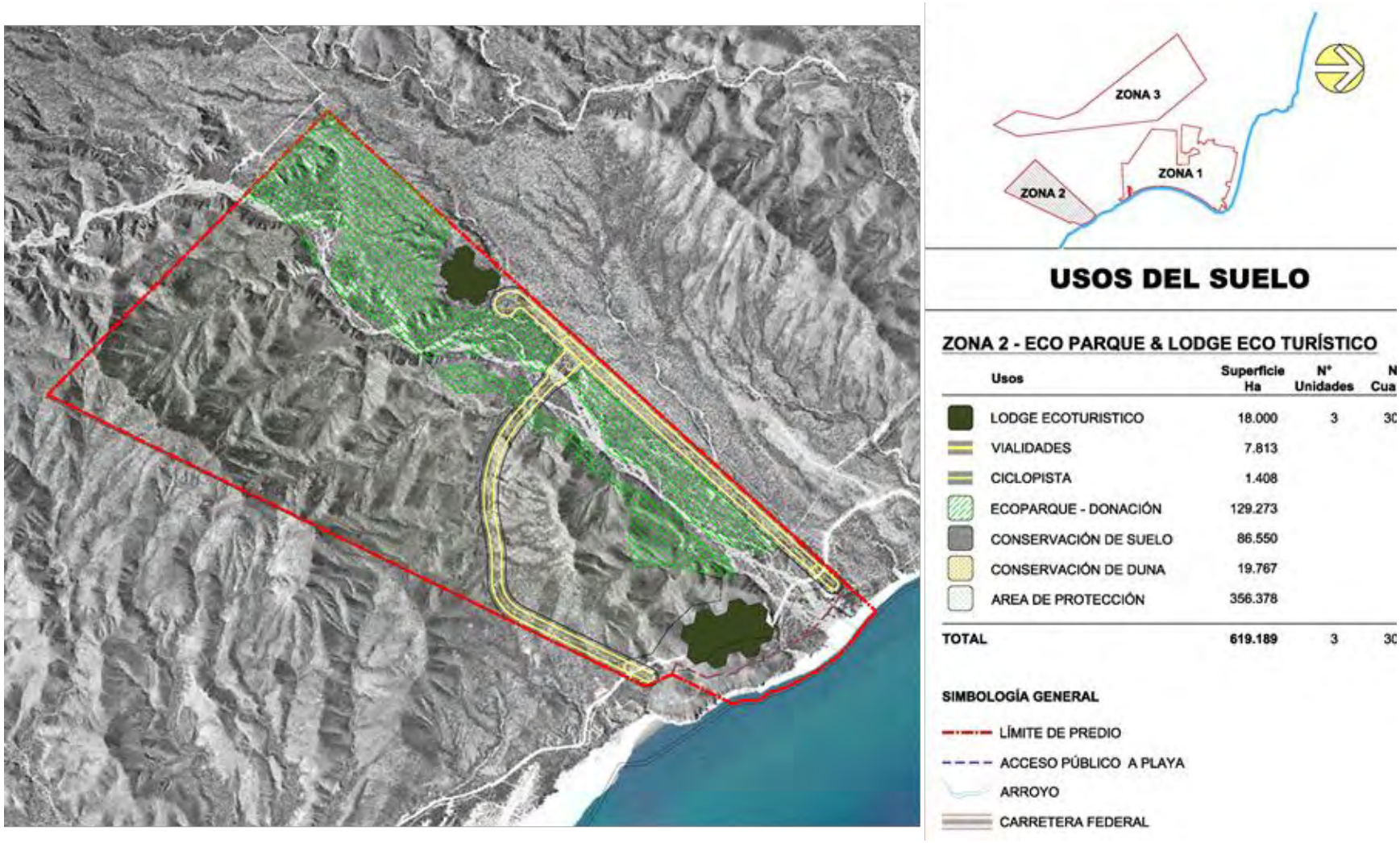


Figura 2.15. Usos del Suelo en la Zona 2. Ecoparque & Eco Lodge Resort

2.2.2.3 Zonificación del Polígono 3. Zona 3. Hill Side & Valley Villas

En una superficie de 1, 755.61 Has denominada ***Hill Side Villas & Valley Villas.***

Esta área, no tiene contacto con el mar y se encuentra del otro lado de la carretera La Ribera-Cabo Pulmo, su gran extensión se conforma por parte de una zona montañosa de 437 Has. que sube hasta 540.00 m.s.n.m. protegidas por la UGA correspondiente y una gran planicie que remata en unos montículos que van 50.00 m.s.n.m. a los 26.113.m.s.n.m...

En esta zona de mayor altura se plantea desarrollar un conjunto de 1,000 villas con vista al valle y con horizonte de mar.

En la planicie se plantea el campo de golf de 18 hoyos, con su Casa Club Deportivo y Social bordeado a ambos lados del recorrido por 1,000 villas con vista al fairway, la cual sigue el trazo vial con una vialidad principal de 100.00 m de ancho, de los cuales 20.00 m. da cada lado son de restricción y conservación frente a los lotes, la vialidad vehicular se compone de dos carriles de 7.50 metros de ancho separados por un área central de conservación de 45 metros de ancho, donde al centro de esta se localiza la ciclopista, igual a la de la zona 1.

En esta zona 3 se localiza la aeropista que se reubico de su posición actual, el vivero, la subestación eléctrica y la planta de transferencia de residuos.

La distribución y las superficies de usos del suelo propuestos en el PLP para esta Zona, se presentan la figura siguiente.

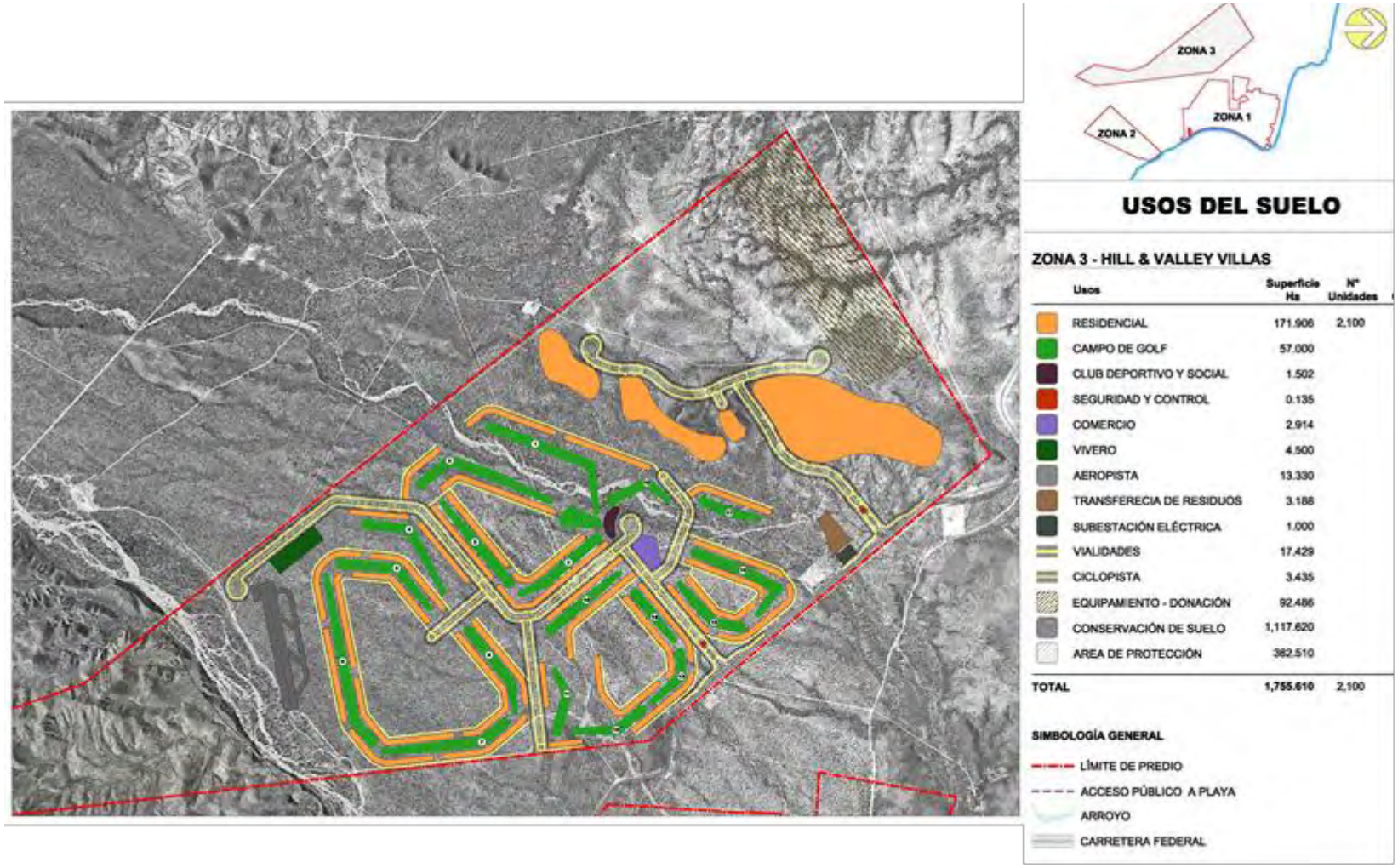


Figura 2.16. Usos del Suelo en la Zona 3. Hill Side & Valley Villas

2.2.2.4 Criterios generales de conservación

El espíritu y naturaleza del proyecto es el de sustentabilidad y de integración en los ecosistemas, para poder esperar que las unidades naturales se "conserven" es necesario evitar la fragmentación, por lo que el **PLP** considerará cuatro tipos de áreas de conservación; la primera es la que está encuentra en las ***Zonas de Protección*** decretadas por los ordenamientos ecológicos aplicables, la segunda son las superficie que considera ***no afectada*** ni por obras y actividades en ***suelo***, y la tercera son las superficie que considera ***no afectada*** ni por obras y actividades en ***duna***, y la cuarta son todas las superficies de conservación ***al interior*** de las áreas señaladas como ***Actividades o Usos.***

En la tabla siguiente se muestran las superficies de conservación que se estarán considerando en el proyecto.

Tabla 2.5 Superficies de Conservación

SUPERFICIE DE CONSERVACIÓN		
Tipo	**Has**	**%**
En zonas de Protección	718.89	19.07%
En superficies no ocupadas por obra o actividad en ***suelo***	1863.47	49.44%
En superficies no ocupadas por obra o actividad en ***duna***	114.34	3.03%
La superficies conservadas al interior de los lotes	239.28	6.35%
TOTAL CONSERVACIÓN	2935.98	**77.89%**
TOTAL LO PERICUES	**3,769.50**	**100.00%**

Como se puede apreciar, el porcentaje total de conservación en sus cuatro tipos representa en 77.89% del terreno y la superficie de conservación que es libre de cualquier uso y/o actividad representa el 22.11% ya que es la suma de la superficie de conservación de suelo y de duna.



Figura 2.17 Conservación del suelo. Superficie no ocupada por obra o actividad

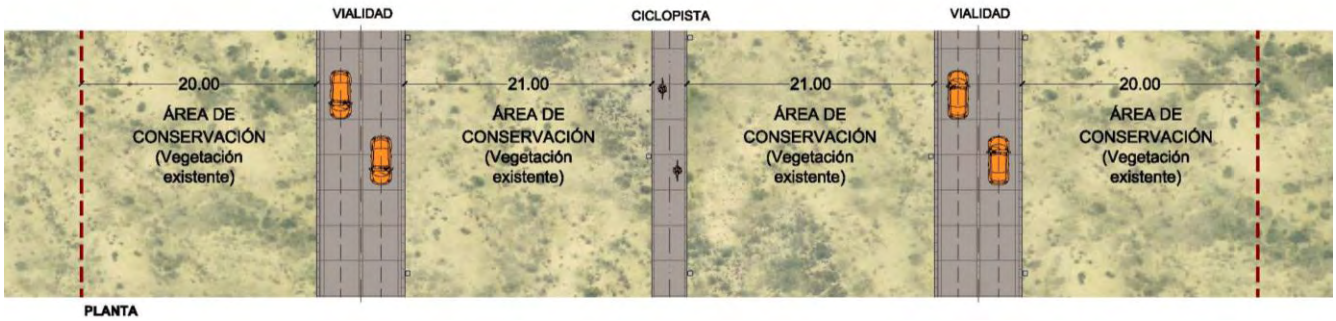


Figura 2.18 Conservación del suelo. Superficie no ocupada entre vialidades

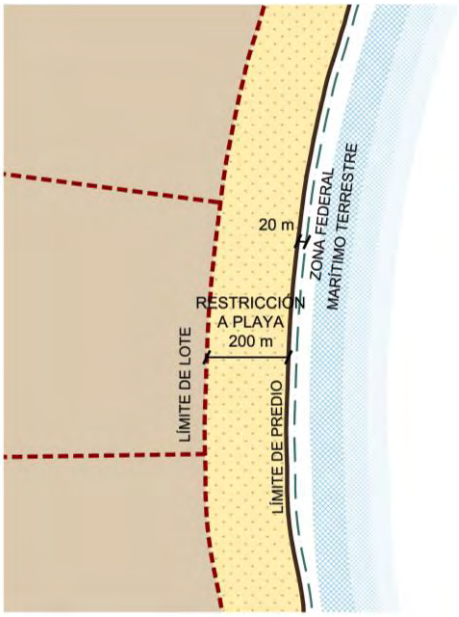


Figura 2.18 Conservación en duna



Figura 2.19 Conservación al interior del lote

2.2.3 Superficies de áreas de aprovechamiento y conservación

Para de las distintas obras de infraestructura y servicios, así como para el desarrollo de los usos del suelo propuestos, se requiere de 1072.796 Ha equivalentes al 29% de las superficie del predio.

Mientras que las zonas de que no se utilizarán para el desarrollo del proyecto, sumen 2,696.7Ha equivalentes al 71 % de la superficie del proyecto, como se observa en la Tabla siguiente.

Tabla 2.6 Superficies de Aprovechamiento y Conservación

Usos	Aprovechamiento	%	Conservación	%	Total	%
	Superficie (Ha)		Superficie (Ha)		Superficie (Ha)	
Aprovechamiento					1,072.796	28.5%
Aprovechamiento neto	833.519	22.1%				
Espacios abiertos (conservación al interior del predio)			239.277	6.3%		
Conservación y Protección			2,696.700	71.5%	2,696.700	71.5%
TOTALES	**833.519**	**22.1%**	**2,935.977**	**77.9%**	**3,769.496**	**100.0%**

2.2.4 Descripción de Obras y Actividades

Para alcanzar el objetivo del proyecto se plantea una serie de obras y de actividades, las cuales a través de la presente solicitud se someten a Evaluación de Impacto Ambiental.

2.2.4.1 Obras

Los conceptos que se presentan como **OBRAS** son todos aquellos que se requieren para que el proyecto sea funcional y de las cuales el promovente se hará cargo de su planeación y ejecución como desarrollador primario de este destino. Estos conceptos han sido estudiados técnicamente para garantizar la viabilidad y consolidación de los mismos y son los que se presentan a consideración de la autoridad ambiental para su aprobación.

A. Campos de Golf

El Proyecto Los Pericúes (PLP) propone dos campos de golf de 18 hoyos, en las Zonas 1 y 2, con un concepto innovador y de integración al medio ambiente, donde solamente se intervendrán las áreas de juego (tees de salida, áreas parciales de las pistas y el green) limitando los anchos de los fairways conservando el terreno e integrándolos al paisaje existente. El tipo de pasto a emplear en las áreas de juego será Paspalum en su variedad de Vaginatum el cual es altamente resistente a la sal y demanda poco agua para su riego. Con este concepto de diseño se estaría modificando el paisaje un 70 % menos que normalmente modifican los campos tradicionales. El diseño y la operación del Campo se harán bajo las normas de la Audubon Cooperative Sanctuary Programfor Golf las cuales se especificarán en el Capitulo VI.

B. Casa Club

El Proyecto Los Pericúes (PLP) considera la Casa Club como obra asociada al Campo Golfo de la Zona 1, previendo una construcción de dos niveles, en un terreno de 2.20 Has.

C. Laguna de Riego

El Proyecto Los Pericúes (PLP)propone quela laguna de riego sea un lago artificial, por lo que estará sellados por una membrana impermeable "geomembrana" para evitar pérdidas de agua por infiltraciones hacia suelo o el manto freático, así como evitar contaminar el suelo y agua subterránea y requerirán de un tipo de bombeo para la movilización del agua. Esta laguna se usará con fines de estrategia de juego y como reserva de agua para el riego del campo de golf y con fines ambientales ya que atraen y hospedan fauna y flora nativa, especialmente aves. La profundidad máxima de la laguna es de 2.50 m y serán en su totalidad reservorios de aguas residuales tratadas provenientes de la Planta de Tratamiento. La laguna se desarrollará en una superficie de 2.02 Has.

D. Vialidad

El Proyecto Los Pericúes (PLP) tiene red vial de 35.00 Kilómetros de longitud aproximadamente, compuesta por diferentes secciones viales:

La sección vial principal tiene un derecho de vía de 100.00 m de ancho, de los cuales 20.00 m. da cada lado son de restricción y conservación frente a los lotes, la vialidad vehicular se compone de dos carriles de 7.50 metros de ancho separados por un área central de conservación de 45 metros de ancho, donde al centro de esta se localiza la ciclopista.

La sección vial secundaria tiene un derecho de vía de 70.00 m de ancho, de los cuales 20.00 m. da cada lado son de restricción y conservación frente a los lotes, la vialidad vehicular se compone de dos carriles de 7.50 metros de ancho separados por un área central de conservación de 15 metros de ancho, donde al centro de esta se localiza la ciclopista.

La sección vial interna tiene un derecho de vía de 27.50 m de ancho, de los cuales 10.00 m. da cada lado son de restricción y conservación frente a los lotes, la vialidad vehicular se compone de dos carriles de 7.50 metros de ancho.

La red vial ocupa un área de 259.745 Has de las cuales son áreas de conservación 184.98 Has. lo que significa que mas del 70% del derecho de vía de la red esta destinado a conservar el paisaje natural del sitio.

E. Estacionamientos y miradores

El Proyecto Los Pericúes (PLP) en los puntos de mejor vista del terreno ubica dos miradores con vista a la bahía y como apoyo a la operación de los comercios y servicios en la zona de la marina plantea áreas de estacionamiento para la zona comercial y para los usuarios de la marina.

F. Club Deportivo y Social

El Proyecto Los Pericúes (PLP)prevé la promoción de actividades recreativas que al fortalezcan de la vida social dentro de las zonas residenciales de la Zona 3, para ello plantea una construcción de dos niveles en un terreno con una superficie de 1.502 Has en donde habrá instalaciones deportivas, alimentación y comercio.

G. Marina, sus obras y servicios asociados

El Proyecto Los Pericúes (PLP) respondiendo al turismo náutico que recorre toda la costa del Pacifico y el Golfo de California, plantea al norte de la Zona 1 una marina con una superficie en su espejo de agua navegable de 55.563 Has, con capacidad de atraque para 300 amarres, de los cuales 200 se destinaran a villas que cuenten con su propio muelle y los cien restantes para uso externo, destinando para los pescadores de la zona 15 espacios dentro de esta. Las obras asociadas serán los espigones de entrada, el malecón, marina seca, estación de combustibles y su almacén de manejo

H. Planta Desaladora

El Proyecto Los Pericúes (PLP) cuenta con una concesión para extracción de agua subterránea por pozos, la cual será utilizada en los inicios del proyecto para los primeros años de abasto, pero para evitar mermar el acuífero de la zona a su desarrollo total, el proyecto se hará autosustentable incorporando una Planta Desaladora de Agua de Mar de ultima generación para producir agua para el consumo humano. El proceso a utilizar es de Ósmosis Inversa con recuperación de energía por SIP. La planta desaladora tendrá una capacidad final de producción de agua potable de 9.943 m3/día, que supone una producción total anual de 3.480.182 m3. Se ha considerado una disponibilidad de funcionamiento de la planta desaladora del 95%, es decir, la producción anual equivalente a 350 días de operación continua.
Considerando que esta cantidad de agua no es necesaria desde el primer año de la vida del proyecto y siendo que la demanda irá incrementando paulatinamente, su diseño será modular, considerando su ampliación en tres fases de producción de 3.315 m3/día, cada una.
La superficie del terreno para la planta y sus servicios asociados es de 0.998 Ha.

I. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

El Proyecto Los Pericúes (PLP) considera la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que tratará las descargas de predios residenciales y hoteles.
Para el Lodge Ecoturistico y en el Eco Parque se propone una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Base de Humedales Artificiales.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Central, tendrá una capacidad para tratar hasta 4’882,115.00 metros cúbicos por año (155 PLP) que se construirá progresivamente en tres módulos para 52 litros por segundo y cada módulo compuesto de dos trenes en paralelo para 26 litros por segundo cada uno.

La tecnología que se usará es la de lodos activados en su modalidad de aeración extendida con tratamiento terciario mediante filtración, desinfección mediante luz ultra violeta y manejo de lodos a través de digestión, espesamiento y prensado para su posterior uso en combinación con residuos vegetales para producción de compost para su uso en el campo de golf y áreas verdes.

J. Planta de Transferencia de Residuos

El Proyecto Los Pericúes (PLP) propone una Estación de Transferencia que tendrá el objetivo principal de la separación y reutilización de los residuos, tanto orgánicos como inorgánicos que se generarán, pretende con esto reducir el volumen total de residuos no reutilizables al tiradero municipal, eliminar los vertederos incontrolados de residuos en el predio del proyecto, evitar la

contaminación del suelo y aguas subterráneas así como reducir los costos de tratamiento, reducción de costos de transporte entre los puntos de transporte de residuos y los centros de separación y reciclaje, así como coadyuvar con el manejo de residuos que desarrolla la autoridad competente, mediante la participación activa en el manejo responsable de los residuos sólidos, al fomentar la gestión integral de los residuos sólidos en el desarrollo de un modo centralizado, establecer un sistema demostrativo integral que permita comprobar que es factible la implementación de estrategias de manejo de residuos sólidos en desarrollos turísticos costeros y generar esquemas de negocios paralelos que permitan una mejor integración de la matriz financiera del proyecto a las buenas y mejores prácticas ambientales, así, la Estación de Transferencia de Residuos del proyecto, puede considerarse como uno de los aportes en cuanto a estrategias de innovación y desarrollo del Proyecto, para esto a destinado 3.18 Has.

K. Aeropista

El Proyecto Los Pericúes (PLP) actualmente cuenta con una aeropista la cual cumple con todas las regulaciones de la SCT con una aeropista de aterrizaje con todos los permisos requeridos en orden y vigentes. Se pretende reubicarla de su actual posición hacia laZona 3, denominada Hill Side Villas & Valley Villas, la aeropista tiene una longitud de 900.00 m con un ancho de 100.00 m. destinando una superficie de 13.33 Has

L. Vivero

El Proyecto Los Pericúes (PLP) la importancia del vivero durante la vida del proyecto será fundamental ya que desde los inicios del proyecto se llevaran a cabo tareas de rescate de especies nativas que estén ubicadas en las zonas a intervenir, se les dará mantenimiento durante el proceso que duren las obras de infraestructura y luego se realizarán trasplantes en las zonas que se pretende reforzar la masa vegetal.

Se generará una la paleta vegetal, que integrará como únicas especies autorizadas las existentes los paisajes naturales de la región, se establecerá un vivero de reproducción de plantas nativas que servirán para reforestar las areas de conservación y las zonas jardinadas de las instalaciones que se construirán, para este fin se destinan 4.50 Has.

M. Seguridad y Control

El Proyecto Los Pericúes (PLP) dentro de las OBRAS considera la construcción de puestos de seguridad y control en los accesos principales del desarrollo para lo que destina una superficie de 0.27 Has.

N. Línea de conducción de agua potable

Para la dotación de agua potable, el promovente cuenta con una concesión (CONAGUA) de explotación y uso de 4’ 500,000 m3/año de agua proveniente del acuífero del Río Santiago mediante la instalación de tres pozos.

El acuífero está ubicado al norte del poblado de La Ribera y a fin de transportar el agua al sitio del proyecto se prevé la construcción de un acueducto (entubado).

El abastecimiento de agua concesionada complementará el abastecimiento de agua a través de la Planta Desaladora y reuso de aguas residuales para cubrir la demanda total del sistema.

O. Rehabilitación de la carretera existente

Para llegar al área del proyecto existen una serie de caminos de diferentes características y condiciones. La mejor vía es a través de la carretera Federal No. 1 que comunica al poblado de La Ribera y con la Red Estatal.

Este camino da acceso a los tres predios, sin embargo requiere mejoras para que cumpla con las características del desarrollo turístico de nivel que se pretende construir, así como ampliarlo para que de acceso al predio 2 al que actualmente se llega por una terracería.

Los conceptos que se presentan como **OBRAS** son todos aquellos que se requieren para que el proyecto sea funcional y de los cuales el promovente se hará cargo de su planeación y ejecución, como desarrollador primario del proyecto. Estos han sido estudiados técnicamente para garantizar la viabilidad de los mismos y son los que se presentan a consideración de la autoridad ambiental para su aprobación.

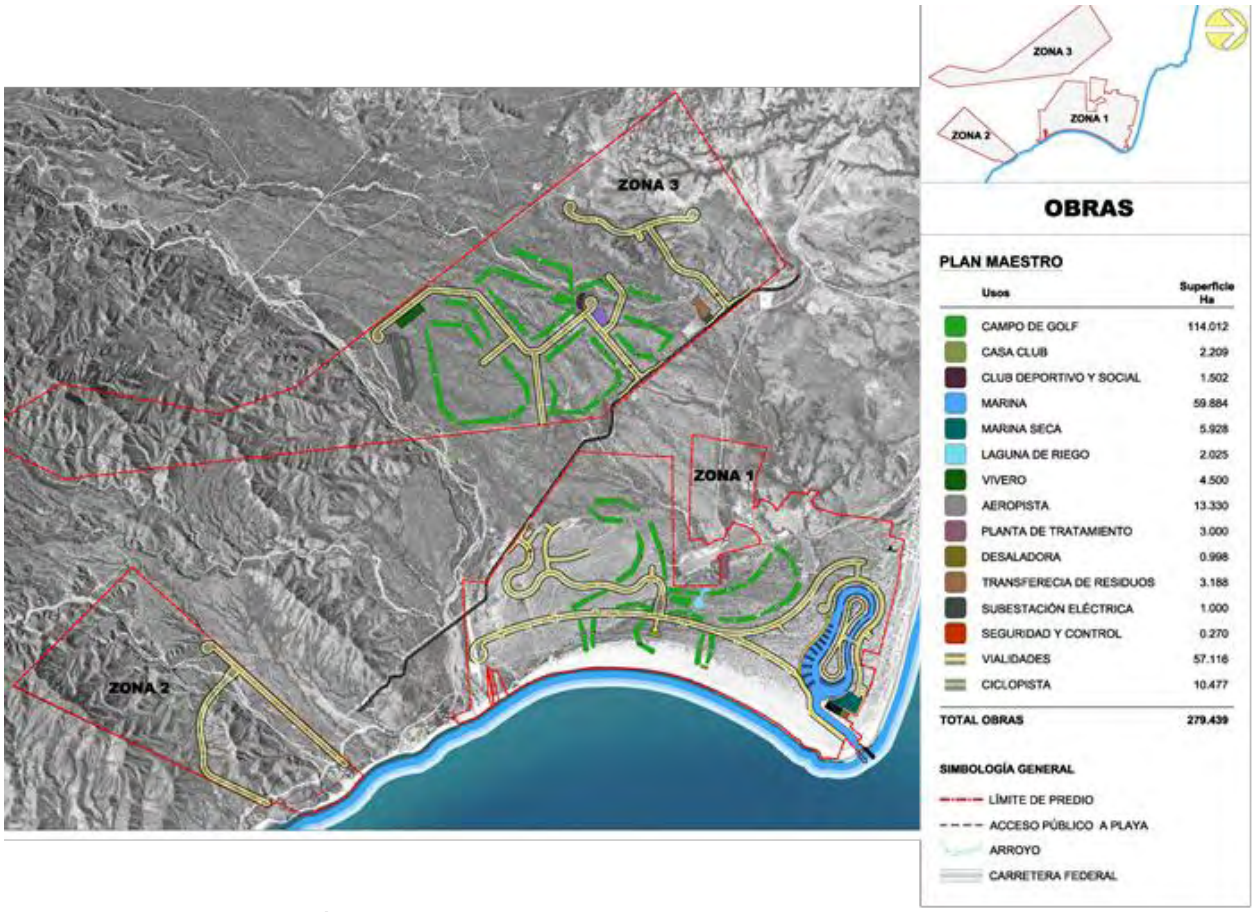


Figura 2.20 Distribución de las diferentes obras de infraestructura y servicios propuestos en el proyecto.

2.2.4.2 Actividades o Usos

Dentro de los conceptos de **ACTIVIDADES O USOS**, se enumeran todas aquellas obras que definen su destino en función de área y densidad, que serán sometidas a un Estudio de Impacto Ambiental Posterior responsabilidad del adquiriente futuro de estos terrenos.

Las Actividades o Usos son el resultado de una zonificación del proyecto en donde se definen los lotes con su uso o actividad dentro del Plan Maestro y la cual se expone a detalle más adelante en este documento.

A. Hotel

El Proyecto Los Pericúes (PLP) plantea 9 lotes Hoteleros en una superficie 135.393 Ha para desarrollar 3,450 cuartos. El concepto será en baja densidad integrándose al paisaje natural. Siendo que 8 de los lotes estarán ubicados con frente a la playa tendrán una restricción de 200m adicional a los 20m de la Zona Federal Marítimo Terrestre, la ocupación de uso del suelo que se indica es del 60% y deberá considerarse el 40% para áreas abiertas, jardines y conservación.

B. Residencial

El Proyecto Los Pericúes (PLP) plantea 6, 650 unidades residenciales las cuales se desarrollarán en una superficie de 399.744 Has. En esta superficie se considerará un porcentaje de conservación El concepto residencial será en baja densidad con unos porcentajes de ocupación del suelo por debajo del 50% lo cual representara menor impacto en la ocupación del suelo.

C. Lodge Ecoturístico

El Proyecto Los Pericúes (PLP) plantea un concepto de eco turismo de montaña en combinación con la playa, en muy baja densidad en una superficie de 18.00 Ha, en donde se desarrollarán solamente 300 cuartos distribuidos en 3 pequeños serán denominados Lodge Eco turístico.

D. Eco Parque

El Proyecto Los Pericúes (PLP) plantea integrar una superficie de 79.856 Has., como Área Protegida Voluntaria que se sumará a la Zona Protegida Oficial del Polígono 2, que es de 356.370 Has., con el objeto de crear en 436.227 Has., un Eco Parque para actividades de educación ambiental, senderos interpretativos, miradores de aves y todas aquellas actividades que introduzcan la temática ambiental y que puedan ser vinculantes con el Área Protegida y con el Parque Nacional de Cabo Pulmo ubicado a 11.00 Kms. al sur de la propiedad.

E. Zona Comercial

En el Proyecto Los Pericúes (PLP) la zona comercial será fundamental debido a que en las cercanías no existe oferta comercial, por lo que este proyecto debe considerar ser autosustentable en este sentido. Se considerará una superficie de 2.60 Has para este uso.

F. Mercado de Pescadores (Fish Market)

En el Proyecto Los Pericúes (PLP) dentro del concepto de inclusión y vinculación con las comunidades pesqueras de la región que actualmente realizan sus actividades en este predio, se plantea un área para venta de productos de pesca del día, la cual estará ubicada dentro de la zona

comercial asociada a la marina, en donde también contarán con 15 posiciones de atraque para sus barcos, el área asignada para esta actividades será de 0.12 Has.

G. Clubes de Playa

El Proyecto Los Pericúes (PLP) plantea tres clubes de playa, uno de ellos estará ligado al Club de Golf y los otros dos darán la oportunidad a las zonas residenciales que están alejadas de la playa para tener acceso a la misma, su ubicación será asociada a las zonas de campo de golf, estos clubs se ubicarían en las "ventanas" que se dejan a lo largo de la vialidad costera para generar los hoyos con vista al mar, como apoyo a estas áreas se destina un terreno para estacionamiento de donde partiría un transporte interno para llevar a los usuarios a los clubes de playa y no congestionar con automóviles la vialidad costera, destinando para los Clubes de Playa 2.20 Has.

H. Accesos públicos a la playa

El Proyecto Los Pericúes (PLP) considerará dos pasos libres a la playa los cuales tienen una fácil accesibilidad desde la vialidad principal. Independiente a estos accesos terrestres a la playa, como se mencionó los pescadores podrán tener acceso a través de la marina, con estos accesos el proyecto permitirá que la comunidad continué teniendo libre transito en la zona.

Dentro del concepto de **ACTIVIDADES O USOS**, se enumeran todas aquellas obras que definen su destino en función de área y densidad, que serán sometidas a un Estudio de Impacto Ambiental posteriormente, bajo la responsabilidad del adquiriente futuro de estos terrenos. Las Actividades o Usos son el resultado de la zonificación del proyecto los cuales se explican a detalle más adelante en el presente documento.

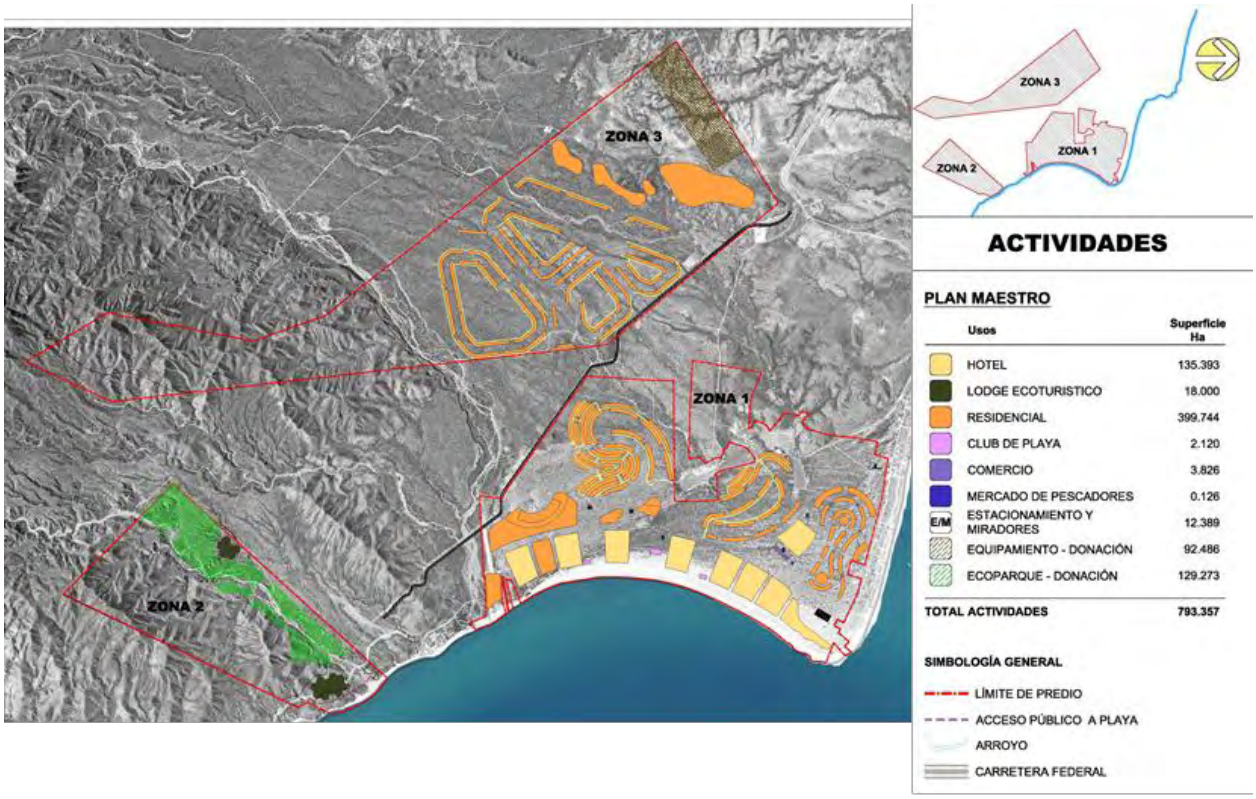


Figura 2.21 Distribución de los diferentes usos del suelo propuestos en el proyecto.

2.2.4.3 Resumen de las Obras y Actividades o Usos de acuerdo a la Zonificación

Una vez definidos las Obras y las Actividades o Usos y habiendo zonificado estos en el terreno, con el concepto de conservación pretendido, se expone de manera gráfica la relación de éstas con el área de aprovechamiento y conservación de cada una.

Tabla 2.7 Resumen de obras y actividades del proyecto PLP

OBRAS Y ACTIVIDADES							
Obra / Actividad	Concepto	Superficie Total		Aprovechamiento		Conservación	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Obra	Campo de Golf 1	57.012 Has.	20.40%	39.908 Has.	70.00%	17.104 Has.	30.00%
Obra	Casa Club	2.209 Has.	0.79%	1.325 Has.	60.00%	0.884 Has.	40.00%
Obra	Campo de Golf 2	57.000 Has.	20.40%	39.900 Has.	70.00%	17.100 Has.	30.00%
Obra	Club Deportivo y Social	1.502 Has.	0.54%	0.901 Has.	60.00%	0.601 Has.	40.00%
Obra	Lago de Riego	2.025 Has.	0.72%	2.025 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
Obra	Marina						
	Espejo de agua navegable	55.562 Has.	19.88%	55.562 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
	Malecón	4.322 Has.	1.55%	4.322 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
	Marina Seca y servicios	5.928 Has.	2.12%	5.928 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
Obra	Planta Desaladora	0.998 Has.	0.36%	0.599 Has.	60.00%	0.399 Has.	40.00%
Obra	Planta de Tratamiento	3.000 Has.	1.07%	1.950 Has.	65.00%	1.050 Has.	35.00%
Obra	Planta de Transferencia de Residuos	3.188 Has.	1.14%	2.550 Has.	80.00%	0.638 Has.	20.00%
Obra	Subestación Eléctrica	1.000 Has.	0.36%	0.600 Has.	60.00%	0.400 Has.	40.00%
Obra	Aeropista	13.330 Has.	4.77%	13.330 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
Obra	Vivero	4.500 Has.	1.61%	0.000 Has.	0.00%	4.500 Has.	100.00%
Obra	Seguridad y Control	0.270 Has.	0.10%	0.162 Has.	60.00%	0.108 Has.	40.00%
Obra	Vialidad (rodamientos)	67.593 Has.	24.19%	67.593 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
Subtotal Obras		**279.439 Has.**	**100.00%**	**236.656 Has.**	**84.69%**	**42.783 Has.**	**15.31%**
Actividad	Hotel	135.393 Has.	17.07%	88.005 Has.	65.00%	47.388 Has.	35.00%
Actividad	Residencial	399.744 Has.	50.39%	259.834 Has.	65.00%	139.910 Has.	35.00%
Actividad	Lodge Ecoturístico	18.000 Has.	2.27%	10.800 Has.	60.00%	7.200 Has.	40.00%
Actividad	Eco Parque - Donación	129.273 Has.	16.29%	129.273 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
Actividad	Comercial						
Actividad	Zona Comercial Marina	0.912 Has.	0.11%	0.638 Has.	70.00%	0.274 Has.	30.00%
Actividad	Zona Comercial Valle y Villas	2.914 Has.	0.37%	2.040 Has.	70.00%	0.874 Has.	30.00%
Actividad	Mercado de Pescadores	0.126 Has.	0.02%	0.126 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
Actividad	Clubes de Playa (3)						
Actividad	Ubicado en Hoyo 18	1.115 Has	0.14%	0.669 Has.	60.00%	0.446 Has.	40.00%
Actividad	Ubicado en Hoyo 2 y 3	0.505 Has	0.06%	0.303 Has.	60.00%	0.202 Has.	40.00%
Actividad	Ubicado en Hoyo 15 y16	0.499 Has	0.06%	0.300 Has.	60.00%	0.200 Has.	40.00%
Actividad	Estacionamientos y miradores	12.389 Has.	1.56%	12.389 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
Actividad	Equipamiento - donación	92.486 Has.	11.66%	92.486 Has.	100.00%	0.000 Has.	0.00%
Subtotal Actividades (Sujeto a EIA posterior)		**793.357 Has.**	**100.00%**	**596.863 Has.**	**75.23%**	**196.494 Has.**	**24.77%**
Subtotal Obras y Actividades		**1,072.796 Has.**	**100.00%**	**833.519 Has.**	**77.70%**	**239.277 Has.**	**22.30%**
Conservación en vialidades		**277.453 Has.**	**0.00%**	**0.000 Has.**	**0.00%**	**277.453 Has.**	**100.00%**
Protección y Conservación		**2,419.247 Has.**	**0.00%**	**0.000 Has.**	**0.00%**	**2,419.247 Has.**	**100.00%**
Total Proyecto		**3,769.496 Has**	**100.00%**	**833.519 Has.**	**22.11%**	**2,935.977 Has.**	**77.89%**

2.2.5 Especificación al interior de las Actividades o Usos

Como parte de los lineamientos de diseño y en preparación a las futuras Evaluaciones de Impacto Ambiental que los subsecuentes promoventes presentarán en relación a los Lotes

que se han dejado dentro del rubro de Actividades o Usos, en las siguientes tablas se especifican algunos parámetros que desde este nivel el Plan Maestro ha fijado en ellos para garantizar el cumplimiento de baja densidad y conservación al interior de los mismos.

Se han enumerado de manera progresiva los lotes para su mejor identificación y los parámetros que se estableces son:

- Superficie total
- Superficie de aprovechamiento
- Superficie de conservación
- Densidad permitida



Figura 2.22 Distribución de los diferentes usos del suelo propuestos en la Zona 1.

Tabla 2.8 Lotificación con No. De Cuartos en la Zona 1

LOTIFICACIÓN CON No. DE CUARTOS								
ZONA 1								
No de Lote	Uso	Superficie Ha	No de cuartos	Densidad	Aprovechamiento		Conservación	
					Ha	%	Ha	%
1	Hotel	13.096 Has	375 ctos.	29 Ctos./Ha	8.513 Has	65%	4.584 Has	35%
2	Hotel	15.565 Has	375 ctos.	24 Ctos./Ha	10.117 Has	65%	5.448 Has	35%
3	Hotel	15.211 Has	375 ctos.	25 Ctos./Ha	9.887 Has	65%	5.324 Has	35%
4	Hotel	15.076 Has	375 ctos.	25 Ctos./Ha	9.800 Has	65%	5.277 Has	35%
6	Hotel	15.069 Has	375 ctos.	25 Ctos./Ha	9.795 Has	65%	5.274 Has	35%
8	Hotel	15.031 Has	375 ctos.	25 Ctos./Ha	9.770 Has	65%	5.261 Has	35%
10	Hotel	15.031 Has	375 ctos.	25 Ctos./Ha	9.770 Has	65%	5.261 Has	35%
12	Hotel	16.260 Has	375 ctos.	23 Ctos./Ha	10.569 Has	65%	5.691 Has	35%
80	Hotel	15.054 Has	150 Ctos.	10 Ctos./Ha	9.785 Has	65%	5.269 Has	35%
	Totales	135.393 Has	3150 Ctos.		88.006 Has	65%	47.388 Has	35%

Tabla 2.9 Lotificación con No. De Cuartos en la Zona 1

LOTIFICACIÓN No. DE UNIDADES								
ZONA 1								
No de Lote	Uso	Superficie Ha	No de unidades	Densidad	Aprovechamiento		Conservación	
					Ha	%	Ha	%
5	Club de playa	0.505 Has			0.303 Has	60%	0.202 Has	40%
7	Club de playa	1.115 Has			0.669 Has	60%	0.446 Has	40%
9	Club de playa	0.499 Has			0.300 Has	60%	0.200 Has	40%
11	Residencial	11.201 Has	71 unid	6 Ctos./Ha	7.280 Has	65%	3.920 Has	35%
13	Residencial	8.673 Has	55 unid	6 Ctos./Ha	5.637 Has	65%	3.035 Has	35%
14	Residencial	27.928 Has	177 unid	6 Ctos./Ha	19.550 Has	70%	8.378 Has	30%
15	Residencial	10.882 Has	336 unid	31 Ctos./Ha	7.074 Has	65%	3.809 Has	35%
16	Residencial	8.047 Has	600 unid	75 Ctos./Ha	5.231 Has	65%	2.817 Has	35%
17	Residencial	4.028 Has	25 unid	6 Ctos./Ha	2.618 Has	65%	1.410 Has	35%
18	Residencial	3.462 Has	22 unid	6 Ctos./Ha	2.250 Has	65%	1.212 Has	35%
19	Residencial	2.071 Has	64 unid	31 Ctos./Ha	1.346 Has	65%	0.725 Has	35%
20	Residencial	1.976 Has	15 unid	8 Ctos./Ha	1.186 Has	60%	0.790 Has	40%
21	Residencial	2.426 Has	19 unid	8 Ctos./Ha	1.577 Has	65%	0.849 Has	35%
22	Residencial	2.676 Has	21 unid	8 Ctos./Ha	1.739 Has	65%	0.937 Has	35%
23	Residencial	1.676 Has	78 unid	47 Ctos./Ha	1.089 Has	65%	0.587 Has	35%
24	Residencial	1.441 Has	116 unid	80 Ctos./Ha	0.937 Has	65%	0.504 Has	35%
25	Residencial	1.226 Has	99 unid	80 Ctos./Ha	0.797 Has	65%	0.429 Has	35%
26	Residencial	1.084 Has	87 unid	80 Ctos./Ha	0.704 Has	65%	0.379 Has	35%
27	Residencial	0.789 Has	63 unid	80 Ctos./Ha	0.513 Has	65%	0.276 Has	35%
28	Residencial	1.881 Has	88 unid	47 Ctos./Ha	1.222 Has	65%	0.658 Has	35%
29	Residencial	3.749 Has	29 unid	8 Ctos./Ha	2.437 Has	65%	1.312 Has	35%
30	Residencial	1.437 Has	11 unid	8 Ctos./Ha	0.934 Has	65%	0.503 Has	35%
31	Residencial	2.078 Has	16 unid	8 Ctos./Ha	1.351 Has	65%	0.727 Has	35%
32	Residencial	2.067 Has	16 unid	8 Ctos./Ha	1.343 Has	65%	0.723 Has	35%
33	Residencial	0.981 Has	46 unid	47 Ctos./Ha	0.638 Has	65%	0.343 Has	35%
34	Residencial	2.436 Has	19 unid	8 Ctos./Ha	1.583 Has	65%	0.852 Has	35%
35	Residencial	2.210 Has	17 unid	8 Ctos./Ha	1.437 Has	65%	0.774 Has	35%
36	Residencial	2.260 Has	17 unid	8 Ctos./Ha	1.469 Has	65%	0.791 Has	35%
37	Residencial	2.859 Has	22 unid	8 Ctos./Ha	1.859 Has	65%	1.001 Has	35%
38	Residencial	2.469 Has	19 unid	8 Ctos./Ha	1.605 Has	65%	0.864 Has	35%
39	Residencial	0.169 Has	14 unid	80 Ctos./Ha	0.110 Has	65%	0.059 Has	35%

Cont. **Tabla 2.9** Lotificación con No. De Cuartos en la Zona 1

LOTIFICACIÓN No. DE UNIDADES								
ZONA 1								
No de Lote	Uso	Superficie Ha	No de unidades	Densidad	Aprovechamiento		Conservación	
					Ha	%	Ha	%
40	Residencial	1.338 Has	108 unid	80 Ctos./Ha	0.870 Has	65%	0.468 Has	35%
41	Residencial	1.235 Has	58 unid	47 Ctos./Ha	0.803 Has	65%	0.432 Has	35%
42	Residencial	2.484 Has	116 unid	47 Ctos./Ha	1.615 Has	65%	0.869 Has	35%
43	Residencial	2.792 Has	21 unid	8 Ctos./Ha	1.815 Has	65%	0.977 Has	35%
44	Residencial	2.818 Has	22 unid	8 Ctos./Ha	1.831 Has	65%	0.986 Has	35%
45	Residencial	2.354 Has	189 unid	80 Ctos./Ha	1.530 Has	65%	0.824 Has	35%
46	Residencial	1.056 Has	85 unid	80 Ctos./Ha	0.687 Has	65%	0.370 Has	35%
47	Residencial	1.040 Has	48 unid	47 Ctos./Ha	0.676 Has	65%	0.364 Has	35%
48	Residencial	1.774 Has	83 unid	47 Ctos./Ha	1.153 Has	65%	0.621 Has	35%
49	Residencial	2.021 Has	16 unid	8 Ctos./Ha	1.314 Has	65%	0.707 Has	35%
50	Residencial	2.179 Has	17 unid	8 Ctos./Ha	1.416 Has	65%	0.762 Has	35%
51	Residencial	2.169 Has	101 unid	47 Ctos./Ha	1.410 Has	65%	0.759 Has	35%
52	Residencial	2.150 Has	17 unid	8 Ctos./Ha	1.397 Has	65%	0.752 Has	35%
53	Residencial	1.222 Has	98 unid	80 Ctos./Ha	0.794 Has	65%	0.428 Has	35%
54	Residencial	1.760 Has	142 unid	80 Ctos./Ha	1.144 Has	65%	0.616 Has	35%
55	Residencial	1.889 Has	88 unid	47 Ctos./Ha	1.228 Has	65%	0.661 Has	35%
56	Residencial	1.929 Has	15 unid	8 Ctos./Ha	1.254 Has	65%	0.675 Has	35%
57	Residencial	1.678 Has	13 unid	8 Ctos./Ha	1.091 Has	65%	0.587 Has	35%
58	Residencial	2.048 Has	95 unid	47 Ctos./Ha	1.331 Has	65%	0.717 Has	35%
59	Residencial	2.172 Has	17 unid	8 Ctos./Ha	1.412 Has	65%	0.760 Has	35%
60	Residencial	2.042 Has	16 unid	8 Ctos./Ha	1.327 Has	65%	0.715 Has	35%
61	Residencial	2.001 Has	15 unid	8 Ctos./Ha	1.300 Has	65%	0.700 Has	35%
62	Residencial	1.569 Has	12 unid	8 Ctos./Ha	1.020 Has	65%	0.549 Has	35%
63	Residencial	1.757 Has	14 unid	8 Ctos./Ha	1.142 Has	65%	0.615 Has	35%
64	Residencial	1.946 Has	15 unid	8 Ctos./Ha	1.265 Has	65%	0.681 Has	35%
65	Residencial	1.922 Has	15 unid	8 Ctos./Ha	1.250 Has	65%	0.673 Has	35%
66	Residencial	0.756 Has	6 unid	8 Ctos./Ha	0.492 Has	65%	0.265 Has	35%
67	Residencial	0.773 Has	6 unid	8 Ctos./Ha	0.503 Has	65%	0.271 Has	35%
68	Residencial	1.935 Has	15 unid	8 Ctos./Ha	1.258 Has	65%	0.677 Has	35%
69	Residencial	1.935 Has	15 unid	8 Ctos./Ha	1.258 Has	65%	0.677 Has	35%
70	Residencial	1.935 Has	15 unid	8 Ctos./Ha	1.257 Has	65%	0.677 Has	35%
71	Residencial	3.712 Has	156 unid	42 Ctos./Ha	2.413 Has	65%	1.299 Has	35%
72	Residencial	4.406 Has	185 unid	42 Ctos./Ha	2.864 Has	65%	1.542 Has	35%
73	Comercial	0.063 Has			0.044 Has	70%	0.019 Has	30%
74	Residencial	1.556 Has	15 unid	10 Ctos./Ha	1.011 Has	65%	0.545 Has	35%
75	Comercial	0.063 Has		0 Ctos./Ha	0.044 Has	70%	0.019 Has	30%
76	Residencial	1.511 Has	15 unid	10 Ctos./Ha	0.982 Has	65%	0.529 Has	35%
77	Residencial	2.843 Has	28 unid	10 Ctos./Ha	1.848 Has	65%	0.995 Has	35%
78	Residencial	1.406 Has	59 unid	42 Ctos./Ha	0.914 Has	65%	0.492 Has	35%
79	Residencial	1.556 Has	15 unid	10 Ctos./Ha	1.011 Has	65%	0.545 Has	35%
81	Residencial	1.164 Has	11 unid	10 Ctos./Ha	0.756 Has	65%	0.407 Has	35%
82	Residencial	1.284 Has	13 unid	10 Ctos./Ha	0.835 Has	65%	0.450 Has	35%
83	Residencial	1.655 Has	16 unid	10 Ctos./Ha	1.076 Has	65%	0.579 Has	35%
84	Comercial	0.063 Has			0.044 Has	70%	0.019 Has	30%
85	Residencial	0.930 Has	9 unid	10 Ctos./Ha	0.604 Has	65%	0.325 Has	35%
86	Residencial	2.345 Has	150 unid	64 Ctos./Ha	1.524 Has	65%	0.821 Has	35%
87	Comercial	0.659 Has			0.461 Has	70%	0.198 Has	30%
88	Mercado de pescadores	0.126 Has			0.088 Has	70%	0.038 Has	30%
89	Residencial	1.148 Has	11 unid	10 Ctos./Ha	0.746 Has	65%	0.402 Has	35%
90	Residencial	2.030 Has	20 unid	10 Ctos./Ha	1.319 Has	65%	0.710 Has	35%
91	Residencial	1.343 Has	13 unid	10 Ctos./Ha	0.873 Has	65%	0.470 Has	35%
92	Residencial	2.333 Has	150 unid	64 Ctos./Ha	1.517 Has	65%	0.817 Has	35%
93	Comercial	0.063 Has			0.041 Has	65%	0.022 Has	35%
94	Residencial	2.008 Has	20 unid	10 Ctos./Ha	1.305 Has	65%	0.703 Has	35%
95	Residencial	1.450 Has	14 unid	10 Ctos./Ha	0.943 Has	65%	0.508 Has	35%
	Totales	208.694 Has	4550 unid		136.892 Has	66%	71.803 Has	34%

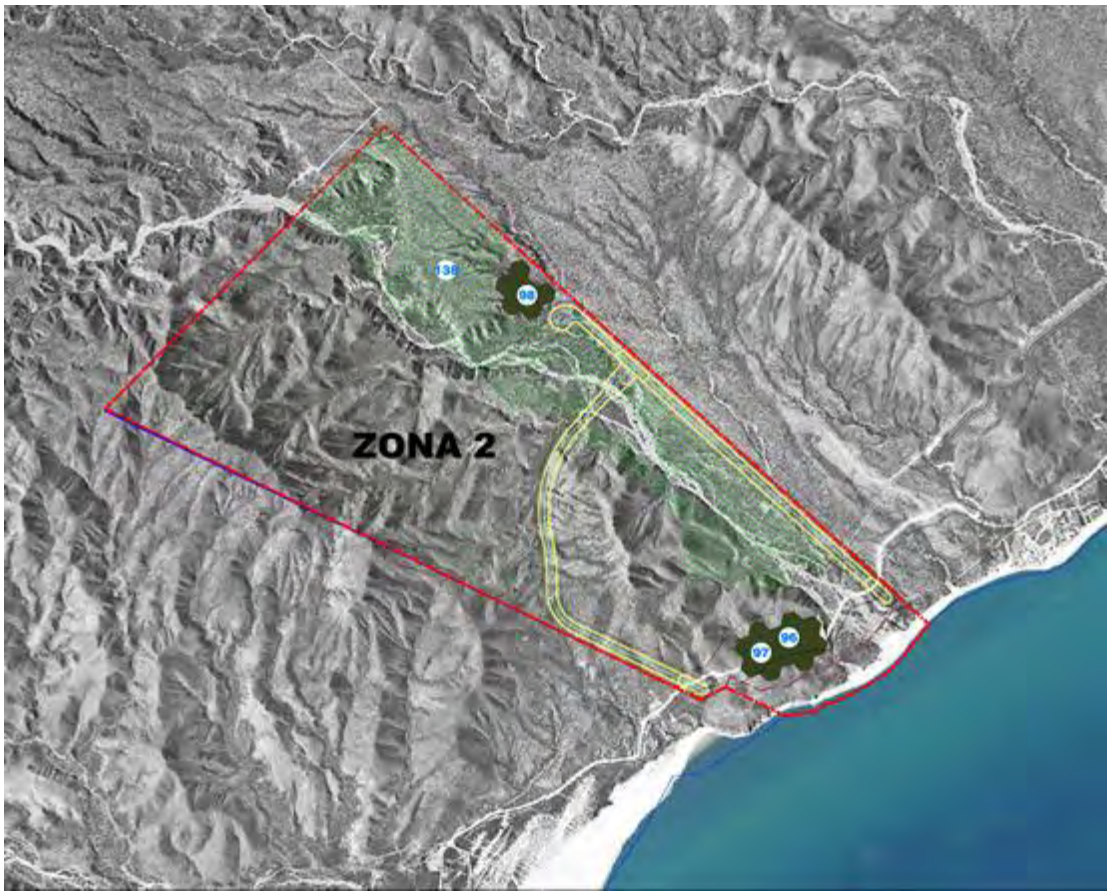


Figura 2.23. Distribución delos usos del suelo en la Zona 2

Tabla 2.10 Lotificación con No. De Cuartos en la Zona 2

ZONA 2								
No de Lote	Uso	Superficie Ha	No de cuartos	Densidad	Aprovechamiento		Conservación	
					Ha	%	Ha	%
96	Lodge ecoturistico	6.000 Has	100 Ctos.	17 Ctos./Ha	3.600 Has	60%	2.400 Has	40%
97	Lodge ecoturistico	6.000 Has	100 Ctos.	17 Ctos./Ha	3.600 Has	60%	2.400 Has	40%
98	Lodge ecoturistico	6.000 Has	100 Ctos.	17 Ctos./Ha	3.600 Has	60%	2.400 Has	40%
138	Ecoparque (donación)	129.273 Has			129.273 Has	100%	0.000 Has	0%
	Totales	147.273 Has	300 Ctos.		140.073 Has	95%	7.200 Has	5%

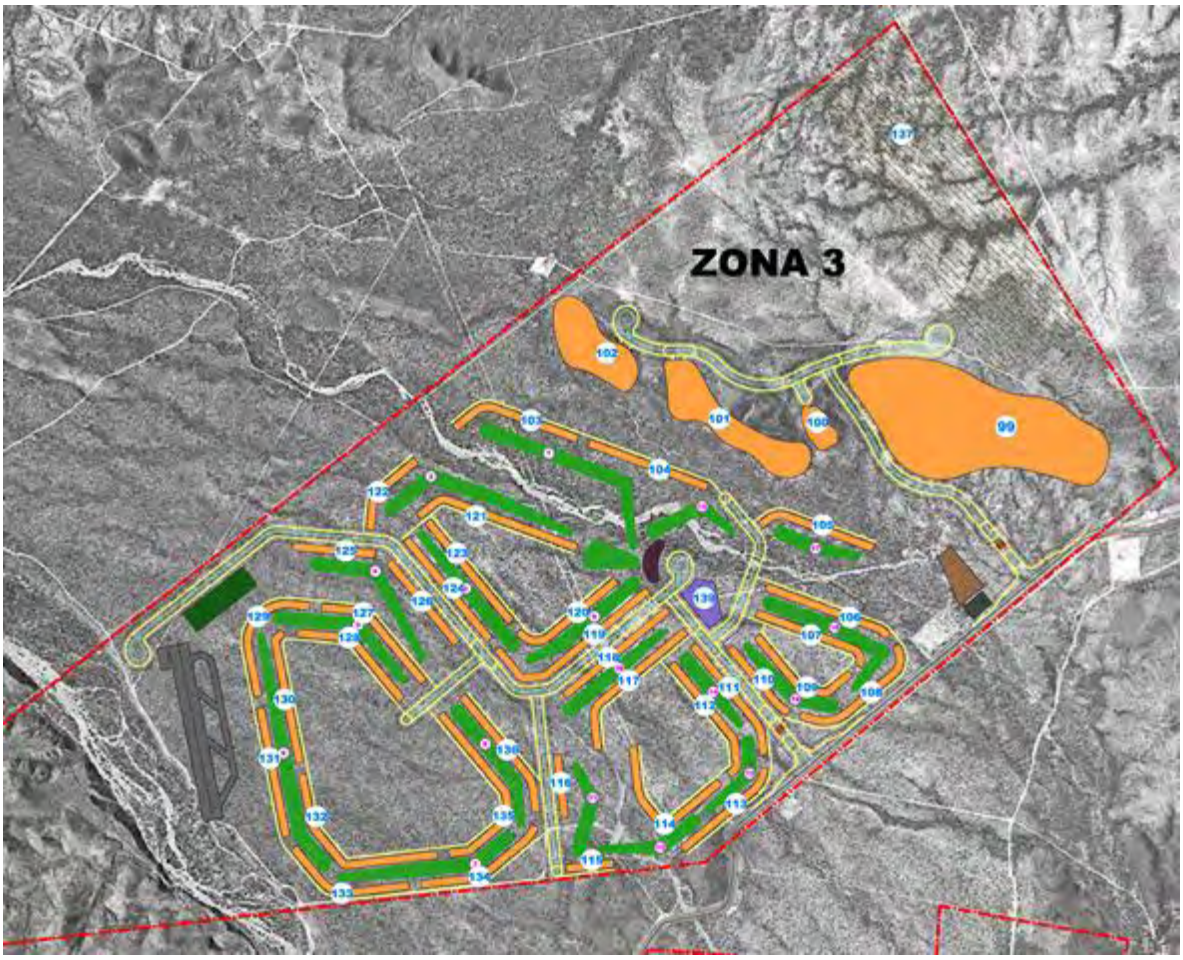


Figura 2.24. Distribución delos usos del suelo en la Zona 3

Tabla 2.11 Lotificación con No. De Cuartos en la Zona 3

LOTIFICACIÓN No. DE UNIDADES								
ZONA 3								
No de Lote	Uso	Superficie Ha	No de unidades	Densidad	Aprovechamiento		Conservación	
					Ha	%	Ha	%
99	Residencial	53.679 Has	658 unid	12 Ctos./Ha	34.891 Has	65%	18.788 Has	35%
100	Residencial	2.663 Has	33 unid	12 Ctos./Ha	1.731 Has	65%	0.932 Has	35%
101	Residencial	14.079 Has	173 unid	12 Ctos./Ha	9.151 Has	65%	4.928 Has	35%
102	Residencial	11.124 Has	136 unid	12 Ctos./Ha	7.231 Has	65%	3.894 Has	35%
103	Residencial	2.725 Has	35 unid	13 Ctos./Ha	1.771 Has	65%	0.954 Has	35%
104	Residencial	2.553 Has	33 unid	13 Ctos./Ha	1.660 Has	65%	0.894 Has	35%
105	Residencial	2.453 Has	31 unid	13 Ctos./Ha	1.594 Has	65%	0.858 Has	35%
106	Residencial	2.677 Has	34 unid	13 Ctos./Ha	1.740 Has	65%	0.937 Has	35%
107	Residencial	2.492 Has	32 unid	13 Ctos./Ha	1.620 Has	65%	0.872 Has	35%
108	Residencial	2.839 Has	36 unid	13 Ctos./Ha	1.846 Has	65%	0.994 Has	35%
109	Residencial	2.512 Has	32 unid	13 Ctos./Ha	1.633 Has	65%	0.879 Has	35%
110	Residencial	1.760 Has	23 unid	13 Ctos./Ha	1.144 Has	65%	0.616 Has	35%
111	Residencial	2.682 Has	34 unid	13 Ctos./Ha	1.743 Has	65%	0.939 Has	35%
112	Residencial	2.760 Has	35 unid	13 Ctos./Ha	1.794 Has	65%	0.966 Has	35%
113	Residencial	2.384 Has	31 unid	13 Ctos./Ha	1.550 Has	65%	0.834 Has	35%
114	Residencial	3.190 Has	41 unid	13 Ctos./Ha	2.073 Has	65%	1.116 Has	35%
115	Residencial	0.954 Has	12 unid	13 Ctos./Ha	0.620 Has	65%	0.334 Has	35%
116	Residencial	1.264 Has	16 unid	13 Ctos./Ha	0.822 Has	65%	0.442 Has	35%
117	Residencial	3.246 Has	42 unid	13 Ctos./Ha	2.110 Has	65%	1.136 Has	35%
118	Residencial	2.717 Has	35 unid	13 Ctos./Ha	1.766 Has	65%	0.951 Has	35%
119	Residencial	3.930 Has	50 unid	13 Ctos./Ha	2.555 Has	65%	1.376 Has	35%
120	Residencial	2.462 Has	32 unid	13 Ctos./Ha	1.601 Has	65%	0.862 Has	35%
121	Residencial	3.488 Has	45 unid	13 Ctos./Ha	2.267 Has	65%	1.221 Has	35%
122	Residencial	1.783 Has	23 unid	13 Ctos./Ha	1.159 Has	65%	0.624 Has	35%
123	Residencial	2.634 Has	34 unid	13 Ctos./Ha	1.712 Has	65%	0.922 Has	35%
124	Residencial	2.634 Has	34 unid	13 Ctos./Ha	1.712 Has	65%	0.922 Has	35%
125	Residencial	1.654 Has	21 unid	13 Ctos./Ha	1.075 Has	65%	0.579 Has	35%
126	Residencial	2.147 Has	27 unid	13 Ctos./Ha	1.395 Has	65%	0.751 Has	35%
127	Residencial	2.700 Has	35 unid	13 Ctos./Ha	1.755 Has	65%	0.945 Has	35%
128	Residencial	2.699 Has	35 unid	13 Ctos./Ha	1.754 Has	65%	0.945 Has	35%
129	Residencial	1.558 Has	20 unid	13 Ctos./Ha	1.013 Has	65%	0.545 Has	35%
130	Residencial	2.732 Has	35 unid	13 Ctos./Ha	1.776 Has	65%	0.956 Has	35%
131	Residencial	2.649 Has	34 unid	13 Ctos./Ha	1.722 Has	65%	0.927 Has	35%
132	Residencial	2.798 Has	36 unid	13 Ctos./Ha	1.819 Has	65%	0.979 Has	35%
133	Residencial	2.715 Has	35 unid	13 Ctos./Ha	1.765 Has	65%	0.950 Has	35%
134	Residencial	1.319 Has	17 unid	13 Ctos./Ha	0.857 Has	65%	0.462 Has	35%
135	Residencial	4.012 Has	51 unid	13 Ctos./Ha	2.608 Has	65%	1.404 Has	35%
136	Residencial	2.844 Has	36 unid	13 Ctos./Ha	1.848 Has	65%	0.995 Has	35%
137	Equipamiento -	92.486 Has			92.486 Has	100%	0.000 Has	0%
139	Comercial	2.914 Has			0.000 Has	0%	2.914 Has	100%
	Totales	**262.912 Has**	**2100 unid**		**201.369 Has**	**77%**	**61.543 Has**	**23%**

2.3 Descripción de las características constructivas de las obras que deberá desarrollar el promovente

2.3.1 Campos de Golf

GOLF ZONA 1

El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** plantea en la Zona 1 la construcción y operación de un campo de golf de 18 Hoyos, par 72, que contará con un lago artificial que además de proporcionar un atractivo paisajístico, funcionará como reservorios de agua con fines de riego, la cual provendrá de la planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto.

El tipo de pasto a utilizar será el *Paspalum* en su variedad de *vaginatum* cuya característica es el de ser altamente resistente a la sal y por lo tanto requiere muy poco agua para regar.

Tabla 2.12. Superficies del Campo de Golf en Zona 1

GOLF						
ZONA 1						
# Hoyo	Superficie Total		Aprovechamiento		Conservación	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Hoyo 1	2.572 Has.	4.51%	1.800 Has.	70.00%	0.772 Has.	30.00%
Hoyo 2	2.381 Has.	4.18%	1.667 Has.	70.00%	0.714 Has.	30.00%
Hoyo 3	2.096 Has.	3.68%	1.467 Has.	70.00%	0.629 Has.	30.00%
Hoyo 4	2.797 Has.	4.91%	1.958 Has.	70.00%	0.839 Has.	30.00%
Hoyo 5	4.119 Has.	7.22%	2.883 Has.	70.00%	1.236 Has.	30.00%
Hoyo 6	2.786 Has.	4.89%	1.950 Has.	70.00%	0.836 Has.	30.00%
Hoyo 7	2.718 Has.	4.77%	1.903 Has.	70.00%	0.816 Has.	30.00%
Hoyo 8	2.918 Has.	5.12%	2.042 Has.	70.00%	0.875 Has.	30.00%
Hoyo 9	2.307 Has.	4.05%	1.615 Has.	70.00%	0.692 Has.	30.00%
Hoyo 10	4.781 Has.	8.39%	3.347 Has.	70.00%	1.434 Has.	30.00%
Hoyo 11	3.609 Has.	6.33%	2.526 Has.	70.00%	1.083 Has.	30.00%
Hoyo 12	2.812 Has.	4.93%	1.968 Has.	70.00%	0.844 Has.	30.00%
Hoyo 13	4.885 Has.	8.57%	3.419 Has.	70.00%	1.465 Has.	30.00%
Hoyo 14	2.949 Has.	5.17%	2.065 Has.	70.00%	0.885 Has.	30.00%
Hoyo 15	2.391 Has.	4.19%	1.674 Has.	70.00%	0.717 Has.	30.00%
Hoyo 16	2.071 Has.	3.63%	1.450 Has.	70.00%	0.621 Has.	30.00%
Hoyo 17	2.662 Has.	4.67%	1.863 Has.	70.00%	0.799 Has.	30.00%
Hoyo 18	3.373 Has.	5.92%	2.361 Has.	70.00%	1.012 Has.	30.00%
Prácticas	2.787 Has.	4.89%	1.951 Has.	70.00%	0.836 Has.	30.00%
Total	**57.012 Has.**	**100.00%**	**39.909 Has.**	**70.00%**	**17.104 Has.**	**30.00%**

Superficie de Pistas del Campo de Golf en la Zona 1

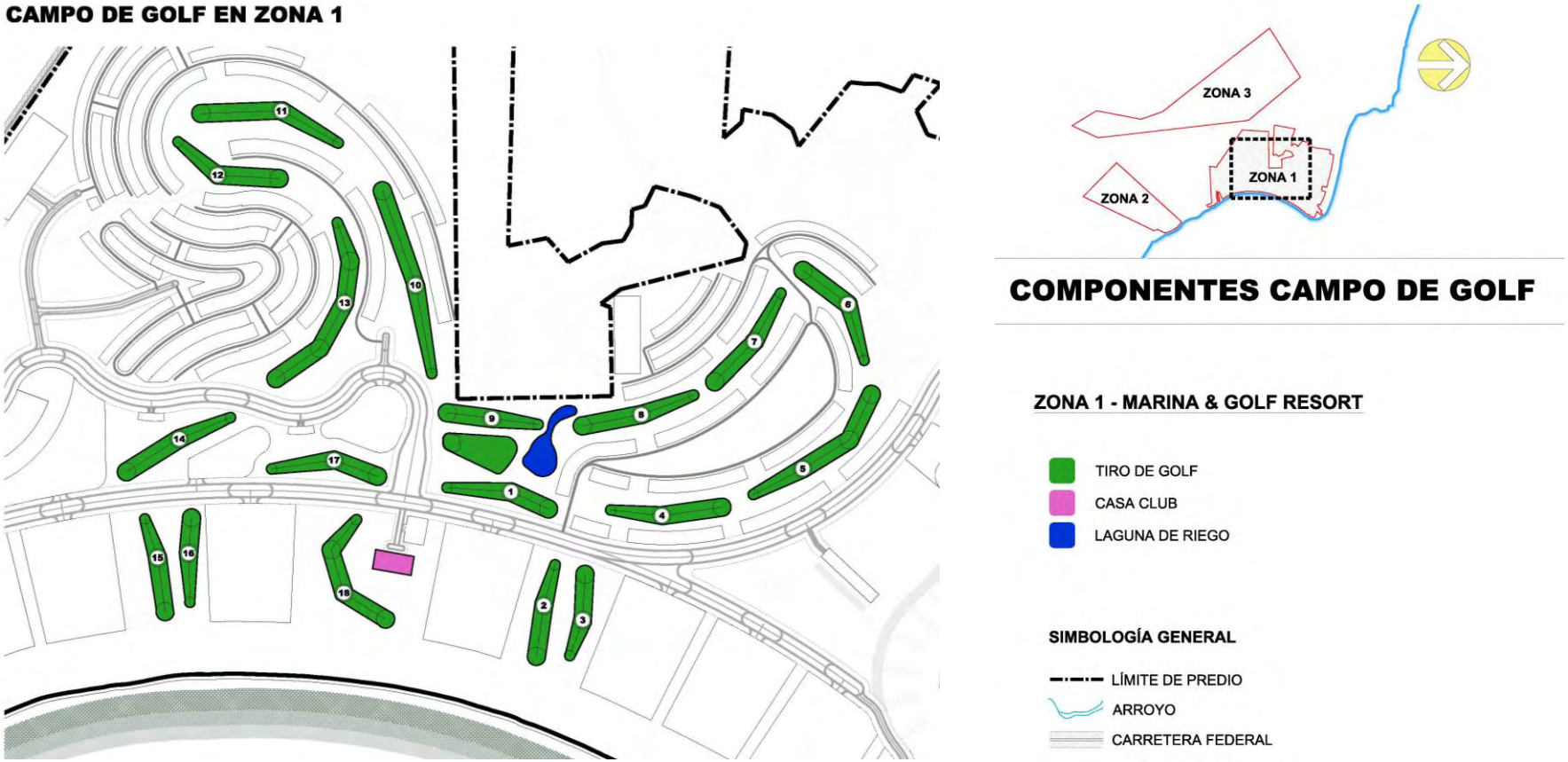


Figura 2.25 Componentes del Campo de Golf

Golf Zona 2

El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** plantea en la Zona 3 la construcción y operación de un campo de golf de 18 Hoyos, par 72.

Tabla 2.13. Superficies del Campo de Golf en Zona 3

GOLF ZONA 3						
# Hoyo	Superficie Total		Aprovechamiento		Conservación	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Hoyo 1	4.782 Has.	8.39%	3.347 Has.	70.00%	1.434 Has.	30.00%
Hoyo 2	4.392 Has.	7.71%	3.075 Has.	70.00%	1.318 Has.	30.00%
Hoyo 3	3.130 Has.	5.49%	2.191 Has.	70.00%	0.939 Has.	30.00%
Hoyo 4	3.342 Has.	5.86%	2.339 Has.	70.00%	1.003 Has.	30.00%
Hoyo 5	3.277 Has.	5.75%	2.294 Has.	70.00%	0.983 Has.	30.00%
Hoyo 6	5.168 Has.	9.07%	3.617 Has.	70.00%	1.550 Has.	30.00%
Hoyo 7	3.921 Has.	6.88%	2.745 Has.	70.00%	1.176 Has.	30.00%
Hoyo 8	3.033 Has.	5.32%	2.123 Has.	70.00%	0.910 Has.	30.00%
Hoyo 9	3.016 Has.	5.29%	2.111 Has.	70.00%	0.905 Has.	30.00%
Hoyo 10	2.671 Has.	4.69%	1.870 Has.	70.00%	0.801 Has.	30.00%
Hoyo 11	2.069 Has.	3.63%	1.448 Has.	70.00%	0.621 Has.	30.00%
Hoyo 12	2.228 Has.	3.91%	1.560 Has.	70.00%	0.668 Has.	30.00%
Hoyo 13	1.878 Has.	3.30%	1.315 Has.	70.00%	0.564 Has.	30.00%
Hoyo 14	1.885 Has.	3.31%	1.319 Has.	70.00%	0.565 Has.	30.00%
Hoyo 15	2.490 Has.	4.37%	1.743 Has.	70.00%	0.747 Has.	30.00%
Hoyo 16	3.831 Has.	6.72%	2.681 Has.	70.00%	1.149 Has.	30.00%
Hoyo 17	1.839 Has.	3.23%	1.287 Has.	70.00%	0.552 Has.	30.00%
Hoyo 18	2.109 Has.	3.70%	1.477 Has.	70.00%	0.633 Has.	30.00%
Prácticas	1.940 Has.	3.40%	1.358 Has.	70.00%	0.582 Has.	30.00%
Total	**57.000 Has.**	**100.00%**	**39.900 Has.**	**70.00%**	**17.100 Has.**	**30.00%**

Superficie de Pistas del Campo de Golf en la Zona 3

En el Campo de Golf, cada hoyo o pista está conformada por Tees o salidas, Fairway y zona central de juego, Rough o zona lateral de castigo pero jugable, y Green donde desemboca la pelota en un hoyo. Los elementos complementarios del Campo de Golf son trampas de arena y un lago artificial que recibirá aguas tratadas para el riego de los pastos en las áreas de juego; si bien son elementos de embellecimiento del campo, el Lago de riego servirá como de almacén de agua donde se tomará el líquido darle este mantenimiento con la frecuencia que se requiera.

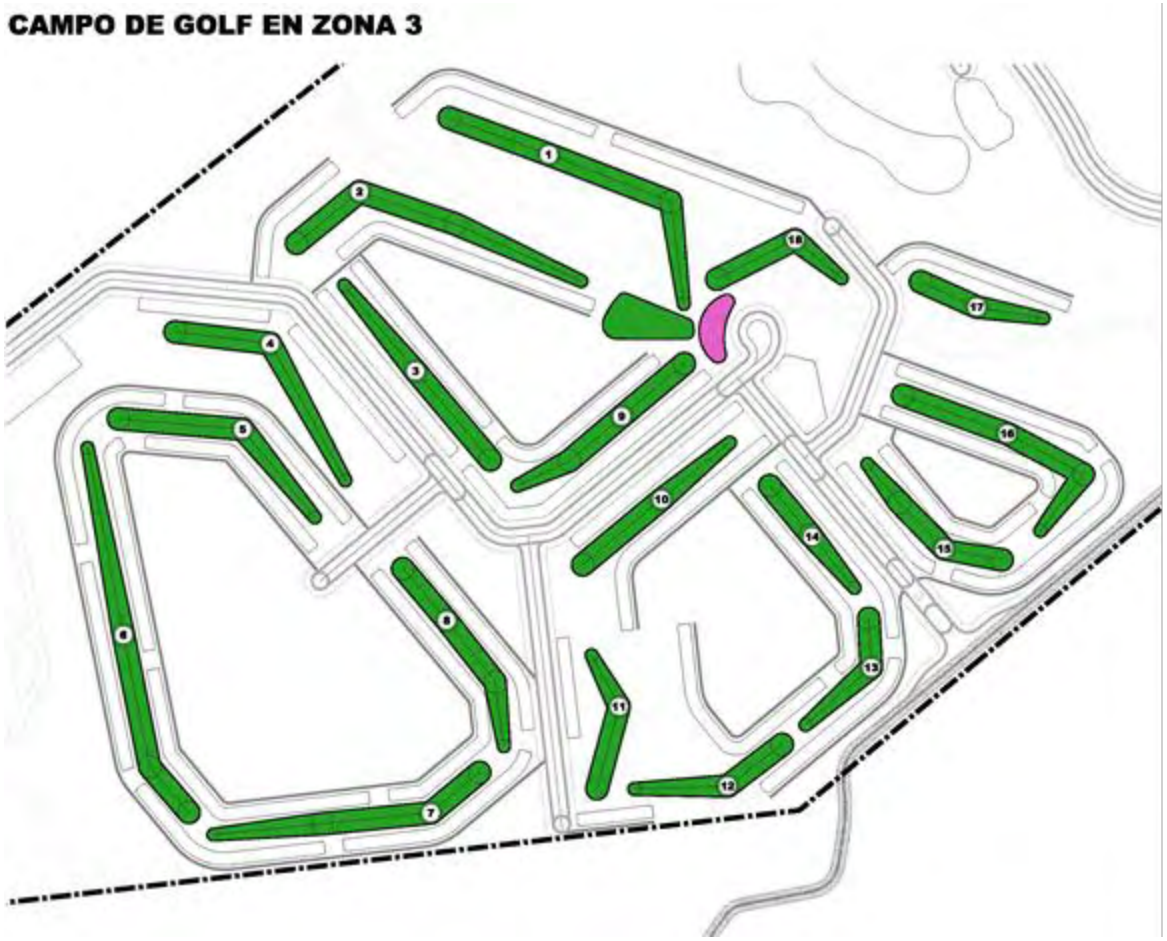




Figura 2.26 Distribución de las áreas de juego del Campo de Golf de la Zona 1

A continuación se describe cada uno de estos elementos:

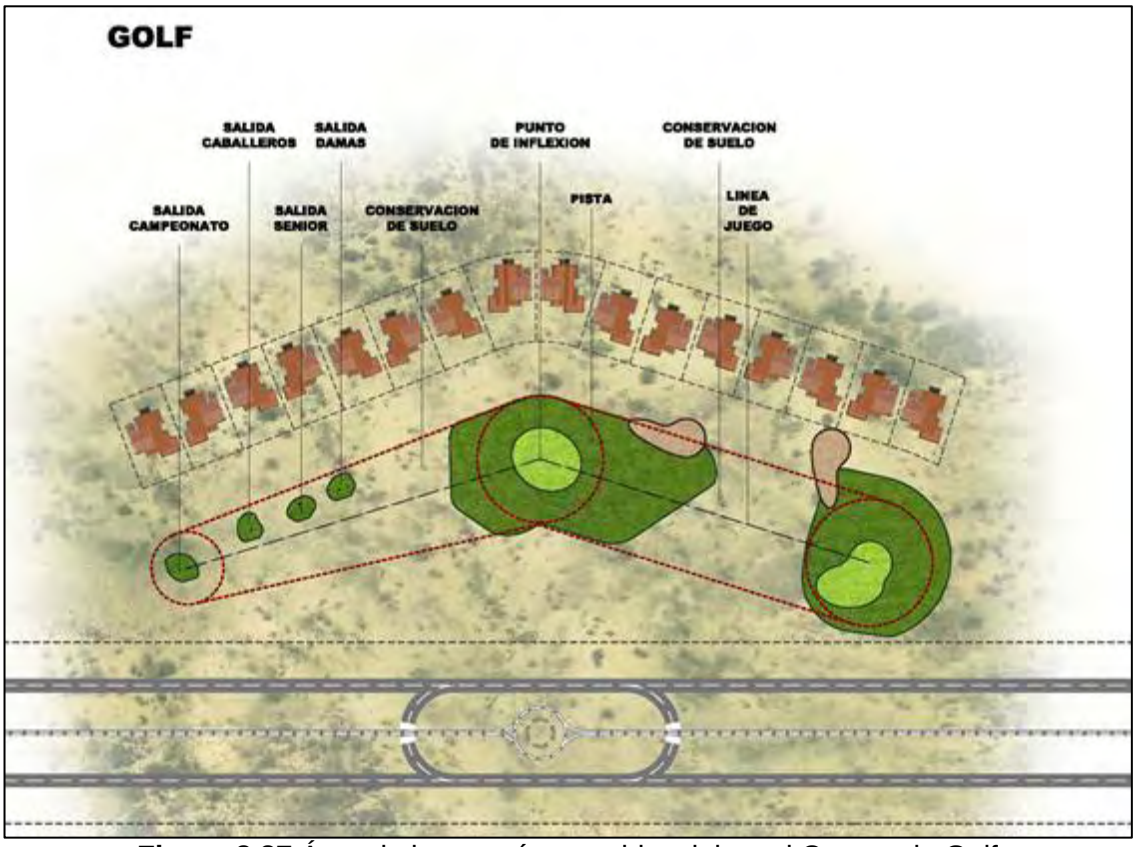


Figura 2.27 Área de juego y área residencial en el Campo de Golf

a) Tees o Salidas. Son plataformas pequeñas en donde se inicia el juego de cada hoyo del campo de golf, estas se conforman con el terreno natural, en su parte superior tienen un sustrato de suelo arenoso y materia orgánica, para proporcionar fertilidad al suelo y permitir la siembra de pasto. Existen 4 tees por hoyo, que corresponden a las salidas de profesionales, caballeros, "seniors" (mayores de 65 años), damas y/o niños que permiten tener diversidad de distancias y alternativas de juego desde cada Hoyo.

b) Fairway o pista. Es el área efectiva de juego. Hay pistas cortas llamadas pares 3, pistas medianas denominadas par 4 y pistas largas llamadas pares 5, cada una de ellas tiene un diseño especial único de acuerdo con su par, ubicación, estrategia de juego y ambiente especial. Es una zona sembrada con pasto totalmente podado, Esta es el área intermedia entre el inicio del juego la salida ó (tee) y el punto de llegada, en donde se localiza el hoyo (green). Para su conformación también se requiere suelo del lugar y un sustrato de suelo arenoso, para poder inducir la fertilidad del terreno.

c) Green. Estos son pequeñas áreas de pasto podado, en ellas se localizan los hoyos y la bandera donde se emboca la pelota de cada Pista, se conforma de la misma manera que los tees, y cuentan con un sistema de drenaje para evitar que se encharquen.

d) Bunker o Trampas de arena. Son depresiones cubiertas con arena, normalmente próximos al green, y proporcionan variados grados de dificultad al campo de golf.

e) Cuerpos de agua. Pueden ser de 2 tipos; Lagos Naturales y Lagos Artificiales que se usan con fines de estrategia de juego y como reserva de agua para el riego del Campo. Para el caso que nos ocupa, será de este segundo tipo.

El Lago de riego se conforma con una membrana impermeable “geomembrana” para evitar pérdidas de agua por infiltraciones hacia suelo o el manto freático, así como evitar contaminar en el suelo y agua subterránea.

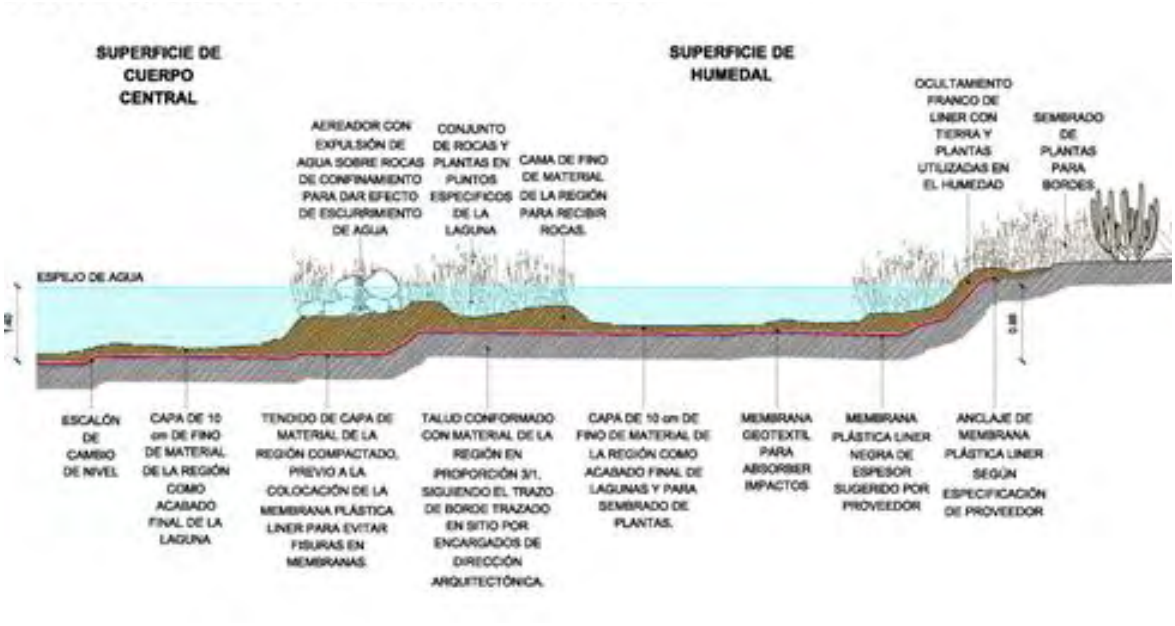


Figura 2.28 Corte tipo de un lago artificial de un campo de golf, impermeabilizado

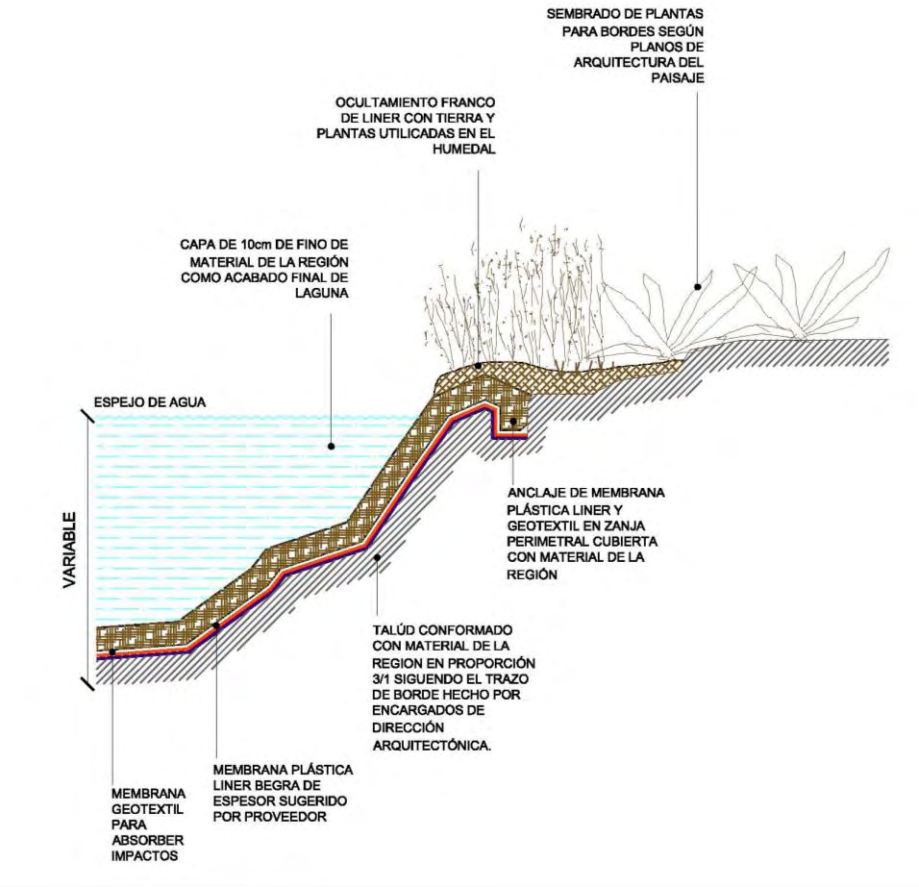


Figura 2.29 Detalle del lago de riego

f) Rough. Es un área lateral a cada Pista y funciona como castigo a un tiro mal ejecutado, del cual aún hay posibilidad de salir a la Pista, y está determinado por una franja de césped recortado a mayor altura que en la Pista para que la bola esté más escondida y difícil de pegar.

   En los aspectos ambientales sirve de amortiguamiento entre la vegetación nativa y el fairway, y es donde se pueden encontrar árboles nativos de la zona, que aunque estorben el tiro al jugador, este deberá ingeniárselas para salir a la Pista, en esta zona el césped es de la misma especie que el de la Pista, pero podado más alto para proporcionar mayor dificultad al tiro.

g) Semirough. Es la zona de transición entre la Pista y la zona de selva, en este caso se pretende llevar a cabo únicamente el chapeo de una franja adyacente a cada lado de aproximadamente 10 m, para facilitar que el jugador localice las pelotas que salgan del fairway, pero conservando la cubierta arbórea nativa.

h) Out of bounds. Zona fuera de juego, donde no se permite jugar y es la zona de conservación ambiental, existe vegetación arbórea nativa sin manejo ni alteración, no obstante que se encuentra dentro de la zona de juego del campo de golf, en esta zona las pelotas jamás se encuentran.

i) CartPath. Son las áreas de rodamiento designadas para la circulación de carritos de golf propulsados eléctricamente en los que se transportarán los jugadores por el campo de juego. Tendrán anchos máximos de 2.4 m.

j) Club deportivo y/o casa club. La casa club servirá como punto de administración y servicios para el juego de golf, de igual forma será un centro de reunión y convivencia para los jugadores y visitantes, albergará un espacio para alimentos y bebidas y una tienda de artículos relacionados con el golf.

   La casa club es el punto de partida y llegada de los jugadores y de atención a visitantes, ahí se contará con servicios sanitarios, cafetería, bar y locales comerciales para venta de equipo y recuerdos así como área de recepción y logística para atención a deportistas.

Se tiene previsto aplicar los siguientes elementos para la construcción, desarrollo y operación del campo:

a) Configuración que proteja y respete la vegetación existente.

b) Utilización de vegetación nativa de la zona para la ambientación de paisaje.

c) Implementación de un sistema de riego computarizado que utiliza técnicas de control para garantizar la maximización de uso de agua y el exacto crecimiento del pasto evitando sobre riego.

d) Búsqueda de una certificación Internacional por organismos como Audubon International[1] la cual reconoce campos que protegen el ambiente, conservan los recursos naturales, procuran los hábitats y se guían por altos estándares de manejo y cuidado ambiental.

e) Generación una ambientación y paisaje acorde al sitio, a su vegetación, especies y climas, como un santuario de expresión y representación de la flora y fauna local.

f) Utilización de fertilizantes orgánicos y materiales ecológicos-amigables que no afecten el medio ambiente.

[1]Audubon International es una organización ambiental sin fines de lucro. Su objetivo principal es motivar personas para la creación y el fortalecimiento de los ecosistemas y hábitats así como en la conservación y el mantenimiento de sus recursos naturales asociados de flora y fauna. Su misión es mejorar la calidad de vida y del ambiente a través de la investigación, la educación, y la asesoría para la conservación, generando beneficios específicos. El Programa de Santuarios Cooperativos de Audubon (Audubon Cooperative Sanctuary Program) aplicado al caso de campos de golf se concentra en seis áreas de interés: 1) Planificación; 2) Protección y reforzamiento de la vida silvestre y sus hábitats (incluyendo manejo de hábitats y reducción de agroquímicos); 3) Conservación y protección del agua; 4) Conservación de recursos naturales; 5) Reducción de desechos y basura; y 6) Verificación externa (auditorías).

2.3.2 Vialidades

2.3.2.1 Esquema Vial

El Proyecto Los Pericúes (PLP) se interconecta con una vialidad de 38.077 Kms. en sus tres Zonas:

- Zona 1: 21.249 Kms.
- Zona 2: 5.208 Kms
- Zona 3: 11.619. Kms.

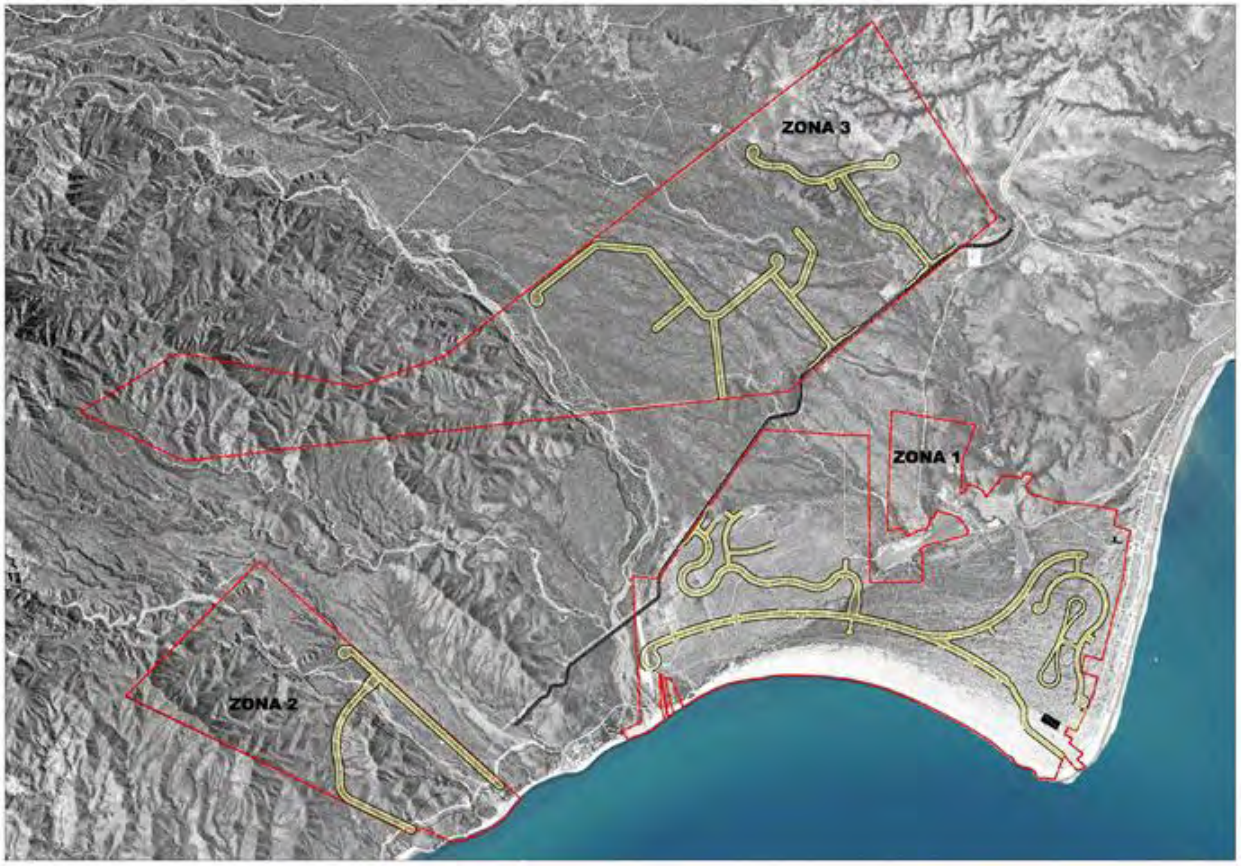


Figura 2.30 Propuesta de arreglo vial en las tres zonas del Proyecto Los Pericúes

El diseño considera en su derecho de vía, se plantea tener áreas de conservación en donde se respete el suelo y la vegetación nativa, donde se reforeste únicamente con especies de la vegetación existente tipo sarcocaule, evitando el riego y evidenciando la estacionalidad de su paisaje.



Figura 2.31 Dos vistas de las áreas donde se desplantarán las vialidades del Proyecto

Con tres secciones viales tipo

- **Vialidad Principal**

Derecho de vía de 100.00 m de ancho, con 20.00 m. de áreas de amortiguamiento y conservación entre los lotes y la vialidad a ambos lados, dos carriles de 7.50 m. por carril, separados por sentido de la circulación, área de conservación central de 45.00 m. de ancho en donde se ubica la ciclopista y/o andador ambiental de 3.00 m de ancho.

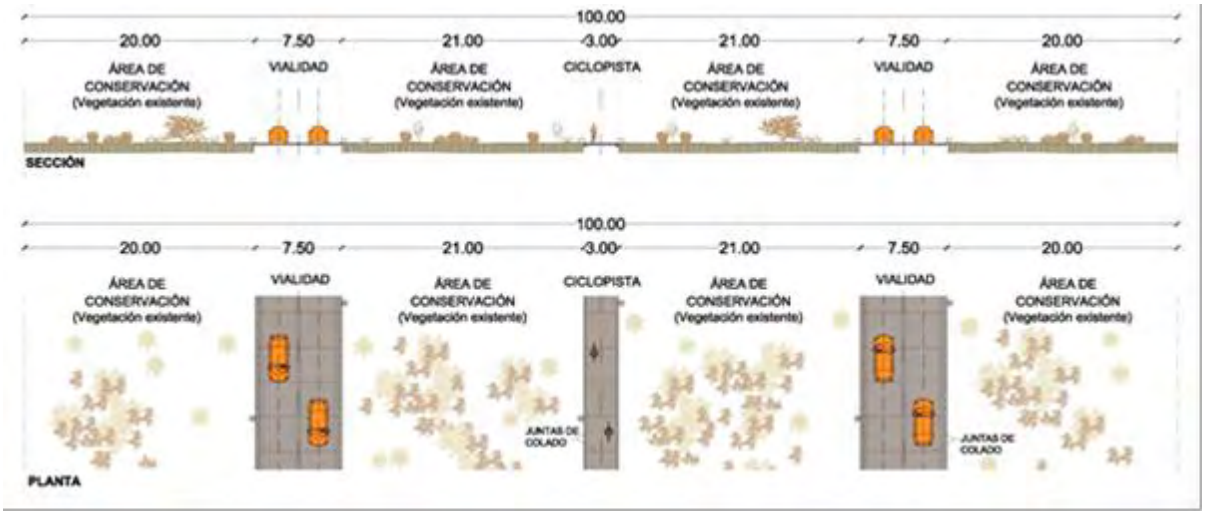


Figura 2.32 Sección y vista en planta de la vialidad principal del Proyecto

- **Vialidad Secundaria**

Derecho de vía de 70.00 m de ancho, con 20.00 m. de áreas de amortiguamiento y conservación entre los lotes y la vialidad a ambos lados, dos carriles de 7.50 m. por carril, separados por sentido de la circulación, área de conservación central de 15.00 m. de ancho en donde se ubica la ciclopista y/o andador ambiental de 3.00 m de ancho.

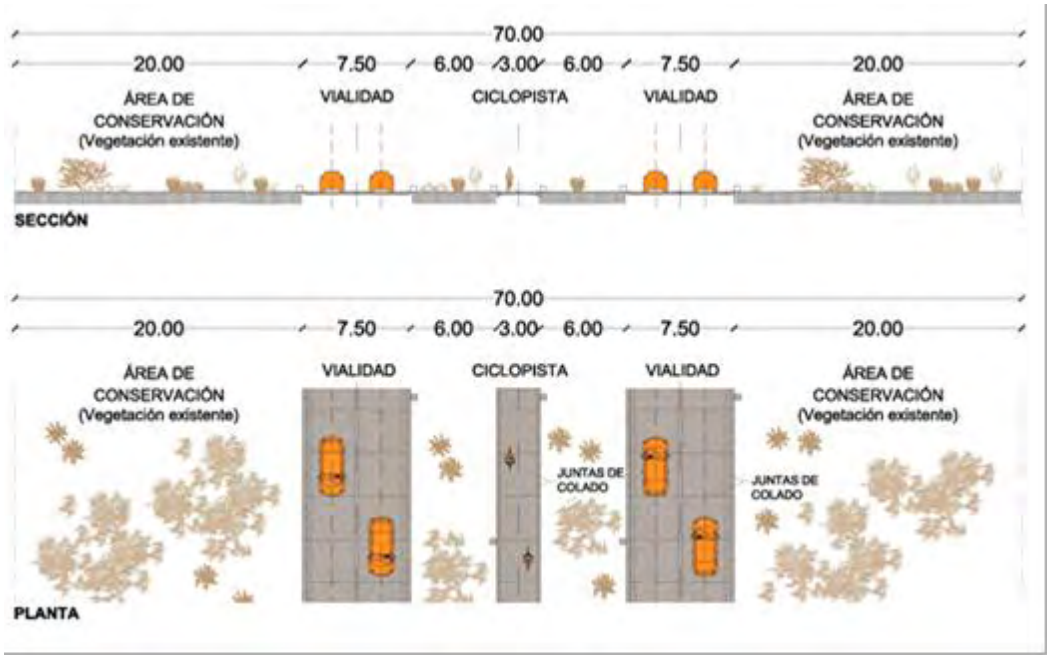


Figura 2.33 Sección y vista en planta de la vialidad secundaria del Proyecto

- **Vialidad Interna**

Derecho de vía de 27.50 m de ancho, con 10.00 m. de áreas de amortiguamiento y conservación entre los lotes y la vialidad a ambos lados y dos carriles de 3.75 m.

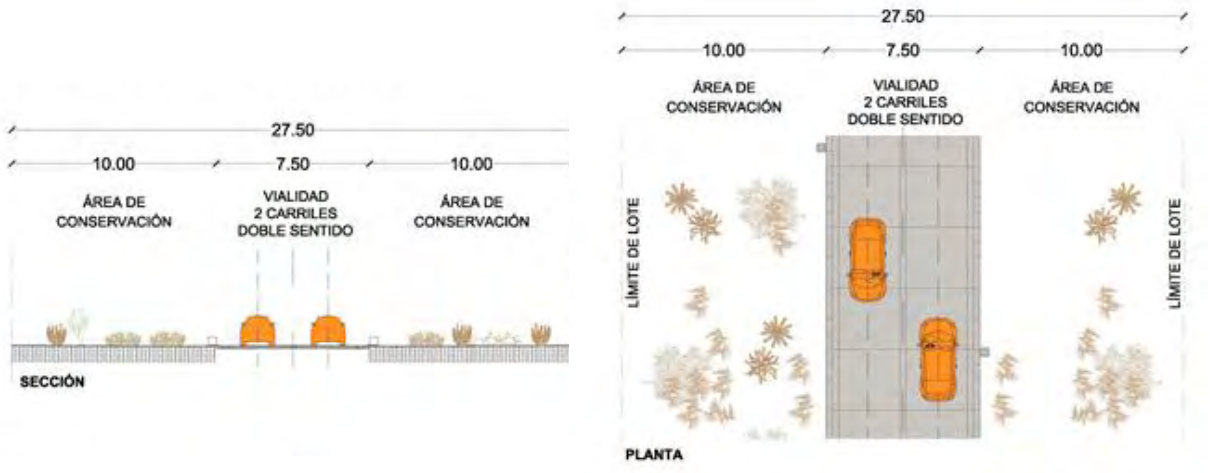


Figura 2.34 Sección y vista en planta de la vialidad interna del Proyecto

2.3.2.2 Estrategia de diseño y construcción

El sistema vial interno del **PLP** está diseñado de forma independiente para cada una de las 3 Fases. La Fase 1 contará sólo con un acceso localizado en la intersección con la carretera transversal pavimentada "la Ribera" (que cruza todo el proyecto) y la vialidad principal interna, ésta tendrá un recorrido con retornos por toda la zona hotelera, marina y macro-lotes, además caminos secundarios, para dar acceso a macro-lotes interiores. La Fase 2 dispondrá de dos arterias principales y acceso en cada una de ellas, localizados en el entronque con la carretera transversal pavimentada "La Ribera" el recorrido dará acceso a cada uno de los macro-lotes y tendrá sus retornos de acuerdo a proyecto. La Fase 3 tendrá un solo acceso que entronca con el camino de terracería existente y tendrá una vialidad secundaria que recorrerá de forma paralela a la colindancia norte del predio con su retorno correspondiente, para dar acceso a toda la zona eco-turística.

Construcción vialidades internas y ciclo-pista

Uno de los elementos más importantes para el **PLP**, durante su desarrollo ejecutivo es la construcción de las vialidades, que dará comunicación y acceso a cada uno de los lotes y alojarán los diferentes sistemas de instalaciones que darán servicio a cada uno de ellos mediante redes de: tuberías de agua potable y alcantarillado, energía eléctrica, comunicación como fibra óptica para telefonía y datos, entre otros, este concepto de vialidad tiene como alcance adicional: la señalización, alumbrado, riego, mobiliario urbano, pasos de fauna y alcantarillas.

La construcción tomará en cuenta las normas y reglamento de construcción para el Estado de Baja California, Distrito Federal, CFE y sus anexos, así como la calidad de los materiales a emplear cumplirán con las normas de calidad y serán avalados por un laboratorio competente.

2.3.3.3. Proceso constructivo

El proceso constructivo se enuncia a continuación en actividades de manera general y no es limitativo, dadas las condiciones físicas del sitio de la obra.

- Retiro de la vegetación que se encuentre en el trazo de la vialidad, con el rescate de los ejemplares que puedan ser trasladados al vivero.
- Retiro mediante maquinaria de la capa de tierra orgánica y transporte al banco de reserva para su posterior utilización en jardinería.
- Nivelación mediante el tendido de una sub base compuesta por material obtenido en banco de préstamo debidamente autorizado.
- Tendido de base de base hidráulica utilizando polvo de piedra graduado y tendido en espesores de 20 a30 cm.
- Compactación de la base mediante compactador de rodillos para lograr la capacidad de soporte requerida para el tránsito de vehículos pesados.
- Tendido de la cinta de rodamiento a base: asfalto para vialidad tipo 2, 3, 6 y 7; adocreto para vialidad 4, 5 y 8.
- A ambos lados del arrollo y de los camellones se construirán guarniciones de concreto así como banquetas laterales.
- En el camellón al centro se construirán todos los ductos necesarios para el alojamiento de la instalación eléctrica, tanto de iluminación de la vía como la requerida para la alimentación de carga eléctrica de las instalaciones habitacionales.
- La iluminación de las vialidades será por medio de lámparas de baja intensidad para no deslumbrar a los animales que crucen el camino.
- Se colocarán puentes o pasos de fauna. El proceso de la colocación de los puentes incluye excavación o zanja perpendicular al camino en los lugares designados, perforación e hincado de pilotes prefabricados, descabezamiento y colocación de trabes rígidas con losas prefabricadas, colocación de carpeta asfáltica.
- No habrá instalaciones aéreas de ningún tipo.

2.3.3 Marina

El plan maestro abarca diversos productos desde hoteles, lotes residenciales, zonas comerciales, campos de golf, zonas de reserva entre otros, la marina se localiza al norte en uno de los lotes costeros que cuanta con una salida al mar en el extremo norte.

A partir de este esquema de Lay-Out y de los trabajos de topografía, batimetría y diversos estudios y trabajos de campo, se desarrolla el proyecto de la marina figura siguiente, misma que se describe a continuación.

2.3.3.1. Memoria descriptiva

El proyecto consta de una marina para embarcaciones privadas para aproximadamente 300 posiciones de atraque, la cual se tiene previsto desarrollar de la siguiente forma: la infraestructura básica como rompeolas, excavaciones, dragados, protecciones marginales y toda la obra civil en una sola etapa y los muelles flotantes en varias etapas en respuesta a las necesidades de mercado.

El cuerpo de agua de la marina es creado mediante trabajos de excavación y dragado de la propiedad privada, hasta una profundidad de –4.00 m en el canal principal de acceso y –3.00m en el interior.

En su totalidad el proyecto de la Marina incluye las siguientes instalaciones:

- Rompeolas

- Dragados
- Protecciones marginales
- Malecón
- Muelles flotantes para aproximadamente 300 posiciones de atraque para embarcaciones mayores de 30 pies de eslora.
- Rampa de botado
- Marina seca.
- Terminal de Combustibles
- Señalamiento marítimo
- Edificio de Servicios con: tienda, restaurante, baños y regaderas.
- Oficinas del operador y equipo de radiocomunicación.
- Tienda y Ferretería náutica
- Taller para reparaciones menores
- Estacionamientos
- Áreas verdes

Adicionalmente, la marina ofrecerá servicios como: drenaje sanitario para las embarcaciones, teléfono e internet inalámbrico, agua, energía: 30 amp/120 V, 50 amp/220V, 100 amp/220V, 100 amp/480V de una fase y trifásica, y seguridad las 24 horas. Véase Planta de Conjunto



Figura 2.35 Planta de Conjunto “Marina Pericúes”

Superficies del proyecto

El área total que ocupa el proyecto de la marina es de 67.89 ha que como en toda marina comprende dos zonas: agua y tierra, en conjunto estas zonas dan servicio a los yates y atienden las necesidades de los ocupantes y/o dueños de las embarcaciones. Como sucede en las marinas, el proyecto se desarrolla en su mayoría sobre la superficie de agua y en tierra se ubican las instalaciones de apoyo ver figura siguiente.

Tabla 2.14 Superficies del Proyecto

SUPERFICIES DEL PROYECTO		
ZONA	SUPERFICIE EN M2	%
Area de Tierra	87,147	13%
Area de Agua	591,798	87%
Total:	**678,945**	**100%**

Zona de Tierra: en esta superficie de 8.71 has (13%), se tiene el malecón y la marina seca, en cuanto al malecón esta es una franja libre de construcciones de 7.00 m de sección libre de estructuras, destinada a el tránsito de personas, la otra gran zona es para la Marina Seca, en la cual se tienen las instalaciones para el almacenamiento en seco de las embarcaciones, ya sea al aire libre o a cubierto mediante un almacén de tres niveles, de igual forma se tiene destinada una superficie para estacionamiento, el club de yates, la ferretería náutica y la terminal de combustibles, donde se tendrán diferentes servicios tanto para la embarcación como para las personas, como son: recepción de basuras, grasas y aceites, sanitarios, regaderas, lavandería, club house, etc.

Tabla 2.15 Área de tierra

AREA DE TIERRA	
ZONA	SUPERFICIE EN M2
Malecón	**27,057**
Marina Seca	**60,090**
cobertizo para almacenamiento de e	6,928
patio para almacenamiento de emba	10,992
patio de maniobras	20,663
estacionamiento	8,433
áreas verdes	2,007
club de yates	4,854
ferretería náutica	2,152
terminal de combustibles	4,061
Suma	**87,147**

Zona de Agua: el cuerpo de agua de cualquier marina, ocupa la mayor parte del proyecto, en este caso 59.18 has (87%). Esta superficie se divide en 2 zonas, la marina exterior donde están los rompeolas y el canal de acceso a la marina y la interior donde se ubican los muelles, los cuales a su vez son para 2 usuarios, los que se amarran en los muelles en peine ó marina pública y los muelles frente a los lotes individuales o marina residencial, de igual forma se tienen los muelles de servicios como son el de combustibles, el de cortesía, la rampa de botado y el travel-lift.

Tabla 2.16 Zona de agua

AREA DE AGUA	
ZONA	SUPERFICIE EN M2
Interior	**560,311**
Muelles en peine	10,801
Muelle en zona Residencial	20,771
Muelle de Combustibles	385
Muelle de Cortesia	210
Rampa de Botado	288
Travel-Lift	141
Canales y Dársenas de Maniobras	527,715
Exterior	**31,486**
Rompeolas Norte	8,725
Rompeolas Sur	8,294
Canal de Acceso Exterior	14,468
Suma	**591,797**

Área de agua ocupada por las estructuras: Todas las estructuras sobre agua apenas ocupan el 8%, el resto ó sea el 92% del área de agua, es una superficie libre que se usa para los canales y dársenas.

Tabla 2.17 Ocupación de la superficie de agua

OCUPACION DE LA SUPERFICIE DE AGUA		
ZONA	SUPERFICIE EN M2	%
Ocupada por las estrúcturas	49,614	8%
Area de agua libre no ocupada	542,183	92%
Suma	**591,797**	**100%**

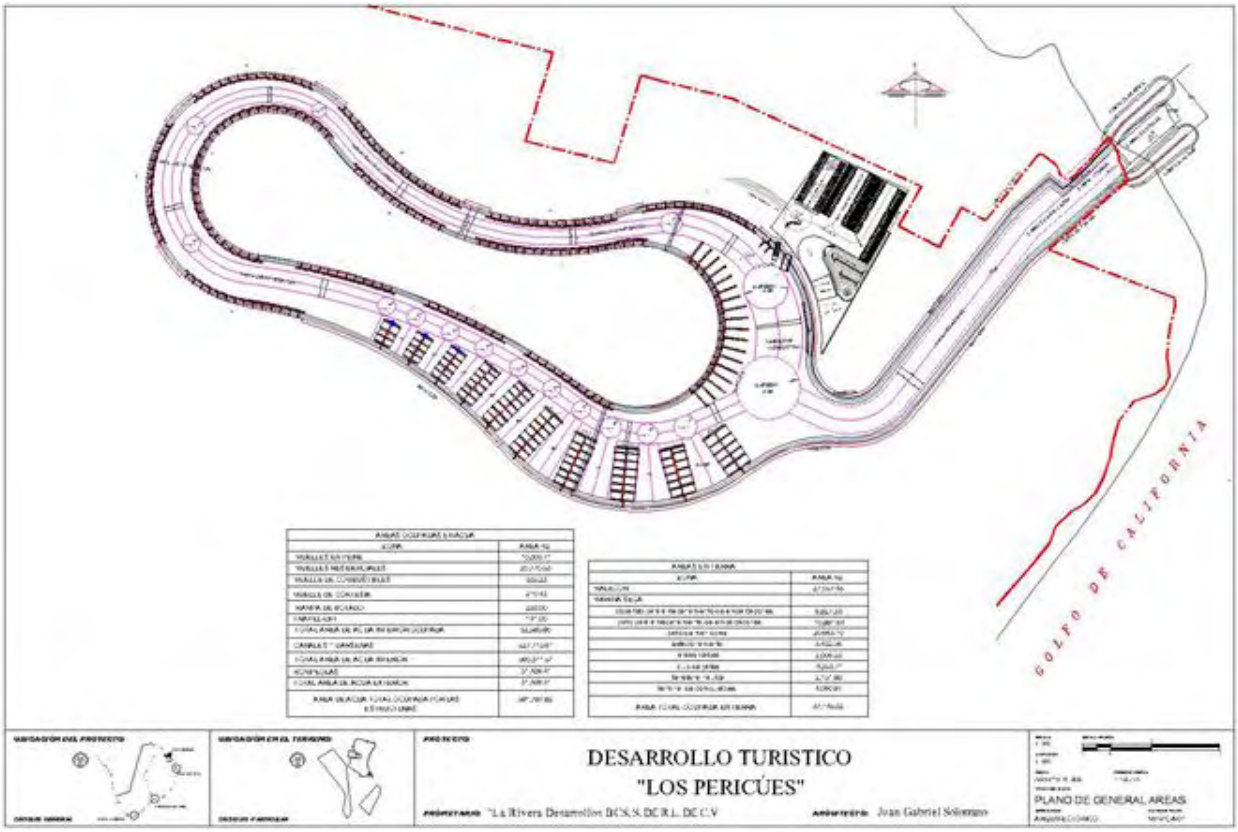


Figura 2.36 Plano general de la marina superficies de agua y tierra

2.3.3.2 Proyecto de rompeolas

Disposición en planta de las obras de protección.

El canal de acceso de la marina se abriga por un par de rompeolas, los cuales se han diseñado considerando el oleaje máximo que se puede presentar en condiciones de rompiente, para este caso se toma en cuenta la profundidad a pie de la obra (-7.00m), la marea en condiciones de pleamar (+1.19), la marea de tormenta y la altura máxima de ola que se puede presentar en esas condiciones.

Los rompeolas de enrocamiento son estructuras flexibles, por lo que la altura de ola de diseño, por lo general varía entre H5 y la altura de ola significante Hs. Las olas mayores a la de diseño que inciden sobre estructuras flexibles rara vez causan daños serios, debido a la relativamente corta duración de eventos meteorológicos extremos. Cuando un elemento de la coraza es desplazado por una ola alta, las olas menores del tren de ondas pueden acomodarlo hacia una posición más estable del talud, en caso de averías, en los días siguientes se colocan nuevas piezas y se restablece la estructura.

A parir de lo anterior, el rompeolas se diseñó de la siguiente forma:

Rompeolas Norte y Sur

La profundidad de desplante de la obra ds = 7.0 m snbm

T es el periodo de la ola = 11.11 s

Sustituyendo valores, se obtiene ds/ (g T2) = 0.0058 □ gráfica de la figura 7-4 del Shore Protection Manual, página 7-9, Vol. II, Hb/ds = 1.08, por lo que la altura máxima rompiente de diseño resulta de: Hb = 7.56 m, sustituyendo valores, se tiene

- Con el criterio propuesto por Hudson, cuya expresión es :

P = (□ Hd3) / (□3Kdcot □)

P = 53.36 Ton, para piedras en el morro, condición de ola rompiente

- Con la Fórmula de Losada y Jiménez-Curto (Losada, 1992)

La forma general de esta función es la siguiente:

$\Psi = A (Ir – Iro) \exp [B (Ir – Iro)]$

P = 21.46 Ton, peso de los elementos de coraza

Debido a que resulta inviable construir los rompeolas con elementos pétreos de este peso, por no existir en los bancos de roca disponibles, se procede al cálculo con elementos prefabricados: Cubos y Dolos. Por otro lado, se considera adecuado llevar a cabo los cálculos con el método de Losada y Giménez-Curto, ya que consideran factores como el espectro de energía asociado a una altura de ola y la dirección de incidencia.

Se consideran las mismas condiciones de diseño, o sea, profundidad de desplante a la -7.0 msnbmi, peso específico del concreto = 2.2 Ton/m3, altura de ola rompiente de diseño = 7.56 m, talud de la estructura 2:1.

Para Cubos, utilizando el método indicado, resulta:

P= 14.47 Ton

Ahora bien, utilizando este criterio para Dolos, se tiene:

P= 6.48 Ton

El volumen de un dolos de 6.48 Ton es de 2.95 m3

Ahora bien, el volumen de un dolos está dado por V = 0.16 C3,
Entonces C = 2.64 m

El diseño final resulta en un rompeolas norte de 174 m y el rompeolas sur de 171.50 m como se muestra en la figura siguiente.



Figura 2.37 Rompeolas Norte y Sur de la Marina Pericúes

Por otro lado, el ancho de la corona del núcleo, capa secundaria y coraza, estarán regidos por el método y equipo de construcción de los rompeolas, que en México normalmente se lleva a cabo con equipo terrestre. Esto implica que el proceso va de tierra hacia el mar, depositando en primera instancia el material del núcleo 40 m antes de la cota 0.00 msnbmi, para "empotrar" la obra en tierra. La altura del núcleo en este sitio es en el nivel +2.20 m snbmi, para poder trabajar aun en condiciones de marea, con el fin de trabajar en "seco" todo el tiempo; el ancho del núcleo es de 4.0 m, con el fin de que los camiones de volteo puedan circular con facilidad. Conforme se avanza hacia el mar con el depósito del material del núcleo, éste se va protegiendo con la capa secundaria y coraza, para evitar que el oleaje y las corrientes causen algún daño.

La sección tipo se muestra a continuación.

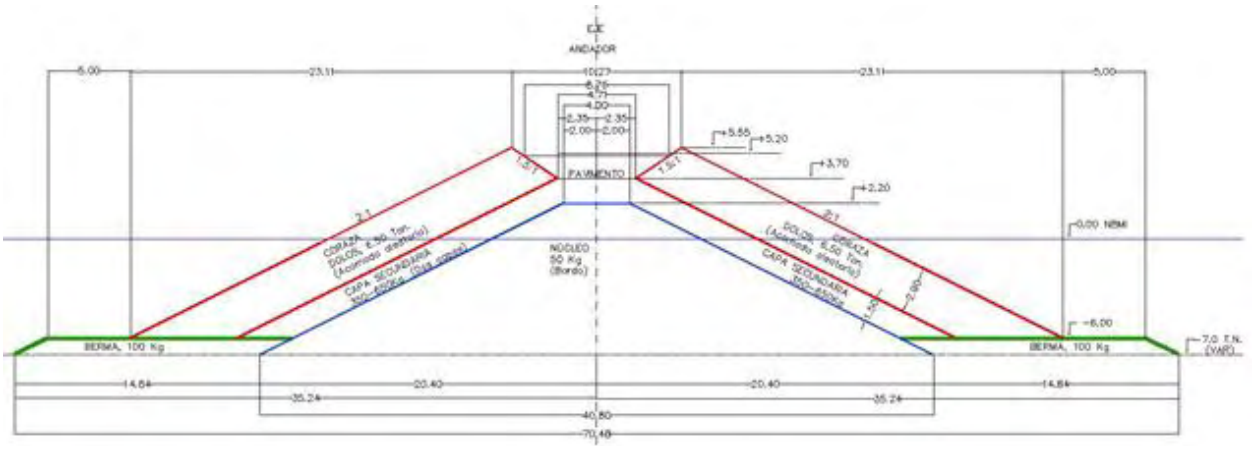


Figura 2.38 Sección tipo del Rompeolas

Las dimensiones de los dolos ó capa exterior se muestran a continuación.

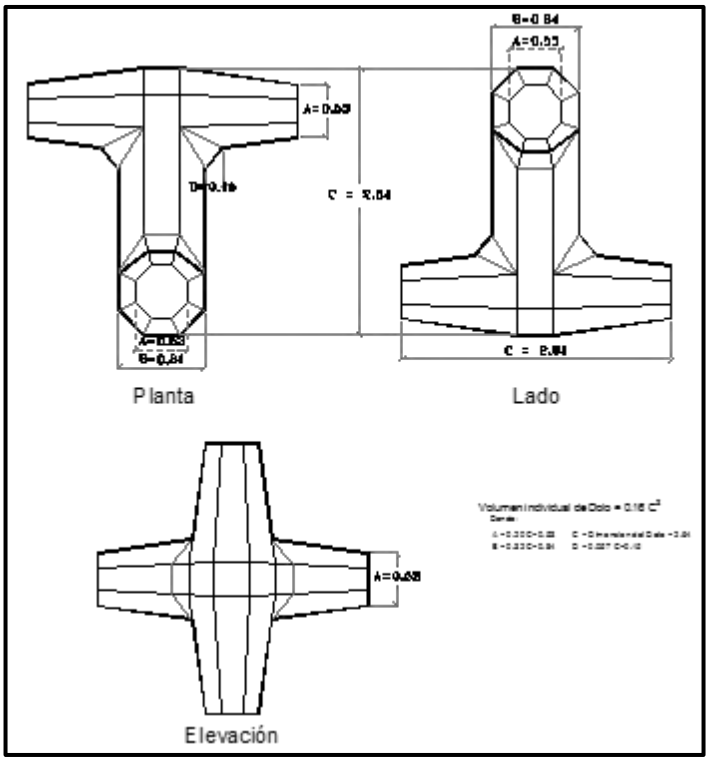


Figura 2.39 Dimensión de los Dolos para Coraza de los Rompeolas

Dimensiones y Volúmenes de obra de los Rompeolas

En la siguiente tabla se resumen las dimensiones generales y los volúmenes de obra de los Rompeolas.

Tabla 2.18 Obras de abrigo (rompeolas)

OBRAS DE ABRIGO (Rompeolas)		
Dimensiones generales		
Zona	Rompeolas Norte	Rompeolas Sur
Longitud	174.00	172.50
Ancho de corona del andador	4.0 m	4.0 m
Altura del morro	5.50	5.50
Vol de piedra	24,168	19,841
Vol. De piezas de Dolos	1,334	1,338

2.3.1.3. Excavaciones y dragados

Como se ha dicho antes, la marina será interior y para crear el vaso será necesario llevar a cabo trabajos de excavación y dragado. La excavación se realizará del nivel 0.00 hacia la superficie y el resto del material será excavación en presencia de agua.

De acuerdo con los trabajos de Mecánica de suelos y a las especificaciones de la SCT, para clasificar el material, el material que compone los suelos en esta zona son:

Tabla 2.19 Tipo de suelo

El

Tipo de Suelo	Espesor (m)	Abundamiento	Coeficiente de Variación Volumétrica (Cvv)			Clasificación para Presupuesto (%)		
			90%	95%	100%	A	B	C
Arena suelta a medianamente compacta	3.3 a 5.0	1.10	0.96	0.91	0.86	80	20	00

siguiente plano muestra de manera general la poligonal de la superficie que se excavará y dragará para crear el vaso de la marina, es decir se excavará una superficie de 591,000 m^2 para crear el vaso de la marina, obteniéndose un total de 4,725,315 m^3 de material.

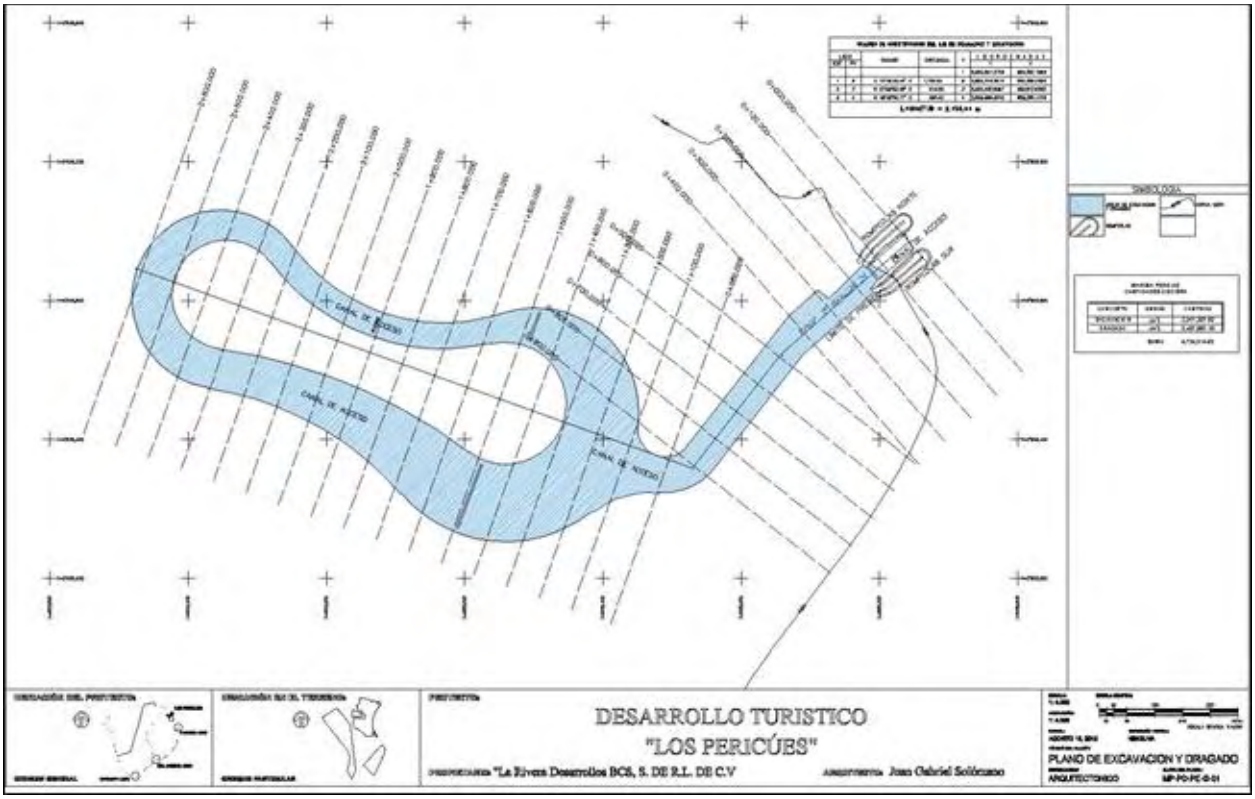


Figura. 2.40 Plano general de Excavaciones y dragados.

Volúmenes de obra de Excavaciones y Dragados:

Tabla 2.20 Cantidades de Obra. Excavaciones y Dragado

CANTIDADES DE OBRA		
EXCAVACIONES Y DRAGADOS		
CONCEPTO	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
Excavacion	m3	2,317,328
Dragado	m3	2,407,987
SUMA	m3	**4,725,315**

Zonas de tiro.

El material de excavación será almacenado en los predios adyacentes a la marina, para su posterior rehusó, en cuanto al material de dragado, este será bombeado a una tarquina que se ubicará a aproximadamente 800m de la obra, de igual forma para que una vez drenado se reutilice para configurar los campos de golf.

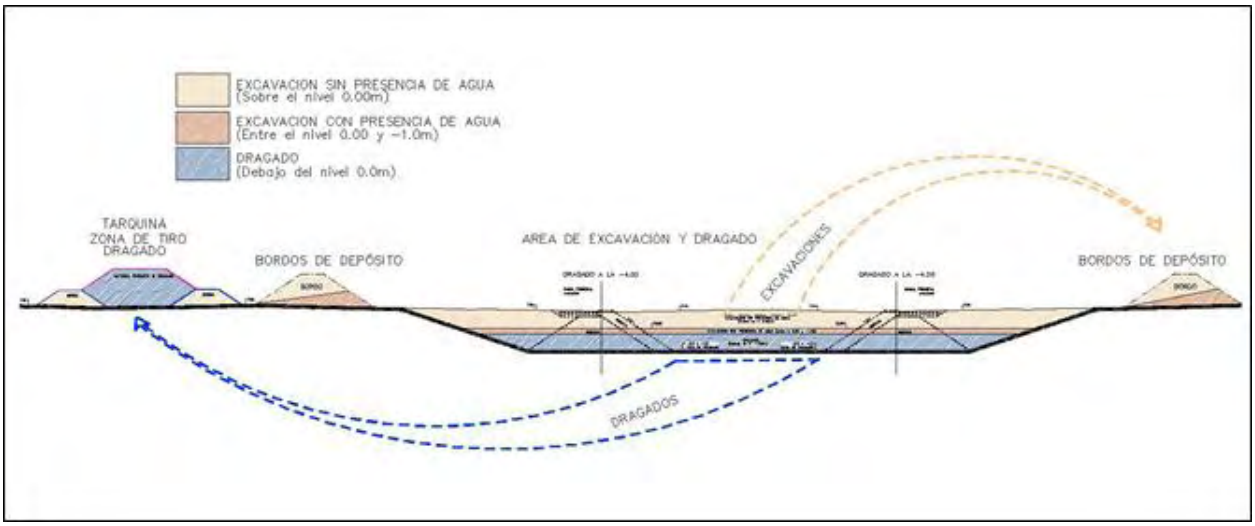


Figura 2.41 Esquema de zonas de tiro del material de excavación y dragado

2.3.3.4. Protecciones marginales

Como ya se ha dicho, el vaso de la marina es generado mediante trabajos de excavación sobre el terreno natural, posterior a estos trabajos, se configuran las márgenes de la marina, para ello la excavación se lleva un poco mas atrás del perímetro de la marina, para que exista suficiente espacio para alojar un bordo marginal con material de núcleo ó de rezaga de banco, que va del nivel –3.00 ó –4.00 según la zona de la marina, hasta el nivel + 0.60m, este bordo tiene un ancho de corona de 3.00m y se construye con material a volteo procedente de banco, sobre este del lado de agua, se coloca una tela geotextil y encima se colocan 2 capas de piedra de 200 a 400 kg, de peso por piedra, suficiente para dar estética a la marina y para proteger el talud de la agitación interior. En la siguiente fotografía se observa una marina con su protección marginal a base de piedra.



Figura 2.42 Protección marginal en la Marina Riviera Nayarit

El perímetro de la marina por proteger es de 8,471 m.
Para el desarrollo del proyecto, se han estimado los siguientes volúmenes de obra.

Tabla 2.21. Protecciones marginales

PROTECCIONES MARGINALES DIMENSIONES GENERALES Y VOLÚMENES DE OBRA		
CONCEPTO	**UNIDAD**	**CANTIDAD**
Vol. de Pierdra para Protección Márginal		
1,500 a 2,500 kg	m3	43,103
200 a 400 kg	m3	125,434
rezaga de banco	m3	633,101
Geotextil	m2	161,084

2.3.1.5. Malecón

El malecón es una superficie colindante con el cuerpo de agua de la marina, creado para el transito de personas, libre de construcciones y solo lleva obras de equipamiento como: luminarias, bancas y jardineras. El ancho es de 7.00 m y la longitud prevista en el proyecto es de 3.86 km lo que da una superficie de malecón de: 27,057 m^2. Las siguientes fotografías muestran ejemplos de malecones.



Figura 2.43 Malecón en San Francisco, Cal. USA



Figura 2.44 Malecón en Cabo San Lucas, BCS

La estructura del pavimento del malecón será a base de un piso flexible que se construye colocando dos capas de 30 cm de material de base compactada al 95% PVMS sobre la corona del bordo de la protección marginal, sobre este se coloca posteriormente una capa de grava de 10 cm de espesor y encima una capa de arena de 5 cm y finalmente el pavimento a base de adocreto como se muestra en la figura...

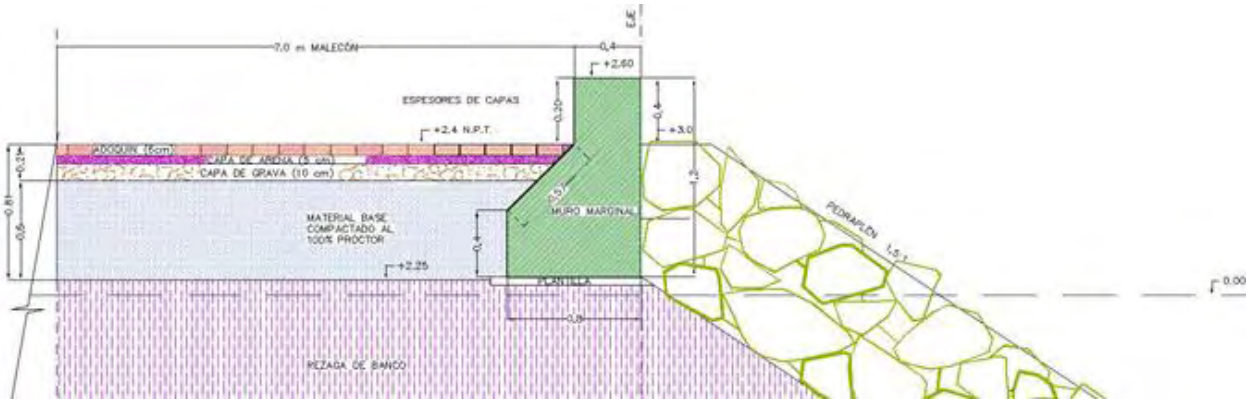


Figura 2.45 Sección tipo estructura del pavimento del malecón

De igual forma en el malecón se deja una trinchera de servicios para alojar la red de agua potable y de energía eléctrica que alimentará a su vez a los muelles para las embarcaciones.

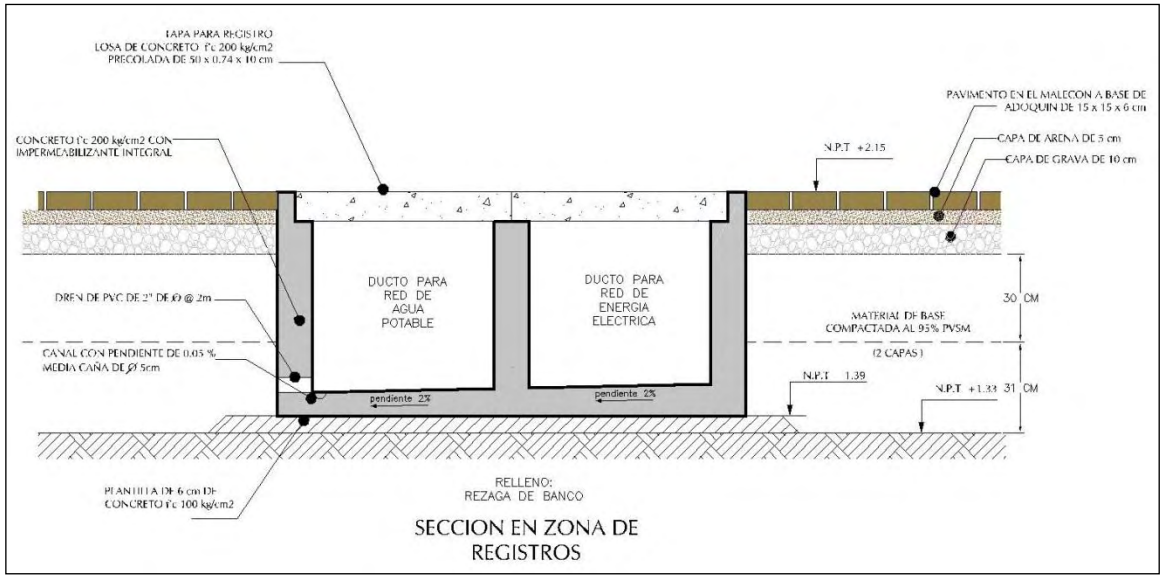


Figura 2.46 Trinchera de servicios sección tipo va en el cuerpo del malecón

2.3.3.6 Muelles flotantes

La obra esta ubicada en una zona de trayectorias ciclónicas, el hecho de ser una marina interior le da protección contra el oleaje exterior y aun cuando no hay oleajes importantes, eventualmente hay agitaciones, esto aunado a las variaciones de marea, llevó a tomar la decisión de resolverlo con la tecnología de concreto flotante.

Esta tecnología se ha usado en casi todas las marinas de la Costa Pacifico desde Canadá, Estados Unidos y México, y se ha comportado muy bien a diferencia de otras tecnologías como el aluminio, concreto fijo, fibra de vidrio, etc.

Las ventajas de esta tecnología, se resumen en:

- Es fabricado totalmente en seco y fácilmente ensamblado en agua.
- Es una obra limpia en su ejecución, a diferencia de las obras coladas In-Situ.
- Al ser flotante, mantiene las condiciones de hidrodinámica de la zona al permitir los flujos hidráulicos bajo los módulos prácticamente sin variaciones.
- Se adapta a la variación vertical del nivel del espejo de agua, manteniendo siempre el mismo francobordo (altura del muelle respecto del espejo de agua).
- Se adapta a las alturas de francobordo de las embarcaciones menores recreativas.
- Los muelles pueden redimensionarse en caso de variaciones en las dimensiones de las embarcaciones, mediante el retiro o adición de piezas estándar.
- A pesar de ser flotantes, al ser fabricadas de concreto son de un peso alto, lo cual les da mayor estabilidad, respecto de otras tecnologías flotantes.

- Se adapta muy bien a los esfuerzos horizontales de atraque de las embarcaciones, evitando daños a estas.
- Tiene mayor vida útil respecto de otras tecnologías.
- Son menores los trabajos de mantenimiento.
- Por ser flotantes, son sustentados por el agua, por lo que solo requieren de pilotes guías para mantenerse en su posición y con ello mantiene ventajas de economía al requerir un mucho menor numero de pilotes.

Al ser menor el número de pilotes, la obra es mas estética, no hay que importar piezas especiales, es posible su realización totalmente con productos Mexicanos.

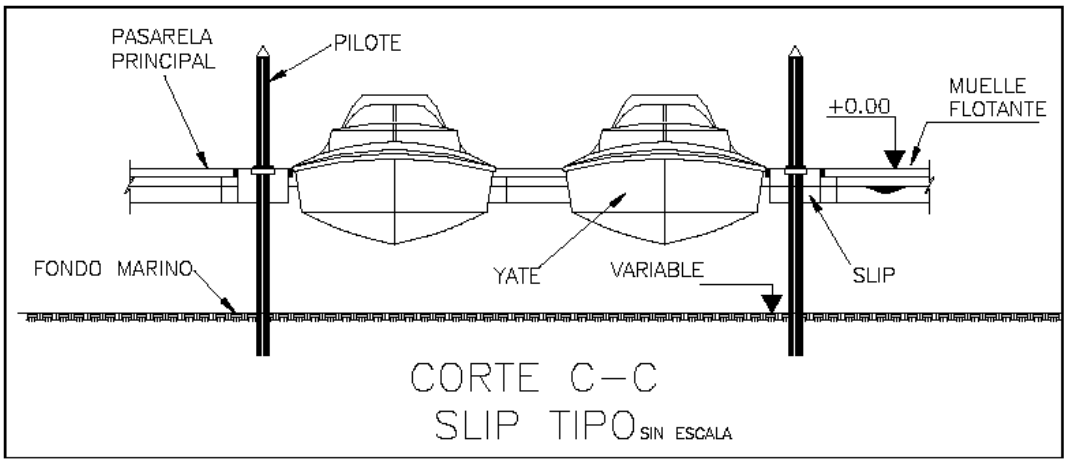


Figura 2.47 Sección tipo de un amarre con muelles flotantes

En una sección de un amarre con muelles flotantes, el agua soporta a los muelles sin necesidad de hincar pilotes para la sustentación del muelle, estos sólo se colocan como guía del muelle.

Todos los muelles serán fabricados a base de módulos de concreto de diversos tamaños, con una resistencia f'c de 300kg/cm^2, rellenos de poliestireno de alta densidad de 16 kg/m^3; para el ensamble de los módulos se utilizará madera de pino tratada a base de sales hidrosolubles con una retención de 0.60 lb/pie^3, conforme a las normas de la American Wood Preserver Association (AWPA) y de la Environment Protection Ambiental (EPA), unidas a los módulos con birlos de acero galvanizado de ¾" de diámetro y longitudes variables conforme al ancho de cada muelle.

Los muelles son fabricados en seco en un patio en tierra y son colocados por medio de una grúa en el agua y de aquí son remolcados con una lancha hasta el sitio de posición definitiva, fijándolos al fondo por medio de pilotes de acero al carbón A-36 de 16" de diámetro y ½" de espesor, el cual previamente desde su adquisición se solicita con una película plástica de protección a la intemperie

denominada Fusion Bond ó en su caso se protege con un galvanizado en frío con productos MC de Zinc, y Pintura anticorrosiva MC-Tar.

Algunas de las consideraciones tomadas en cuenta para este proyecto son:

- Para el proyecto de las instalaciones se toman en cuenta las recomendaciones dadas por el Department of Boating Waterways del Estado de California (CDBW); el francobordo deberá de estar comprendido entre 0.45 a 0.55 m para todos los muelles flotantes.

- Asimismo, los rangos de bordo libre para los diversos tipos de módulos flotantes ante condiciones de carga muerta y carga viva, serán como sigue: la carga viva será una sobrecarga uniforme de 100 kg/m2 o una carga concentrada de 180 kg/m2 según lo recomendado por la CDBW.

Equipamiento de los muelles de la marina.

Una vez ensamblado todo el conjunto de muelles en agua, se inicia la fase de equipamiento que consiste en colocar:

- Defensas de vynil longitudinales de 8’ de largo y de 3 ½” de altura.

- Defensas de esquina de 4’x 4’, fabricadas con vynil grado marino de alta resistencia.

- Rodillos giratorios (dock whells) de vynil, colocados en las esquinas de los muelles para embarcaciones mayores de 55’.

- Cornamusas para el amarre de las embarcaciones de acero galvanizado de 12” y 14” tipo pesadas para embarcaciones menores de 36’ a 60’ y de 18” para embarcaciones mayores de 60’, colocadas con tornillos galvanizados.

- Capuchón de vynil diámetro del pilote + ½” de espesor, para evitar que los pelícanos y otras aves se posen sobre ellos.

- Gabinetes de fibra de vidrio con salidas para: Agua potable, energía eléctrica de 30 y 50 AMP, Internet.

- Instalación de equipos para el retiro de aguas negras de las embarcaciones, mediante Pump-Out.

- Radiocomunicación, red satelital.

De esta manera, los servicios con los que contarán los muelles serán: energía eléctrica, iluminación peatonal, red de agua potable, sistema de recolección de basura, red de extintores y radiocomunicación.

Todos los accesorios y el ensamble del muelle se unen y colocan con tornillos, clavos y diferentes elementos metálicos y en todos los casos, serán galvanizados por doble inmersión en caliente.

Como puede verse prácticamente toda la obra es prefabricada y la construcción solo se refiere a maniobras de ensamble.

Capacidad de la Marina

De acuerdo con el lay-out se ha hecho el arreglo de distribución de slips, acomodando 307 posiciones de atraque, 140 para muelles residenciales en lotes con frente de agua y el resto en muelles en peine para que puedan ser usados por cualquier persona en tránsito por el Golfo de California.

Tabla 2.22 Capacidad de la Marina

MARINA PERICUES							
CAPACIDAD DE LA MARINA							
MUELLE	ESLORA						T/MUELLE
	45'	55'	65'	75'	90'	125'	
MUELLE 1	6	6					12
MUELLE 2		14					14
MUELLE 3		16					16
MUELLE 4		10	9				19
MUELLE 5			24				24
MUELLE 6			12	11			23
MUELLE 7				24			24
MUELLE 8				10	9		19
MUELLE 9						14	14
MARGINALES ISLA	80						80
MARGINALES EXTERIORES	60						60
MUELLE DE CORTESIA							1
MUELLE DE COMBUSTIBLES							1
SUMA POR ESLORA	140	46	45	45	9	14	307

En la siguientes imágenes 2.3.1.2.6. d,e y f se observan los planos de los muelles de la Marina Pericúes:

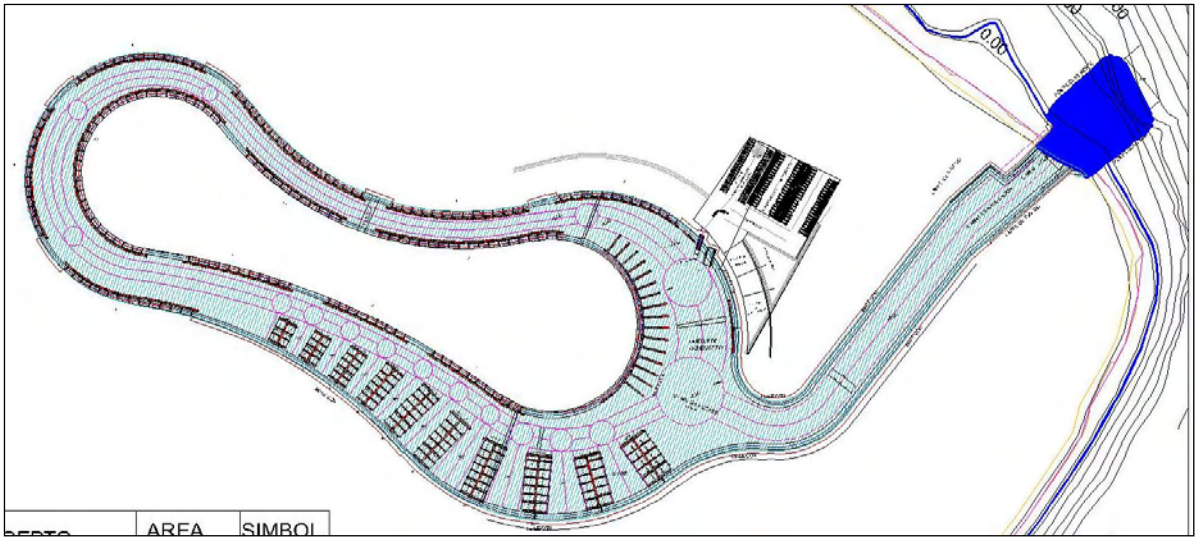


Figura 2.48 Distribución de los muelles.

Para acceder a los muelles flotantes se usan rampas de aluminio, en este caso se tiene una rampa por muelle en peine de 12 m de longitud X 1.50 m de ancho, diseñada para que en condiciones de menor marea los usuarios bajen con una pendiente del 15% como máximo y así evitar accidentes. Cabe señalar que los muelles y las rampas de aluminio, estarán diseñadas para una carga viva de 200 kg/m^2.

2.3.3.7 Rampa de botado.

La rampa se ha ubicado en el predio de la marina seca, y es de concreto de 9.00 m de ancho X 36.00 m de largo para dos vías, con una pendiente del 15% hacia el cuerpo de agua hasta el nivel –3.00 m, hacia el interior, donde se tendrá área de piso para varadero y patio de maniobras. La rampa se construye con losas de concreto F´c 250 kg/cm^2, de 15 cm de espesor, armada con varilla del No. 3 a cada 25 cm en ambos sentidos, asentada sobre una cama de grava de 15 cm de espesor. Va del nivel +2.40 hacia el nivel –3.00 m en el fondo.

La obra es precolada mediante losas de 1.20 m x 2.40m prefabricadas con preparaciones para alojar anclas de acero galvanizado para sujetar las piezas entre si. En ambos lados lleva una guarnición de concreto y en los costados, un muro marginal de concreto colado in-situ. De forma troncopiramidal.

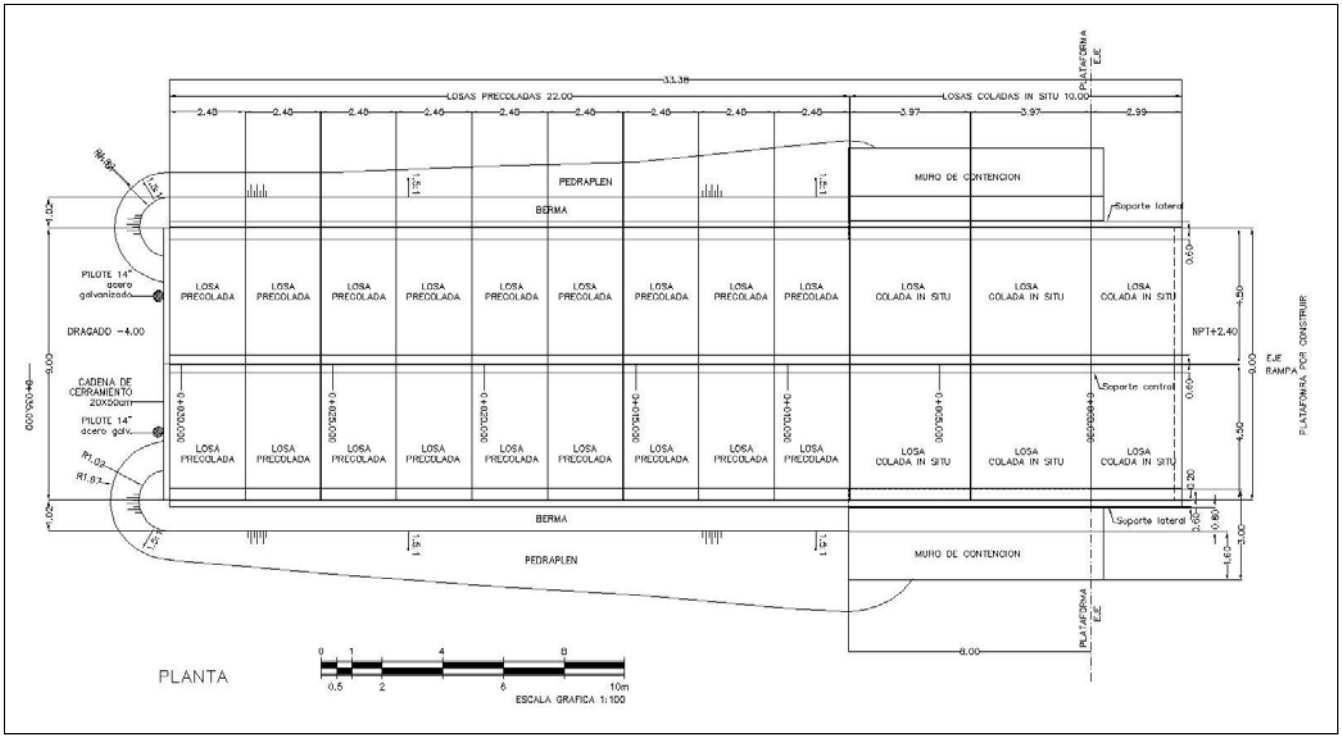


Figura 2.49 Rampa de Botado –planta

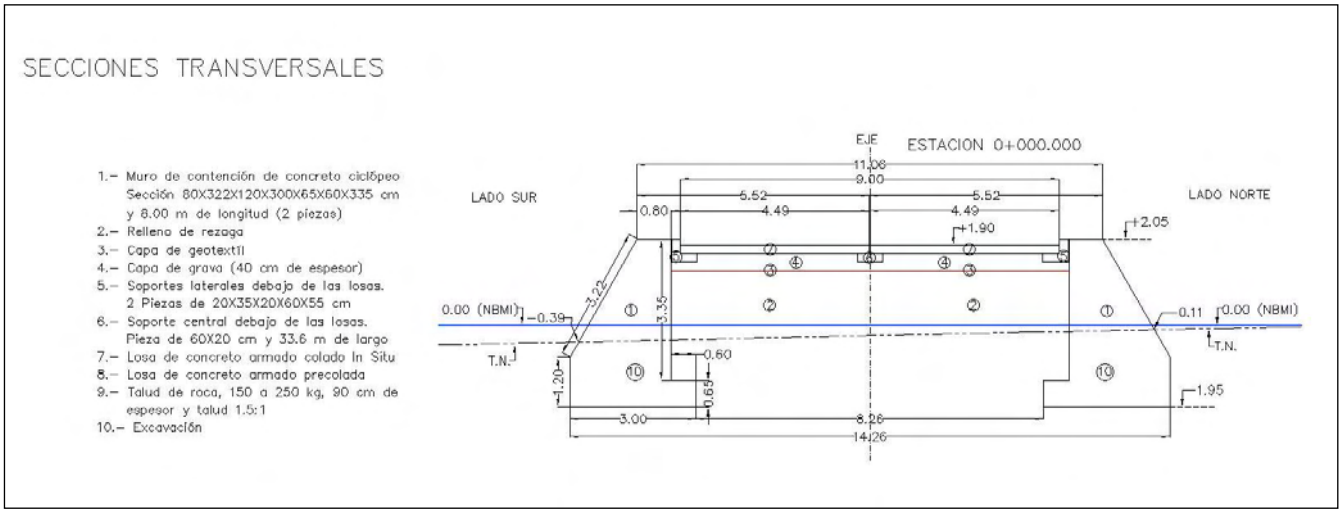


Figura 2.50 Rampa de Botado – sección en alzado-

2.3.3.8. Señalamiento marítimo

Se ha resuelto mediante balizas de situación ubicadas en los extremos de los morros de los rompeolas, para facilitar el acceso, mediante luces Sola Chan de Tideland, con luminaria Max-Lumina ML-150 de 150 mm de diámetro, montadas sobre una base metálica de 1.20 m y estas a su vez

sobre una estructura troncó piramidal de concreto de 6.00 m de altura a partir del nivel del piso, las cuales se proponen en un arreglo estético por tratarse de una marina turística; las luminarias son alimentadas mediante energía solar y para ello cuentan con sus propios paneles y batería para almacenar la energía.

Las luces son verdes y rojas conforme a las normas de la Asociación Internacional de Señalización Marítima (IALA). Las luces tienen alcance para 2 y 4 millas náuticas; de igual forma se ha complementado el señalamiento anterior, con boyas informativas, restrictivas y preventivas, para indicar por ejemplo: servicios de la marina, zonas de no navegación, zonas de no fondeo, marcadoras de velocidad máxima y delimitación de los canales de acceso, etc.

Todas las luces son alimentadas por medio de energía solar y llevan una fotocelda para activarse cuando hay poca iluminación, su alcance geográfico varia de 2 y 4 millas náuticas.

El proyecto se ingresará para su revisión y en su caso aprobación de la Dirección de Señalamiento Marítimo de la S. C. T.

2.3.3.9 Marina seca

Se ha ubicado una zona al norte del proyecto para la marina seca con una superficie de 60,900 m^2, en la que estarán casi todos los servicios.

Tabla 2.23 Rampa de Botado – sección en alzado-

Marina Seca	60,090
cobertizo para almacenamiento de e	6,928
patio para almacenamiento de emba	10,992
patio de maniobras	20,663
estacionamiento	8,433
áreas verdes	2,007
club de yates	4,854
ferretería náutica	2,152
terminal de combustibles	4,061

a) Zona de Servicios.

Se refiere a una zona para distintos usos o necesidades de las embarcaciones y usuarios de la marina, entre ellos: acceso, patio de maniobras de las embarcaciones que hagan uso de la rampa de botado, bodega para el resguardo de materiales, planta desaladora, ferretería náutica, terminal de combustibles, sanitarios, oficina y club de yates, etc. la superficie de esta zona es de: 6,000 m^2, a continuación se describen 3 de estas instalaciones que estarán en esta zona:

- **Ferretería Náutica.-** El proyecto considera un área para establecer comercio de ferretería marina para la venta de artículos para las embarcaciones y enseres de pesca deportiva.

Contiene además sanitarios para hombres y mujeres, bodegas y cuarto de recepción de aceites del área de combustibles.

- **Terminal de Combustibles.-** Consiste en utilizar parte de la plataforma para destinarlo al uso de la terminal de combustibles, tiene una longitud de 60.00 m y en la parte posterior se alojarán los tanque de combustibles, 1 de diesel de 60,000 litros y 1 de gasolina de 40,000 litros, para el servicio se tiene un muelle flotante de 100 m de largo x 2.18 m de ancho para 4 espacios a la vez. El muelle lleva defensas, bitas y cornamusas como equipamiento lleva 2 despachadores y 2 gabinetes de fibra de vidrio con tomas de ¾" para agua potable. Los dispensarios para surtir el combustible van también sobre el muelle, con suficiente manguera para alcanzar la embarcación atracada al muelle flotante. Este proyecto será sometido a la aprobación de PEMEX, para lo cual en su momento será realizado el proyecto ejecutivo, por ahora en el Plan Maestro, se tiene una superficie y un avance de proyecto conceptual.

- **Oficinas y Equipo de Radiocomunicación.-** La oficina de administración se localizará en la plataforma sur, entre el club de yates y la zona comercial, contará con servicios públicos de teléfono, fax e internet.

b).- Zona comercial

En esta zona que tiene Frente al malecón se tiene una área destinada a la construcción de una plaza comercial, donde los turistas náuticos podrán encontrar restaurantes, boutiques, farmacias, mini súper, librerías, artesanías y artículos diversos.

Estacionamiento 1

En la parte posterior y junto a la validad de acceso con la carretera Pichilingue-La Paz, se tiene un estacionamiento público y para la zona comercial, con una capacidad para 150 autos. La superficie total de esta zona es de 8,433 m^2.

2.3.4 Desaladora

2.3.4.1 Consideraciones

Para el abastecimiento del agua potable del desarrollo se cuenta con la concesión de la que se espera obtener un total de 4.5 de m^3 por año, equivalentes a 111 L/s. Sin embargo, en principio se estima que se demandará un total estimado en 221,4 L/s, los 110,4 L/s restantes se estima cubrir a través de un proceso de desalinización de agua de mar, que supone un aporte real de recursos nuevos a la zona, para lo cual se necesita construir la correspondiente planta desaladora.

En la zona, dadas las características geohidrológicas existentes, se estima que es posible obtener el agua de mar requerida mediante la construcción de pozos playeros.

Las instalaciones de la planta desaladora deben de ser descritas en la MIA que se presentara ante la autoridad competente para su aprobación.

Para lograr el objetivo planteado se estimó necesario realizar los estudios y anteproyectos siguientes:

- Anteproyecto de la Planta desaladora, incluyendo los pozos playeros de captación y el emisario de descarga de salmuera al mar.
- Modelización de la Pluma de difusión de la salmuera.

Para lograr el objetivo se utilizarán los diferentes estudios realizados con anterioridad, como son: levantamiento topohidrográfico, análisis de oleaje, etc.

En el presente documento se describen los resultados de los trabajos realizados.

2.3.4.2. Objeto de este Anteproyecto

El objeto de este Anteproyecto es definir los parámetros fundamentales de la planta desaladora a construir. Primero justificando la solución adoptada, después se determinan la superficie y los volúmenes de construcción necesarios, se calculan los consumos de reactivos, químicos y de energía, se determina la composición de la salmuera y su disposición en el mar. En general se trata de obtener todos aquellos parámetros básicos de la planta desaladora que nos permita conocer los detalles de su construcción y operación, así como aquellos datos que son precisos para realizar los estudios de dilución de salmuera y que, finalmente, será incorporado en la MIA.

Las obras proyectadas comprenden básicamente las siguientes partes:

- Captación y bombeo de agua de mar.
- Planta desaladora para una capacidad nominal de producción de 9.945 m3/día.
- Almacenamiento e impulsión de agua tratada.
- Acometida eléctrica.

2.3.4.3 Bases de partida

2.3.4.3.1 Capacidad de la planta desaladora

Como se ha indicado en la Introducción, el déficit final de agua es de 110,4 L/s, lo que supone una cantidad de anual de agua de 3,480.182 m^3. Considerando que el factor anual de utilización de una planta desaladora según estándares mundiales es de 350 días sobre los 365 (aproximadamente un 96%), esto supone que la capacidad de producción diaria debe ser de 9.943 m^3/día. Por capacidad esta planta es considerada de tamaño pequeño.

Tomando en cuenta que este déficit se produce progresivamente en el tiempo, según la Tabla que se muestra a continuación.

Tabla 2.24 Estimación del Déficit de Agua

AÑO	1 al 10	11	12	13	14	15	16	17
DÉFICIT	0	340.483	683.633	1.156.466	1,497.974	1,972.997	2,312.406	2,711.376

AÑO	18	19	20	21	22	23	24
DÉFICIT	3,022.289	3,262.642	3,480.182	3,480.182	3,480.182	3,480.182	3,480.182

Vemos que la capacidad total de producción no hay que alcanzarla hasta el año 20. Si dividimos la planta en tres líneas iguales de producción, cada una de ellas tendrá una producción nominal unitaria de 3,314.3 m^3/día y producirán anualmente 1,160.017 m^3 cada una de las líneas.

Por tanto la planta desaladora se construirá por fases, en la primera fase se construirán todas las obras civiles, edificios, pozos de captación, servicios auxiliares y la descarga de salmuera para la totalidad de la producción, pero sólo se instalará una línea de 3,314.3 m^3/día de producción nominal. Con esta única línea tendremos capacidad hasta el año 13, debiendo entrar en operación una segunda línea en el año 14. Por tanto al inicio del año 13 debe comenzarse la construcción de la Fase-II consistente en instalar los equipos correspondientes a la segunda línea de producción nominal 3,314.3 m^3/día. Con ambas líneas operando tendremos cubierto los déficit hasta el año 19 inclusive en el que deberá construir se la Fase-III última consistente en instalar los equipos electromecánicos de la tercera línea de producción nominal 3,314.3 m^3/día.

Por tanto la planta desaladora a construir será de tres líneas, es decir, de 3 x 3,314.3 m^3/d de producción nominal. Por otra parte, la planta se construirá en tres Fases, construyéndose en cada Fase una de las líneas de producción previstas.

2.3.4.3.2 Características del agua de mar

El agua bruta a tratar en la planta desaladora es agua de mar procedente de cuatro pozos playeros. En la Tabla siguiente se indica la composición química del agua de mar considerada en el diseño. Las temperaturas máximas y mínimas consideradas que pueden darse a lo largo de la vida de la instalación son las siguientes:

- Temperatura máxima del agua de mar de los pozos: 29,21 ºC
- Temperatura mínima del agua de mar de los pozos: 20,24 ºC

Tabla 2.25 Análisis físico químico de una muestra de agua de mar

Planta de Los Pericues

HOJA DE ANÁLISIS					
CLIENTE:			CONTRATO Nº:		
LABORATORIO:			REFERENCIA:		
TIPO DE AGUA:	DE MAR		FECHA T. M.:	julio-12	
LUGAR TOMA DE MUESTRA:	Costa de Los Pericues				

ANÁLISIS FISICO-QUIMICO					
TURBIDEZ	1,75	U.N.F.	pH	7,90	
COLOR	1,53	Pt-Co	CONDUC. a 25ºC	56.030,25	µmhos/cm.
OLOR	0	TON	T.D.S.	36.545,03	mg/L
ASPECTO			ALCALINIDAD	129,20	ppm CO3Ca
TEMPERATUR.	20	ºC	DUREZA	6.309,57	ppm CO3Ca
COMPOSICIÓN IÓNICA					
ELEMENTO	**mg/L**	**meq/L**	**ELEMENTO**	**mg/L**	**meq/L**
Ca++	400,00	19,96	SO4=	2.712,00	56,46
Mg++	1.290,00	106,12	Cl-	20.226,36	570,51
Na+	11.316,10	492,20	CO3H-	141,16	2,31
K+	440,00	11,25	F-	1,00	0,05
Ba++	0,00	0,00	Br-	0,00	0,00
Sr++	3,47	0,08	I-	0,00	0,00
Fe++	0,07	0,00	NO2-	0,00	0,00
NH4+	0,00	0,00	NO3-	0,00	0,00
Ag+	0,00	0,00	CO3=	8,06	0,27
Mn++	0,00	0,00	PO4=	0,00	0,00
Zn++	0,00	0,00	S=	0,00	0,00
Cu++	0,00	0,00	SiO2 (coloidal)	0,00	0,00
Al+++	0,00	0,00	SiO2 (soluble)	4,00	0,07
Fe+++	0,00	0,00	CO2	1,31	0,03
H+		0,00	OH-		0,00
TOTAL	**13.449,64**	**629,61**	**TOTAL**	**23.092,57**	**629,61**

OTRAS DETERMINACIONES			
SUSTANCIAS TÓXICAS	**mg/L**	**MATERIA ORGÁNICA Y OTROS**	**mg/L**
Arsenico	0,04	DBO5	1,10
Cadmio	0,00	DQO	10,00
Boro	2,78	Nitrogeno proteico	0,00
Mercurio	0,00	Compuestos fenólicos	0,00
Plomo	0,00	Detergentes	0,00
Selenio	0,00	Aceites y grasas	0,00
Cromo (total)	0,00	Hidrocarburos	0,00
Cromo VI	0,00	Solidos en suspensión	10,00

Las propiedades físicas de esta agua de mar son las siguientes.

Tabla 2.26 Propiedades Fisico-Quimicas

Planta de Los Pericues

PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS		
TIPO DE AGUA:	DE MAR	
TEMPERATURA:	20	ºC
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS:	36.545	mg/L
CONDUCTIVIDAD A 25ºC:	56.030	microS/cm.
DENSIDAD:	1,026	Kg/l
VISCOSIDAD CINEMÁTICA:	0,011	stokes
VISCOSIDAD DINÁMICA:	1,078	cp.
PRESIÓN DE VAPOR:	0,023	bars
ELEV. PUNTO EBULLICIÓN:	0,328	ºC
CALOR ESPECÍFICO:	0,953	Kcal/KgxºC
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA:	576,6	mW/mxºC
ENTALPÍA:	18,99	Kcal/Kg
INDICE DE LANGELIER:	0,61	incrustante
INDICE DE STIFF & DAVIS:	-0,13	
INDICE DE SAR:	61,99	
MAX. OXIGENO DISUELTO:	7,1	mg/L
MAX. NITROGENO DISUELTO:	9,6	mg/L
CO2 DISUELTO:	1,31	mg/L
FUERZA IÓNICA DEL AGUA	0,72136	
PRESIÓN OSMOSTICA DEL AGUA	29,88	bars

2.3.4.3.3 Características del agua producida

El agua producida se destina la consumo humano pero antes de su distribución va a ser mezclada con aguas de otras procedencias, pozos, por lo que la mezcla deberá cumplir con las normativas correspondientes al agua de consumo humano que existan a Nivel Nacional de México, a Nivel del estado de Baja California a Nivel Local y en donde las otras normas no determinen nada con las normas de la Organización Munidal de la Salud sobre aguas de consumo humano.

En la planta desaladora solamente se ha previsto una desinfección antes de su impulsión a la red de distribución, mediante la dosificación de hipoclorito sódico.

Las características del agua producida en una planta de desalación corresponden a los siguientes parámetros:

- Sólidos totales disueltos en el agua: < 500 mg/L
- Concentración en cloruros: < 250 mg/L
- Concentración del ión sodio: < 200 mg/L

2.3.4.3.4. Ubicación de la planta desaladora

La planta desaladora se ubica dentro de los terrenos del Proyecto de Urbanización y Servicios del "Desarrollo Los Pericúes" y, dentro de ellos, en la denominada ZONA 1 del Plan Maestro. La ubicación de la planta desaladora ha sido considerando la existencia de los arrecifes de coral, de forma que se ha situado lo más alejada posible de ellos, de manera que, también la descarga de salmuera, quede muy alejada, a más de 17 km de los arrecifes. Así podremos tener seguridad de que estos sensibles ecosistemas no serán afectados, en ninguna circunstancia, por la salmuera procedente de la planta desaladora.

En el plano adjunto "Situación general. Planta desaladora" plano nº ECO-IG-001-01, puede verse la situación de la planta desaladora, la de los pozos playeros de captación, el punto de descarga de la salmuera en la batimétrica 25 y el recorrido tanto de la tubería de impulsión de agua de mar a la planta, como el de la tubería de descarga de salmuera hacía el mar. La tubería de impulsión del agua producida hacia distribución, no se ha representado ya que aún se desconoce con precisión el punto al que debe ser enviada, por ese motivo se indica solo su salida desde la planta sin haber podido realizar aún el tendido de dicha tubería.

Aunque en su apartado correspondiente se describirán en detalle cada una de las obras, no queremos dejar de hacer notar que la tubería de impulsión de agua de mar desde los pozos playeros discurre enterrada en todo su recorrido por los terrenos del proyecto, hasta su llegada a la planta desaladora. Incluso pasa por debajo del canal de la Marina, de forma que no provocará ningún impacto dicha tubería. Así mismo la tubería de salmuera discurre por el canal de entrada de la Marina, luego sigue por el interior del rompeolas Norte hasta llegar a la batimétrica 25, donde se realiza la descarga de la salmuera en el mar.

2.3.4.4 Solución propuesta

El proceso de desalación elegido es el de Ósmosis Inversa, con líneas de tratamiento dispuestos en una etapa y un paso.

Seguidamente se relacionan las unidades principales que integran la solución adoptada.

a) Captación de agua de mar:

Bombeo del agua de mar desde la toma por pozos.
Colector de impulsión de agua de mar a la planta

b) Pretratamiento de la O.I.:

Filtración por arena
Filtración por cartuchos

Dosificación de hipoclorito sódico
Dosificación de ácido sulfúrico
Dosificación de coagulante
Dosificación de metabisulfito sódico
Dosificación de dispersante

c) Proceso de O.I.:

Bombeo de alta presión
Membranas de O.I. en un paso y una etapa.
Recuperación de energía mediante Sistemas de Intercambio de Presión (SIP).

d) Postratamiento:

Dosificación de hipoclorito sódico
Bombeo de producto a distribución.

e) Otros servicios auxiliares:

Sistema eléctrico
Equipo de control distribuido
Equipo de aire de instrumentos y servicios
Equipo lavado filtros de arena
Equipo de limpieza química de membranas
Equipo de desplazamiento
Equipo de neutralización de efluentes
Tubería y difusores de descarga de salmuera
Equipo de agua de servicios
Laboratorio de planta
Puentes grúa de mantenimiento
Sistema contraincendios
Sistema de aire acondicionado
Sistema de corriente de emergencia

2.3.4.4.1 Construcción por Fases

Considerando que la construcción de la totalidad de la instalación se va a realizar por Fases, en lps cuadros que se muestran a continuación se resumen las obras y trabajos a realizar en cada Fase.

Tabla 2.27 Construcción por fases

DENOMINACIÓN DE LA OBRA		Nº UNIDADES EN TOTAL	UNIDADES A INSTALAR		
			FASE-I	FASE-II	FASE-III
CAPTACION DE AGUA DE MAR	Pozos de captación	4	4	------	------
	Bombas sumergibles	4	2	1	1
	Tubería de impulsión a planta desaladora	1	1	------	------
	Línea eléctrica de alimentación a motores	1	1	------	------

DENOMINACIÓN DE LA OBRA		Nº UNIDADES EN TOTAL	UNIDADES A INSTALAR		
			FASE-I	FASE-II	FASE-III
	Bus de comunicaciones con los pozos	1	1	------	------
PRETRATMIENTO DEL AGUA DE MAR	Filtros de arena y antracita	9	3	3	3
	Filtros de cartucho	9	3	3	3
	Tanques de almacenamiento de hipoclorito sódico	2	2	------	------
	Bomba de trasiego de hipoclorito sódico	1	1	------	------
	Bombas dosificadoras de hipoclorito sódico	3	2	1	------
	Tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico	1	1	------	------
	Bomba de trasiego de ácido sulfúrico	1	1	------	------
	Bombas dosificadoras de ácido sulfúrico	3	2	1	------
	Tanques de almacenamiento de coagulante	2	2	------	------
	Bomba de trasiego de coagulante	1	1	------	------
	Bombas dosificadoras de coagulante	3	2	1	------
	Tanques de dilución de metabisulfito sódico	2	2	------	------
	Agitadores de metabisulfito sódico	2	2	------	------
	Bombas dosificadoras de hipoclorito sódico	3	2	1	------
	Tanques de dilución de dispersante	2	2	------	------
	Agitadores de dispersante	2	2	------	------
	Bombas dosificadoras de dispersante	3	2	1	------

DENOMINACIÓN DE LA OBRA		Nº UNIDADES EN TOTAL	UNIDADES A INSTALAR		
			FASE-I	FASE-II	FASE-III
CAPTACION DE AGUA DE MAR	Pozos de captación	4	4	------	------
	Bombas sumergibles	4	2	1	1
	Tubería de impulsión a planta desaladora	1	1	------	------
	Línea eléctrica de alimentación a motores	1	1	------	------
	Bus de comunicaciones con los pozos	1	1	------	------
PRETRATMIENTO DEL AGUA DE MAR	Filtros de arena y antracita	9	3	3	3
	Filtros de cartucho	9	3	3	3
	Tanques de almacenamiento de hipoclorito sódico	2	2	------	------
	Bomba de trasiego de hipoclorito sódico	1	1	------	------
	Bombas dosificadoras de hipoclorito sódico	3	2	1	------
	Tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico	1	1	------	------
	Bomba de trasiego de ácido sulfúrico	1	1	------	------
	Bombas dosificadoras de ácido sulfúrico	3	2	1	------
	Tanques de almacenamiento de coagulante	2	2	------	------
	Bomba de trasiego de coagulante	1	1	------	------
	Bombas dosificadoras de coagulante	3	2	1	------
	Tanques de dilución de metabisulfito sódico	2	2	------	------
	Agitadores de metabisulfito sódico	2	2	------	------
	Bombas dosificadoras de hipoclorito sódico	3	2	1	------

DENOMINACIÓN DE LA OBRA		Nº UNIDADES EN TOTAL	UNIDADES A INSTALAR		
			FASE-I	FASE-II	FASE-III
	Tanques de dilución de dispersante	2	2	------	------
	Agitadores de dispersante	2	2	------	------
	Bombas dosificadoras de dispersante	3	2	1	------

DENOMINACIÓN DE LA OBRA		Nº UNIDADES EN TOTAL	UNIDADES A INSTALAR		
			FASE-I	FASE-II	FASE-III
SISTEMA DE CONTROL	Instrumentación de proceso de OI	3 conjuntos	1	1	1
	Instrumentación de servicios comunes	1	1	------	------
	Armarios de tarjetas	4	4	------	------
	Tarjetas I/O de la instrumentación de proceso	3 conjuntos	1	1	1
	Tarjetas I/O de las instrumentación de servicios comunes	1 conjunto	1	------	------
	Armario de control (CPU's, Fuentes alimentación, etc.)	1	1	------	------
	Red de comunicaciones	1	1	------	------
	Ordenadores de control	3	3	------	------
SERVICIOS AUXILIARES D ELA PLANTA	Compresores de aire de instrumentos, secadores, filtros y tanque de almacenamiento	1	1	------	------
	Bombas de lavado de los filtros de arena/antracita	2	2	------	------
	Soplantes de lavado de los filtros de arena/antracita	2	2	------	------
	Bombas de limpieza química de membranas	3	3	------	------
	Tanque de limpieza química de membranas	1	1	------	------
	Agitadores de limpieza química de membranas	1	1	------	------
	Filtro de cartucho de limpieza química de membranas	1	1	------	------
	Tanque de neutralización de efluentes	1	1	------	------
	Bombas de agitación de descarga de efluentes	2	2	------	------
	Bombas dosificadoras de neutralización	2	2	------	------
	Tanque de salmuera	1	1	------	------
	Tubería y difusores de descarga de salmuera	1	1	------	------
	Puentes grúa de mantenimiento	2	2	------	------
	Sistema contraincendios	1 conjunto	1	------	------

DENOMINACIÓN DE LA OBRA		Nº UNIDADES EN TOTAL	UNIDADES A INSTALAR		
			FASE-I	FASE-II	FASE-III
OBRA CIVIL	Edificio de proceso	1	1	------	------
	Edificio de control	1	1	------	------
	Red de vaciados y drenajes	1	1	------	------

DENOMINACIÓN DE LA OBRA		Nº UNIDADES EN TOTAL	UNIDADES A INSTALAR		
			FASE-I	FASE-II	FASE-III
	Aire acondicionado	1 conjunto	1	------	------
	Iluminación exterior	1 conjunto	1	------	------
	Iluminación interior	1 conjunto	1	------	------
	Urbanización	1	1	------	------
	Red de pluviales	1	1	------	------

2.3.4.5 Justificación de la solución adoptada

Las razones por las que se decidió proyectar una planta de desalación de agua de mar por el proceso de Osmosis Inversa como la descrita en el apartado anterior, son fundamentalmente tres:

- Técnicas
- Económicas
- Medioambientales

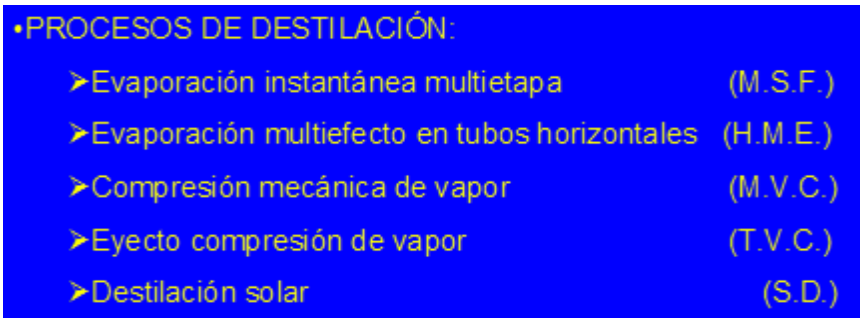
Sin que el orden anterior suponga mayor importancia de uno sobre otro. A continuación vamos a desarrollar cada una de ellas.

2.3.4.5.1 Razones de orden técnico

Las tecnologías de desalación que actualmente se utilizan en el mundo se dividen en dos grandes grupos, las denominadas de Destilación y las de Membranas. Las primeras utilizan la evaporación y posterior condensación del vapor para obtener el agua producto que, por dicho motivo, suele ser un agua destilada y con muy poco contenido en sales. Estas tecnologías se basan de una forma u otra en el principio del alambique.

Las tecnologías de membranas son aquellas que utilizan una membrana semipermeable para separar el agua de las sales. Se basan en la propiedad de las membranas semipermeables de permitir el paso del agua a través de ellas, pero no de las sales disueltas en dicha agua. Este fenómeno se descubrió observando como captan el agua las plantas y las células de los organismos vivos. Dichas observaciones llevaron a experimentar con la Osmosis, principio fundamental de las tecnologías de desalación por membranas.

Los procesos de desalación por destilación que actualmente están utilizándose se encuentran los siguientes:



Fuente: Ecoagua Ingenieros

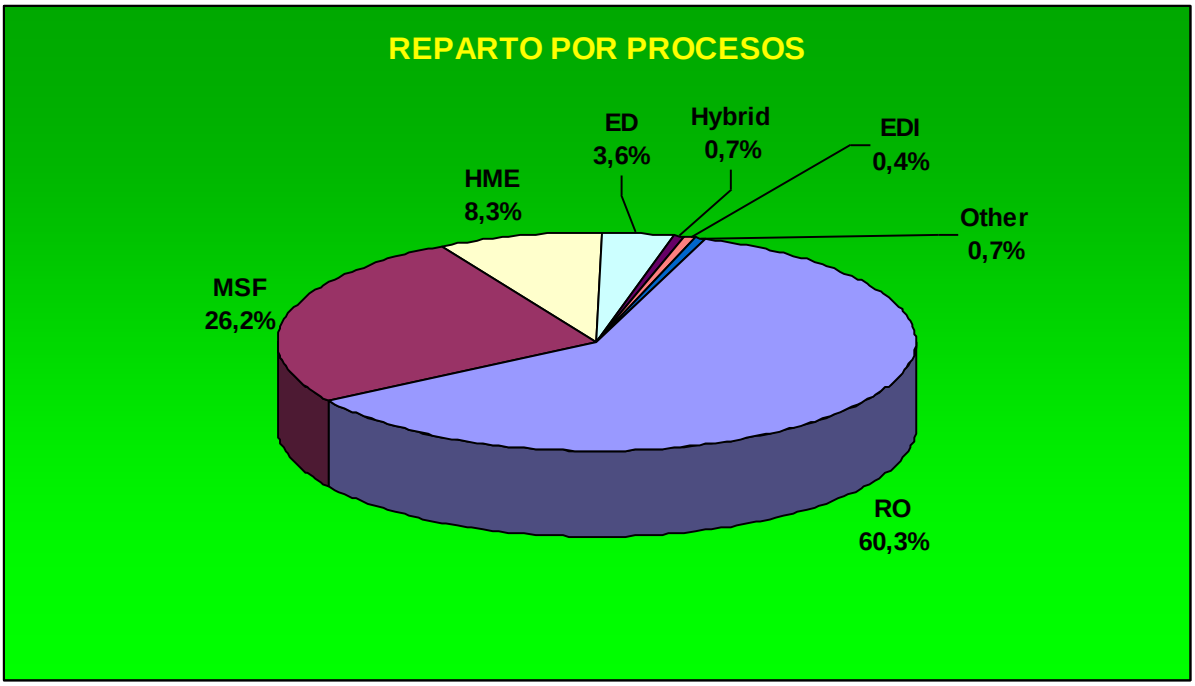
Los procesos por membranas que actualmente se encuentran en uso son los siguientes:



Fuente: Ecoagua Ingenieros

De estos último sólo el de Ósmosis Inversa es apto para desalar agua de mar, el resto sólo se puede utilizar para desalar aguas salobres.

En el Reporte nº 24 de la Internacional Desalination Association (IDA) en el que se recogen todas las plantas de desalación construidas en el mundo, el reparto por procesos sobre el total de la capacidad actual instalada es el que se muestra en la figura siguiente. En dicha figura se puede ver que el proceso de Osmosis Inversa es el más utilizado en el total de las plantas instaladas hasta ahora con un 60.3%, seguido del proceso de Evaporación de MSF con un 26.2%. Esta diferencia es aún mayor si comparamos la participación de cada proceso en las plantas instaladas en los últimos cinco años.



Fuente 24th IDA Desal Inventory

Figura 2.51 Reparto por Procesos

El tipo y cantidad de energía requerida para obtener un metro cúbico de agua desalada para cada tipo de proceso, queda reflejado en la Tabla siguiente.

Tabla 2.28 Tipo y cantidad de energía requerida para obtener un metro cúbico de agua desalada para cada tipo de proceso

			ENERGÍA TERMICA	ENERGÍA ELECTRICA
			Kcal/m^3	kWh/m^3
PROCESOS DE DESALACIÓN	Osmosis Inversa	_____	_____	3,7
	Multiefecto en tubos horizontales	ER = 4	138.850	1,98
		ER = 11	50.491	2,36
	Evaporación instantánea multietapa	ER = 4	138.850	3,5
		ER = 11	50.491	5,3
	Compresión mecánica de vapor	1 efecto	_____	13,0
		3 efectos	_____	11,8
	Destilación solar (1)	_____	1.630.110	_____

(1) El calor que se ha considerado para la destilación solar es el calor total recibido del sol para producir un metro cúbico. El calor que recibe el agua es inferior y sería el anterior descontando las pérdidas por reflexión, por radiación y por transmisión a través del suelo y materiales.

Del análisis de la tabla anterior se deduce que, en el caso de utilizar procesos consumidores de energía calorífica, el más adecuado es el de Multiefecto, ya que el consumo de calor por metro cúbico

es el mismo que en M.S.F., pero en cambio consume menos energía eléctrica por metro cúbico. Esto es debido a que el proceso de M.S.F. es el más antiguo y el que inicialmente se utilizaba para desalar el agua de mar casi en exclusiva, llegando a representar casi el 90% de la capacidad mundial instalada en la década de los 80. El proceso de MED es más moderno y es el que sustituye al de M.S.F. en plantas de destilación. En consecuencia, los procesos que quedan como posibles para utilizar en esta instalación de "Los Pericúes" son los siguientes:

- Evaporación multiefecto
- Osmosis Inversa
- Compresión mecánica de vapor

El caudal de agua de mar que es necesario captar es diferente según el tipo de proceso. Así, considerando una temperatura media del agua de mar de 25º C, las necesidades de agua de mar para el proceso de MED es de 2,386.2 m^3/h y en consecuencia el caudal de rechazo sería de 1,973.1 m^3/h y una concentración de 44,194 mg/L. El proceso de Osmosis Inversa necesita un caudal de agua de mar de 934.6 m^3/h, tendrá un rechazo de 514.1 m^3/h, con una concentración de 66,202 mg/L. Finalmente la Compresión mecánica de vapor requiere un caudal de agua de mar de 937.3 m^3/h, tendrá un caudal de rechazo de 516.7 m^3/h a la concentración de 66,293 mg/L. En resumen se presenta en la Tabla siguiente.

Tabla 2.29 Caudal de agua de mar según el tipo de proceso

PROCESO	Nº UNID.	PRODUCC. UNITARIA	CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA		CAUDAL A. MAR	CAUDAL RECHAZO	CONCENT. RECHAZO	TEMP. RECHAZO
		(m^3/d)	CALOR x 10^6 kcal	ELECTR. (kWh)	(m^3/d)	(m^3/d)	Mg/L	ºC
M.E.D.	3	3,315	502.25	20,855	57,268.8	47,354.4	44,194	34
C.M.V.	3	3,315	---------	119,109	22,495.2	12,400.8	66,293	30
O.I.	3	3,315	---------	34,437	22,430.4	12,338,4	66,202	25

Fuente Ecoagua Ingenieros

El calor que precisa el proceso de MED normalmente procede del vapor de escape de una turbina de contrapresión o del vapor procedente de una extracción intermedia de una turbina de condensación, pero en general están asociadas a la producción de energía eléctrica. Teniendo en cuenta que no es objeto del proyecto la generación de energía eléctrica y que, en consecuencia, no está garantizada su compra, ni se tiene autorización para generar y vender, en caso de instalar la planta con el proceso de MED, el calor se deberá generar en una caldera, sin más uso que el de calentar el agua de mar para la planta.

2.3.4.5.2. Razones de orden económico

Las razones económicas son a su vez de dos tipos, Costo de Inversión (CAPEX) y los Costos de explotación y mantenimiento (OPEX).

CAPEX

Basados en nuestra base de datos para concursos internacionales, el importe de la inversión para plantas de este tamaño sería el indicado a continuación:

- Planta de MED (3 x 3.315 m^3/d): 31 x 106 a 33 x 106 US$
- Planta de CMV (3 x 3.315 m^3/d): 20 x 106 a 22 x 106 US$
- Planta de OI (3 x 3.315 m^3/d): 16 x 106 a 18 x 106 US$

En el costo de inversión de la planta de MED se ha incluido el costo de la caldera para producir 45 Tn/h de vapor, necesario para el proceso de MED, así como los sistemas auxiliares de la caldera (Bombas, tratamiento de agua de calderas, almacenamiento de fuel-oil, tratamiento del combustible, chimenea de humos, etc.)

OPEX

Para calcular el OPEX vamos a establecer unos precios unitarios para los consumibles, mano de obra y otros costos asociados a la explotación de una planta desaladora.

Energía calorífica: 0,0116 US$/1000 kcal utilizadas en el proceso
Energía eléctrica: 0,22 US$/kWh
Mano de obra: 8 personas x 36.000 US/año y persona, incluyendo todos los gastos sociales, seguros, vestuario, horas extras, etc.
Mantenimiento de equipos:
- Mecánicos: 1% anual del valor de los equipos
- Eléctricos e instrumentación: 1,5% anual del valor de los equipos
- Obra civiles: 0,5% anual del valor de las obras

Productos químicos: 0,04 US$/m3 para los procesos de destilación y de 0,075 US$/m3 para OI
Remplazo de membranas de OI:
- Tasa anual de reposición: 10% de las instaladas
- Costo unitarios de membrana: 500 US$

El número de personas, como mano de obra, no depende del tipo de proceso utilizado, por tanto hemos considerado las mismas sea cual sea el proceso de destilación. Tampoco el número de personas está relacionado con la producción, en el rango de plantas que estamos considerando. No consideramos el costo de la mano de obra de la producción del vapor, ya que se considera que está incluido en el precio unitario de la energía calorífica.

Según estos datos tendremos los siguientes costos anuales por proceso:

Tabla 2.30 Costos anuales por proceso

CONCEPTO	M.E.D	C.M.V	O.I.
Producción anual (m^3)	3.480.750	3.480.750	3.480.750
Energía calorífica	2.039.135	-------	-------
Energía eléctrica	1.605.835	9.171.393	2.651.649
Mano de obra	288.000	288.000	288.000
Mantenimiento	333.250	205.000	130.550

CONCEPTO	M.E.D	C.M.V	O.I.
Productos químicos	139.230	139.230	261.060
Reposición de membranas	-------	-------	29.500
Limpiezas químicas y otros gastos	-------	-------	20.000
Total anual (US$)……	**4.405.450**	**9.803.623**	**3.380.759**
Costo unitario (US$/m^3)……	**1,266**	**2,817**	**0,971**

2.3.4.5.3. Razones de orden medioambiental

En este apartado analizaremos los diferentes impactos que producen los procesos de desalación que estamos contemplando. La Matriz de impactos medioambientales contempla los impactos por efluentes líquidos, gaseosos, sólidos, ruidos y visuales. La valoración que se da es de 1 a 5 siendo la escala la siguiente:

1: Impacto nulo.
2: Impacto mínimo se recupera por si mismo
3: Impacta pequeño, la afección es controlada en intensidad y extensión.
4: Impacta, la afección es controlada en extensión.
5: Impacto grande, destructivo

Las medidas que se pueden tomar correctivas se clasifican en:

A: No es necesario ningún tipo de medidas
B: Existen y se implantan las medidas correctoras para pasar al grado 2 como poco.
C: Existen y se implantan las medidas correctoras para pasar al grado 3 como poco.
D: No existen medidas correctoras.

Tabla 2.31 Tipo de impacto

TIPO DE IMPACTO	M.E.D	C.M.V.	O.I.
Efluentes sólidos	2C	2B	2B
Efluentes líquidos	2A	3B	3B
Efluentes gaseosos	4C	1A	1A
Ruidos	4D	3B	3B
Visual/paisajístico	4D	1A	1A

Hay que considerar que la MED son instalaciones a la intemperie y que necesitan de calderas, todo ello da un gran impacto al medioambiente tanto por los humos de la combustión, como por los ruidos y el impacto visual, debiendo situarse lejos de las zonas habitadas. Los procesos de O.I. y CMV, se instalan dentro de un edificio que puede integrarse con el entorno, evitando la salida de ruidos y el impacto visual que producen.

2.3.4.5.4. Conclusión

A la vista de los impactos medioambientales de cada proceso, los más aconsejables son el de Compresión Mecánica de Vapor (C.M.V.) y el de Osmosis Inversa (O.I.).

Si analizamos los aspectos económicos los más aconsejables son el de Osmosis Inversa (O.I.) y el de Evaporación por Multiefecto (M.E.D.)

Del cruce de ambos análisis vemos que le proceso de Ósmosis Inversa es el más adecuado, lo que viene a confirmar lo que está ocurriendo en el resto del Mundo en el que salvo casos excepcionales la Osmosis Inversa es el proceso que más se está instalando para resolver el problema de abastecimiento de agua mediante plantas de desalación utilizando el agua de mar.

Por estos motivos el proceso seleccionado para la planta desaladora de “Los Pericúes” es el de Ósmosis Inversa para agua de mar.

2.3.4.6.1. Equipos electromecánicos

Bombeo de agua de mar

El grupo de bombeo de agua de mar puede suministrar a la planta hasta 1.142 m³/h, está formado por 4 (3+1) bombas sumergibles, de capacidad unitaria 312 m³/h y TDH de 56 m.c.l.

Las bombas irán equipadas con variadores de frecuencia.

Cada una de las cuatro bombas de agua de mar se instalará en un pozo de captación. Desde los pozos las bombas impulsarán el agua de mar hasta la planta de tratamiento. El colector de impulsión a la Planta será de diámetro 450 mm, lo que proporciona una velocidad del agua de mar en el interior de la tubería inferior a 2 m/s y estará construido en PRFV, PN16.

Las bombas de agua de mar previstas son sumergibles. El material empleado en las bombas será de superduplex con PREN > 40, equivalente al AISI 904hMo o similar.

El modo de funcionamiento habitual del bombeo de agua bruta será con 3 grupos en funcionamiento simultáneo, el programa de funcionamiento actuará de tal forma que todos los grupos trabajen el mismo nº de horas mediante la alternancia en parada de la bomba de reserva, la cual será utilizada para el desplazamiento de la salmuera en el filtro después de su lavado.

En la tubería de descarga de cada bomba se instalará un caudalímetro, para medir el caudal que s está extrayendo de cada pozo. Igualmente cada pozo estará dotado de un medidor de nivel, el cual servirá como punto de consigna para el variador de velocidad el cual modificará el caudal extraído si el nivel baja por debajo de un valor predeterminado.

Dosificación de hipoclorito sódico

Está previsto efectuar una cloración del agua de mar mediante dosificación de hipoclorito sódico en el colector de salida de las bombas de agua de mar. Para ello se ha previsto un tanque de almacenamiento de hipoclorito de 3 m³ que nos da una autonomía de más de 30 días de operación continúa a la máxima producción, construido en PRFV, y equipado con medida de nivel por ultrasonidos, interruptores de alto y bajo nivel, drenaje, tuberías de interconexión y demás accesorios.

El tanque de hipoclorito sódico estará situado en el interior de un cubeto con capacidad suficiente para almacenar el contenido en el caso de rotura.
La inyección de hipoclorito se efectúa mediante cuatro bombas dosificadoras, siendo una de reserva, del tipo de desplazamiento positivo. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de PVC, asientos de polietileno, membranas de PTFE, juntas de vitón y carter-bancada de fundición. El caudal nominal de las bombas es regulable entre el 10% y el 100%, la regulación es automática, con accionamiento desde el panel de control, para lo cual las bombas dosificadoras estarán provistas de los correspondientes servomotores.

Está prevista la dosificación en choques de hipoclorito por lo que se ha utilizado para el diseño una dosis de 10 ppm de cloro activo.

Para el llenado de los depósitos se instalará una bomba centrífuga de trasiego de 33 m3/h de caudal.

Dosificación de cloruro férrico

Para la eliminación de la materia en suspensión y los coloides presentes en el agua de mar se ha previsto efectuar la dosificación de cloruro férrico.

La adición del producto se lleva a cabo en línea. Se dispondrá de la instalación de un depósito de acumulación construido en PRFV, de 6 m³ de capacidad lo que nos proporcionará una autonomía de más de 30 días de operación continua a la máxima producción nominal. El depósito irá equipado con indicadores de nivel local y transmisor de nivel de ultrasonidos y darán alarmas de alto y bajo nivel.

El depósito de cloruro férrico estará situado en el interior de un cubeto con capacidad suficiente para almacenar todo su contenido en el caso de rotura.

Se dispondrá de 3+1 bombas dosificadoras siendo una de ella de reserva. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de PVC, asientos de polietileno, membranas de PTFE adherido sobre elastómero, juntas de vitón y carter-bancada de fundición. Estas serán regulables desde el 10% al 100% de su capacidad máxima. La regulación del dosificador es automática desde panel de control, para lo cual están provistos de los correspondientes servomotores.

Para el trasvase del cloruro férrico desde el medio de transporte a los depósitos de almacenamiento, se instalará una bomba centrífuga de trasiego 33 m³/h de caudal.

Dosificación de ácido sulfúrico

Para corregir el pH del agua de mar y evitar la precipitación de los bicarbonatos presentes en el agua de mar se va a efectuar la dosificación de ácido sulfúrico.

La adición del producto se lleva a cabo en línea. Se dispondrá de la instalación de un depósito de acumulación construido en Acero al Carbono de 5 m³ de capacidad lo que nos proporcionará una autonomía de más de 30 días de operación continua a la máxima producción nominal. El depósito irá equipado con indicadores de nivel local y transmisor de nivel de ultrasonidos y darán alarmas de alto y bajo nivel.

El depósito de ácido sulfúrico estará situado en el interior de un cubeto con capacidad suficiente para almacenar todo su contenido en el caso de rotura.

Se dispondrá de 3+1 bombas dosificadoras siendo una de ella de reserva. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de válvulas AISI 316, membranas y juntas de PTFE, bolas de Hastelloy C, asiento de AISI 904, y carter-bancada de fundición. Estas serán regulables desde el 10% al 100% de su capacidad máxima. La regulación del dosificador es automática desde panel de control, para lo cual están provistos de los correspondientes servomotores.

Para el trasvase del ácido sulfúrico desde el medio de transporte a los depósitos de almacenamiento, se instalará una bomba centrífuga de trasiego 50 m³/h de caudal.

Filtros multicapas de arena y antracita

Para la eliminación de partículas presentes en el agua bruta, se filtrará el agua de mar a través de unos filtros a presión bicapa de arena y antracita. El lecho consistirá en dos capas de arena silícea y una de antracita.

La capa inferior soporte de arena silícea tendrá una altura de 200 mm, una talla efectiva de 2 mm. y un coeficiente de uniformidad de 1,4. La capa intermedia de arena silícea tendrá una altura de 700 mm, una talla efectiva de 0,9 mm. y un coeficiente de uniformidad de 1,4. La capa superior de antracita tendrá una altura de 1.000 mm, la talla efectiva será 2 mm. y el coeficiente de uniformidad de 1,4.

Se van a disponer de 9 filtros cilíndricos verticales (3 por fase de construcción), montados en paralelo, de tal manera, que el caudal queda repartido entre todos ellos en el proceso normal de operación. Cada filtro alberga en su interior una placa soporte equipada con las correspondientes boquillas sobre la cual se sitúa el lecho filtrante. Los filtros se instalarán en el interior del edificio de proceso, con el fin de evitar el impacto visual que pudieran causar y considerando las características urbanísticas de la zona.

Los filtros estarán construidos en PRFV con protección específica exterior frente a rayos. La disposición de los filtros será cilíndrica vertical con fondos bombeados. Una vez que el caudal de paso por un filtro baje del 80% del caudal normal de trabajo, se procederá a su lavado pasando el caudal de trabajo por los otros filtros en servicio.

Las dimensiones de los filtros son: 3,6 m. de diámetro y 4,79 m de altura del cuerpo, lo que equivale a una superficie eficaz de filtración de 10,07 m2 por filtro. La velocidad de filtración en operación normal es inferior a 10,5 m/h, y en situación de lavado inferior a 12 m/h. Los filtros irán dotados de las bocas de visita necesarias para su inspección y mantenimiento, igualmente llevan drenajes, venteos y la instrumentación correspondiente, así como el juego de válvulas automáticas necesarias para efectuar las operaciones de lavado y puesta en servicio de forma automática. Si el operador lo desea, el lavado puede hacerse de forma semiautomática decidiendo desde panel cada uno de los pasos a realizar. También puede modificarse los tiempos de cada una de las fases de lavado y entrando en el nivel de programación, cambiar el sistema de lavado.

Las boquillas de los filtros de arena están estudiadas de forma que se impida la salida de la arena y que la pérdida de carga sea la mínima posible. Hay instaladas en total de 50 boquillas por metro cuadrado de superficie filtrante. Las boquillas son de material plástico resistente al agua de mar y no degradable por ésta.

Equipos de lavado de los filtros de arena y antracita

El lavado de los filtros de arena se efectuará con agua del rechazo de membranas (salmuera). Para ello se va a disponer de dos bombas centrífugas, una de ellas de reserva. El conjunto para lavado de los filtros cerrados, se va a situar en la nave de proceso. El caudal de las bombas es suficiente para que la velocidad del lavado sea de 30 m/h.

El caudal de las bombas será de 301 m^3/h con TDH=25 m.c.l. Los materiales del cuerpo, impulsores y eje serán de superduplex con PREN > 40 ó calidad equivalente al AISI 904hMo. El uso del rechazo de membranas para agua de lavado implica un ahorro energético y de productos químicos.

Además del agua de lavado mediante las bombas descritas, se va a disponer de dos soplantes de 503 Nm^3/h cada una, una en operación y otra en reserva. La inclusión del grupo soplante permite asegurar un lavado efectivo, así como un ahorro notable en las aguas de lavado. El grupo soplante, dispone de su correspondiente filtro de aire, silenciador de ruidos, válvulas de seguridad, y aislamiento, así como los tramos de tubería con manómetros y accesorios correspondientes. Las tuberías de agua y aire de lavado serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El caudal de agua de lavado estará controlado mediante una válvula de control situada en el colector de agua de lavado a los filtros, justo a la descarga de las bombas de agua de lavado. Para la medida del caudal de agua de lavado se va disponer de un caudalímetro instalado en el colector de impulsión de las bombas.

Tras el lavado de los filtros de arena y antracita hay que desplazar la salmuera que haya quedado en el interior antes de volver a poner en línea el filtro, para ello se hará circular agua de mar que se tirará al desagüe durante un tiempo que asegure que la salmuera del interior del filtro ha sido eliminada. Para esta función se utilizará la bomba de captación en reserva.

Los filtros estarán provistos de la instrumentación correspondiente, así como un juego de válvulas automáticas necesario para efectuar las operaciones de lavado y puesta en servicio de una forma automática.

Si el operador lo considera necesario, el lavado podrá hacerse de forma manual remoto, activando válvula a válvula o semi-automático, fase a fase de lavado. Además podrán modificarse los tiempos de cada una de las fases.

Dosificación de metabisulfito sódico

Se ha previsto un equipo dosificador de metabisulfito sódico con el fin de reducir el cloro residual antes de que el agua de mar llegue a las membranas, dada la escasa tolerancia al cloro que tienen dichas membranas. Esta sustancia reacciona con el cloro y con el resto de oxidantes contenidos en el agua de mar, tales como el oxigeno disuelto, evitando que lleguen a las membranas y las deterioren.

El equipo consta de dos tanques de acumulación-disolución en PRFV de 500 litros de capacidad cada uno, con electroagitador, valvulería de aislamiento, seguridad y retención, indicador e interruptores de máximo y mínimo, tuberías de interconexión, accesorios y las correspondientes 3+1 bombas dosificadoras, una de ellas de reserva.

El empleo de dos tanques para la disolución del reactivo facilita la operación de la planta, ya que se puede estar trabajando con un tanque mientras se prepara la solución del metabisulfito en el otro. Los depósitos irán equipados con niveles locales y transmisores de nivel de ultrasonidos y alarmas de alto, bajo y muy bajo nivel. Los ejes y las palas de los agitadores estarán construidos en acero inoxidable calidad AISI 316 L.

Los tanques de metabisulfito sódico estarán situados en el interior de un cubeto con capacidad suficiente para almacenar todo su contenido en el caso de rotura.

La adición del producto se lleva a cabo en línea y antes de los filtros de cartucho para dar el máximo tiempo de contacto posible. Además se instalará un punto de inyección adicional después de los filtros de cartucho. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de PVC, asientos de polietileno, membranas de PTFE, juntas de vitón y carter-bancada de fundición. Serán regulables desde el 10% al 100% de su capacidad máxima. La regulación es automática desde panel para lo cual cada bomba estará provista de su correspondiente servomotor.

Tras este equipo y después de los filtros de cartuchos se sitúa un detector ORP con alarma y registro en panel, un medidor de pH con indicación en panel, y alarmas por máximo y mínimo, con registrado.

Dosificación de anti incrustante

Con el fin de evitar la precipitación de las sales de sulfato cálcico, sulfato de estroncio, fluoruro cálcico y otras sales, al concentrarse el agua de mar en las membranas, se dosificará un dispersante cuya acción es impedir la formación de las redes cristalinas de las sales, manteniendo a los iones en dispersión y permitiendo sobrepasar el límite de los productos de solubilidad de dichas sales.

El equipo consta de dos tanques de acumulación-disolución en PRFV de 250 litros de capacidad cada uno, con electroagitador, valvulería de aislamiento, seguridad y retención, indicador, interruptor de máximo y de mínimo nivel con alarma, tuberías de interconexión, accesorios.

Los tanques de dispersante estarán situados en el interior de un cubeto con capacidad suficiente para almacenar todo su contenido en el caso de rotura.

Se dispondrá de 3+1 bombas dosificadoras siendo una de ellas de reserva y espacio para dos adicionales. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de PVC, asientos de polietileno, membranas de PTFE adherido sobre elastómero, juntas de vitón y carter-bancada de fundición. Estas serán regulables desde el 10% al 100% de su capacidad máxima. La regulación del dosificador es automática desde panel de control, para lo cual están provistos de los correspondientes servomotores. Los ejes y las palas de los agitadores serán construidos en acero inoxidable calidad AISI 316 L.

La adición del producto se lleva a cabo en línea y antes de los filtros de cartucho para dar el máximo tiempo de contacto posible.

Filtros de cartucho

El agua filtrada en los filtros de arena y antracita es enviada a los filtros de cartucho. Se va a instalar un punto de dosificación de metabisulfito sódico y dispersante antes de la entrada del agua filtrada a

los filtros de cartucho y otro punto de dosificación de metabisulfito sódico después de los filtros de cartucho (y posterior al medidor ORP).

El proceso de filtración va a consistir en 9 filtros de cartuchos (3 por cada Fase de construcción), construidos en PRFV.

Los filtros de cartucho estarán equipados con cartuchos de polipropileno de filtración en profundidad con un poder de corte de 10 micras absolutas, con una eficiencia en la remoción de partículas del 99,6% y un beta ratio de 5.000.

Antes y después de los filtros de cartucho se instalarán tomas de muestra para la medida de SDI del agua, al objeto de determinar la eficacia de la filtración, y la calidad del agua antes de entrar en las membranas.

Antes de cada uno de los filtros de cartucho se va a instalar un caudalímetro.
En el colector de entrada y en el de salida del conjunto filtrante se instalará un manómetro con válvula de aislamiento.

Las tuberías y los colectores de entrada y salida de los filtros van a ser de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Bombeo de alta presión

Este grupo tiene la misión fundamental de proporcionar la presión necesaria para conseguir vencer la presión osmótica del agua de mar y las pérdidas de carga del sistema.

Se instalarán tres grupos moto-bomba, uno por cada bastidor. Las bombas de alta presión serán del tipo multietapa, de cámara partida y de alto rendimiento construidas en acero de calidad superduplex con PREN > 40, tendrán una capacidad de bombeo de 143 m^3/h a un T.D.H. de 611 m.c.l., el rendimiento mínimo será del 80% para la bomba y del 96% para el motor.

Las tuberías de aspiración de las bombas de alta presión serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Las tuberías de descarga de la bomba serán de superduplex con PREN > 40.

En la aspiración de cada grupo motobomba de alta presión, se situará un presostato de baja presión que producirá alarma y registro en el sistema de control, parando la bomba por baja presión de aspiración. Así mismo se dispondrá en la aspiración de un transmisor de caudal de agua de mar a la bomba, para indicación registro y alarma por muy bajo caudal que produce el disparo de la moto-bomba.

En la impulsión de las bombas de alta presión se dispondrá de un manómetro, una válvula de retención, una válvula automática todo-nada, un presostato y transmisor de presión.

Los cojinetes de todas las bombas y motores llevarán sondas de temperatura, así como también estarán provistos de sondas de temperatura los devanados de los motores.

Bastidores de membranas de ósmosis inversa

Se instalarán tres (3) bastidores de membranas de una etapa cada uno, uno por cada Fase de construcción. Cada bastidor tiene de 8 filas y 4 columnas, donde se instalarán 28 tubos de presión, quedando 4 huecos libres por bastidor. Cada tubo tiene capacidad para alojar 7 membranas con lo que el número total de membranas instaladas por bastidor es de 196. El tipo de tubos de presión a utilizar es del modelo “Multiport” por lo que con un único colector vertical alimenta a todos los tubos de presión.

La planta se ha diseñado considerando la instalación de membranas de poliamida aromática con un rechazo de sales del 99,75 %, en arrollamiento espiral. Concretamente se ha diseñado con las membranas de DOW-FILMTEC, modelo SW30XLE-440i, del tipo de alto rechazo de sales, tal como puede comprobarse en el Anejo 1. No obstante, y considerando la similitud entre las diferentes membranas del tipo de arrollamiento en espiral tanto en características de presión de alimentación, tamaño de la membrana, y calidad del agua producto, podrían instalarse otras membranas similares de HYDRANAUTICS o de TORAY.

Se disponen 7 membranas de este tipo por recipiente o tubo de presión. Los tubos de presión serán de PRFV, de marca reconocida y probada en plantas similares, y deberán tener estampado el sello ASME.

Todos los tubos de presión se instalarán sobre un bastidor de acero al carbono, pintado con epoxy, capaz de albergar 32 tubos de presión.

El agua permeada (producto) obtenida en cada tubo de presión se lleva a un colector horizontal que lleva el agua de permeada hasta el colector vertical. El colector vertical se situará en el lado opuesto de las conexiones de alimentación de agua de mar a los tubos de presión.

El agua permeada, finalmente, se enviará al colector general que lo conducirá al depósito de almacenamiento de agua permeada y de este, por rebose a través del vertedero existente, al tanque de almacenamiento de producto.

En la salida del permeado de cada tubo de presión se dispondrá de una válvula de tres vías de forma que se pueda efectuar un aforo del caudal producido por cada tubo de presión y además se pueda muestrear la salinidad de cada membrana dentro del tubo de presión, mediante la introducción de un tubo de toma de muestras a través de la válvula de tres vías. Todo ello nos permitirá tener una idea del estado de funcionamiento de las membranas instaladas en los tubos de presión. Por otra parte, tendremos instalada también una toma de muestra del permeado por cada tubo de presión, la cual será llevada a un panel de toma de muestra general. Este panel está instalado en un lateral del bastidor correspondiente. En dicho panel y mediante conexiones de enchufe rápido, podremos tener una medida de la conductividad del agua de producida en cada tubo de presión, siendo este un parámetro indicativo del estado de deterioro o ensuciamiento de las membranas.

Las tuberías de alimentación de los bastidores de O.I. serán de superduplex con PREN > 40. Las salidas de la salmuera de los bastidores serán también del mismo material. Los colectores de producto, las conexiones de producto de los módulos y la tubería general de conducción del producto a los tanques son de PRFV o PP (dependiendo del diámetro).

La conexión entre los módulos y sus tuberías correspondientes de agua de mar y salmuera de alta presión es por juntas tipo Vitaulic. Las conexiones para el producto serán roscadas.

Recuperación de la energía de la salmuera

La salmuera a la salida de los bastidores aún tiene mucha presión, o lo que es lo mismo mucha energía. Para recuperar la energía de la salmuera de rechazo se utilizarán Sistemas de Intercambio de Presión (S.I.P.), que es el procedimiento que tiene mayor rendimiento de recuperación y el más utilizado en las plantas desaladoras que actualmente se están construyendo.

En la actualidad han aparecido nuevos equipos de recuperación de energía, los "Sistemas de Intercambio de Presión". Para que se entienda de manera sencilla como funcionan estos equipos, se puede decir que al igual que los cambiadores de calor intercambian el calor entre dos corrientes, en los sistemas de intercambio de presión lo que se intercambia es la presión entre dos corrientes de agua. Por una parte entra la salmuera a alta presión, por otra entra el agua de mar a baja presión, se intercambian las presiones y salen del equipo la salmuera a baja presión y el agua de mar a alta presión. La forma de intercambiar la presión es poniendo en contacto ambas corrientes, de esta forma la salmuera presuriza el agua de mar entrante, es decir, se basan en el principio de Pascal.

El equipo seleccionado es el de Energy Recovery Inc (ERI) y concretamente el modelo PX-300. Se instalarán un total de nueve (9) de estas cámaras, tres (3) por línea. Los materiales de construcción de estos equipos son de PRFV y cerámicos en los internos y de superduplex con PREN > 40 para las conexiones.

Las tuberías de entrada de agua de mar a baja presión y de salida de salmuera a baja presión serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Las tuberías de entrada de salmuera a alta presión y de salida de agua de mar a alta presión serán de superduplex con PREN > 40.

Bombas de recirculación

Dado que el agua de mar a alta presión a la salida de los S.I.P. no tiene la presión necesaria para entrar a las membranas de Ósmosis Inversa, esta agua de mar de alta presión de los SIP alimenta una bomba, llamada de recirculación, cuyo objeto es aumentar la presión hasta igualarla con la presión de descarga de la bomba de alta presión antes mencionada.

Se instalarán un total de tres (3) bombas de recirculación, una por cada bastidor, provistas de variador de velocidad, incrementará la presión de salida de las cámaras de intercambio de presión hasta la de entrada a membranas, siendo la calidad de los materiales iguales a los de la bomba de alta presión. Las bombas serán centrifugas horizontales de cámara partida y tendrán un caudal unitario de 168,7 m^3/h con un T.D.H. de 62,3 m.c.l.

Las tuberías de aspiración de las bombas de recirculación así como las tuberías de descarga de la bomba, serán de superduplex con PREN > 40.

En la aspiración de cada grupo motobomba de recirculación, se situará un transmisor de presión que producirá alarma y registro en el sistema de control. Así mismo se dispondrá en la aspiración de un transmisor de caudal de agua de mar a la bomba, para indicación registro y alarma por muy bajo caudal que produce el disparo de la moto-bomba.

En la impulsión de las bombas de recirculación se dispondrá de un manómetro, una válvula de retención, una válvula automática todo-nada, un presostato y transmisor de presión.

Los cojinetes de todas las bombas y motores llevarán sondas de temperatura, así como también estarán provistos de sondas de temperatura los devanados de los motores.

Sistema de descarga de salmuera al mar

La salmuera a baja presión a la salida de los SIP, se envía a un colector común y este colector común llevará la salmuera hasta un tanque de almacenamiento de salmuera. Este tanque cumple una doble misión, por una parte es el tanque desde el que aspirarán las bombas de lavado de los filtros de arena y antracita, antes descritas. Por otra hace que el nivel de la salmuera en el tanque sea fijo de manera que la contrapresión en la salida de los SIP tenga una valor mínimo determinado por el fabricante de los SIP para evitar que estos caviten. La forma de conseguir esta altura es mediante un vertedero con la altura adecuada, cuando la salmuera en el tanque de almacenamiento alcanza esta altura, rebosa por el vertedero hacia otra cámara que está conectada con el mar por medio del emisario submarino. Este emisario es una tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) de DN-600 y longitud adecuada para permitir que el extremo de la descarga alcance la batimétrica 25. En este punto de descarga se encuentran instalados tres difusores de DN-160 y formando un ángulo de 45º con la horizontal, ver dibujo adjunto.

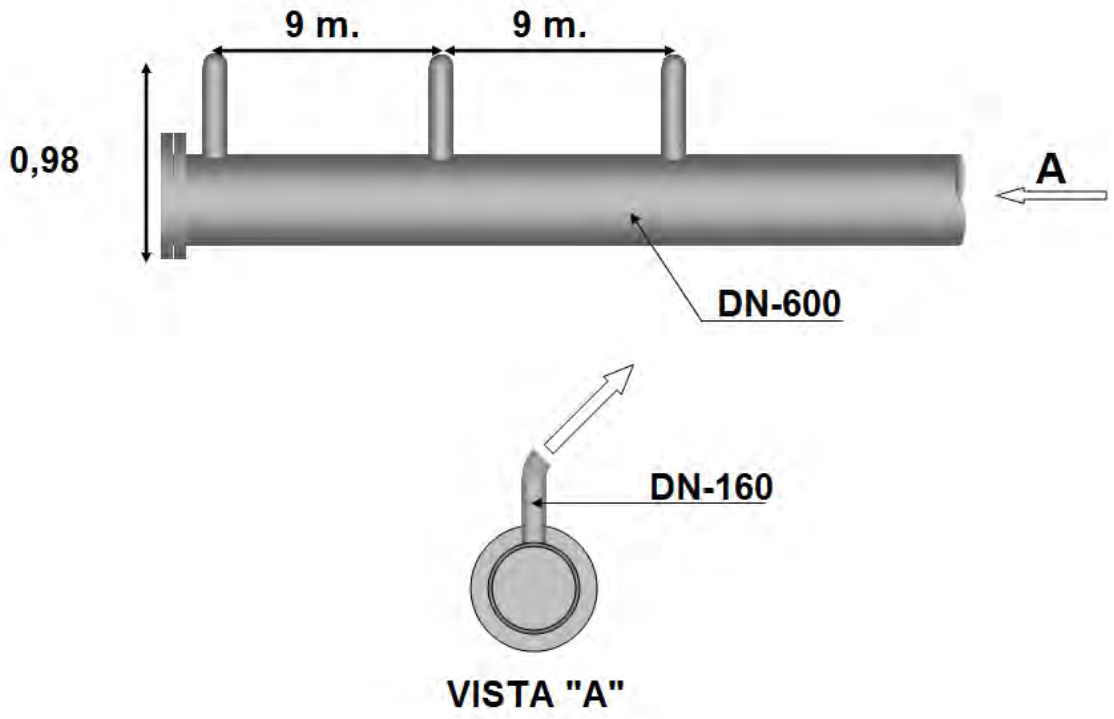


Figura 2.52 Difusores de DN-160

Como la planta desaladora se va a construir por Fases y lo importante, para conseguir una buena y rápida dilución de la pluma de salmuera, es que la velocidad de salida por los difusores se mantenga lo más alta posible, lo que se hará es instalar desde el principio los tres difusores, pero en la Fase-I solo funcionará uno de ellos estando los otros dos taponados. Tras la construcción de la Fase-II se destaponará un segundo difusor y tras la construcción de la Fase-III se destaponará el tercero. De esta forma se logrará que la velocidad de salida de la salmuera en todas las Fases sea la misma y, en consecuencia, la dilución de la pluma siempre será la prevista.

Equipo de limpieza química de membranas y desplazamiento

Cuando se alcance un ensuciamiento apreciable en las membranas, o sea necesaria una limpieza química de las membranas por algún tipo de contaminación en el agua de mar bruta, se empleará este equipo. El equipo consiste en un depósito de acumulación de 20 m³ en el que se disuelve, con agua permeada procedente del depósito de almacenamiento de agua permeada, el reactivo adecuado para eliminar el ensuciamiento producido. La agitación se realizará mediante un electroagitador. El depósito de limpieza estará equipado con una resistencia eléctrica de calentamiento, un medidor de temperatura y una alarma por máximo y mínimo nivel. El depósito será construido en PRFV, el eje y las palas del agitador en AISI 316 L, o similar.

Una vez realizada la solución de limpieza química, ésta será aspirada por dos bombas centrífugas que la enviarán al bastidor de ósmosis para la limpieza química de sus membranas. Las bombas tienen una capacidad unitaria de 112 m³/h y un TDH = 68,3 mcl. Los materiales de las bombas en contacto con el agua serán de AISI 316 L o similar. Las bombas disponen de válvulas de aislamiento y retención, manómetro y tuberías de interconexión en PRFV, así como un medidor de caudal.

La solución química pasará por un filtro de cartucho antes de su llegada al bastidor con el fin de eliminar pequeñas partículas presentes de reactivo que puedan quedar sin disolver. Este filtro es del mismo tipo que los utilizados en el pretratamiento del agua de mar, los cartuchos filtrantes serán intercambiables con los del pretratamiento. El filtro está dotado de válvulas de aislamiento, manómetro de entrada y salida.

La solución se introduce en la tubería de alimentación del bastidor correspondiente, detrás de la válvula de aislamiento del mismo, que en este momento estará cerrada. Atraviesa los tubos de presión limpiando las membranas a baja presión, con lo que la mayor parte de la solución saldrá por el rechazo de los tubos de presión junto a los precipitados disueltos y pequeñas partículas que arrastre y que constituían la suciedad de las membranas. Esta solución de salida se lleva de nuevo al depósito de limpieza.

Por la línea de producto saldrá una pequeña cantidad de solución química que mediante una tubería, prevista a este fin, retornará al tanque de limpieza, al igual que el rechazo, formándose un circuito cerrado de limpieza.

Cuando se realicen limpiezas químicas se deberá aislar el circuito cerrado de bastidor y equipo de limpieza por lo que se disponen de válvulas con finales de carrera y accesorios a éste fin.

La limpieza periódica de las membranas es un proceso necesario desde el punto de vista de conservación de las mismas, así como de buena operación del proceso.

Los productos químicos a utilizar en la limpieza de las membranas son varios y dependen de dos factores principalmente, uno de ellos es el tipo de suciedad que haya tenido lugar, y otro es el tipo y fabricante de membranas que se haya instalado. Por tanto las instrucciones concretas y los productos concretos a utilizar serán definidos en las fases de construcción y pruebas, de acuerdo con el fabricante de membranas seleccionado.

Siempre que se produzca una parada prolongada en alguna de las líneas de ósmosis inversa, se hace necesario el desplazamiento del agua de mar y de la salmuera con agua permeada en: las

bombas de alta presión, las bombas de recirculación, los sistemas de intercambio de presión, las tuberías, los tubos de presión y las membranas.

De no realizarse el enjuague los equipos de bombeo y tuberías podrían padecer fuertes corrosiones y en las membranas podrían producirse precipitaciones que perjudicarían notablemente a las mismas.
El agua permeada destinada a este proceso se toma de un depósito de agua permeada.

Para el desplazamiento se usará una bomba centrífuga de iguales características que las bombas de limpieza química. La aspiración de la bomba de desplazamiento y la aspiración de las bombas de limpieza química se conectarán tanto al depósito de limpieza como al de agua permeada.

El depósito de agua permeada tendrá una capacidad de 30 m3. Estará equipado con un medidor visual de nivel con contactos magnéticos para alto y bajo nivel, de un transmisor de nivel, tubuladuras para rebose, drenaje y entrada y salida de agua permeada.

La inyección de agua de enjuague en las líneas de tratamiento se verifica en la aspiración de las bombas de alta presión y en la aspiración de las bombas de recirculación, estando la válvula automática correspondiente cerrada en la línea principal y abierta la válvula que da acceso al desplazamiento de la línea sometida a este proceso.
La mezcla de agua de mar y/o salmuera con el agua de enjuague, saldrá por la tubería de salmuera de los sistemas de intercambio de presión al drenaje general de la instalación. El proceso de enjuague finalizará cuando la conductividad del agua de salida sea inferior a 2000 ohms/cm.

Equipo de neutralización de efluentes de limpieza química

El agua procedente del lavado de las membranas, así como otros efluentes químicos podrán ser básicos o ácidos, de modo que necesitaran neutralizarse con ácido sulfúrico o sosa antes de mezclarse con la salmuera para su envío al colector de salmuera.

Se instalarán los equipos siguientes:

Para la neutralización con sosa se instalarán una bomba dosificadora de 200 L/h de caudal máximo de dosificación. Las bomba dosificadora serán regulables desde el 10% al 100% de su capacidad máxima. La regulación será manual. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de válvulas AISI 316, membranas y juntas de PTFE, bolas de Hastelloy C, asiento de AISI 904, y carter-bancada de fundición. Las tuberías de inyección del producto son de AISI-316L, la sosa se dosificará desde un depósito de hidróxido sódico, donde se diluirá sosa en estado sólido, el depósito será de AISI-316L.

La neutralización con ácido sulfúrico se realizará mediante una bomba dosificadora de caudal 50 L/h. La bomba dosificadora se instalará junto al tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico. Los materiales de la bomba serán los siguientes: cuerpo y cajas de válvulas AISI 316, membranas y juntas de PTFE, bolas de Hastelloy C, asiento de AISI 904, y carter-bancada de fundición. Las bombas son del tipo de desplazamiento positivo, regulables desde el 10% al 100% y provistas de servomotores para su regulación desde el control.

El depósito de almacenamiento de ácido es el mismo que el utilizado para el pretratamiento del agua de mar. Las tuberías de dosificación de ácido serán de acero al carbono.

La dosificación de sosa y la de ácido sulfúrico se realizará en el tanque de limpieza química que será donde se neutralicen los efluentes una vez terminada la misma.

Se instalarán duchas con lavaojos como medida de seguridad y protección, una en el edificio de reactivos y otra cercana al depósito de neutralización.

Una vez neutralizados los efluentes de la limpieza química de membranas se llevará al sistema de vertido. Para ello se instalarán 1+1 bombas centrífugas una de ellas de reserva, con un caudal de 90 m3/h y un TDH de 11 m.c.l.

Depósito de almacenamiento de agua de producto y bombeo al exterior

El deposito de almacenamiento de agua producto tendrá una capacidad total de 500 m³.

Para el envío del agua a distribución se ha previsto el empleo de tres (3) bombas centrífugas horizontales para impulsar el agua de producto desde el tanque de almacenamiento. Las bombas de producto aspirarán del depósito de almacenamiento de producto y estarán construidas en acero de calidad AISI 316L o similar. Tendrán una capacidad unitaria de 138 m³/h.

Dosificación de hipoclorito sódico al agua de producto

El equipo de dosificación de hipoclorito sódico empleará los mismos depósitos de almacenamiento que los de pretratamiento, y se instalarán 3 bombas dosificadoras mas 1 de reserva, del tipo de desplazamiento positivo. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de PVC, asientos de polietileno, membranas de PTFE, juntas de vitón y carter-bancada de fundición. El caudal nominal de las bombas será regulable entre el 10% y el 100%, la regulación será automática, con accionamiento desde el panel de control, para lo cual las bombas dosificadoras estarán provistas de los correspondientes servomotores. El hipoclorito sódico se dosificará la aspiración de las bombas del producto. Se ha previsto un medidor de cloro residual en la impulsión de las bombas de producto.

Sistema de aire comprimido para instrumentos

Las válvulas tanto de control como todo-nada se han previsto con accionamiento neumático por ello se instalarán dos compresores de aire para instrumentación, con tanque de almacenamiento de aire comprimido y provisto de refrigeración de aire, separador de aceite, purga automática y secadores.

El tipo de compresor es de doble efecto, o tornillo refrigerado con aceite, trabajando a 8 Kg/cm2 de presión. Tendrá un tanque de acumulación.

El funcionamiento de los compresores es de la forma siguiente:

- El compresor entra en carga de forma automática cuando se alcanza la baja presión de aire predeterminada.
- El compresor para de forma automática, cuando se alcanza la alta presión prefijada en el tanque de acumulación.

Se ha previsto instalar una red de aire de instrumentos que llegue a los puntos que sean necesarios, instalándose los purgadores y demás accesorios necesarios para un correcto funcionamiento de la instalación.

Para el aire de servicios se usará el mismo equipo que el de instrumentos.

Sistema de agua de servicios

Para disponer de agua de servicios en la planta, se instalará un grupo de presión compuesto por un depósito de acumulación presurizado a 10 bar de 4 m^3 de capacidad con las partes en contacto con el agua de acero AISI 316 L y dos (1+1) bombas multicelulares. El caudal de agua de cada bomba será de 10 m3/h, a una presión de impulsión de 6 bares, estarán construidas en AISI 316 L. Se dispondrá de una red de agua de servicios por toda la planta, construida en PEAD.

Equipos de elevación

Para las operaciones de mantenimiento de las moto-bombas de alta presión, bombas de recirculación y bastidores de membranas se montará un puente grúa situado en la zona correspondiente con un recorrido a todo lo largo de las mismas. Tendrá potencia suficiente para elevar la parte más pesada del grupo, que es el motor.

Para las operaciones de mantenimiento de los filtros de arena y antracita y de los filtros de cartucho se ha previsto la instalación de un puente grúa situado en la zona correspondiente, con un recorrido a todo lo largo de la nave. Tendrá potencia suficiente para elevar la parte más pesada que es el filtro de arean y antracita.

Equipos contraincendios

El sistema de detección consta básicamente de una central de vigilancia y control del sistema de detección. A esta central quedan unidos los diferentes pulsadores manuales, campanas de alarma y detectores. Estos últimos son del tipo adecuado según el lugar de colocación y la cualidad que se deba vigilar, (humo, gases, llamas o calor), de tal forma que se asegure la máxima rapidez en la detección de un posible incendio. En todo caso el sistema deberá estar de acuerdo con las normas nacionales mexicanas. Estatales de Baja California y las exigencias de Industria.

La central controla las diversas áreas o sectores en que se ha dividido la planta incluso la captación de agua de mar y está interconectada con el sistema de control distribuido de la planta. Para mas detalles ver la descripción correspondiente a electricidad.

Para el resto de la instalación el sistema contra incendios estará formado por un conjunto de extintores fijos estratégicamente situados en las instalaciones y complementados con portátiles en cantidad y calidad suficiente para atacar a los fuegos que se pudieran presentar tanto de clase A, B, C como de clase D, según norma UNE 23.010, y siguiendo las normativas aplicables.

Sistema de comunicaciones, vigilancia y telecontrol

Para las comunicaciones en el interior de las instalaciones se instalarán dos equipos, uno de telefonía y otro de megafonía, estando en ambos casos la central en la Sala de Control.

Habrá terminales de ambos en los siguientes lugares: bombeo de producto, zona de filtros de arena y nave de proceso. Sólo teléfono, en los pozos de captación, en las oficinas y laboratorio.
Los equipos a intemperie serán de calidad contrastada en ambientes salinos.

Se va a instalar un sistema centralizado de vigilancia y telecontrol que se controlará de forma local desde la sala de control y de forma remoto vía Internet.

El sistema incluirá:

- Un circuito de televisión: perimetral, exterior a edificios e interior.
- Un control de accesos en la entrada.
- Protección contra intrusión interior.

Los equipos a intemperie serán de calidad contrastada en ambientes salinos.

Laboratorio de planta

El laboratorio dispondrá del equipamiento e instrumentos necesarios para la correcta supervisión y control del proceso. Dentro del equipamiento del laboratorio se dispondrá de los siguientes equipos:

- Una balanza electrónica de alta precisión.
- Fotómetro portátil digital
- Medidor de cloro portátil
- Bomba de vacío, portátil
- Destilador de agua
- Estufas para desecación y horno de mufla
- Estufas bacteriológicas para cultivos
- Frigorífico de 300 litros
- Placa calefactora rectangular.
- Agitadores magnéticos con calefacción
- Autoclave eléctrico automático de sobremesa
- Medidor manual de S.D.I.
- Manómetro digital.
- Medidor portátil de pH y calibrador.
- Medidor portátil de temperatura
- Medidor portátil de conductividad
- Medidor portátil de O.R.P.
- Medidor de T.D.S.
- Conjunto de reactivos para análisis
- Pipetas y demás accesorios.
- Mobiliario de laboratorio.
- Toma de aire comprimido.

Para análisis más complejos se recurrirá a laboratorios del exterior, disponibles en la zona.

2.3.4.6.2. Equipos eléctricos

Se ha diseñado una sala eléctrica, ubicada en la planta primera del edificio de oficinas, que albergara: los cuadros generales de distribución en baja tensión, los centros de control de motores, los armarios de variadores de frecuencia, arrancadores y las baterías de condensadores. Además la instalación de

baja tensión estará completada por una serie de cuadros secundarios de alumbrado y otros usos, distribuidos por el edificio de proceso y pozos de captación.

En el funcionamiento de la planta se emplea tensión nominal 400 V entre fases activas, y 230 V entre fases activas y neutro, frecuencia de 60 Hz.

2.3.4.6.2.1. Armarios de distribución general

Se instalarán los siguientes armarios de distribución general:

- 1 Armario de distribución en de baja tensión (CTD-001) para protección de la línea de acometida.
- 1 Armario de distribución de baja tensión para procesos (CTD-002), situado en la sala eléctrica.

Los armarios estarán constituidos por unidades modulares normalizadas. Estarán formados por secciones verticales independientes unidas entre sí por tornillería. Las diferentes columnas alojarán los elementos de ensamblaje compartimentados, con salida/entrada de cables superior/inferior. Conforme al espacio disponible en la sala eléctrica el acceso deberá ser anterior. Se instalaran interruptores con protección magnetotérmica. También se instalaran interruptores de protección magnetotérmica para los circuitos de salida a los distintos centros de control de motores y cuadro general de servicios auxiliares. Se incluirá un analizador de red para la medida de magnitudes eléctricas en el CDT-002.

El embarrado de estos armarios está formado por pletina de cobre electrolítico. Los anclajes de las barras soportaran los efectos electrodinámicos que puedan producir en condiciones de cortocircuito.
Las líneas a los armarios de baja tensión se realizaran con cable de cobre unipolar/multipolar RZ1-K 0,6/1 kV flexible, con terminales en ambos extremos.

2.3.4.6.2.2. Centros de control de motores

Se instalaran un total de dos centros de control de motores. Serán los siguientes:

- CCM-001 Proceso
- CCM-002 Bombas de Alta presión

Los CCM serán unidades modulares normalizadas. Estarán formados por secciones verticales independientes unidas entre sí por tornillería. Las diferentes columnas alojarán los elementos de ensamblaje compartimentados, con salida/entrada de cables superior/inferior. Conforme al espacio disponible en la sala eléctrica el acceso deberá ser anterior. Los auxiliares y las conexiones cliente se sitúan en compartimentos específicos situados en el lateral de la célula.

Los centros estarán climatizados, regulados mediante termostato. Los embarrados serán de cobre electrolítico. En la primera columna se instalará el interruptor de protección general con la señalización de abierto o cerrado. En cada uno de los centros de control de motores se instalará un analizador de redes.

La tensión de servicio de los circuitos de mando será de 24 V alterna y 50 Hz, obtenida a través de transformadores de mando.

Las salidas de los distintos circuitos llevarán protección frente a cortocircuitos y sobrecargas mediante interruptor magnético y térmico. Los motores que así lo requieran llevarán también protección frente a fallo de fase y asimetría.

El montaje los elementos de maniobra y protección de los distintos equipos eléctricos de la instalación, se llevará a cabo mediante el sistema de ejecución fija convencional sobre panel en el fondo del armario.

Las conexiones en el CCM se realizaran con cable flexible o rígido, de 2,5 mm² de sección mínima y tensión de servicio mínima 1000 V. Los extremos se aislarán adecuadamente y se marcarán para su identificación según los esquemas.

El cableado interno se alojará en canaletas de plástico con tapa, con accesibilidad por la cara delantera. Se ha tenido en cuenta que éstas sean resistentes a los agentes ambientales.

Se dispondrán conducciones separadas para las distintas tensiones y para los cables de control.

2.3.4.6.2.3. Cuadro general de servicios auxiliares

Para la instalación de los servicios auxiliares se instalará un cuadro general de distribución (CDT-003) que alimentará a los respectivos cuadros secundarios, ubicados en los diferentes edificios y encargados de suministrar la energía a los servicios correspondientes.

El cuadro se compone de un conjunto de armarios metálicos, con puertas en la parte anterior, acoplables entre sí para formar un conjunto modular. El cuadro alojara los interruptores de protección general, de los diferentes circuitos.

Toda la aparamenta será modular hasta 63 A y para valores superiores será de caja moldeada, y las protecciones serán de tipo omnipolar, incluido el seccionamiento del neutro.

Se establecerá una protección diferencial particular para cada servicio, construida por un núcleo toroidal con relé incorporado de sensibilidad 30 mA o 300 mA, según sea de alumbrado o de fuerza respectivamente y retardo ajustable.

Cada salida a los diferentes servicios se efectuará con interruptor automático magnetotérmico con relés, de calibres apropiados a las intensidades previstas.

Se instalara un analizador de redes agrupando las medidas de tensión, intensidad, factor de potencia, potencia máxima, potencia mínima, etc.
Tanto el embarrado general como los interruptores poseerán poder de corte mínimo para cortocircuitos de 25kA.

Se dejarán salidas de reserva en el embarrado de servicios no esenciales.

2.3.4.6.2.4. Cuadros secundarios

Las líneas de acometida a los distintos cuadros secundarios tienen su origen en el cuadro general de servicios auxiliares CDT-003. El número de líneas secundarias como sus respectivas secciones se ajustara a las necesidades de la planta.

Estarán constituidas por cables multipolares de cobre tipo RZ1-K 0,6/1 kV.

Las líneas se instalaran con canalización en bandeja, bajo tubo rígido de polietileno o de acero galvanizado, según se indique y en función del riesgo previsible para cada local, con cajas de registro de material sintético o chapa de acero.

Los cuadros serán metálicos o de poliéster, de tipo normalizado, con puerta delantera, frente liso, chapa protectora de bornas y conexiones. Cada cuadro contendrá un interruptor automático magnetotérmico general de corte omnipolar por cada línea secundaria, que llegue hasta el cuadro. Esta protección será modular hasta 63 A o de caja moldeada para valores superiores.

Se determinarán las intensidades de cortocircuito para cada cuadro, en función los siguientes parámetros: intensidad de cortocircuito, longitud, sección y naturaleza del conductor.

En todos los casos, los cuadros se dimensionarán considerando un factor de simultaneidad igual a 1.

Las salidas para alumbrado se equiparán con un interruptor diferencial de 30 mA. Las salidas de fuerza se equiparan con un interruptor diferencial de 300 mA. Todas dispondrán de interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar para protección del cable que alimenta a cada servicio.

Tanto los interruptores, como el propio cuadro, tendrán rótulos indicativos de los servicios que alimentan. Las conexiones de los cables estarán perfectamente referenciadas, embridadas y ordenadas para facilitar su control, dejando en todas ellas una longitud de reserva de al menos 20 cm.

No se prevén reservas en los cuadros.

2.3.4.6.2.5. Distribución de los receptores

Desde cada centro de control de Motores y armario de servicios auxiliares parten las líneas para alimentar a los diferentes receptores y equipos de mando.

Las líneas se realizaran con cable de cobre tipo unipolar o multipolar RZ1-K 0,6/1 flexible.

- Se seguirá el siguiente criterio, en cuanto a secciones mínimas:
- Para fuerza 2,5 mm^2 para las canalizaciones aéreas y 6 mm^2 para las canalizaciones subterráneas. Para equipos con variadores de frecuencia se utilizara cable apantallado.
- Para mando y señalización 1,5 mm^2 apantallado
- Para instalaciones empotradas de alumbrado: 1,5 mm^2
- Instalación de alumbrado exterior: 6 mm^2

El tendido de cables se realizará al aire mediante bandeja, en montaje superficial bajo tubo, y de forma subterránea. Los cables enterrados discurren bajo tubería de polietileno de diámetros adecuados, registrable por arquetas con tapa y fondo con drenaje, y a una profundidad igual o superior a 60 cm.

En el caso de instalación al aire, se utilizaran bandejas de PVC en el interior de edificios, y de acero galvanizado en el exterior.

Los circuitos de fuerza y los de mando y señalización se llevarán por canalizaciones diferentes.

Las tapas de las cajas de registro y derivación en instalaciones vistas se sujetaran con tornillos. Las entradas de tubos se realizarán asegurando su estanqueidad. En las instalaciones empotradas se utilizarán cajas de material sintético con tapa sujeta por tornillos.

Las bases de enchufe monofásicas serán de PVC, 10/16 A, 230 V. y las bases trifásicas serán de PVC 25 A, 400 V.

Los mecanismos instalados en laboratorios, zonas de reactivos y zonas exteriores estarán alojados en caja estanca de material sintético, con grado de protección IP 55, provista de tapa transparente de policarbonato.

2.3.4.6.2.6. Canalizaciones baja tensión

Bandeja
Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas se realizaran de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes, ni la instalación de nuevos cables. Se evitaran, en lo posible, los cruces de cables.

Las bandejas se fijaran mediante soportes tipo ménsula. Los cables deberán sujetarse mediante bridas de manera que los esfuerzos térmicos y termodinámicos, debidos a las distintas condiciones que pueden presentarse durante el funcionamiento de la planta, no puedan moverlos o deformarlos. Asimismo, cada circuito dispondrá de sujeciones que mantengan unidas entre sí las fases.

En función del uso de la sala, las bandejas serán de PVC. En tendidos horizontales se instalara sin tapa y en tendidos verticales con tapa.

Las bandejas instaladas en el exterior (ej. alimentación de las unidades de aire acondicionado en el techo) se ejecutaran en acero galvanizado en caliente con cubierta metálica de protección para proteger los cables de factores climáticos y mecánicos.

Los cables en el interior de las bandejas estarán señalizados, cada 5 metros, con el circuito correspondiente.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, palomillas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la planta. Las bandejas llevarán un cable de cobre desnudo de sección 16 mm2 grapado y conectado a tierra.

Canalizaciones exteriores en zanja

El trazado será lo más recto posible y paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Se intentara evitar los cambios de dirección.

Se instalaran como máximo cada 40 m arquetas registrables con tapa, para facilitar la manipulación y tendido de los cables. Las arquetas serán prefabricadas o de fábrica de ladrillo cerámico macizo enfoscada interiormente, con tapa de fundición de 60x60 cm y con un lecho de arena absorbente en

el fondo de ellas. A la entrada de las arquetas, los tubos se sellaran en sus extremos para evitar la entrada de roedores y agua.

Los tubos irán alojados en zanjas con disposición en trébol. En todo momento la profundidad mínima a la generatriz superior del tubo no será menor de 60 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada. A lo largo de la canalización se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico.

No se instalará más de un circuito por tubo y en el caso de circuitos de media tensión un cable por tubo. Los tubos serán de polietileno de alta densidad y un diámetro mínimo de 160 mm que permita la fácil instalación y extracción de los cables.

Canalización superficial bajo tubo (conduits).

El cableado empotrado se alojará en tubo de polietileno flexible libre de halógenos de diámetro adecuado.

En aquellas zonas donde discurra al aire se instalará tubo de acero galvanizado.

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás.

Se instalaran cajas de registro como máximo cada 15 m.

Corrección del factor de potencia

Para compensar el factor de potencia de la instalación se instalaran baterías de condensadores adecuadamente dimensionadas.

Se instalarán baterías automáticas autorreguladas para corregir el factor de potencia originado por los distintos aparatos instalados en los circuitos de baja. Se conexionarán a la red en el CCM-001 y armario de sistemas auxiliares CDT-003. Se dejarán previstas las salidas en los respectivos embarrados con protección magnetotérmica adecuada dos tipos de baterías: fijas y automáticas autorreguladas.

Dada la potencia del transformador en el caso de que fuera necesario la batería fija corregirá el factor de potencia originado por el transformador de potencia en vacío y en carga. Se asignará una batería para el transformador a instalar en el centro de transformación. Se dejará prevista la salida en el embarrado con protección magnetotérmica adecuada

Protección contra sobretensiones

Se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad. Se podría considerar suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos, y no requerirse ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias. En este caso se ha considerado conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada según su categoría.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Cada uno de los cuadros eléctricos de potencia, cuadros generales de distribución y CCM's, dispondrán de un dispositivo de sobretensiones. Estos serán descargadores de CLASE C (descargadores de sobretensiones), siendo las principales características de los mismos las siguientes.

- Alta capacidad de derivación: 100 kA
- Bajo nivel de protección: 1.5 kV
- Capacidad de apagado de corriente consecutiva: 25 kA eff
- Alta resistencia a tensiones transitorias
- Tiempo de respuesta 100 ns

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

Además la instalación estará protegida contra la descarga directa de rayos mediante la instalación de jaulas mallas (jaula Faraday) en cada uno de los edificios. Cada uno de estas jaulas estará conectado a la tierra de baja tensión de la instalación.

Red de tierras

Se establecerá con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminando o disminuyendo el riesgo que supone una avería en el material utilizar.

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente.

La red general de tierras se realizará con cable de cobre desnudo directamente enterrado de 50 mm^2 y con picas de acero - cobre de 2.000 x 18,3 mm de diámetro.

Se establecerán arquetas para hacer registrables las conexiones de las líneas de tierra a la conducción enterrada.

A esta red general se conectarán todas las masas metálicas de la instalación. Todas las salidas de los cuadros y receptores estarán provistas de cable de tierra.

Los conductores de protección se instalarán acompañando a los conductores activos.

Se realizarán redes de tierra independientes para:

- Toma de tierra de masas y herrajes.
- Toma de tierra de baja tensión.

Cada uno de estos circuitos dispondrá de sus propios electrodos separados a las distancias reglamentarias.

Alumbrado

El suministro de energía la instalación de alumbrado se hará desde los armarios secundarios situados en los diferentes edificios. Estos armarios se alimentarán desde el cuadro de sistemas auxiliares.

El cuadro general de alumbrado dispondrá un interruptor de protección general. Para cada uno de los circuitos de salida se instalara un interruptor de protección magnetotérmica y diferencial.

Los cuadros locales de alumbrado serán metálicos, y dispondrán de interruptor general, interruptores diferenciales separados para los circuitos de alumbrado y tomas de fuerza, e interruptores magnetotérmicos por cada circuito.

El cuadro para alumbrado exterior, dispondrá además de interruptor horario, fotocélula y contactores para el mando de los circuitos.

El cableado se realizará con cables de aislamiento RZ1-K de 0,6/1 kV.

El número de cables y la sección de los mismos, desde cada cuadro secundario hasta los servicios de alumbrado, se obtendrá de los cálculos de intensidades y caídas de tensión.

Se instalarán puntos de luz suficientes como para proporcionar un nivel de iluminación que garantice una operación segura y eficiente en la planta. Los niveles de iluminación mínimos, dependiendo de las zonas, serán los siguientes:

- Viales: 30 lux
- Edificios de proceso: 250 lux
- Sala eléctrica: 250 lux

Las luminarias se dispondrán de manera que proporcionen la máxima uniformidad en la iluminación, y de forma que se pueda efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Se tomará para las luminarias un factor de mantenimiento de 0,8.
La iluminación interior se realizara con:

- Equipos fluorescentes, de 2 x 36 W (estancos o abiertos según la zona).
- Luminarias de suspensión de 250 W V.S.A.P. en zonas de altura elevada, nave de proceso.

La iluminación exterior se realizará con:

- Báculos de 7,00 m de altura y luminarias con lámparas de vapor de sodio de 1 x 100 W.
- Brazos murales de 1 m de longitud, con luminaria cerrada y lámpara de 100 W. V.S.A.P.

La instalación de alumbrado interior se realizará bajo tubo rígido metálico en montaje superficial. Se situaran los interruptores de accionamiento lo más cerca posible de la puerta de acceso.
La instalación de alumbrado exterior, se realizara también bajo tubo rígido metálico en montaje superficial o bajo tubería de PVC enterrada a 0,60 m de profundidad.

En todos los casos donde el encendido del alumbrado se realice mediante mecanismos independientes: interruptores, pulsadores, etc., estos se instalarán de superficie. Los mecanismos de salas de procesos serán estancos, con tapa de IP adecuado. Se alojaran en caja metálica o en caja de material sintético, según el tipo de riesgo de cada local.

El encendido de los diferentes alumbrados, en los casos que se indique, se realizará de forma centralizada desde un punto de control, mediante telerruptores instalados en el correspondiente cuadro de protección.

Todas las luminarias se pondrán a tierra. Las colocadas en el interior de los edificios, a través de la red general de tierra por medio de conductor amarillo-verde de la misma sección que la fase. En las exteriores, las columnas se pondrán a tierra con cable de 16 mm² de sección y junto a cada columna, se instalara una pica de tierra de 2 m.

El sistema de alumbrado dispondrá de alimentación auxiliar en caso de fallo del suministro eléctrico, proporcionada por el grupo electrógeno de la ETAP Melilla, garantizando una autonomía adecuada a la capacidad del equipo existente.

Alumbrado de emergencia:

Se instalará un alumbrado de emergencia la zona de procesos, pasillos, escaleras, centro de transformación, sala eléctrica, etc.

En las zonas donde se requiere alumbrado de señalización también se instalarán equipos autónomos, que permanecerán constantemente encendidos.

Los aparatos autónomos que se instalarán dispondrán de una autonomía superior a 1 hora.

La iluminación de emergencia se dimensionará para 1 lux en caminos de evacuación, 5 lux en las ubicaciones de los equipos de protección contra incendios y cuadros de distribución, y se dimensionará de manera que proporcione un alumbrado ambiente de 0.5 lux de iluminación horizontal.

Las luminarias por lo general se instalarán sobre puertas o salidas de evacuación, con pilotos de señalización permanente y fotoluminiscente con pictograma normalizado. Estarán constituidos por aparatos autónomos de funcionamiento automático al fallar la tensión de red o caer ésta por debajo del 70% de su valor nominal.

2.3.4.6.3. Sistema de control

Arquitectura general
La arquitectura general del sistema es el que muestra la figura a continuación.

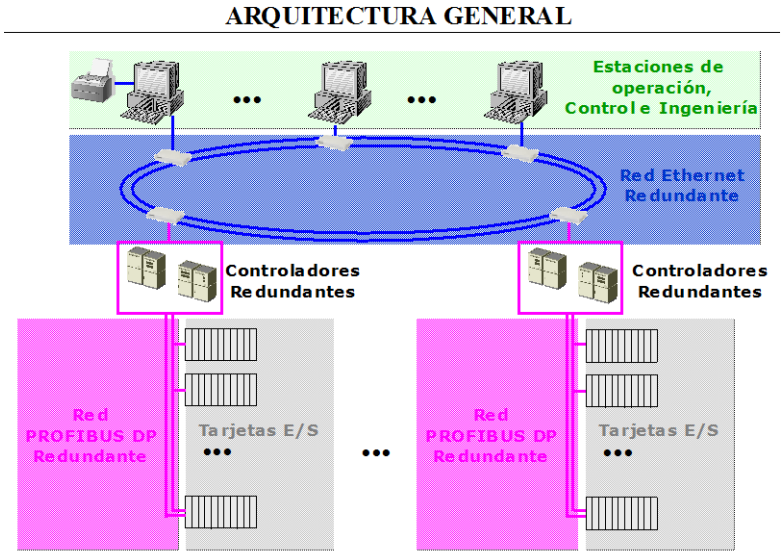


Figura 2.53 Arquitectura General

Niveles del sistema de control

Nivel de Ingeniería, Supervisión y Operación

Este nivel está constituido por las Estaciones de Ingeniería y Operación. Las estaciones de ingeniería, supervisión y operación estarán constituidas por ordenadores conectados a la red del sistema Ethernet. En estas estaciones se ejecutarán las tareas de supervisión y control del proceso, mediante la representación gráfica en pantalla de las variables y parámetros del proceso. Se instalarán los siguientes paquetes de software estándar:

- Software de ingeniería (sólo Estación de Ingeniería), permite configurar todo el sistema, tanto las tareas de control en el nivel de proceso como las tareas de visualización, tratamiento de información, y generación de documentación de la aplicación en el nivel de supervisión.

- Software de operación (en ambas Estaciones), permite realizar las tareas de mando y supervisión de proceso, tales como gráficos, tratamiento de alarmas, tendencias, generación de informes de planta, de perturbaciones y de seguimiento de eventos y diagnósticos del sistema.

El software complementario estará formado por los módulos siguientes:

- Un software (en ambas Estaciones) que permita transferir datos entre el sistema y otros paquetes de software que funcionen en el entorno MS Windows. Una de las aplicaciones más utilizadas es transferir bidireccionalmente datos a hojas de cálculo de uso general y formatear los informes en la hoja de cálculo.

- Y otro software (en ambas Estaciones) que permite analizar tablas de datos históricos y transferir la información a formato ASCII.

La utilización de una única herramienta de programación evita la necesidad de programar dos veces (en el nivel de proceso y en el nivel de supervisión) en dos entornos distintos. La existencia de una sola base de datos universal para todo el sistema evita la necesidad de redireccionar las variables utilizadas en los dos niveles jerárquicos. La elaboración de pantallas de supervisión (visión general, grupos de instrumentos,...) es igualmente cómoda y tan sencilla como seleccionar de una lista el tag o la pantalla que se desea mostrar. Todas las funcionalidades de programación cumplirán con la norma IEC 1131-3.

Nivel de comunicaciones de datos del sistema

Este nivel está constituido por la red Ethernet. Esta red proporcionará el intercambio de información entre la estación de operación e ingeniería y los controladores de proceso. Es una red ethernet abierta, que permite la conexión de nuevos equipos y la posibilidad de diferentes topologías. La transmisión de datos se realiza en banda base con una velocidad mínima de 10 Mbits por segundo. El protocolo de red será el TCP/IP, o similar.

Nivel de control de proceso

Este nivel está constituido por el Controlador. El controlador será capaz de ejecutar rápidamente programas del tipo PLC (automatización discreta) y aplicaciones de tipo DCS (regulación) permitiendo integrar en un único equipo el control de máquinas y procesos. En este sentido, el controlador ejecutará el control directo del proceso continuo, la monitorización del proceso, el procesamiento de los datos y la comunicación con la estación de operación, ingeniería y/o subsistemas presentes. Para asegurar en todo momento la fiabilidad del Sistema de control se incluirán los siguientes equipos:

- Controladores y fuentes de alimentación redundantes.
- Una línea de bus de campo Profibus DP redundante sobre la que se conectan las estaciones de entradas y salidas. Este bus de campo permitirá la conexión directa de diferentes instrumentos de campo o elementos de control.

Nivel de comunicaciones de datos de proceso

Este nivel está constituido por el bus Profibus DP. Mediante este bus de campo se conectarán las estaciones de entrada/salida al Controlador. Este es un bus abierto definido por la norma European Fieldbus Standard EN 501170 y diseñado para la comunicación de sistemas de automatización y periféricos distribuidos, con una dedicación específica y tiempos críticos. Esta unidad permitirá la comunicación de datos por el bus con velocidades de transmisión de hasta 12 Mbits por segundo. En cuanto a su capacidad, podrán conectarse en una línea hasta 126 módulos esclavos Profibus, lo que permitirá la conexión de diferentes instrumentos de campo o elementos de control. La conexión entre los diferentes elementos del bus de campo se realizará mediante cable de par trenzado.

Hardware del controlador

El Controlador permitirá configuraciones remotas y modulares, bajo el concepto de Buses de Campo. La idea básica que regirá su diseño es la máxima compatibilidad, esto último lo consigue empleando los estándares mas aceptados por la industria en estos momentos, con la seguridad de que los equipos del futuro forzosamente serán compatibles. El Controlador dispondrá de hasta cuatro puertos de conexión, cada uno de ellos con hasta 12Mbps. Soportará simultáneamente distintos tipos de buses de campo:

- Profibus DP
- Profibus PA
- Modbus
- CAN
- Foundation FieldBus

El Controlador tendrá una amplia gama de funciones y bloques de control predefinidos para realizar las tareas de control en lazo abierto, cerrado y tratamiento de señales analógicas y digitales.

- El Controlador será redundante a distintos niveles:
- Redundancia total de Hardware
- Redundancia de alimentación
- Redundancia de enlace Ethernet Diacerto o ECCP
- Redundancia de cableado Profibus DP

El Controlador estará certificado por los organismos más reconocidos dentro de la industria:

- EMC de acuerdo a EN50082
- Certificación CE
- Certificación NAMUR

El diseño de su carcasa será compacto y duradero permitiendo el montaje en las condiciones ambientales mas adversas (0- 60ºC), incluirá un sensor de comprobación de la temperatura interna para la auto protección.

Para la comunicación entre la red de Planta que comunicará el Controlador con las estaciones de operación basadas en PC y las estaciones de proceso del sistema de Control, se utilizará una red Ethernet. La velocidad de transferencia de datos será como mínimo de 10 Mbits/segundo.

Software del controlador

- El software básico del Controlador estará formado por dos módulos de software independientes:
- Un software que normalmente reside en la estación de ingeniería, permite configurar todo el sistema, tanto las tareas de control en el nivel de proceso como las tareas de visualización, tratamiento de información, y generación de documentación de la aplicación en el nivel de supervisión.
- El software residente en las estaciones de supervisión y operación, permite realizar las tareas de mando y supervisión de proceso, tales como gráficos libres tratamiento de alarmas, tendencias, generación de informes de planta, de perturbaciones y de seguimiento de eventos y diagnósticos del sistema.

El software complementario del Control estará formado por los módulos siguientes:

- Un software que permite transferir datos entre el sistema y otros paquetes de software que funcionen en el entorno MS Windows. Una de las aplicaciones más utilizadas será transferir bidireccionalmente datos a hojas de cálculo de uso general y formatear los informes en la hoja de cálculo.
- Y otro software que permitirá analizar tablas de datos históricos y transferir la información a formato ASCII.

La utilización de una única herramienta de programación evitará la necesidad de programar dos veces (en el nivel de proceso y en el nivel de supervisión) en dos entornos distintos. La configuración y la operación con el sistema del Control se realizarán con el sistema operativo Windows Vista, el cual además de su propia función de ayuda también realizará continuamente una comprobación de errores de la información que se introduce cuando se está trabajando, además de la posibilidad de adaptar innovaciones (p.e. multimedia) de una forma sencilla.

El Control tendrá la posibilidad de adquirir datos, a alta velocidad, como mínimo 150 curvas con una resolución mínima de 0,25 segundos. En el caso de almacenamiento masivo de datos históricos, se podrán generar ficheros de más de 100 curvas de una resolución mínima de 1 seg.

El tiempo de la actualización de la pantalla y el tiempo de reacción a la intervención del operador estarán comprendidos entre 0,5 y 2 segundos. La actualización de la pantalla ante un cambio en una señal de entrada necesitará menos de 1 segundo.

Descripción detallada de los módulos

El sistema de Módulos será un sistema distribuido, modular y expandible de Entrada/Salida que comunica mediante Fieldbuses estándar con controladores en un nivel superior. Por esta razón se ajusta a una gran cantidad de controladores de distintos fabricantes.

Debido a su localización en campo, cercano a sensores y actuadores, los Módulos reducen los costes de su instalación y cableado. Entre los grandes beneficios se encuentran:

- Flexibilidad, permite un número virtualmente infinito de instalaciones distintas, grandes o pequeñas, en cabina o sobre muro, etc.
- Modularidad, permite sucesivas expansiones sin ningún cuello de botella en la configuración.
- Efectividad de costes, Ahorro por la sencillez de la instalación y por el ahorro en cableado.
- Robustez, gracias a sus facilidades de autodiagnóstico, redundancia.

Los módulos de Entrada/Salida digital suministrarán como mínimo 16 canales mientras que los analógicos suministrarán 8 canales o más. Dado que una estación de Entrada/Salida podrá acomodar alrededor de 12 módulos esto nos lleva a unos 192 canales digitales y 96 canales analógicos u cualquier otra disposición que se desee.

Los módulos de Entrada/Salida incluirán unidades para los estándares en señales DC y AC, temperatura, pulsos, termopares, etc. De esta manera cualquier dispositivo de campo podrá cablearse directamente al modulo sin ningún tipo de acondicionamiento de señal intermedio.

Los Módulos podrán comunicarse con una amplia gama de controladores de varios fabricantes. Un mínimo de 80 estaciones de Entrada / Salida podrán montarse a largo de un bus, esto permite un sistema de Entrada / Salida capaz de adquirir miles de señales. El cableado podrá hacerse tanto en cobre como en fibra óptica.

2.3.4.6.4. Obra civil, edificación y arquitectura

Situación y entorno físico

La parcela donde se ubicará la planta desaladora pertenece al estado de Baja California (México) y se sitúa en la zona de Punta Arena, donde se encuentran los terrenos del Proyecto urbanización y servicios del "desarrollo Los Pericúes". La planta desaladora esta situada dentro de los terrenos de la urbanización, concretamente en el límite Norte de la misma. Las coordenadas aproximadas del terreno de instalación de la planta desaladora son las siguientes:

Vértice A:	23º 33' 14,25" N
	109º 28' 25,48" W
Vértice B	23º 33' 11,98" N
	109º 28' 26,92" W
Vértice C	23º 33' 04,7" N
	109º 28' 30,14" W
Vértice D	23º 33' 15,78" N
	109º 28' 28,80" W

La parcela tiene forma casi cuadrada con una superficie estimada de 0,998 Ha. y se encuentra a una altura entre los 4 y 5 metros sobre el nivel del mar.

El entorno será el de una urbanización de alto nivel con una marina y zona de playa y mar.

Necesidades de superficies

Planta baja:	
Nave de proceso:	1.135,3 m^2
Tanque de almacenamiento de agua permeada y de producto:	136,0 m^2
Edificio de bombeo de producto al exterior:	68,4 m^2
Edificio de taller y almacén repuestos:	55,1 m^2
Edificio de personal y sala eléctrica:	137,8 m^2
Total planta baja:	1.532,6 m^2

Planta 1ª:	
Oficinas y despachos:	33,9 m^2
Sala de control:	32,5 m^2
Laboratorio:	16,6 m^2
Sala de reuniones:	22,5 m^2
Baños:	9,2 m^2
Escalera de acceso:	11,3 m^2
Pasillos:	23,0 m^2
Total planta 1ª	149,0 m^2

Total superficie construida:	1.532,6 m^2	
Superficie ajardinada:	550,0 m^2	
Superficie de viales:	1.393,8 m^2	
Superficie de aparcamientos:	78,8 m^2	
Otras superficies:	149,6 m^2	
TOTAL SUPERFICIE UTILIZADA:	3.704,8 m^2	
SUPERFICIE DISPONIBLE:		9 980,0 m^2
Coeficiente de utilización:		37%

Movimiento general de tierras

El desnivel de la parcela hizo optar al proyecto por tomar como cota principal de asiento del edificio la cota +4.00.

Al ser un terreno con ligera pendiente, precisa un estudio detallado de su topografía, con el cual poder indicar las zonas en las que es preciso excavar y donde se ha de rellenar. La existencia de áreas a desnivel como la zona de bombeo y los canales de paso de tubos en la nave de proceso.

Del mismo modo, todas las zapatas y muros de contención vendrán dados por la topografía del terreno. Teniendo en cuenta los sondeos del geotécnico, comprobando la firmeza del terreno, tendremos las cotas de cimentación donde apoyaran cada uno de los elementos.

Estructuras
Dadas las características del terreno, la cimentación del edificio se realizará mediante zapatas aisladas y corridas bajo muros de contención.

La estructura portante del edificio se resuelve a base de estructura metálica prefabricada en base a perfiles laminados, para facilitar su integración en la distribución interior y cerchas metálicas para facilitar su ejecución y resolver las grandes luces que la nave necesita cubrir, los pórticos se arriostrarán transversalmente mediante cerchas secundarias para garantizar la estabilidad del conjunto frente a las fuertes acciones de viento.

El edificio de control, sala eléctrica, laboratorio, sala de control y oficinas y despachos, se resuelve mediante una estructura metálica independiente a la anterior del edifico de proceso.
Las escaleras se resuelven con losas de hormigón armado.

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural son principalmente la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad, la durabilidad, la economía, la facilidad constructiva, la modulación y las posibilidades de mercado.

Arquitectura de fachadas y cerramientos

La arquitectura para las fachadas y cerramientos debe resolver de manera global un conjunto de edificaciones de carácter básicamente industrial, proporcionando una imagen unitaria de la totalidad de las edificaciones tanto a nivel formal como compositivo, respondiendo de forma eficiente al programa funcional requerido. Para ello, además de utilizar un lenguaje arquitectónico común cualquiera que sea la función requerida se ha trata de conseguir una composición arquitectónica basada en la adición de elementos mediante vacíos espaciales que constituyan la articulación de los elementos así unidos. Ello se debe traducir, por ejemplo, en el edificio de proceso en un juego volumétrico entre elementos estructurales disponiendo los cerramientos tanto verticales como horizontales en planos diferentes, recogiendo así la propia modulación de los elementos de producción. Tanto el edificio de personal, laboratorio, sala de control, etc., como el ajardinamiento de las zonas libres deben constituir el nexo entre los distintos módulos. Integrándose de forma respetuosa con el entorno.

Partiendo de una relación entre las partes condicionada fundamentalmente por los procesos de producción, la relación tanto con el entorno natural, sobre el cual se tratará de minimizar el impacto

visual, mediante la disposición de volúmenes simples de adecuados, para su integración con los edificios existentes.

Urbanización

- Se consideran incluidos en este apartado del Proyecto los siguientes capítulos de obra:
- Explanación del terreno:
- Movimientos de tierra
- Muros de contención
- Afirmado de la superficie rodada
- Cerramiento perimetral de la parcela
- Acceso a las vías de comunicaciones
- Reposición de servicios afectados

La morfología actual de la parcela permite el acondicionamiento de la plataforma que demanda la instalación proyectada (cota + 4,00 metros s.n.m.) mediante un reducido volumen de desmonte y terraplén y un muro de contención perimetral, sobre el que se soporta el cerramiento. Estos muros se proyectan de hormigón ciclópeo con mampostería a cara vista realizada mediante encofrado del paramento. La construcción de estos muros, tanto de contención como de sostenimiento, permite disponer de la superficie total de la parcela urbanizada para cualquier posición sobre ella de la edificación e instalaciones a realizar.

Sobre la superficie prevista para circulación rodada se proyecta un firme asfáltico, de 25 cm de espesor, compuesto por 15 cm de base granular y 10 cm de mezcla asfáltica. Entre el área así terminada y los paramentos de muros y edificios se dispone una banda sin pavimentar tratada con una cubierta de grava colocada directamente sobre la explanación terminada.

El cerramiento perimetral de la parcela se compone de un zócalo de hormigón (o estructura funcional, en su caso) y perfilería de acero corte, como material más adecuado para las condiciones de alta agresividad por ambiente marino de la zona.

Obra civil de pozos de captación de agua de mar

La ocupación del frente litoral con la infraestructura proyectada de pozos de captación al ser una zona de playa, obliga al mantenimiento de la accesibilidad de personas en condiciones análogas a las preexistentes. En consecuencia con ello, se han incluido en el diseño las unidades de obra correspondiente al acondicionamiento de los pozos de forma que no impacten ni modifiquen las condiciones de la playa.

Entre la urbanización de la obra civil se incluye la construcción de los pozos de elevación de agua de mar. Se prevén cuatro perforaciones mediante sistema de sondeo, de 600 centímetros de diámetro con revestimiento de tubería de P.R.F.V. de diámetro inferior, con una profundidad aproximada de 30 metros bajo el nivel del mar. En cada uno de los pozos se dispone una caseta protectora de planta cuadrada de 3 x 2 m de superficie y 3,00 metros de altura. Estas casetas son para facilitar las labores de extracción de las bombas sumergidas en los casos de avería o reposición, contener los cuadros eléctricos correspondientes a los motores, así como las conexiones eléctricas y de instrumentación y válvulas de descarga. Estas casetas son enterradas, de manera que su cerramiento superior queda a la cota +4,00 m.s.n.m., en dicho cerramiento superior se encontrará una boca de entrada circular de 600 mm de diámetro, con un cierre hermético que impida la entrada de arena y agua. El acceso al interior de la caseta es por medio de una escalera de tipo “pates”. Con este diseño y considerando la

cota del terreno natural donde se ubican los pozos, solo será visible y a ras del terreno natural, la puerta de cierre de la boca de entrada. Ver esquema de los pozos y la caseta en la figura a continuación.

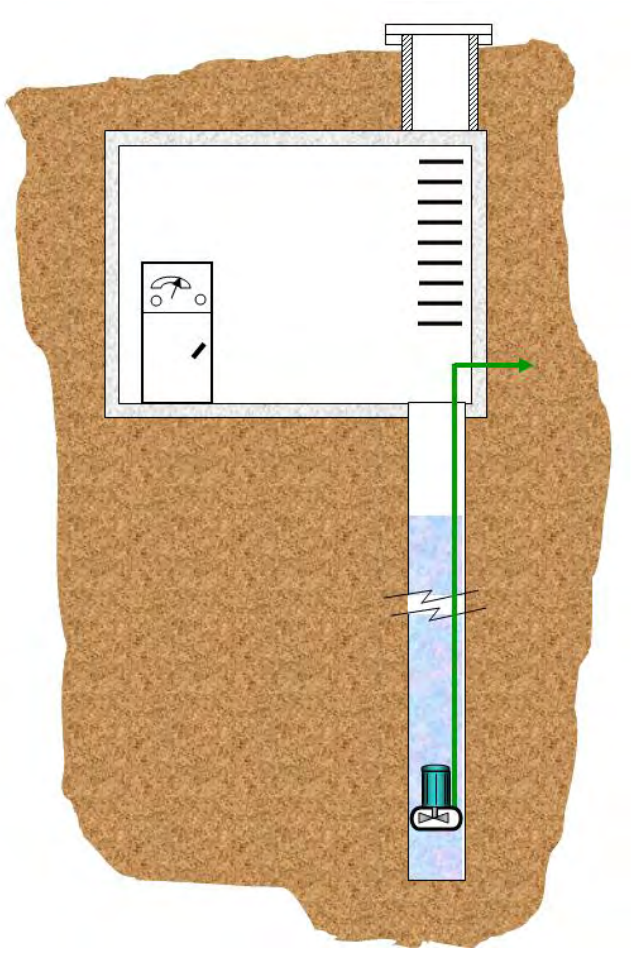


Figura 2.54 Esquema de los pozos y caseta

2.3.4.7. Consumos estimados de la planta desaladora

Todos los consumos indicados en este apartado se refieren a planta completa, es decir, con las tres fases de construcción terminadas y produciendo la cantidad de 9.945 m3/día.

2.3.4.7.1. Energía eléctrica

De acuerdo con el prediseño realizado y aquí descrito, el consumo de energía eléctrica de la planta desaladora y la potencia eléctrica a contratar con la compañía suministradora de energía eléctrica son los siguientes.

- Potencia a contratar: 2.100 kW
- Potencia instalada: 2.236 kW
- Potencia máxima instantánea: 2.452 kW
- Consumo anual de energía: 12.371.114 kWh/año

- Consumo específico de energía: 3,55 kWh/m3
- Factor de potencia: 0,98

Nota: En este computo no están incluidas las bombas de impulsión de producto a distribución.

2.3.4.7.2. Reactivos químicos

Tabla 2.32 Esquema de los pozos y caseta

PLANTA DE Los Pericues

CLIENTE: OHLD
FECHA: 08/08/2012 REV.: 0

CONSUMO DE REACTIVOS

REACTIVO	CONSUMO ANUAL (Tn/año)	CONSUMO ESPECÍFICO (g/m3)
PRETRATAMIENTO AGUA BRUTA		
Hipoclorito Sódico (Fuera De Línea)	1,14	0,33
Metabisulfito Sodico (Fuera De Línea)	0,03	0,01
Cloruro Férrico	87,23	25,06
Acido Sulfurico	92,10	26,46
Dispersante	16,53	4,75
POST-TRATAMIENTO PRODUCTO		
Hipoclorito Sódico	36,51	10,49
LIMPIEZA QUÍMICA O.I.		
Hidróxido sódico	0,45	0,13
Na4-EDTA	1,80	0,52
Ácido fosfórico	1,29	0,37
Ácido cítrico	4,50	1,29
Hidróxido amónico	2,00	0,57

2.3.4.7.3. Reposición de membranas y cartuchos de microfiltración

De acuerdo con nuestras estimaciones, la calidad del agua de mar considerada y las garantías de los fabricantes de membranas, el número de elementos a reponer anualmente es el siguiente.

- Cartuchos de microfiltración:
  - Nº de cartuchos instalados: 465 uds.
  - Nº de cartuchos a reponer anualmente: 2.256 uds.
- Membranas de Osmosis Inversa:
  - Número de membranas instaladas: 588 uds.

- Tasa de reposición anual: 12%
- Número de membranas a reponer anualmente: 71 uds.

2.3.2.7.4. Disponibilidad de la planta

La planta tendrá una disponibilidad anual equivalente a funcionar de manera continua 350 días al año, es decir la producción anual garantizada es de 3.480.750 m3/año.

2.3.4.8. Estudio de la descarga de salmuera de la planta desaladora

2.3.4.8.1. Operación normal

En funcionamiento normal de la instalación de desalación la descarga de la salmuera se realizará conjuntamente con la descarga del agua residual tratada en la planta de aguas residuales. La descarga conjunta de ambos efluentes tiene la ventaja de hacer que la salmuera se diluya previamente a su descarga al mar, minimizando el efecto negativo que la salmuera pudiera producir en el medio ambiente marino.

Según la previsión de caudales y concentraciones salinas de cada uno de los efluentes: agua residual tratada y salmuera de la desaladora, la concentración esperada del fluido mezcla es la siguiente:

Tabla 2.33-Previsión de caudales

AÑO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Caudal agua residual tratada	m3/d	0	0	0	0	200	415,5	1.092,5	1.522,4	2.213,6	2.646,6
Concentracion agua residual tratada	mg/L	0	0	0	0	500	500	500	500	500	500
Caudal de salmuera de la desaladora	m3/d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentración salmuera de la desaladora	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caudal mezcla a descarga	m3/d	0	0	0	0	200,0	415,5	1.092,5	1.522,4	2.213,6	2.646,6
Concentración mezcla a descarga	mg/L	0	0	0	0	500	500	500	500	500	500
AÑO		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Caudal agua residual tratada	m3/d	1.252,0	1.713,4	2.426,0	2.871,4	3.564,0	3.996,0	4.686,2	5.098,6	5.463,5	5.825,5
Concentracion agua residual tratada	mg/L	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Caudal de salmuera de la desaladora	m3/d	4.112,4	4.112,4	4.112,4	8.224,8	8.224,8	8.224,8	8.224,8	8.224,8	8.224,8	12.337,2
Concentración salmuera de la desaladora	mg/L	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3
Caudal mezcla a descarga	m3/d	5.364,4	5.825,8	6.538,4	11.096,2	11.788,8	12.220,8	12.911,0	13.323,4	13.688,3	18.162,7
Concentración mezcla a descarga	mg/L	50.867,9	46.878,8	41.824,4	49.200,1	46.339,0	44.718,6	42.354,9	41.059,4	39.978,1	45.129,1

AÑO		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Caudal agua residual tratada	m3/d	6.177,9	6.519,3	6.863,2	7.205,3	7.547,5	7.882,8	8.209,5	8.535,0	8.856,1	9.175,7
Concentracion agua residual tratada	mg/L	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Caudal de salmuera de la desaladora	m3/d	12.337,2	12.337,2	12.337,2	12.337,2	12.337,2	12.337,2	12.337,2	12.337,2	12.337,2	12.337,2
Concentración salmuera de la desaladora	mg/L	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3	66.202,3
Caudal mezcla a descarga	m3/d	18.515,1	18.856,5	19.200,4	19.542,5	19.884,7	20.220,0	20.546,7	20.872,2	21.193,3	21.512,9
Concentración mezcla a descarga	mg/L	44.279,5	43.486,8	42.716,9	41.977,9	41.264,2	40.588,2	39.950,8	39.335,5	38.747,1	38.179,0

Si representamos estos datos en una curva tendremos la siguiente figura:

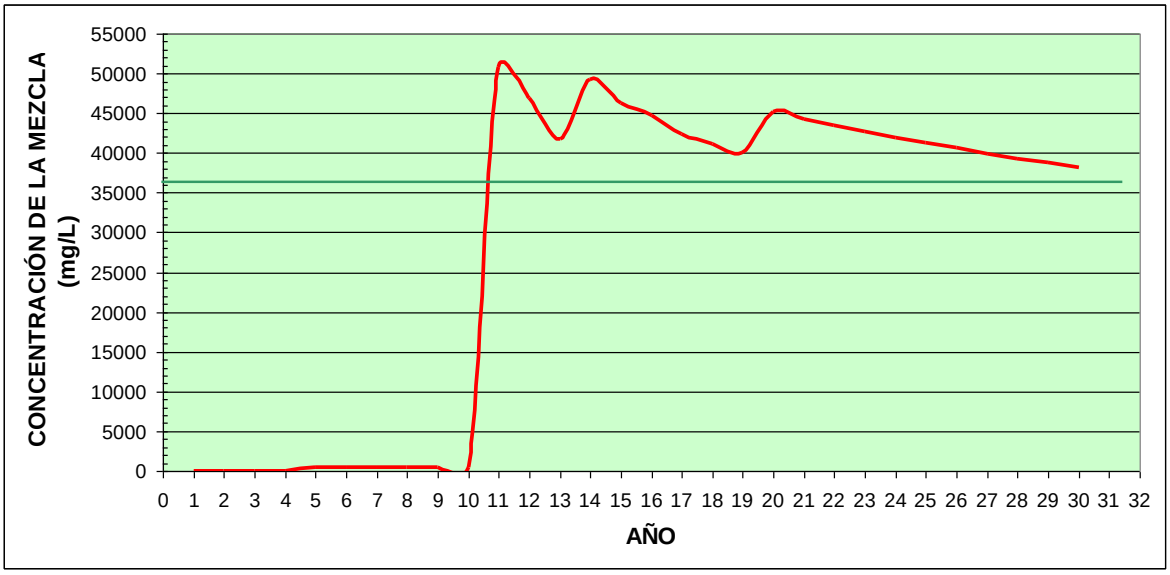


Figura 2.55 Grafica de concentración de la mezcla

La línea horizontal en verde representa la salinidad del agua de mar en la zona de Punta Arenas y la línea roja representa la salinidad de la descarga. Como puede observarse las diferencias entre las concentraciones del agua de mar y de la descarga del fluido mezcla son muy pequeñas. Las puntas de salinidad aparecen en el año 11 que es cuando entrará en operación la Fase-I de la planta desaladora, la segunda punta aparece en el año 14 que es cuando entrará en operación la Fase-II y finalmente la tercera punta aparece en el año 20 que es cuando entra en operación la Fase-III y última de la planta desaladora prevista.

Esta situación es mucho mejor, desde el punto de vista ambiental, que si se descarga la salmuera sin ser mezclada, pero el principio de la prudencia nos lleva a considerar que ocurriría si la salmuera se descargase en el mar sin ningún tipo de dilución. Situación que podría ocurrir ante una avería en la planta depuradora de aguas residuales. En el documento que se anexa: “Modelación de la pluma de salmuera” se presentan los resultados de un proceso de modelación en el que el escenario fue el vertimiento a través de los difusores previstos, sin considerar la dilución.

La conclusión más significativa fue que no existe ningún escenario de corrientes, vientos y mareas que nos permita suponer que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo, situados a 10 km. del punto de descarga de salmuera, puedan ser alcanzados por dicha pluma. En consecuencia, se puede afirmar que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo no van a ser afectados por la salmuera descargada por la planta desaladora.

Cabe señalar que el hecho de mezclar ambas corrientes no significa que no haya puntos de control independientes de la calidad de cada una de ellas antes de su mezcla, con el fin de cumplir con la legislación de vertidos vigente en México.

2.3.5 Suministro, recolección y tratamiento de agua

2.3.5.1 Determinación de usuarios de agua y aguas residuales

En primera instancia se realiza un análisis de todos los usuarios que se presentarán el desarrollo los Pericúes para una condición crítica excepcional que es todos los usuarios y a capacidad completa, es decir, todos los predios ocupados con el 100% de los usuarios, situación que en la realidad nunca se presenta pero que es indispensable para obtener los índices de uso del agua por tipo y a partir de estos, con la estimación y proyección de la realidad esperada, proyectar la demanda a través del tiempo.

Debido a la conformación del proyecto en su conjunto y a las diferencias que se presentan tanto en arquitectura como en densidad e integración territorial así como por el usuario objetivo de cada fase del proyecto, se analiza de forma independiente cada una de las tres zonas atendiendo a sus características y al tipo de usuarios que se tendrán.

El proyecto denominado Los Pericúes ubicado en Punta Arena, Baja California Sur pretende desarrollar infraestructura dedicada a cubrir la demanda Turística residencial mediante la construcción de 23400 cuartos en tres zonas de desarrollo, la Zona 1 con 11 hoteles que tendrán en su conjunto 3450 cuartos; 1050 villas Premium con tres habitaciones cada una; 1600 townhouses con tres habitaciones cada una; 1900 condominios con 3 habitaciones cada uno; un campo de golf de 18 hoyos; área comercial; y, una marina con 300 posiciones. En la Zona 2 que incluye 3 hoteles boutique con 300 habitaciones cada uno y el Eco Parque. Finalmente, en la Zona 3, un área residencial y comercial que incluye 2100 villas con 3 habitaciones cada una.

2.3.5.1.1. Requerimientos de agua y obtención de índices.

Existe diversa bibliografía que aporta información sobre índices de uso del agua para determinadas actividades como es el caso del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento que establece criterios para calcular consumos en localidades de la República Mexicana, algunos de estos valores se aplican y otros resultan o excesivos o muy cortos por lo que, siempre se tienen a la mano pero no pueden ser utilizados sin experiencia del proyectista bajo el conocimiento real de las situaciones sobre todo en casos como el que nos ocupa en los que no es realmente una localidad, se establece como tal pero las personas que lo habitan o visitan tienen un afán recreativo y por razones del clima y de la misma actividad utilizan en ocasiones valores de uso del agua superiores a los indicados.

Como ejemplo, a continuación se presentan algunos valores presentados en dicho manual.

Tabla 2.34 Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

Tabla 16. Consumos domésticos *per cápita* (ref. 3).

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l/hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
CALIDO	400	230	185
SEMICALIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100

NOTAS:
Para los casos de climas semifrío se consideran los mismos valores que para el clima templado
El clima se selecciona en función de la temperatura media anual (Tabla 17.)

Tabla 17. Clasificación de climas por su temperatura (ref. 3).

TEMPERATURA MEDIA ANUAL: (°C)	TIPO DE CLIMA
Mayor que 22	CALIDO
De 18 a 22	SEMICALIDO
De 12 a 17.9	TEMPLADO
De 5 a 11.9	SEMIFRIO
Menor que 5	FRIO

Tabla 18. Consumo mínimo en comercios (ref. 13).

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA	
Oficinas (cualquier tipo)	20 l/m²/día	(a)
Locales comerciales	6 l/m²/día	(a)
Mercados	100 l/local/día	
Baños públicos	300 l/bañista/regadera/día	(b)
Lavanderías de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca	
Clubes deportivos y servicios privados	150 l/asistente/día	(a, b)
Cines y teatros	6 l/asistente/día	(b)

Tabla 19. Consumo en horeles

Clasificación	Consumos en hoteles (l/cuarto/día)	
	Zona turística	Zona urbana
Gran turismo	2000	1000
4 y 5 estrellas	1500	750
1 a 3 estrellas	1000	400

Cabe mencionar que en el análisis realizado, el resultado luego de verificar los diferentes puntos de consumo de agua en un hotel nos generan un índice de uso del agua 1820 litros por cuarto por día en 11 de los 17 hoteles considerados y un valor de 2100 litros por cuarto en los 3 hoteles boutique, valores muy semejantes a los indicados en la tabla 19 para hoteles gran turismo.

De la misma forma el parámetro de riego es el mismo al indicado en el manual y en el caso de las villas, salvo el caso de villas Premium, el índice es semejante.

Tabla 2.35 Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

Tabla 21. Consumo para usos públicos (ref. 13).		
TIPO DE INSTALACION	CONSUMO DE AGUA	
SALUD: Hospitales, Clínicas y Centros de salud. Orfanatorios y asilos	 800 l/cama/día 300 l/huésped/día	 (a, b) (a)
EDUCACION Y CULTURA: Educación elemental Educación media y superior	 20 l/alumno/turno 25 l/alumnolturno	 (a, b) (a, b)
RECREACION: Alimentos y bebidas Entretenimiento (teatros públicos) Recreación social (deportivos municipales) Deportes al aire libre, con baño y vestidores. Estadios	 12 l/comida 6 l/asiento/día 25 l/asistente/día 150 l/asistente/día 10 l/asiento/día	 (a, b) (a, b) (a) (a) (a)
SEGURIDAD: Cuarteles Reclusorios	 150 l/persona/día 150 l/interno/día	 (a) (a)
COMUNICACIONES Y TRANSPORTE: Estaciones de transporte Estacionamientos	 10 l/pasajero/día 2 l/m²/día	
ESPACIOS ABIERTOS: Jardines y parques	 5 l/m²/día	

Nota: a) Las necesidades de riego se considerán por separado a razón de 5 l/m²/día.
b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerán por separado a razón de 100 l/trabajador/día.

De acuerdo a los parámetros seleccionados por los expertos y obtenidos del análisis específico se determinan los siguientes consumos de agua.

A. Resumen Zona 1

Tabla 2.36 Volúmenes de agua en m^3 año

ZONA I	SUMINISTRO	POSIBILIDAD DE REUSO	RESIDUAL	EXTRACCION CON REUSO	DESCARGA CON REUSO
HOTELERO A	2093950	182500	1465765	1911450	1283265
RESIDENCIAL	3581563	0	3044328	3581563	3044328
GOLF	766500	766500	0	0	0
MARINA	16425	0	11498	16425	11498
COMERCIAL	73000	0	62050	73000	62050
TOTAL ZONA 1 (m3/año)	6531438	949000	4583641	5582438	4401141

La demanda generada por la Zona 1 es de 6’531,438 metros cúbicos de agua por año. Este volumen de extracción excede el concesionado que es de 4.5 millones de metros cúbicos sin embargo, también es notorio que el campo de golf requiere de 766,500 millones de metros cúbicos y que el riego de áreas verdes en hoteles es de 182,500 metros cúbicos por año con lo cual la posibilidad de reúso es de 949,000 de metros cúbicos anuales pudiendo reducir la extracción a 5.58 millones de metros cúbicos lo que hace viable con la cantidad de agua concesionada la construcción y operación de la primera fase del desarrollo.

Es así que en los diagramas que se presentan se puede observar el uso del agua en el escenario I sin reúso y con reúso.

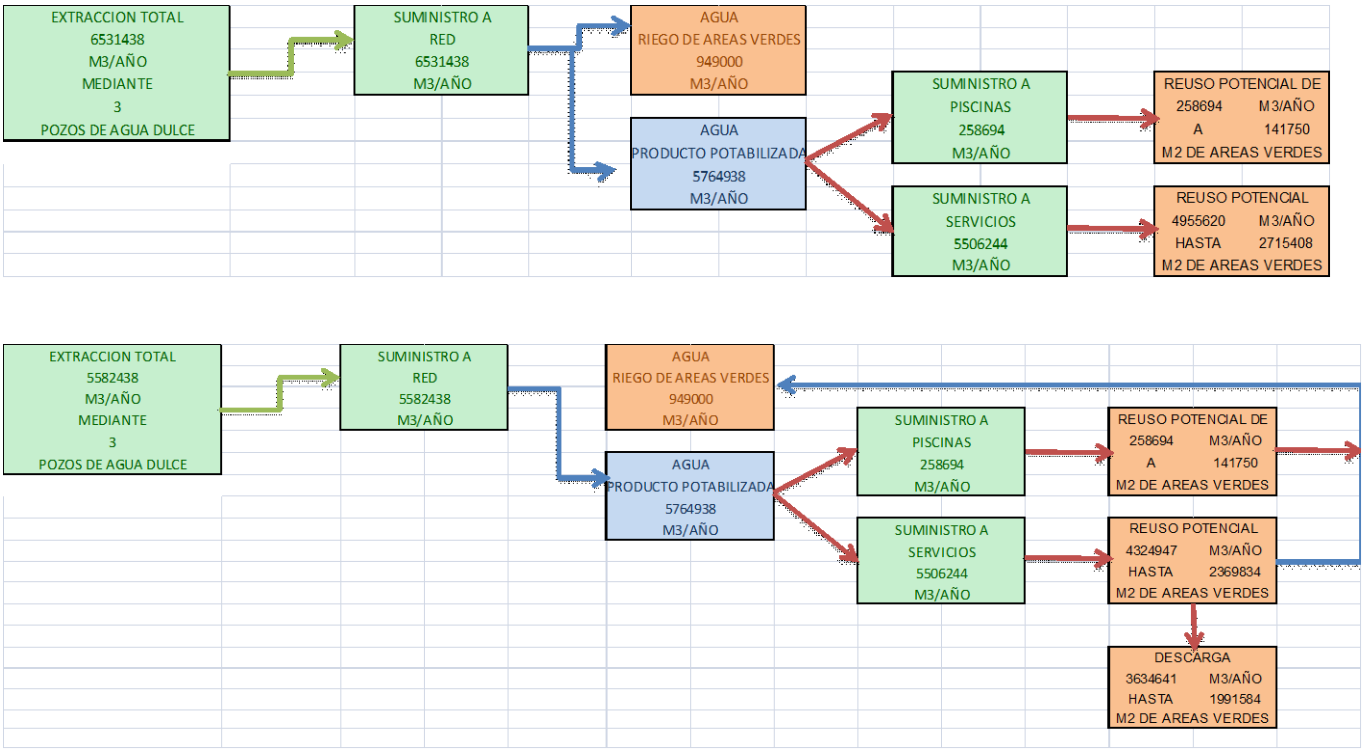


Figura 2.56 Zona 1 sin reuso con reuso del agua

B. Resumen Zona 2

Tabla 2.37 Volúmenes de agua en m^3 año

VOLUMENES DE AGUA EN M3/AÑO					
Zona 2	SUMINISTRO	POSIBILIDAD DE REUSO	RESIDUAL	EXTRACCION CON REUSO	DESCARGA CON REUSO
HOTELERO	229841	54750	160888	175091	106138
TOTAL Zona 2I	229841	54750	160888	175091	106138

La demanda generada por en la Zona 2 es de 229,841 metros cúbicos de agua que solo pueden provenir de los pozos autorizados, de esta manera, el volumen de extracción acumulado por las Zonas 1 y 2 excede el concesionado que es de 4.5 millones de metros cúbicos por lo que más

adelante se realiza el análisis de alternativas para el suministro viable de agua para cubrir la demanda sin incrementar la dependencia al uso de agua subterránea.

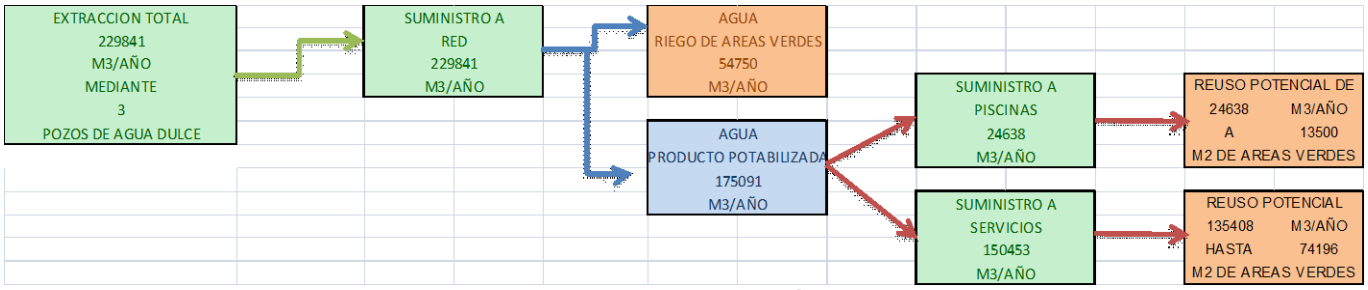


Figura 2.57 Zona 2 con reusó del agua

C. Resumen Zona 3

Tabla 2.38 Volúmenes de agua

VOLUMENES DE AGUA EN M3/AÑO					
ZONA III	SUMINISTRO	POSIBILIDAD DE REUSO	RESIDUAL	EXTRACCION CON REUSO	DESCARGA CON REUSO
RESIDENCIAL	1724625	0	1465931	1724625	1465931
GOLF	766500	766500	0	0	0
COMERCIAL	73000	0	62050	73000	62050
TOTAL ESCENARIO II	2564125	766500	1527981	1797625	1527981

La demanda generada por la Zona 3 es de 2’564,125 metros cúbicos de agua que solo pueden provenir de los pozos autorizados, de la misma forma que para la Zona 2, el acumulado de las 3 zonas excede el volumen concesionado que es de 4.5 millones de metros cúbicos sin embargo, también es notorio que en este escenario el reúso adicionalmente a que más adelante se discute la forma de atender la demanda sin afectar mayores aprovechamientos de agua subterránea mediante desalinización de agua, misma que también deberá ser integrada en la concesión.

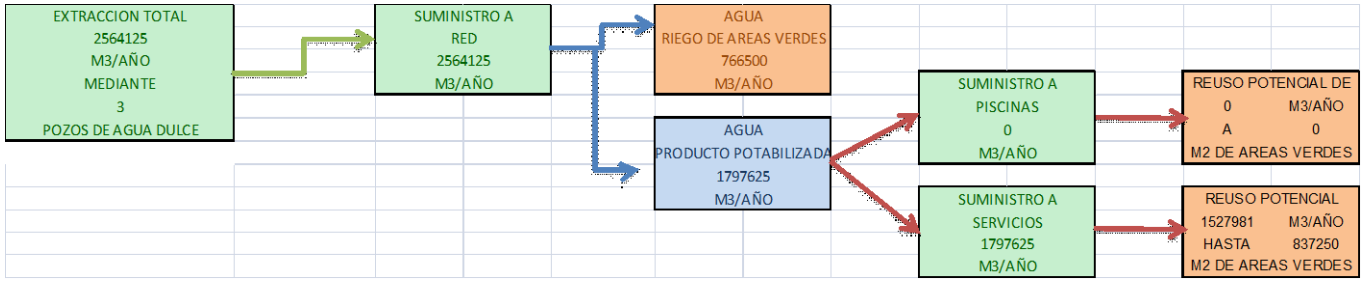


Figura 2.58 Zona III sin reuso del agua

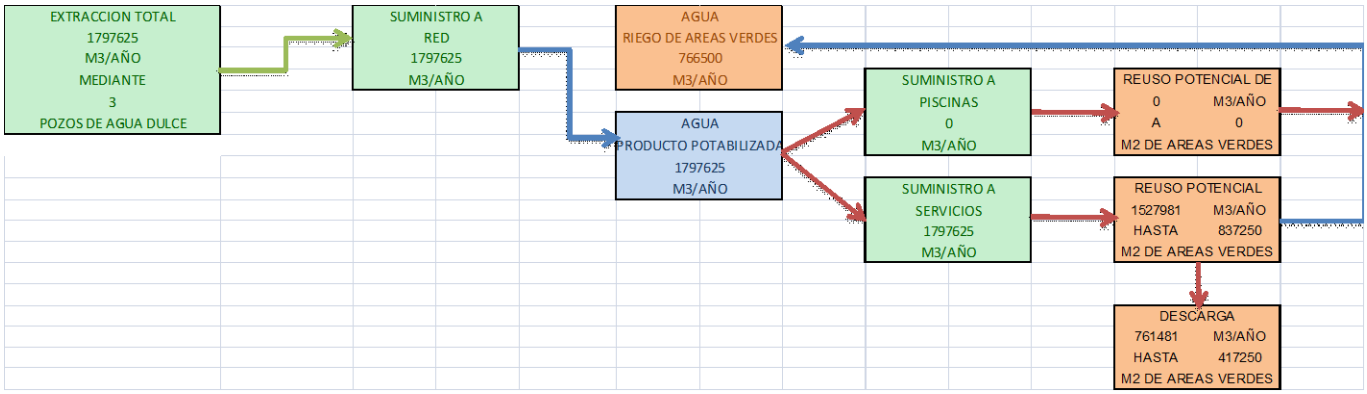


Figura 2.59 Zona III con reusó del agua

Es importante mencionar que el volumen generado de agua residual tratado permite el riego de hasta 83.7 hectáreas de áreas comunes.

D. Proyecto Los Pericúes (tres zonas)

El concentrado de requerimientos de agua para el desarrollo al 100% de ocupación en la condición más crítica; el volumen de aguas residuales que requerirían tratamiento y el reúso requerido así como el viable se presentan a continuación.

Tabla 2.39 Concentrado de requerimientos de agua para el desarrollo al 100% de ocupación

	SUMINISTRO	POSIBILIDAD DE REUSO	RESIDUAL	EXTRACCION CON REUSO	DESCARGA CON REUSO
ZONA I					
HOTELERO A	2093950	182500	1465765	1911450	1283265
RESIDENCIAL	3581563	0	3044328	3581563	3044328
GOLF	766500	766500	0	0	0
MARINA	16425	0	11498	16425	11498
COMERCIAL	73000	0	62050	73000	62050
TOTAL ZONA 1	6531438	949000	4583641	5582438	4401141
ZONA 2					
HOTELERO	0	0	0	0	0
RESIDENCIAL	1724625	0	1465931	1724625	1465931
GOLF	766500	766500	0	0	0
MARINA	0	0	0	0	0
COMERCIAL	73000	0	62050	73000	62050
TOTAL ZONA 2	2564125	766500	1527981	1797625	1527981
ZONA 3					
HOTELERO B	229841	54750	160888	175091	106138
TOTAL ZONA 3	229841	54750	160888	175091	106138

	SUMINISTRO	POSIBILIDAD DE REUSO	RESIDUAL	EXTRACCION CON REUSO	DESCARGA CON REUSO
LOS PERICÚES					
HOTELERO A	**2323791**	**237250**	**1626654**	**2086541**	**1389404**
RESIDENCIAL	**5306188**	**0**	**4510259**	**5306188**	**4510259**
GOLF	**1533000**	**1533000**	**0**	**0**	**0**
MARINA	**16425**	**0**	**11498**	**16425**	**11498**
COMERCIAL	**89425**	**0**	**73548**	**89425**	**73548**
TOTAL	**9268828**	**1770250**	**6221958**	**7498578**	**5984708**

El volumen de aprovechamiento de agua subterránea estimado es de 9.27 millones de metros cúbicos que de utilizar el reúso del agua se reduciría a 7.498 millones de metros cúbicos anuales permitiendo el reúso de 1.77 millones de metros cúbicos anuales en riego y la posibilidad de poder regar más de 20 Ha de áreas verdes en la zona o inclusive conformar proyectos productivos de producción rural mediante el riego.

2.3.5.1.2. Estrategia para la obtención y distribución de agua proyecto Los Pericúes

El tema del agua en zonas áridas es la preocupación básica, por lo que es indispensable idear un sistema que realice un balance entre el aprovechamiento de aguas y utilizar métodos alternativos para cubrir las necesidades de la demanda.

El riego de áreas verdes así como de campos de golf puede ser uno de los puntos más vulnerables por lo que aquí se plantea el uso mínimo de agua subterránea para tal fin y a corto plazo lograr el desarrollo de los campos y de las áreas verdes mediante el reúso del agua residual tratada.

Actualmente se cuenta con una concesión para el uso o aprovechamiento de aguas subterráneas hasta por 4.5 millones de metros cúbicos por año sin embargo, con el fin de contribuir a la descarga natural del acuífero y al funcionamiento de los ecosistemas regionales el proyecto contempla el uso o aprovechamiento de hasta 3.5 millones de metros cúbicos por año dejando hasta un millón de metros cúbicos por año.

Adicionalmente se considera el aprovechamiento de agua de mar para su desalinización, proceso que es sumamente costoso pero que en la medida del tipo del proyecto puede ser establecido mediante la contribución de los propietarios para cubrir la diferencia entre el volumen de agua disponible y el requerido para su desarrollo.

En resumen, el abastecimiento de agua se pretende realizar mediante el uso combinado de una parte del volumen concesionado, desalinización de aguas de origen marino y reúso de aguas residuales para cubrir la demanda total del sistema.

En el siguiente diagrama se muestra conceptualmente la operación del sistema:

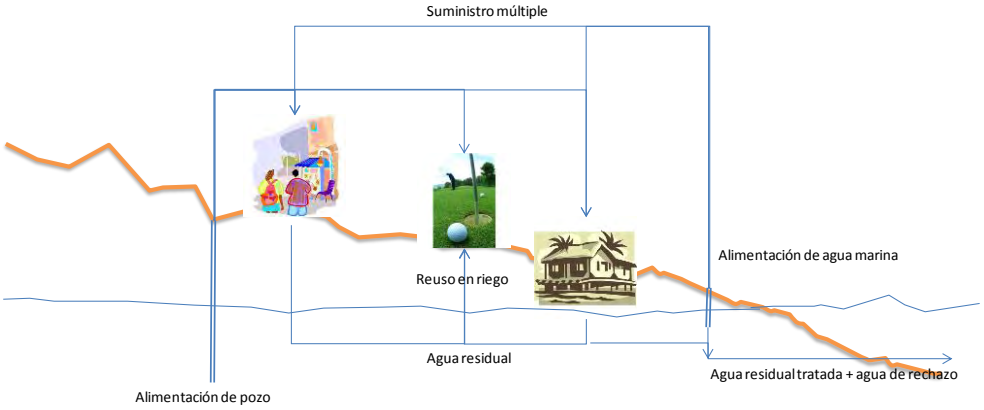


Figura 2.60 Sistema de obtención y distribución de agua proyecto Los Pericúes

Se presentan tres alternativas para la generación de los volúmenes deficitarios que a continuación se indican:

- Ampliación de la concesión para lograr un volumen de 8.6 millones de metros cúbicos
- Extraer agua marina y desalinizarla mediante osmosis inversa incrementando la concesión hasta en 6.17 millones de metros cúbicos de agua adicionales para cubrir el déficit de 1.76 metros cúbicos con sus consecuentes 4.4 millones de metros cúbicos de rechazo de osmosis inversa.
- Reusar agua residual tratada y minimizar la utilización de agua concesionada

2.3.5.1.2.1. Evolución proyectada del proyecto Los Pericúes

El proyecto considera su desarrollo en 30 años por lo que los requerimientos de agua también irán siendo demandados en forma progresiva, asimismo, en la operación la ocupación esperada varia estacionalmente y con ello los volúmenes demandados también por lo que a continuación se presenta un estimado de la evolución de la demanda de agua bajo el esquema de esperanza del crecimiento del desarrollo.

En la siguiente tabla se presenta la planeación en la ocupación del desarrollo durante los 30 años programados:

Tabla 2.40 Planeación en la ocupación del desarrollo durante los 30 años programados

Unidades o viviendas desplazadas u ocupadas anualmente en el período	Viviendas	Año 1	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
Villas	**1,050**	0	18	113	313	501	670	860	1050
Fairway Villas	500		7	18	18	18	18	18	18
Ocean Front Villas	350		6	12	12	10	10	15	15
Marina Villas/Slip	200		5	10	10	7	5	5	5
Townhouse	**1,600**	0	31	181	521	859	1141	1371	1600
Fairway	800		18	32	38	32	20	20	20

Unidades o viviendas desplazadas u ocupadas anualmente en el período	Viviendas	Año 1	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
Ocean Front	400		7	18	18	18	10	10	9
Marina /Slip	400		6	10	14	14	16	16	16
Condominio	**1,900**	0	55	247	567	887	1201	1547	1900
Fairway	1,000		34	34	34	34	32	36	40
Ocean Front	600		14	20	20	20	23	25	20
Marina /Slip	300		7	10	10	10	11	12	10
Total Viviendas	**4,550**	0	**104**	**164**	**174**	**163**	**145**	**157**	**153**
			2%	4%	4%	4%	3%	3%	3%
Total Viviendas Acumuladas			**104**	**541**	**1,401**	**2,247**	**3,012**	**3,778**	**4,550**
		0%	2%	12%	31%	49%	66%	83%	100%
Hotel Ocean Front	**3,000**								
Hotel OF1	375			66%	70%	70%	70%	70%	70%
Hotel OF2	375			58%	70%	70%	70%	70%	70%
Hotel OF3	375				70%	70%	70%	70%	70%
Hotel OF4	375				62%	70%	70%	70%	70%
Hotel OF5	375					70%	70%	70%	70%
Hotel OF6	375					66%	70%	70%	70%
Hotel OF7	375					58%	70%	70%	70%
Hotel OF8	375						70%	70%	70%
Hotel Marina Town	**150**								
Hotel Mtown	150			66%	70%	70%	70%	70%	70%
Total Cuartos	**3,150**			**564**	**1,125**	**1,883**	**2,205**	**2,205**	**2,205**
		0%	0%	18%	36%	60%	70%	70%	70%
Total Cuartos Acumulados		**0**	**0**	**1,194**	**5,709**	**13,607**	**24,234**	**35,259**	**46,284**
ZONA 2									
Hotel Boutique	**300**								
Hotel Boutique 1	100			66%	70%	70%	70%	70%	70%
Hotel Boutique 2	100			58%	70%	70%	70%	70%	70%
Hotel Boutique 3	100				70%	70%	70%	70%	70%
Total Cuartos	**300**	0	0	**124**	**210**	**210**	**210**	**210**	**210**
				41%	70%	70%	70%	70%	70%
Total Cuartos Acumulados				**244**	**1,188**	**2,238**	**3,288**	**4,338**	**5,388**
ZONA 3									

Unidades o viviendas desplazadas u ocupadas anualmente en el período	Viviendas	Año 1	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
Villas	**2,100**			123	512	998	1440	1802	2100
Hill Side Villas	1,000			27	42	50	42	30	21
Valley Villas	1,100			36	40	45	38	38	36
Total Viviendas	**2,100**			**63**	**82**	**95**	**80**	**68**	**57**
				3%	4%	5%	4%	3%	3%
Total Viviendas Acumuladas		0	0	**123**	**512**	**998**	**1,440**	**1,802**	**2,100**
		0%	0%	6%	24%	48%	69%	86%	100%

A partir de la proyección, en la siguiente tabla se presenta la demanda diaria por tipo de usuario de acuerdo a la ocupación que se tendrá en el año que se consulte y en el último renglón la demanda anual en miles de metros cúbicos.

Tabla 2.41 Evolución de la demanda en condiciones de operación

			DEMANDA EN M3/DIA							
USUARIO	INDICE	UNIDAD	Año 1	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
HOTELERO A	1.82	L/C/D	0	0	1027	2049	3428	4016	4016	4016
RESIDENCIAL										
VILLAS PREMIUM	2.75	L/V/D	0	50	311	861	1378	1843	2365	2888
TOWNHOUSES	2.25	L/V/D	0	70	407	1172	1933	2567	3085	3600
CONDOMINIOS	1.75	L/V/D	0	96	432	992	1552	2102	2707	3325
Villas ESC 3	2.25	L/V/D	0	0	277	1152	2246	3240	4055	4725
GOLF	2100	M3/A	0	2100	2100	2100	4200	4200	4200	4200
MARINA	0.15	L/A/D	0	0	30	32	32	32	32	32
COMERCIAL	200	M3/A	0	200	200	200	400	400	400	400
HOTELERO B	2.10	L/C/D	0	0	260	441	441	441	441	441
TOTAL (MILES DE M3/AÑO)			0	918	1841	3284	5697	6876	7774	8623

El volumen total demandado de acuerdo a la ocupación esperada en el año 30 es de 8.6 millones de metros cúbicos anuales mismos que se muestran en la siguiente gráfica.

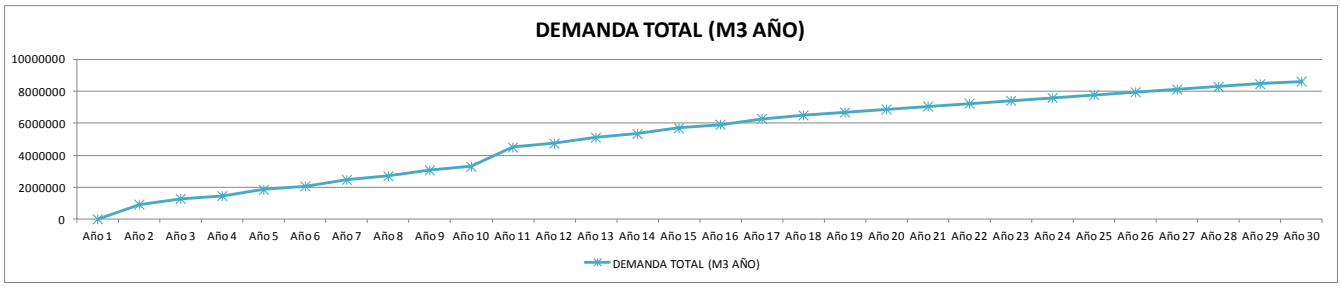


Figura 2.61 Demanda total M3

Como ya se mencionó, la demanda de agua del desarrollo al año 30 tomando en cuenta la ocupación esperada así como el uso de las instalaciones por los particulares es de 8.62 millones de metros cúbicos por año y la distribución de los usos se muestra a continuación en la tabla y figura siguientes.

La dotación de agua utilizando únicamente agua de pozo no es viable sin embargo, comenzando por el hecho de reutilizar el agua residual en el riego del campo de golf se reduce el déficit y este puede ser cubierto totalmente con la producción de 2.6 millones de metros cúbicos anuales de agua desalinizada con lo cual se cubre totalmente el déficit.

Tabla 2.42 Evolución de la demanda y disponibilidad

AÑO / USUARIO	2	5	10	15	20	25	30
SUMINISTRO POTABLE	151658	1074613	2517921	4164282	5343449	6241349	7090339
SUMINISTRO GOLF	766500	766500	766500	1533000	1533000	1533000	1533000
SUMINISTRO POTABLE + GOLF	918158	1841113	3284421	5697282	6876449	7774349	8623339
RESIDUAL DISPONIBLE (70% POTABLE)	10616	752229	1762545	2914997	3740414	4368944	4963237
RIEGO RESIDUAL TRATADA	106160.25	752229.1	766500	1533000	1533000	1533000	1533000
RIEGO GOLF CON POZO	660340	14271	0	0	0	0	0
CONCESION	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000
SUMINISTRO POZO CON REUSO EN GOLF	811997	1088884	2517921	4164282	5343449	6241349	7090339

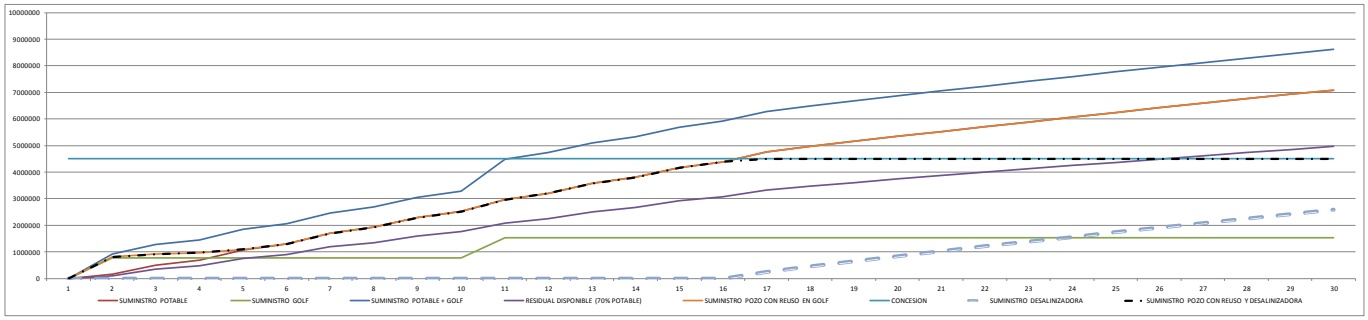


Figura 2.62 Demanda y disponibilidad

En las condiciones esperadas de operación plena al año 30, la demanda total del sistema será al final del proyecto de 8.6 millones de metros cúbicos por año (273 litros por segundo de los cuales se propone que sólo se utilizará agua de pozo para el campo de golf durante 4 años, a partir del año 2 se comienza a utilizar el agua residual tratada en el riego del campo de golf, al final del proyecto se utilizarán 1´533,000 m^3/año (49 lps)en el riego mediante agua residual tratada de los campos de golf, solo se utilizarán al final del proyecto 3´523,747 m^3/año (112 lps) de agua de pozos en servicios turísticos de los 4’500,000 m^3/año concesionados y, se complementará el volumen con 3,480,051 m3/año de agua marina desalinizada.

En forma gráfica se puede observar la tendencia al uso del agua subterránea misma que incrementa en forma suave con lo que se puede observar la tendencia en la conservación del acuífero, también se puede ver como al final del proyecto, el suministro será prácticamente en partes iguales de agua proveniente de pozos y de agua desalinizada.

Bajo este manejo, con un incremento en la demanda de agua subterránea en crecimiento se pude ir verificando la evolución de la calidad y piezomegría en el acuífero para asegurar que el desarrollo no afecte la cantidad y calidad el agua subterránea.

También se observa de la misma forma como el uso del agua residual se incrementa gradualmente hasta llegar al nivel estable en tanto que el agua de pozo utilizada para riego, a partir del año 5 es cero sin embargo también es visible como a partir del año 2 el volumen de riego con agua de pozo disminuye paulatinamente.

Tabla 2.43 Propuesta de manejo sustentable de agua

AÑO/ORIGEN (M3/AÑO)	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
CONCESION	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000
GOLF POZO	645740	427001	303005	64003	0	0	0	0	0	0
GOLF RESIDUAL TRATADA	120760	339499	463495	702497	766500	766500	1533000	1533000	1533000	1533000
TURISTICO RESIDENCIAL POZO	144358	497602	677552	1066229	1286315	2146602	2618730	2981722	3279015	3523747
TURISTICO RESIDENCIAL DESALINIZADA	0	0	0	0	0	362869	1537102	2353276	2953884	3558141

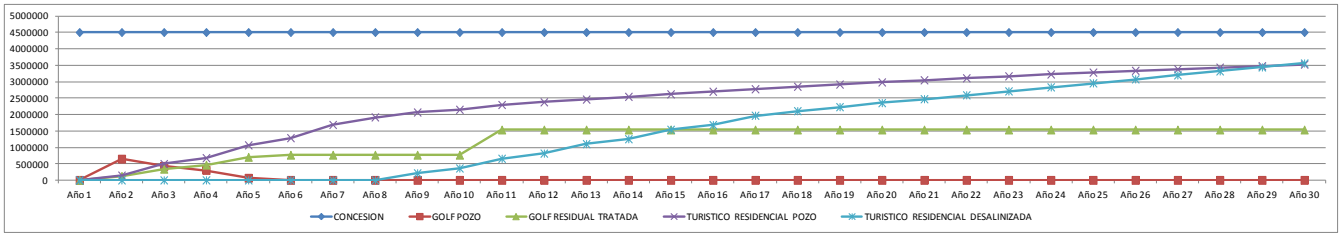


Figura 2.63 Evolución del manejo del agua según origen

2.3.5.2. Proyecto de abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua es un sistema complejo que abarca diversas zonas o captaciones, un acueducto o línea de conducción, sistemas de operación combinada de distribución y sistemas de potabilización.

Para el caso del proyecto se tiene previsto el aprovechamiento de 3 pozos localizados en la zona federal del arroyo Santiago, La Ribera, Municipio de los Cabos, estado de Baja California sur así como la construcción de 10.25 Km desde el tanque de rebombeo localizado en las afueras delpoblado de la Ribera hasta el sitio de entrega en el Cerro La Querencia, cuya ubicación se muestra en la figura siguiente.

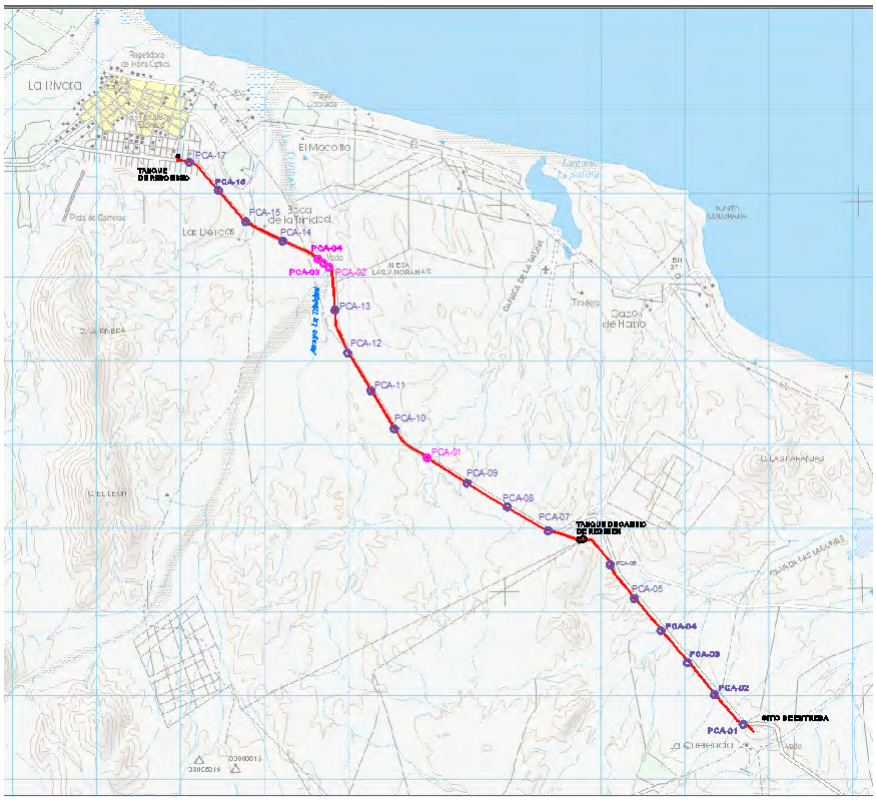


Figura 2.64 Acueducto

A partir del tanque de regulación se construirá una línea de distribución directa a los predios ubicados en las zonas 2 y 3 a los que la dotación de agua se realizará exclusivamente con agua subterránea extraída mediante los pozos y una línea de distribución a la zona 1 con la cual se dotará de agua a los hoteles 1, 2 y 3, zona comercial, marina y en los primeros 8 años a predios residenciales así como durante los primeros 4 años en forma descendente al riego del campo de golf.

2.3.5.2.1 Definición de perfil de línea de conducción.

Para este proyecto no se requiere del trazo de rasantes, debido a que el tubo se instalara paralelo al terreno natural y su profundidad esta en función del diámetro.

Se realizó el análisis hidráulico de la línea de conducción en operación normal con tubería de polietileno y acero para diámetros de 14”, 16”, 18”, 20” y 24”, esto para la línea a presión, con el fin de determinar el diámetro y material más económico, una vez hecho esto se utiliza el mismo diámetro para la conducción a gravedad.

De los análisis de diámetro se obtuvo como resultado que el diámetro adecuado es el de 18” con tubería de PEAD.

2.3.5.2.2 Construcción del Acueducto

Para determinar las dimensiones de la zanja de la línea de conducción se seguirán los lineamientos de la CONAGUA. Los diámetros que se tienen en la línea de conducción son de 10",14",18" y 24".

2.3.5.2.3 Zanjas para la instalación de tuberías

Las tuberías se instalan sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno.

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que se instalen en condición de zanja, debiendo ser ésta de paredes verticales, como mínimo hasta el lomo M tubo y con el ancho indicado. El tipo de instalación que se adopte, debe considerar otros factores relacionados con la protección de la línea, como son el deterioro o maltrato por personas y animales, la exposición de los rayos solares, variación de temperatura, etc.

En terreno rocoso debe analizarse la conveniencia de instalar la tubería superficialmente sobre apoyos adecuados, y esta no podrá ser en ningún caso de policloruro de vinilo (PVC), y solo en casos excepcionales de Asbesto-Cemento (A-C) y concreto, garantizando su protección y seguridad.

Se ha decidido que la tubería sea enterrada.

2.3.5.2.4 Consideraciones adicionales.

La línea de conducción será enterrada en su totalidad. Los cruces con arroyos serán proyectados de forma subterránea sin afectar el cauce de los ríos, o en su caso si la CONAGUA requiriera realizar un cruce aéreo, tampoco se vería afectado el curso normal del arroyo. En estos cruces la tubería ira encofrada, es decir, tendrá un recubrimiento de concreto para dar mayor peso a la tubería, además de darle mayor protección, esto para evitar que en condiciones de que el suelo este saturado de agua, la tubería pudiera flotar y salir del suelo.

- Las zanjas serán rellenadas de preferencia con el mismo material de excavación, los excedentes que resulten serán trasladados al lugar a donde las autoridades municipales lo indiquen.

- La localización de la planta de rebombeo queda también en función del trazo elegido, de preferencia en una zona cercana a los pozos. Esta planta de rebombeo tendrá un área aproximada de 0.5 ha.

2.3.5.3 Generación de aguas residuales

De acuerdo al tipo de manejo que se dará al agua en el desarrollo Los Pericúes se tendrán dos tipos de aguas residuales que son las provenientes de los servicios generales que serán enviadas a su acondicionamiento a las 4 plantas de tratamiento de aguas residuales, 3 de ellas ubicadas en la zona 2 y la planta principal ubicada en la zona 1 y las de rechazo del proceso de desalinización.

Tabla 2.44 Evolución de la disponibilidad de agua residual a través del tiempo

AGUA RESIDUAL (M3/AÑO)	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
ZONA 1	120760	631787	1372487	2194450	2765772	3186197	3609177
ZONA 2	0	66501	112622	112622	112622	112622	112622
ZONA 3	0	70710	294336	639425	893520	1101625	1272938
ZONA 1 + ZONA 3	120760	702497	1666823	2833875	3659292	4287822	4882115
ZONA 2	0	66501	112622	112622	112622	112622	112622
RECHAZO DESALINIZADORA	0	0	544304	2305653	3529915	4430826	5337212

Los volúmenes de agua residual que se generarán variarán conforme avance el proceso de desarrollo tal y como a continuación se indica:

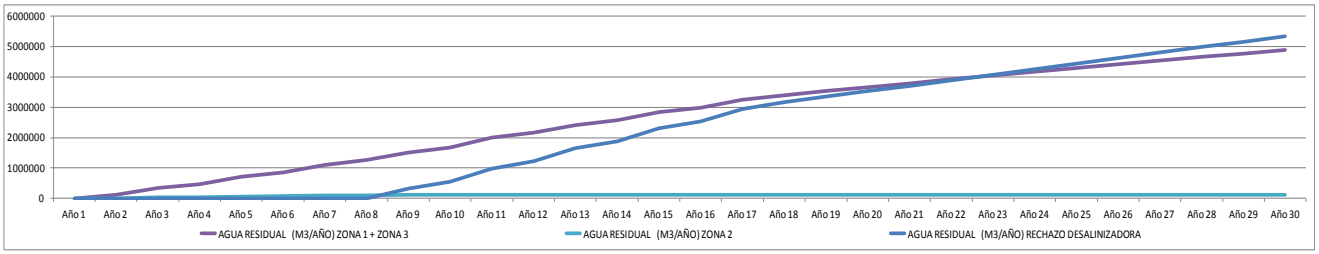


Figura 2.65 Generación esperada de agua residual a través del tiempo

Al final del proyecto se contará con una planta de tratamiento principal capaz de acondicionar 4´882,115 metros cúbicos por año (155 lps), tres plantas de tratamiento de aguas residuales, una en cada uno de los 3 hoteles boutique, cada uno con una capacidad de 37,541 m3/año (1.19 lps) y un sistema para el manejo del rechazo de la desalinización con un volumen generado de 5’337,212 metros cúbicos por año (169 lps).

2.3.5.3.1. Red de drenaje

El sistema de drenaje será separado, es decir no se combinarán las aguas residuales con las pluviales de esta forma, aprovechando la pendiente natural del terreno, en su mayor parte el drenaje será por gravedad a excepción de la red costera que tendrá un cárcamo de bombeo para elevar las aguas residuales a una cota que permita integrar el agua en el sistema por gravedad.

Inicialmente tendrá una red de atarjeas que tiene por objeto por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas y comerciales, hacia los colectores e interceptores.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del paramento exterior de las edificaciones a continuación se tienen las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectando las aportaciones de los albañales.

De ahí los colectores e interceptores son las tuberías que reciben aportación de los colectores y terminan en un emisor, o en la planta de tratamiento. Por razones de minimizar el consumo energético, los colectores e interceptores serán en lo posible una réplica subterránea del drenaje superficial natural.

No obstante para dar servicio a las edificaciones construidas paralelas a la línea de costa se requiere el bombeo para elevar las aguas residuales de un conducto profundo a otro más superficial, cuando constructivamente no es posible continuar con las profundidades resultantes por la presencia del nivel freático.

La red de drenaje sanitario conectara todas las descargas de las zonas 1 y 3 y las llevará hasta la planta de tratamiento de aguas residuales para su acondicionamiento.

Por las condiciones especiales en los hoteles y del Ecoparque ubicados en la zona 2 así como para los servicios que ahí se presten se considera el manejo individual de cada uno de los sistemas en pequeñas plantas de tratamiento y su descarga mediante drenaje subsuperficial y uso de humedales artificiales para su pulimiento.

El esquema de la red de alcantarillado se muestra en la siguiente figura:

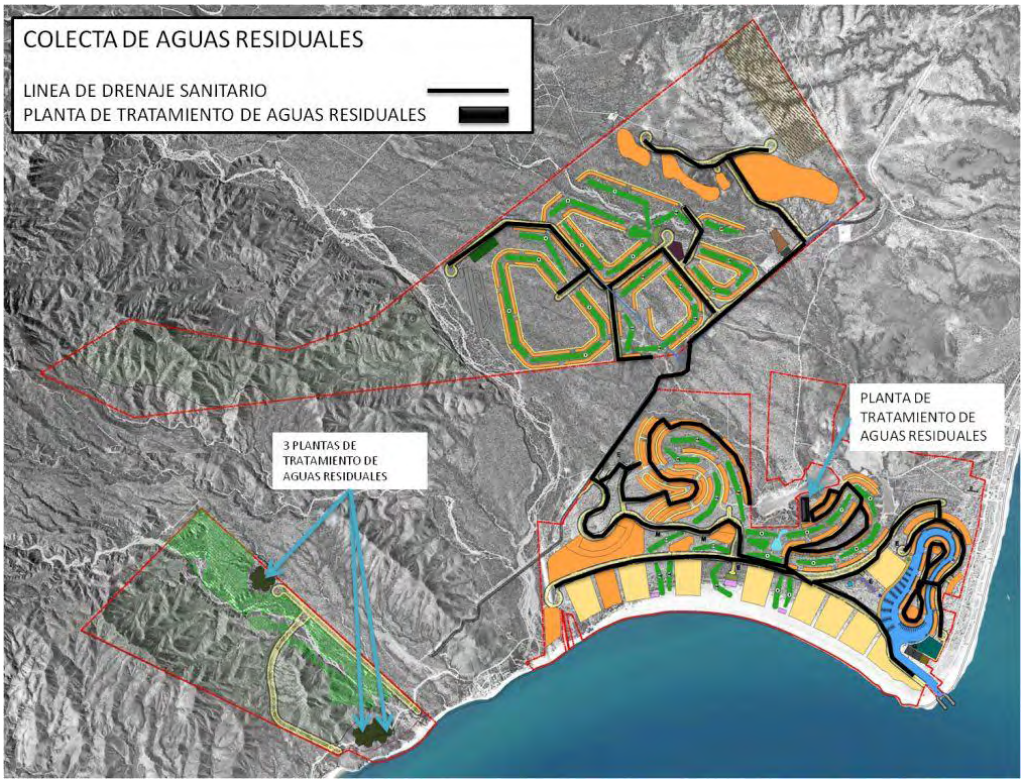


Figura 2.66 Colecta de aguas residuales

2.3.5.3.2 Estrategia de disposición de las aguas residuales tratadas

Las aguas residuales una vez acondicionadas serán dispuestas de diversas formas:

- Mediante riego de áreas verdes y campo de golf en cuyo caso el límite permisible es de acuerdo a lo establecido para cuerpos receptores “C”
- Mediante su disposición en un suelo en humedal artificial en cuyo caso el límite permisible es de acuerdo a lo establecido en cuerpos receptores “C”
- Mediante disposición al mar en cuyo caso el límite permisible es el indicado para cuerpos receptores “B”

En ese sentido y tomando en cuenta que el límite establecido para cuerpos receptores “C” es el más riguroso, el proyecto en su conjunto y todas las aguas residuales generadas serán acondicionadas para cumplir ampliamente con los parámetros más estrictos de calidad del agua.

Para el caso del agua de rechazo de la desalinización y con el fin de retornarla al mar en condiciones semejantes a las del cuerpo receptor para no producir afectación alguna por cambios fisicoquímicos se realizará mediante una mezcla del agua residual tratada con la del rechazo para retornar el contenido de sales a prácticamente el mismo nivel de calidad o concentración que el que tiene el agua de mar en condiciones naturales.

En la siguiente grafica se puede observar la tendencia en el contenido de sólidos disueltos totales en la descarga producto de la mezcla que se realizará al mar.

Tabla 2.45 Evolución de la calidad de la descarga al mar

AÑO / USUARIO	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
CONCENTRACIÓN SDT EN LA DESCARGA (mg/l)	0	0	22918	38538	37633	37189	37059
CONCENTRACION SDT EN EL MAR DE CORTEZ (mg/l)	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000

En la tabla anterior se observan valores en que la descarga del año 2 y del año 5 indica valor cero ya que el 100% del volumen de agua residual será aprovechado en el campo de golf y la desalinizadora aún no estará en operación.

2.3.5.3.3. Estación depuradora de aguas residuales

Se considera la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para las aguas residuales que se generarán en los servicios relacionados con las áreas comunes, campo de golf, predios residenciales y hoteles ubicados dentro del área del proyecto “Los Pericúes” para las zonas 1 y 3 y tres plantas de tratamiento de aguas residuales uso de humedales artificiales para su pulimiento una en cada uno de los 3 hoteles Boutique establecidos en la zona 2.

La planta de tratamiento de aguas residuales central tendrá una capacidad para tratar hasta 4’882,115 metros cúbicos por año (155 lps) que se construirá progresivamente en tres módulos para

52 litros por segundo y cada módulo compuesto de dos trenes en paralelo para 26 litros por segundo cada uno.

La tecnología que se usará es la de lodos activados en su modalidad de aeración extendida con tratamiento terciario mediante filtración, desinfección mediante luz ultra violeta y manejo de lodos a través de digestión, espesamiento y prensado para su posterior uso en combinación con residuos vegetales para producción de compost para su uso en el campo de golf y áreas verdes.

Los elementos de cada uno de estos módulos son:

- Tratamiento primario mediante desarenador y desgrasador así como cribado fino con limpieza mecánica.
- Tanque de mezcla o sistema anóxico para incrementar la nitrificación y homogenización de la mezcla
- Tanques de aeración para la oxidación de la materia orgánica con tiempos de retención hidráulica de 24 horas en promedio y con capacidad para aceptar cargas pico.
- Sistema de difusores de aire de fondo para mayor eficiencia de transferencia de oxígeno.
- Clarificador secundario circular con sistema de rastras de fondo y desnatador de superficie.
- Sistema de floculación para optimizar la clarificación.
- Sistema de recirculación de lodos al tanque anóxico
- Tratamiento terciario mediante filtros de arena
- Digestor aeróbico de lodos para oxidación completa de los mismos
- Sistema de filtro banda para el acondicionamiento de lodos
- Sistema de desinfección mediante UV para el efluente tratado
- Cisterna de agua tratada para reuso en riego
- Sistema de medición de caudales en cada fase
- Sistema de control automático para operaciones unitarias
- Sistema de alarma y cierre de válvulas ante calidades fuera de límite

La superficie requerida para su instalación, incluyendo calle de acceso, oficinas y cuarto de maquinas es de 13,500 metros cuadrados en total para las 3 etapas.

La primera etapa permitirá el tratamiento del agua residual hasta el año 9, fecha en la cual deberá estar completada la segunda etapa que brindará servicio hasta el año 17 y de ahí en adelante deberá estar operando el tercer módulo.

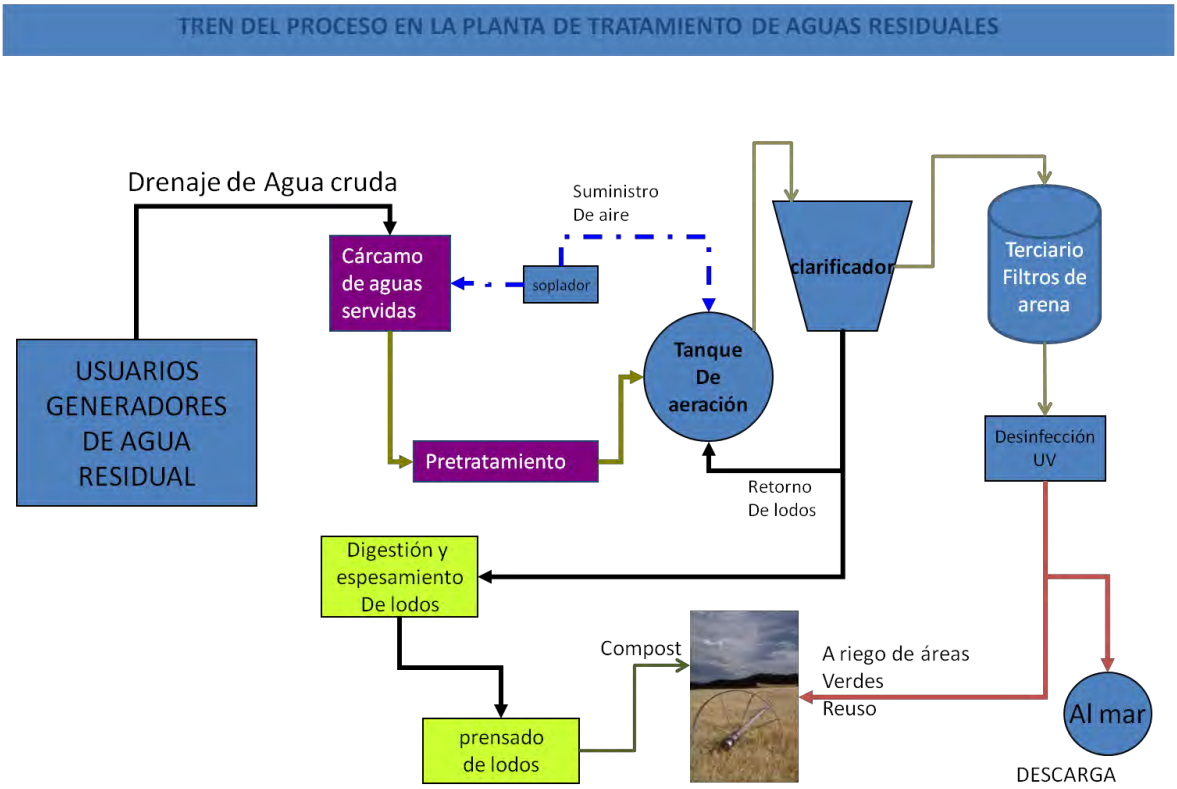


Figura 2.67 Tren del proceso en la planta de tratamiento de aguas residuales

Para el caso de las tres plantas de tratamiento que se ubicarán en los hoteles Boutique, el sistema es semejante, bajo la misma tecnología de lodos activados en su modalidad de aeración extendida pero para una capacidad de tan solo 37541 metros cúbicos por año, es decir 1.19 litros por segundo.

Para cada una de las plantas de tratamiento de aguas residuales se requiere una superficie de 300 m^2 para el establecimiento de tanques, cuartos de maquinas, manejo de lodos, cuarto de controles, oficina, vialidades y almacén.

Los módulos que tendrán estas plantas son:

- Tratamiento primario mediante rejilla gruesa y sistema de cribado fino con limpieza manual.
- Tanque de mezcla o sistema anóxico para incrementar la nitrificación y homogenización de la mezcla
- Tanques de aeración para la oxidación de la materia orgánica con tiempos de retención hidráulica de 24 horas en promedio y con capacidad para aceptar cargas pico.
- Sistema de difusores de aire de fondo para mayor eficiencia de transferencia de oxígeno.
- Clarificador secundario rectangular de dos tolvas con módulo plástico auxiliar para sedimentación acelerada y desnatador de superficie.
- Sistema de recirculación de lodos al tanque anóxico

- Digestor aeróbico de lodos para oxidación completa de los mismos
- Sistema de desinfección mediante cloro en pastillas para el efluente tratado
- Cisterna de agua tratada para reuso en riego
- Sistema de medición de caudales a la entrada y a la salida del sistema
- Sistema de control automático para operaciones unitarias
- Sistema de biofiltro (humedal artificial) para pulimiento

Los lodos serán sometidos a digestión aeróbica y espesados pero debido a la fragilidad ambiental de la zona y a la intención de utilización mínima del suelo, los lodos serán colectados mediante un pequeño carro cisterna de 5 metros cúbicos, una vez por mes y llevados a la planta central para completar su digestión y realizar su deshidratación y reuso.

2.3.5.3.4. Planta de tratamiento de aguas residuales

Para la planta principal o central de tratamiento de aguas residuales se requiere una superficie de 13500 m^2 para el establecimiento de tanques, cuartos de maquinas, manejo de lodos, cuarto de controles, oficina, vialidades y almacén.

El proceso constructivo implica la excavación hasta una profundidad de cuatro metros para la construcción de los tanques utilizados para el tratamiento del agua residual mismos que tendrán 4 metros por debajo de la superficie del terreno y 2 sobre de esta con el fin de aprovechar al máximo el terreno con el menor impacto estético.

Toda la construcción se realizara utilizando maquinaria de la región y el producto de la excavación será utilizado en las terracerías y rellenos en la construcción del desarrollo.

El procedimiento implica las siguientes fases:

- Limpieza del sitio y nivelación,
- Excavación mediante retroexcavadora hasta los 4 metros de profundidad.
- Armado de cimbra y colocación de acero de refuerzo
- Colado de concreto de pisos y muros
- Pruebas de hermeticidad para detectar fugas y en su caso corregirlas
- Instalación electromecánica
- Instalación hidráulica
- Instalación de planta de emergencia
- Instalación de sitio para el almacenamiento provisional de los aceites quemados que se generarán en el mantenimiento de equipos electromecánicos durante la operación
- Instalación de drenaje perimetral para colección de vaciados y escurridos y su conducción hacia al cárcamo principal de agua residuales de la planta
- Construcción de edificio de control y cuartos de procesos específicos
- Instalación de equipos especializados
- Pruebas

El conjunto para el tratamiento se construirá en tres módulos, conforme lo requiera el crecimiento del sistema

2.3.5.3.5. Mecanismos para la disposición final de las aguas residuales

Las aguas residuales tratadas, provenientes de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de las zonas 1 y 3 se utilizarán en lo posible para el riego del campo de golf y de las áreas verdes en una proporción de 5 litros por m^2, los excedentes serán descargados al mar mediante difusor submarino. Previo a su descarga se contará con un puerto para toma de muestras y un sensor para la medición de la calidad del agua para el parámetro DQO u otro similar medible en tiempo real equipado con alarma para detectar picos de baja calidad y automáticamente retronar el agua residual de baja calidad a la planta de tratamiento.

El agua residual producto del rechazo de la osmosis inversa también será dispuesta al mar mediante el mismo difusor y contará de la misma forma con equipo de alarma ante la presencia de concentraciones anormales de sales.

Con objeto de proteger el cuerpo de agua ante picos tanto de orgánicos como de sales, previa comprobación de la calidad de cada una de las descargas por separado, se mezclaran las aguas con el fin de retornar un volumen semejante al extraído del mar para su desalinización y en condiciones de calidad muy semejantes a las del agua origen.

Ambas descargas previas a su mezcla cumplirán con las normas más exigentes:
Parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales tratadas de la planta de tratamiento de aguas residuales tratadas del Proyecto Los Pericúes (valores promedios mensuales).

Tabla 2.46 Parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales tratadas

Parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales tratadas de la planta de tratamiento de aguas residuales tratadas del Proyecto Los Pericúes (valores promedios mensuales).					
PARAMETRO	**UNIDAD**	**NOM-001-SEMARNAT-1994* Suelo**		**NOM-003-SEMARNAT-1997****	
		Cuerpo Receptor "C"	**Humedales naturales**	**Contacto directo**	**Contacto indirecto**
Temperatura	°C	No aplica	< 40	No aplica	No aplica
Nitrógeno total	mg/l	15	No aplica	No aplica	No aplica
Grasas y aceites	mg/l	15	15	15	15
DBO_5	mg/l	30	75	20	30
Sólidos suspendidos totales	mg/l	40	75	20	30
Sólidos sedimentables	ml/l	1	1	No aplica	No aplica
Materia flotante	------	Ausente	Ausente	ausente	ausente

Parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales tratadas de la planta de tratamiento de aguas residuales tratadas del Proyecto Los Pericúes (valores promedios mensuales).					
PARAMETRO	UNIDAD	NOM-001-SEMARNAT-1994* Suelo		NOM-003-SEMARNAT-1997**	
		Cuerpo Receptor "C"	Humedales naturales	Contacto directo	Contacto indirecto
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000	2000	240	1000
Fósforo total	mg/l	5	No aplica	No aplica	No aplica

En el caso de las 3 plantas construidas en los hoteles boutique las aguas tratadas serán dispuestas en el suelo cumpliendo para tal fin con los mismos lineamientos estrictos. El agua podrá ser utilizada en el riego en aéreas verdes o dispuesta en un humedal artificial,

La generación de agua residual en las zonas 1 y 3 presentan un comportamiento uniforme sin crecimientos bruscos. El primer módulo de tratamiento para 52 litros por segundo atenderá la generación de agua residual desde el inicio de operación hasta el año 10, su primer línea de tratamiento de verá iniciar a la inauguración del desarrollo y el equipamiento de la segunda línea será en el año 5.

El segundo módulo de tratamiento se deberá inaugurar en el año 10 con una primer línea operando y la segunda se deberá tener lista para operar en el año 13. Este módulo dará servicio junto con el primer módulo hasta el año 17.

El tercer y último módulo iniciará operaciones con una línea de tratamiento durante el año 17 y se deberá tener listo el equipamiento de la segunda línea de tratamiento a partir del año 23.

Con los 3 módulos operando con sus 2 líneas paralelas cada uno al final de los 30 años se tendrá una capacidad de 155 litros por segundo.

La calidad del agua seleccionada en el diseño es un valor medio reportado en diversos complejos urbano turísticos semejantes sin embargo, a partir del equipamiento del primer módulo y su puesta en operación se deberá revisar el diseño para optimizar la operación ante condiciones locales específicas.

2.3.5.4 Sistema de drenaje pluvial

En plazas y caminos se ubicará un sistema de drenaje pluvial, adaptándose lo más posible a la forma del escurrimiento natural en el predio. El agua colectada con este sistema se conducirá hacia bocas de tormenta y cruces a los sistemas naturales de arroyos previo su paso por una caja colectora y su trampa de grasas y aceites y sólidos para facilitar su escorrentía natural.

Este sistema únicamente captará el agua de áreas comunes, vialidades, zonas de servicios así como de andadores, banquetas y otros sitios públicos. Las aguas pluviales provenientes de zonas privadas como son los predios hoteleros residenciales, casa club o los club de playas serán manejadas bajo este mismo concepto pero por cada lote en particular.

2.3.6 Suministro de Energía Eléctrica

2.3.6.1. Urbanización del área y descripción de servicios generales requeridos

2.3.6.1.1Energía Eléctrica

La operación del suministro de energía eléctrica será llevada a cabo por la CFE a través de la una línea de 30 km en alta tensión 115KV 3f-4h soportados mediante torres metálicas de aprox 30 m de altura dispuestas con una distancia media de entre los 400m y 500m para alimentar la Subestación diseñada con 2 bahías de transformación cada una con un módulo por norma de C.F.E. de 40 MVA para un total de 80 MVA. Ocupando un área total de 23,400.00 m2 (2.34 ha).

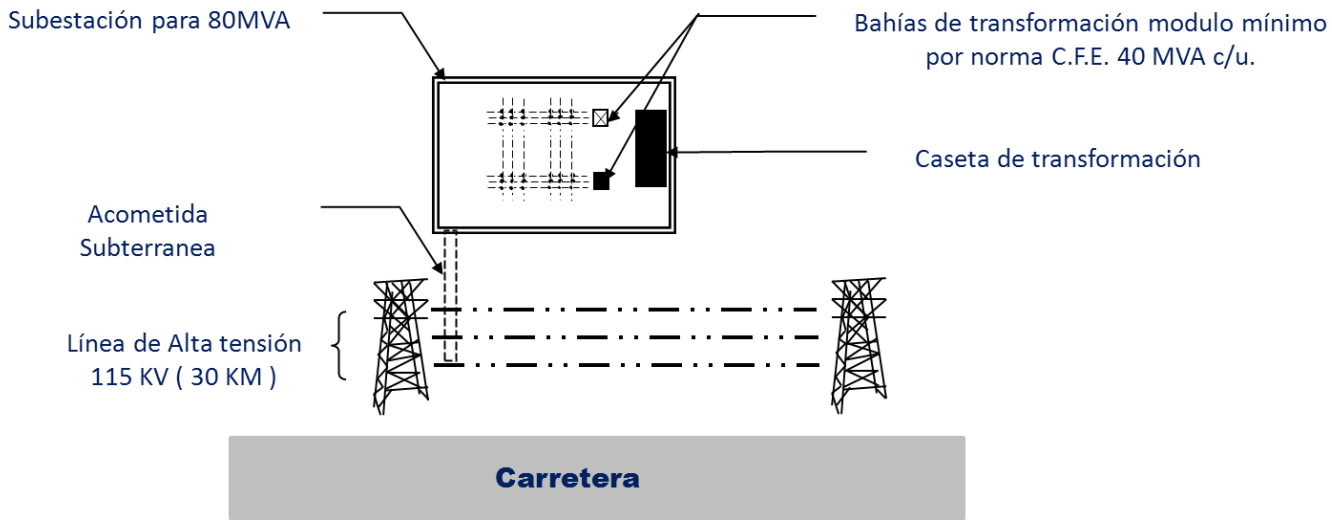


Figura 2.68 Esquema de suministro de energía eléctrica

2.3.6.1.2 Instalación Eléctrica

Para la provisión del fluido eléctrico se proyectan tres líneas de distribución general en anillos a partir de la subestación para atender la Zona I, la Zona II y la Zona III Se dejarán los equipos y acometidas a pie de macrolote, todas las redes serán subterráneas bajo las vialidades y todo el material y la ejecución a entregar a la CFE se realizará según normativa.

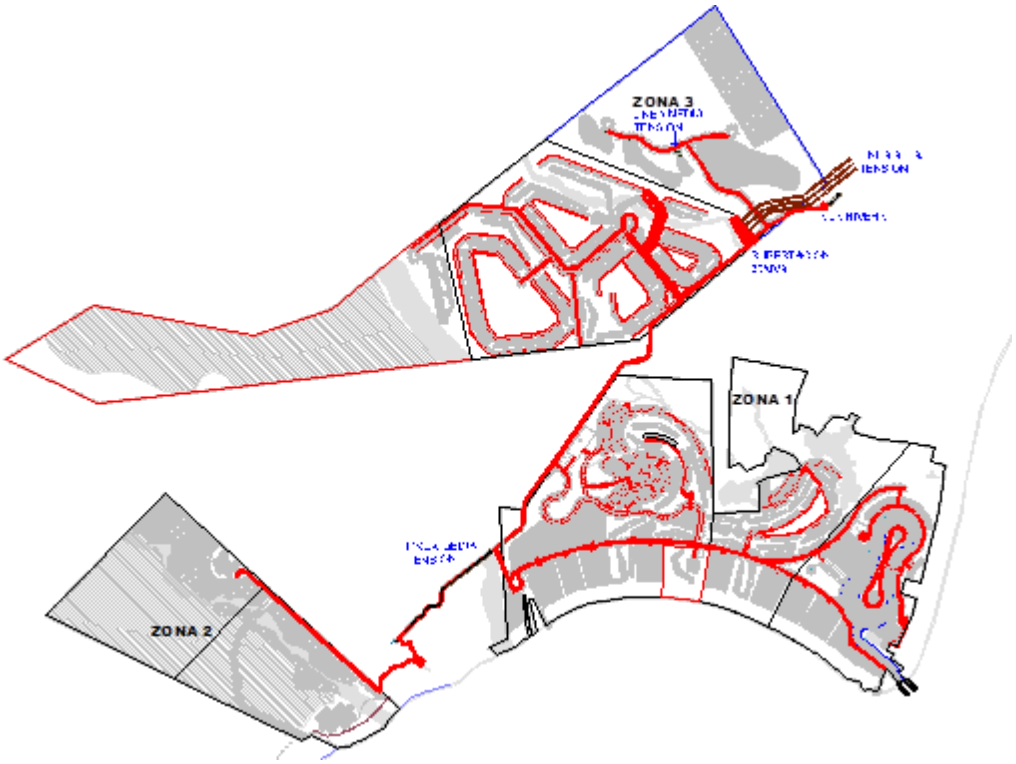


Figura 2.69. Distribución General en anillos media tensión

2.3.7 Aeropista

El proyecto pericúes cuenta con una pista de aterrizaje con todos los requerimientos, licencias y permisos para su uso, ésta pista será re-ubicada hacia la zona sur de la fase localizada en el sector oeste, con la finalidad de alejarla de la zona de mar y tener un mejor control de la misma.

La pista de aterrizaje en su nueva posición será de 1,000 metros lineales con zona de aterrizaje y maniobras con un ancho total de 75 metros, la carpeta de rodamiento será de concreto asfáltico, además la pista contará con los siguientes edificios y áreas de apoyo como son: Estacionamiento para el público, motor lobby, terminal aérea de circulación de aeronaves, anden de carga, torre de control, hangar para mantenimiento y guarda, almacén de combustibles, drenajes exteriores, estación de bomberos, iluminación, señalización, protección y un helipuerto.

2.3.8 Estación de transferencia de residuos

El proyecto Los Pericúes, contempla dentro de sus alcances implementar una Estación de Trasferencia de Residuos debido a la falta de un relleno sanitario o sitios controlados cercanos al proyecto; garantizando así, un manejo adecuado de los residuos y de su disposición final.

Como se abordara mas extensamente en el Capitulo VI, el objetivo principal de una estación de transferencia es incrementar la eficiencia global de los servicios de manejo de los residuos sólidos urbanos, a través de la disminución del costo que se genera durante el manejo, así como por la reducción en los tiempos de transporte y la utilización intensiva de los equipos y el recurso humano.

Para el caso del Proyecto Los Pericues, la estación de transferencia a implantar será sin compactación y con carga directa. Esta contara también con:

- Área para la recepción y almacenamiento de materiales reciclables ya separados.
- Área para el composteo de materiales vegetales producidos por las actividades de mantenimiento de áreas verdes.

En las estaciones de transferencia de carga directa, los residuos procedentes de los camiones de recogida, pueden descargarse directamente en el vehículo que se utiliza para transportar los residuos al sitio de disposición final. En esta misma modalidad de estación, se puede contar con un foso en donde se descarguen los residuos, sin embargo, posteriormente se tendría que emplear maquinaria para cargar los remolques para la transferencia, incrementando los costos. La mejor opción es descargar directamente a los remolques para la transferencia.

2.3.9 Programa General de Trabajo

El desarrollo se ha previsto implementarlo en tres fases y a su vez cada fase se divide de una a tres etapas, la fase de inicio de obras en todas las fases y etapas tiene una duración de 18 a 27 meses.

La Fase 1 corresponde a la totalidad de la Zona I y a los lotes de servicios de la Zona II, el periodo de inicio corresponde al año 2013.

La Fase 2 en 2017, las Fase 3 comenzará en 2019, para todas las fases están programadas las obras que consistirán básicamente en el trazo, desmonte parcial y despalme, excavación, relleno y compactación del terreno de vialidades e infraestructura para la redes eléctrica, agua potable, drenaje y especiales totalmente subterráneas bajo las vialidades principales del desarrollo, dejando una acometida y pozo de registro a pie de cada macro lote; por último la propia macrolotificación, su trazo correspondiente y mojoneras de señalización.

En las siguientes figuras se muestra la estrategia general de trabajo por Zona y a través de una Gráfica de Gantt. Se ha puesto un horizonte de 10 años para la construcción de las obras de infraestructura y servicio, aunque la consolidación del destino es a largo plazo, más de 30 años.

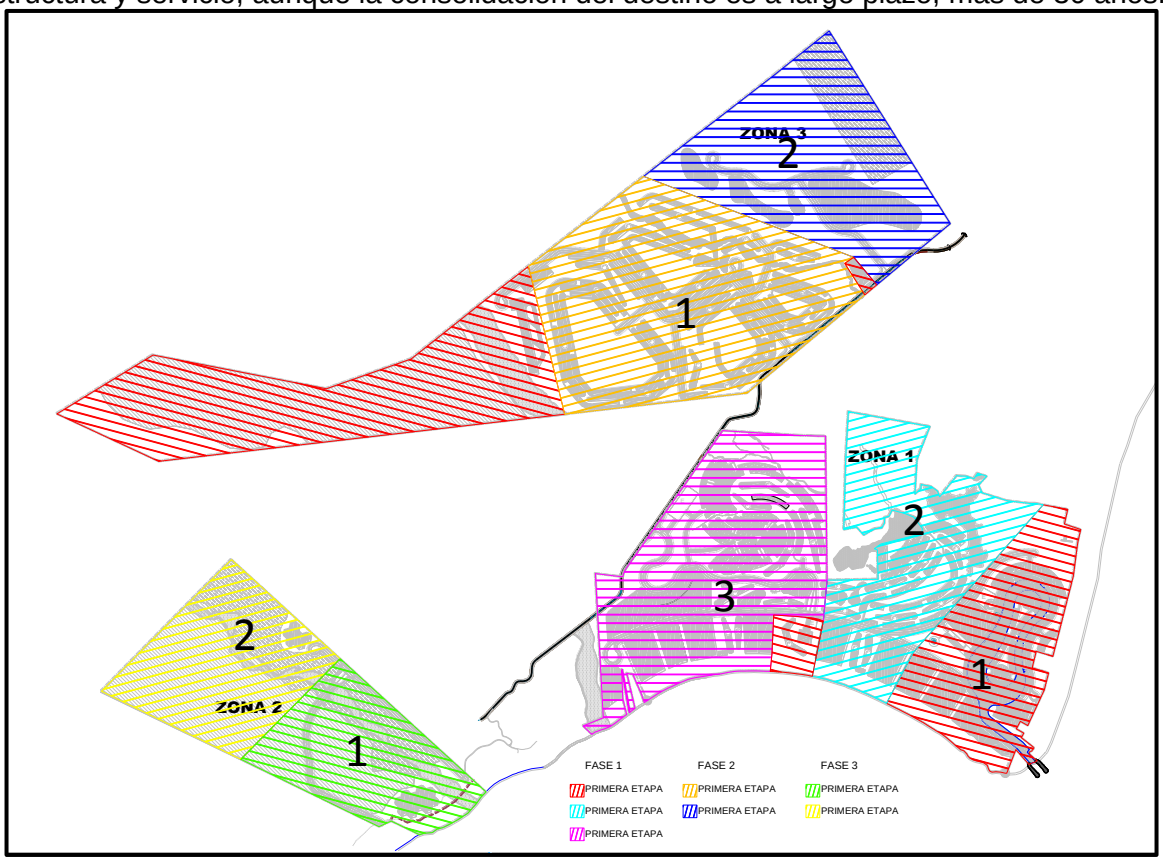


Figura 2.70 Fases Planta de Conjunto



Figura 2.71 Desarrollo de las Fases

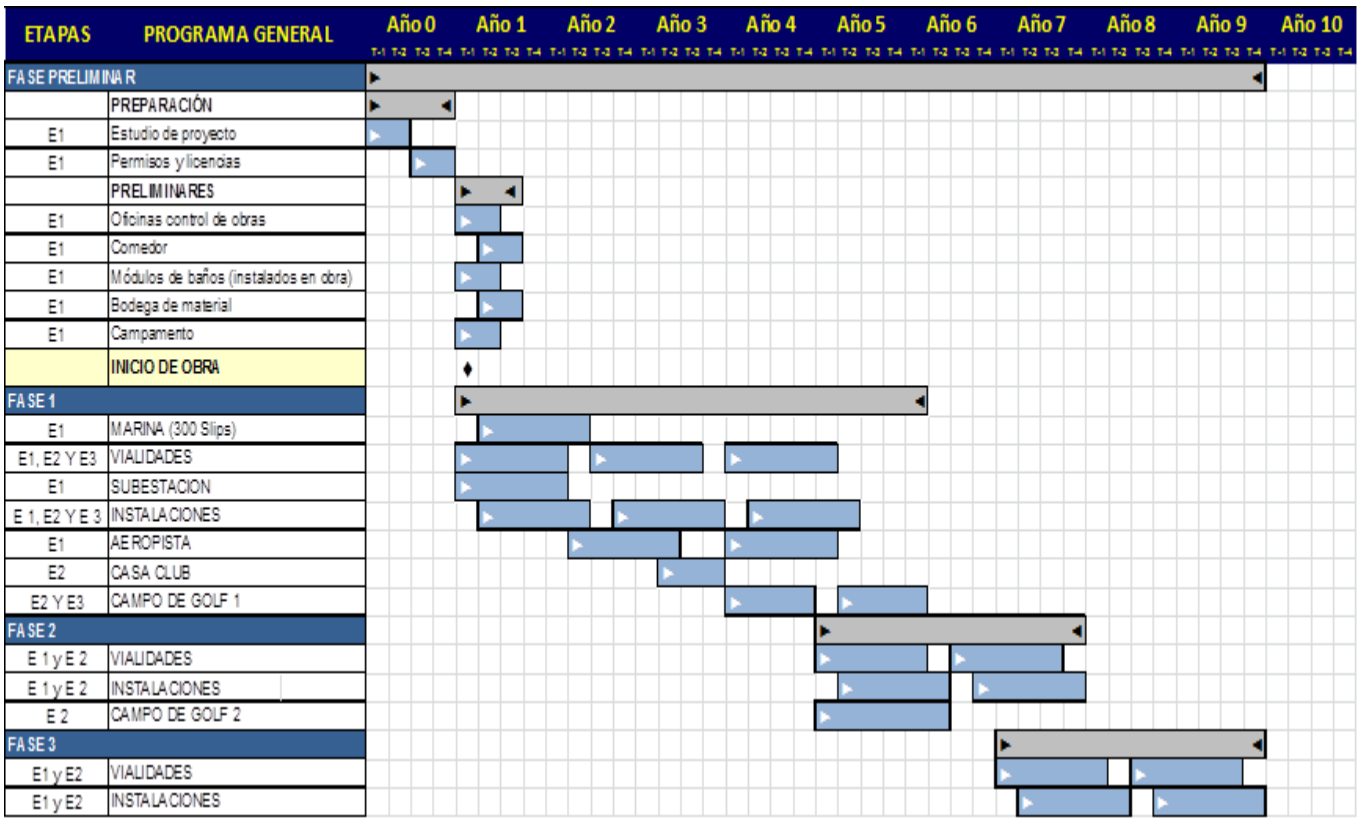


Figura 2.72 Programa General de Obra

II.4 Descripción de las obras y actividades asociadas al proyecto

2.4.1 Bancos de materiales

Consideraciones generales para el análisis de bancos de materiales existentes y bancos en zonas potenciales.

Para la localización de los bancos de materiales se realizaron recorridos y se eligieron cuatro sitios para la toma de muestras a través de la excavación de PCA; los espesores fueron estimados a través del levantamiento geológico realizado.

Las excavaciones se realizaron con maquinaria (retroexcavadora), con las dimensiones necesarias para poder muestrear los materiales, a profundidades variables en función de la dureza de los materiales. En cada pozo se realizó una descripción de la estratigrafía encontrada y se llevó a cabo el muestreo de los materiales para los ensayes de laboratorio.

Se exploraron en total de 4 sitios, dos de los cuales corresponden con bancos ya existentes y 2 son zonas cercanas a la carretera con posibilidades de ser explotadas.



Figura 2.73 Localización de bancos de materiales y sitios con potencialidad para extraer materiales

Tabla 2.47 Bancos de materiales y sitios con potencialidad para extraer materiales

Clave	**Nombre**	**Material**	**Presencia de NAF+**	**Ubicación**	
PCA	Banco o sitio	Litología	NAF (m)	X	Y
PCA-BM-20	Noroeste	Aluvial	No detectado	650067	2604772
PCA-BM-21	Banco Lagos	Aluvial	No detectado	653030	2604302
PCA-BM-22	Banco Antiguo	Igea	No detectado	653057	2601566
PCA-BM-23	Arroyo Miramar	Aluvial	No detectado	656393	2599084

+ NFA= Nivel de agua freática

2.4.1.1 Materiales en la Zona de Exploración Noroeste.

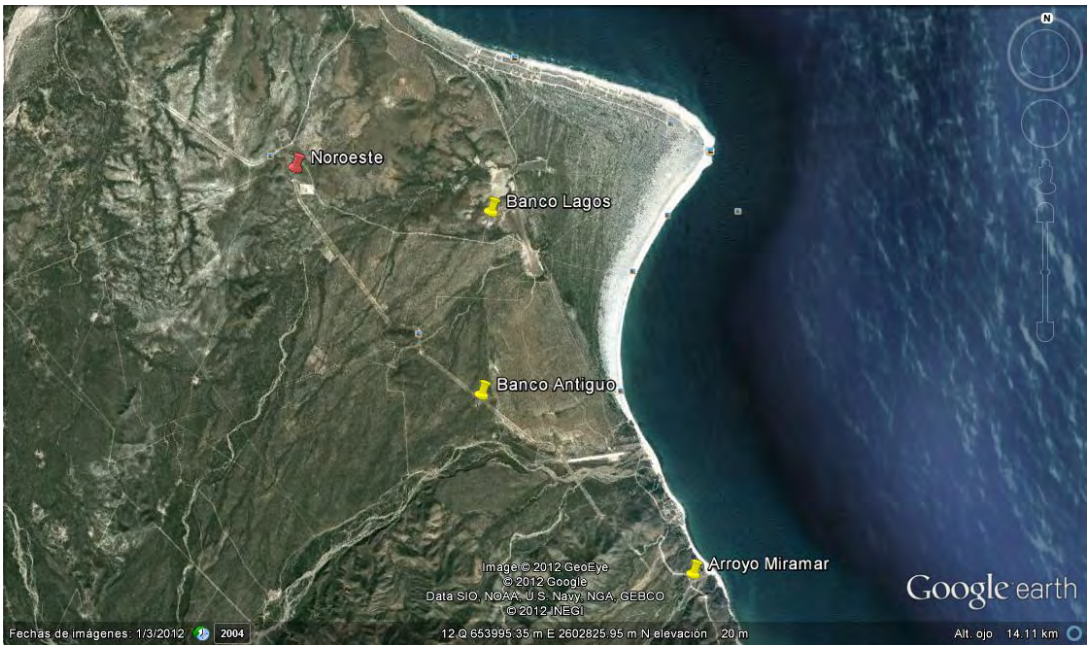


Figura 2.74 Localización de bancos de materiales Exploración Noroeste.

Se localiza en terrenos de propiedad particular, al noreste de la fase 3; se trata de una zona que ya ha sido utilizada, probablemente durante la construcción de la carretera; la vegetación que se presenta son arbustos por lo que no representa problemas en el desmonte o despalme de la zona (sin considerar aspectos ecológicos); su acceso sería a través de la carretera pavimentada que va del Desarrollo al poblado de La Ribera.

Se localiza sobre sedimentos aluviales; la superficie a aprovechar depende de que tanta área de pueda aprovechar; actualmente el área aprovechada es de aproximadamente 3,000 m2, sin embargo por el tipo de materiales en que se ubica (aluviales), la explotación podría ampliarse.

Este material, a diferencia de los resultados obtenidos en material de origen aluvial en otras zonas, presenta cierta deficiencia para su uso en capas con calidad de sub-base o base, por lo cual sólo sería conveniente utilizarlo para conformar capas con calidad de subrasante, debido a que la arena en esta zona está afectada por procesos de caolinización (presenta alteración).
Los resultados de laboratorio son los siguientes:

Tabla 2.48 Resumen de las pruebas de laboratorio
efectuadas a las muestras del sitio Noroeste

No. DE MUESTRA.	1
PROFUNDIDAD	SUPERFICIAL
SUCS	SP
LL	no plastico
IP	no plastico
HUMEDAD NATURAL %	5
% GRAVA	6.8%
% ARENA	89.7%
% FINOS	3.5%
PVSS (kg/m3)	1,370.77
PVSV (kg/m3)	1,467.75
PVSM PROCTOR MOD. "D" (kg/m3)	1,920.00
% w OPTIMA PROCTOR MOD. "D"	12.20
EQ. DE ARENA %	31%

2.4.2.2 Materiales en la Zona de Exploración Banco Lagos.

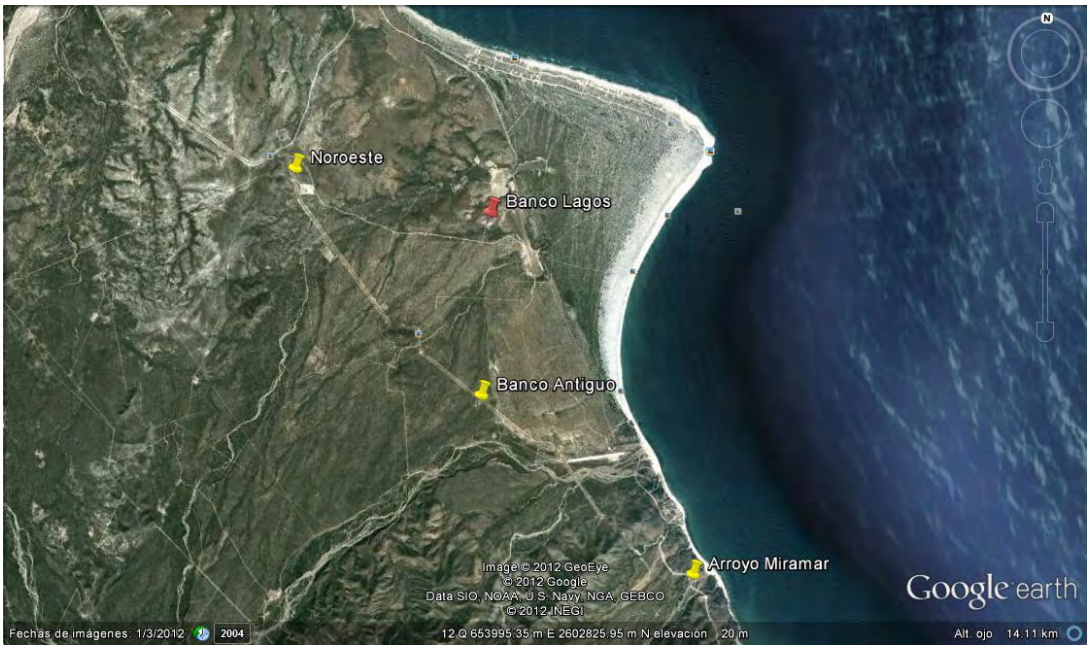


Figura 2.75 Localización de bancos de materiales Exploración Banco Lagos.

Se localiza en terrenos de propiedad de Cabo Cortes, en la parte central-este de la fase 3; actualmente no tienen ningún uso, está ubicado sobre arbustos que no representen problemas

en el desmonte o despalme de la zona (sin tomar en cuenta aspectos ecológicos); su acceso es mediante caminos de terracería.

De acuerdo al estudio geológico este banco está localizado en una roca ígnea extrusiva ácida (Igea), de baja compacidad, muy alterada, por lo que puede ser removida por medios mecánicos.

Para el uso de este material será necesario un tratamiento previo, que consistirá en triturarlo y cribarlo, con el fin de obtener gravas con una granulometría controlada. El despalme tendrá que llegar a una profundidad de hasta 0.60 m; el volumen a aprovechar depende cuanta área se quiera o pueda extraer; la superficie de explotación actual es de aproximadamente 7,000 m2, si esta se continuara trabajando hasta una profundidad de 2 m, se tendría un volumen de 14,000 m3, sin embargo esta superficie representa menos del 10% del área total de la unidad litológica de Igea, por lo que la explotación se podría planificar con base en el uso que se le pretenda dar a la zona y se podría obtener mucho más volumen de este tipo de material. Los resultados de laboratorio son los siguientes:

Tabla 2.49 Resumen de las pruebas de laboratorio efectuadas a las muestras del Banco Lagos

RESUMEN BANCO LAGOS					Requisitos de calidad de los materiales para BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-002/04.	Requisitos de calidad de los materiales para BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-002/04.	Requisitos de calidad de los materiales para SUB-BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-001/04.	Requisitos de calidad de los materiales para SUB-BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-001/04.
No. DE MUESTRA.	1	2	3	4	**Σ L <= 10^6**	**Σ L > 10^6**	**Σ L <= 10^6**	**Σ L > 10^6**
PROFUNDIDAD	SUPERFICIAL	SUPERFICIAL	SUPERFICIAL	SUPERFICIAL				
SUCS	GP	GW	GP	GW				
LL	58	30	28	34	25 máximo.	25 máximo.	30 máximo.	25 máximo.
IP	33	10	7	11	6 máximo.	6 máximo.	10 máximo.	6 máximo.
HUMEDAD NATURAL %	3	7	0	2				
% GRAVA	56.2%	77.7%	53.5%	62.6%				
% ARENA	42.1%	20.4%	42.1%	32.5%				
% FINOS	1.7%	1.9%	4.4%	4.9%				
PVSS (kg/m3)	1,585.46	1,457.96	1,429.70	1,548.93				
PVSV (kg/m3)	1,715.02	1,679.19	1,572.36	1,681.25				
DESGASTE DE LOS ANGELES %	57%	32%	75%	34%	35 máximo.	30 máximo.	50 máximo.	40 máximo.
PVSM PROCTOR MOD. "D" (kg/m3)	2,135.00		2,235.00	2,225.00	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.
% w OPTIMA PROCTOR MOD. "D"	9.00		7.50	6.50	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.
EQ. DE ARENA %	22%	78%	40%	33%	40 mínimo.	50 mínimo.	30 mínimo.	40 mínimo.

En conclusión, este material puede ser utilizado para la construcción de capas con calidad de sub-base, sin embargo necesitará un tratamiento de triturado y cribado para obtener la granulometría necesaria.

2.4.1.3. Materiales en la Zona de Exploración Banco Antiguo.

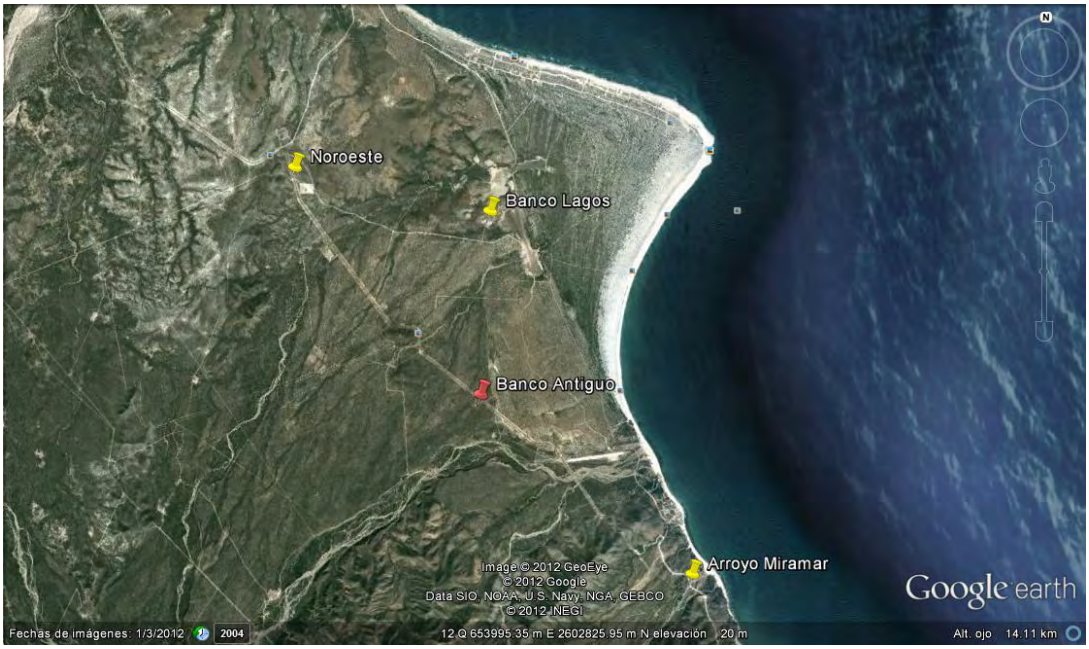


Figura 2.76 Localización de bancos de materiales Exploración Banco Antiguo.

Se localiza en terrenos de régimen privado, al sur de la carretera que va de la población de La Ribera a Cabo Pulmo, actualmente está abandonado; el terreno en que se encuentra presenta arbustos que no representen problemas en el desmonte o despalme de la zona (sin considerar aspectos ecológicos); su acceso es a través de la carretera pavimentada. De acuerdo al estudio geológico se estableció que este banco está sobre los sedimentos de origen aluvial (al).

Para el uso de este material sólo se requiere de un cribado como tratamiento previo. El despalme tendrá que ser de hasta 0.60 m; el espesor aprovechable depende de la superficie que se pueda explotar, la superficie actual de explotación de aproximadamente 6,500 m2, si esta área se continuara excavando una profundidad de 2 m, se tendría un volumen de 13,000 m3, aunque vale la pena citar que por las características observadas en los sedimentos aluviales en todos los sitios en que se exploraron de forma directa, se podría aprovechar una superficie mucho mayor a la actual. Los resultados de laboratorio son los siguientes:

Tabla 2.50 Resumen de las pruebas de laboratorio efectuadas a las muestras del Banco Antiguo

RESUMEN BANCO DE MATERIAL ANTIGUO		Requisitos de calidad de los materiales para BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-002/04.	Requisitos de calidad de los materiales para BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-002/04.	Requisitos de calidad de los materiales para SUB-BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-001/04.	Requisitos de calidad de los materiales para SUB-BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-001/04.
No. DE MUESTRA.	1	**$\Sigma L <= 10^6$**	**$\Sigma L > 10^6$**	**$\Sigma L <= 10^6$**	**$\Sigma L > 10^6$**
PROFUNDIDAD	SUPERFICIAL				
SUCS	SP				
LL	NO PLASTICO	25 máximo.	25 máximo.	30 máximo.	25 máximo.
IP	NO PLASTICO	6 máximo.	6 máximo.	10 máximo.	6 máximo.
HUMEDAD NATURAL %	2				
% GRAVA	45.2%				
% ARENA	53.8%				
% FINOS	1.0%				
PVSS (kg/m3)	1,693.66				
PVSV (kg/m3)	1,845.28				
VRS (%)	95.59%	80 mínimo.	100 mínimo.	50 mínimo.	60 mínimo.
PVSM PORTER(kg/m3)	2066.00				
% w OPTIMA PORTER	6.5%				
PVSM PROCTOR MOD. "D" (kg/m3)	2,180.00	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.
% w OPTIMA PROCTOR MOD. "D"	7.00	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.
EQ. DE ARENA %	55%	40 mínimo.	50 mínimo.	30 mínimo.	40 mínimo.

En conclusión, este material puede ser utilizado para la construcción de capas con calidad de base y sub-base, sin embargo necesitará un tratamiento de cribado para obtener la granulometría necesaria.

2.4.1.4 Materiales en la Zona de Exploración Arrollo Miramar.

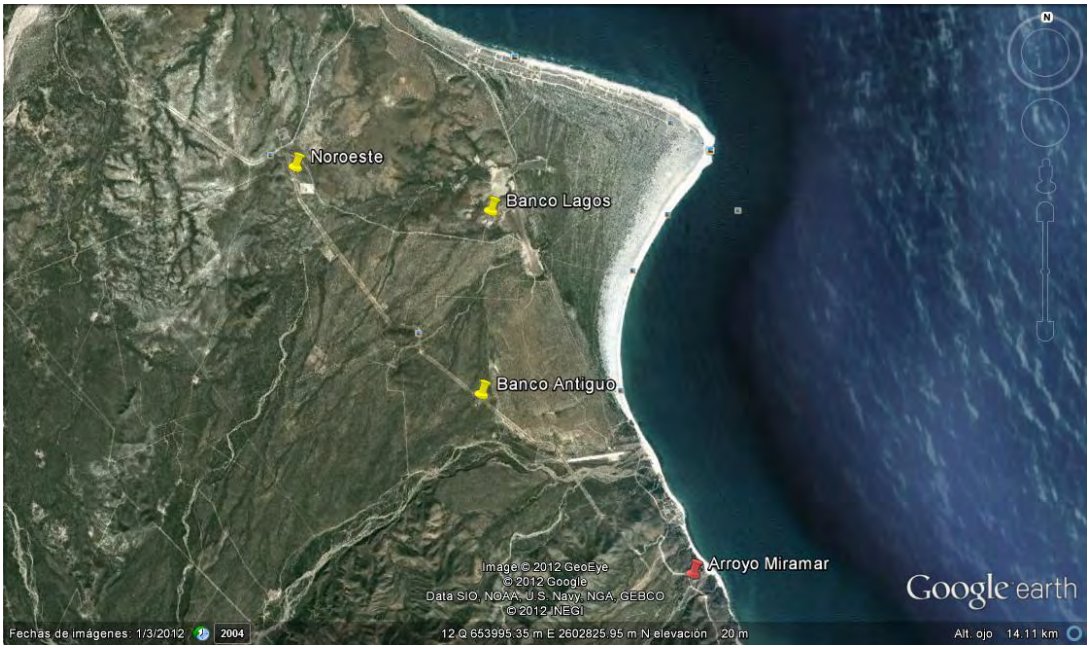


Figura 2.77 Localización de bancos de materiales Exploración Arrollo Miramar.

Se localiza en terrenos de propiedad federal (está en los sedimentos aluviales del cauce del arroyo), hacia el sureste de la fase 4, a aproximadamente 2.5 km de la actual entrada al Desarrollo; actualmente no existe ninguna explotación; la vegetación que se presenta son arbustos por lo que no representa problemas en el desmonte o despalme de la zona (sin considerar aspectos ecológicos); su acceso sería a través de la carretera pavimentada que va a Cabo Pulmo.

La superficie a aprovechar es grande, debido a que es un cauce extenso y amplio. Debido a que está más alejado de la zona a desarrollar de manera inmediata, el acarreo del material incrementa los costos de la obra.

Tabla 2.51 Resumen de las pruebas de laboratorio efectuadas a las muestras del sitio arroyo Miramar

RESUMEN SITIO SOBRE ARROYO MIRAMAR		Requisitos de calidad de los materiales para BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-002/04.	Requisitos de calidad de los materiales para BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-002/04.	Requisitos de calidad de los materiales para SUB-BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-001/04.	Requisitos de calidad de los materiales para SUB-BASES de Pavimentos Asfálticos. N-CMT-4-02-001/04.
No. DE MUESTRA.	1	**Σ L <= 10^6**	**Σ L > 10^6**	**Σ L <= 10^6**	**Σ L > 10^6**
PROFUNDIDAD	SUPERFICIAL				
SUCS	SW				
LL	NO PLASTICO	25 máximo.	25 máximo.	30 máximo.	25 máximo.
IP	NO PLASTICO	6 máximo.	6 máximo.	10 máximo.	6 máximo.
HUMEDAD NATURAL %	1.1				
% GRAVA	42.8%				
% ARENA	53.1%				
% FINOS	4.0%				
PVSS (kg/m3)	1,859.75				
PVSV (kg/m3)	1,940.39				
VRS (%)	73.53%	80 mínimo.	100 mínimo.	50 mínimo.	60 mínimo.
PVSM PORTER(kg/m3)	2049.00				
% w OPTIMA PORTER	7.4%				
PVSM PROCTOR MOD. "D" (kg/m3)	2,150.00	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.
% w OPTIMA PROCTOR MOD. "D"	7.20	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.	100% Grado de compactación.
EQ. DE ARENA %	75%	40 mínimo.	50 mínimo.	30 mínimo.	40 mínimo.

En conclusión este material puede ser utilizado para la construcción de capas con calidad de sub-base.

2.4.2 Caminos de acceso

La accesibilidad a la zona está garantizada a través de diferentes vías de comunicación:

- Aeropuerto Internacional de Los Cabos.
- La Carretera Transpeninsular (Federal 1)
- Ferry que llega a La Paz desde Topoloampo y Mazatlán en Sinaloa. De La Paz por autobús.

Para llegar al área del proyecto existen una serie de caminos de diferentes características y condiciones. La mejor vía es a través de la carretera Federal No. 1 que comunica al poblado de La Ribera y con la Red Estatal.

De la Ribera al predio se accede por el camino a Cabo Pulmo, el cual que asfaltado se encuentra hasta el límite sur del predio para el proyecto, donde continúa como terracería.

2.4.3 Instalación y Operación de Campamento y Plantel

El objetivo principal del PLP es generar empleos para las comunidades aledañas como son la Ribera y Cabo Pulmo, sin embrago y en previsión de que se de la necesidad de que algunos trabajadores deban pernoctar en la propiedad durante el periodo de las obras, es que se ha habilitado una zona temporal para la ubicación del campamento.

La ubicación del Campamento y los servicios asociados como acopio de materiales y maquinaria, se ubicará en la Zona 3 del proyecto junto a la zona de servicios de sub estación eléctrica y transferencia de residuos.

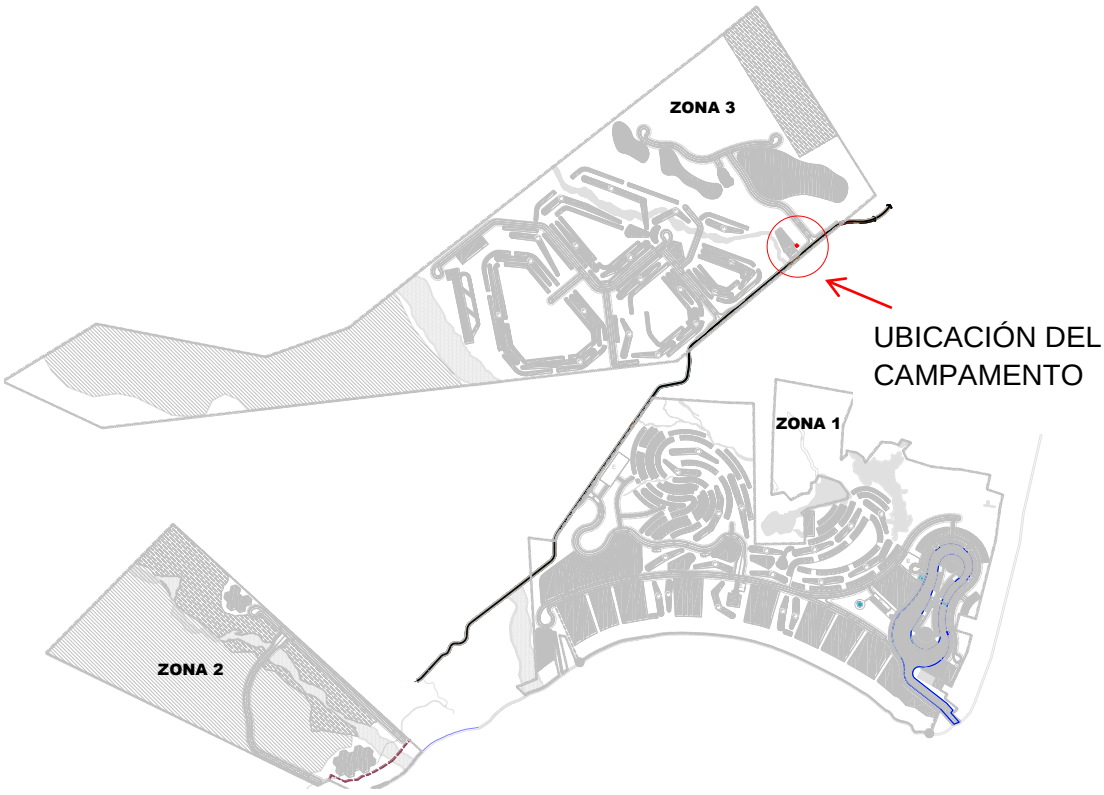


Figura 2.78 Ubicación del campamento

El sitio estará dividido en áreas de trabajo o servicios tales como plantel con oficinas, bodegas, talleres, almacenamiento y despacho de combustible, patios de estacionamiento de vehículos y equipo pesado, y áreas de descanso con dormitorios, comedor-cocina, dispensario médico y servicios sanitarios móviles.

La superficie que ocupara el plantel incluyendo su áreas deportiva será de 1.34 has en las cuales de distribuirán los dormitorios, comedor, sanitarios con regaderas, y el área de deportiva.

La capacidad del plantel será hasta de 600 trabajadores pensando que pernoctará durante la semana y el fin de semana se retiraran a sus casas.

Por su ubicación el plantel no representará ningún tipo de contaminación visual ni de ruido, el área estará confinada por una malla la cual servirá de resguardo para los propios trabajadores.

Se esta previendo que el campamento contará con:

- Abastecimiento de agua y energía.
- Dormitorio y Oficinas.
- Comedores y Cocinas.
- Servicios Sanitarios.
- Material contra incendio
- Botiquin

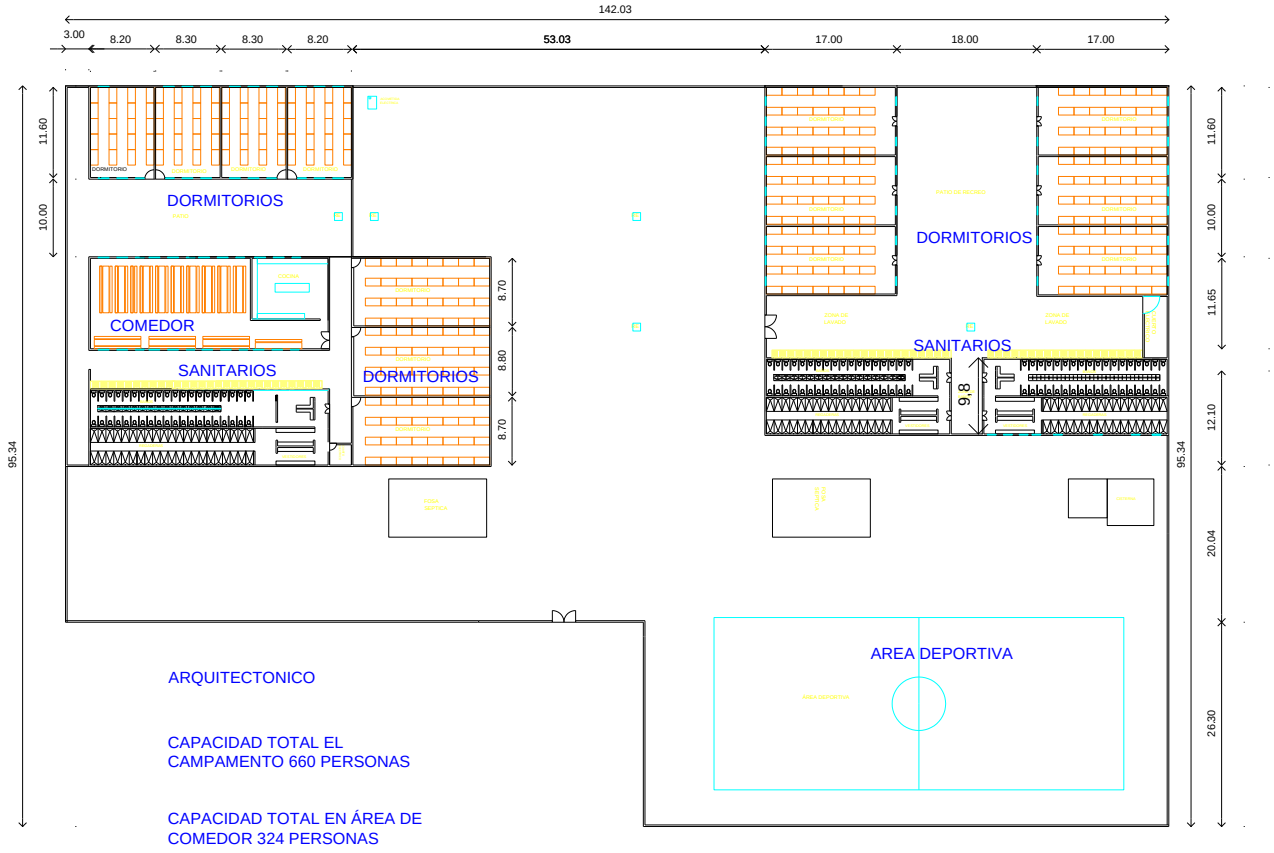


Figura 2.79 Distribución de las instalaciones

2.4.3.1 Medidas Ambientales por Instalación del Campamento y Plantel

En este sentido las medidas están dirigidas a mitigar, prevenir y controlar los posibles impactos derivados de esta actividad.

El Contratista debe ser responsable por el actuar de sus trabajadores ó en su efecto por el administrador/responsable del campamento de trabajo.

El Contratista debe presentar un plano de distribución del área de trabajo incluyendo medidas de seguridad de empleados y pobladores vecinos.

El Contratista será responsable por el buen uso y mantenimiento de su equipo.
Todos los desechos generados por la operación del campamento deben ser retirados periódicamente del lugar al basurero más cercano.

Al cierre del campamento el lugar debe quedar limpio, libre de productos contaminantes y entregarlo bajo acta de recepción al propietario

2.4.3.2 Manejo de Hidrocarburos en Planteles

Cada mes sé monitorearán las áreas de planteles, donde se manipula los productos y/o sustancias derivadas de Hidrocarburos, ratificando que no son derramados, sobre el suelo, agua, áreas de bodegas, etc.

El Proyecto Los Pericúes (PLP), Punta Arena, BCS México. Esta ubicado al Sur del Estado. Las poblaciones más próximas son al norte La Ribera (20 km aprox.) y al sur Cabo Pulmo (11 km aprox.), La carretera Federal No. 1 es la más cercana y comunica La Ribera con la Red Estatal Carretera. Entre las ciudades de La Paz y Los Cabos. Las coordenadas extremas del PLP, son: UTM Zona 12, Datum horizontal ITRF 1992. X Y Coordenada Extrema Norte 652586.05 2606638.72- Coordenada Extrema Sur 652098.32- 594467.32 - Coordenada Extrema Oeste 647594.61 26.3492.73- Coordenada Extrema Este 657019.93- 2598698.38.

Las actividades iniciales en el PLP incluyen la etapa de preparación del terreno y la construcción. El uso de maquinaria pesada y otros equipos que consumen gasolina, diesel y aceites lubricantes como materia prima para mantener en función estos equipos es primordial para evitar atrasos por falta de combustibles. En este sentido, se construirá un almacén para acopio de hidrocarburos en las cantidades necesarias y seguras para mantener el cronograma de trabajo en tiempo.

En estas etapas de preparación y construcción se requiere al menos el uso de la siguiente maquinaria pesada y equipo para las diferentes actividades; una motoconformadora CAT 120, dos tractores Caterpillar D-7, cuatro tractores Caterpillar D-9, cuatro trascabos Caterpillar 997, tres, retroexcavadoras Case 580 K, dos camiones pipa capacidad de 10,000 lt, una bomba de concreto 120 HP, grúa, perforadoras, camiones de volteo 7 m^3 de capacidad, compresores, martillos hidráulicos, rodillos compactadores, esparcidor de sello D, barredora de sello, aplanadora T810-H, petrolizadota, pintarrayas 2 toneladas, motor auxiliar pavimentadora asfalto

Cat AP-1000D. Estos equipos utilizan diesel como combustible, aceites y grasas lubricantes para su funcionamiento. Sin embrago, también hay equipos menores que funcionan con gasolina, como las compactadoras (bailarinas), motobombas de agua, cuatrimotos, camionetas, etc.

De acuerdo al número de vehículos y maquinaria se estima que el uso de combustibles (diesel) será de 2,160 litros diarios, ó 12, 960 litros semanales, considerando un periodo laboral de 6 días semanales. Para el caso de aceites lubricantes que estos equipos y maquinaria utilizaran se calculan en 2163 litros mensuales. A fin de garantizar el abasto de este insumo semanalmente durante las etapas iniciales, se requiere un almacén temporal de combustibles y lubricantes. Este almacén debe tener la capacidad para contener 15 mil litros de diesel, 2163.018 litros de aceite lubricante semanalmente, y 500 litros de gasolina (Cuadro 1). Igualmente será ubicado otro almacén en la zona de servicios de la marina del PLP.

Tabla 2.52 . Equipo y consumo de hidrocarburos en la etapa de preparación y obra, del Proyecto los Pericúes, BCS, México.

VOLUMEN DE COMBUSTIBLES					VOLUMEN DE LUBRICANTES		
EQUIPOS	Rendimiento DIESEL	Unidad	Consumo máximo DIESEL		Capacidad del carter (lubricante)		Consumo máximo LUBRICANTE Ag=carter/200hr+Consumo DIESEL
			Litros/ DIA	Litros/ SEMANA	galones	litros	Litros/MES
Motoconformadora CAT 120	11.00	Lt/hr	88.00	528.00	6.6	25.0	88.1
Tractor Caterpillar D-7 (2)	15.00	Lt/hr	240.00	1440.00	9	34.1	240.2
Tractor Caterpillar D-9	18.00	Lt/hr	144.00	864.00	10	37.9	144.2
Trascabo Caterpillar 997 (4)	15.00	Lt/hr	480.00	2880.00	8.5	32.2	480.2
Retroexcavadora Case 580 K (3)	8.00	Lt/hr	192.00	1152.00	2.2	8.3	192.0
Camión pipa cap 10,000 lt (2)	2.50	Km/lt	200.00	1200.00	10	37.9	200.2
Bomba de concreto 120 HP	2.50	Lt/hr	20.00	120.00	10	37.9	20.2
Grúa	3.00	Km/lt	120.00	720.00	11	41.6	120.2
Perforadoras	11.00	Lt/hr	88.00	528.00	6.5	24.6	88.1
Camiones de Volteo 7m3	2.50	Km/lt	100.00	600.00	11	41.6	100.2
Compresores	7.00	Lt/hr	56.00	336.00	4	15.1	56.1
Rodillos compactadores	6.00	Lt/hr	48.00	288.00	4	15.1	48.1
Esparcidor de sello D	8.00	Lt/hr	64.00	384.00	4	15.1	64.1
Barredora de Sello	5.00	Lt/hr	40.00	240.00	4	15.1	40.1
Aplanadora T810-H	6.00	Lt/hr	48.00	288.00	10	37.9	48.2
Petrolizadora	2.00	Km/lt	20.00	120.00	11	41.6	20.2
Pintarrayas 2 TON	6.50	Lt/hr	52.00	312.00	14	53.0	52.3
-motor auxiliar	3.00	Lt/hr	24.00	144.00	2	7.6	24.0
Pavimentadora Asfalto Cat AP-1000D	17.00	Lt/hr	136.00	816.00	30	113.6	136.6
			2,160.00 Lt	**12,960.00 Lt**	**167.80 gal**	**635.12 Lt**	**2,163.18 Lt**
			COMBUSTIBLE - DIESEL		ACEITE LUBRICANTE		
			1 Tanque contenedor de 10,000 lt +		2 Tambores de 208 LTS		
			1 Tanque contenedor de 5,000 lt				

2.4.3.3 Ubicación de los almacenes

El sitio propuesto dentro del PLP para establecer el almacén principal de combustibles pensando en las dimensiones y accesibilidad del proyecto desde ese lugar hacia los diferentes

frentes de trabajo, es la zona donde se construirá el área de mantenimiento del campo de golf, incluso puede ser en el sitio definitivo donde el campo de golf tendrá su almacén de combustibles definitivo para la etapa de operación (Figura 1).

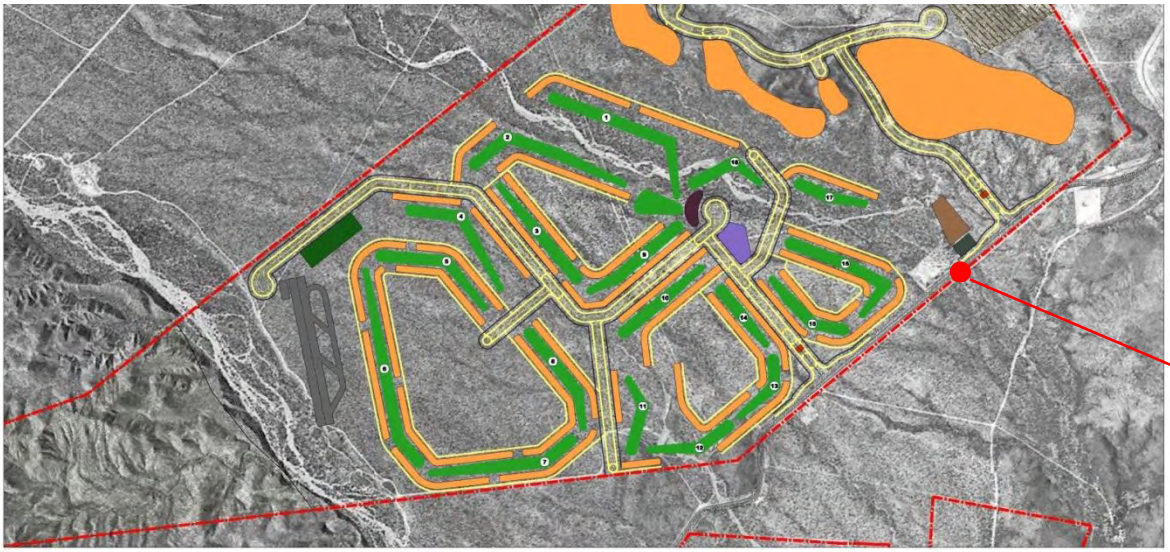


Figura 2.80 Plan Maestro Los Pericúes. El punto rojo indicado con la flecha muestra el sitio donde se construirá el almacén temporal de combustibles y aceites para las etapas de preparación y obra. El de mayor capacidad se ubicará en la Zona 3 en la zona de servicios y habrá otro en la Zona 1 en el área de la marina.

2.4.3.4 Características de los almacenes de hidrocarburos.

La infraestructura de los almacenes tanto el principal como el de la marina, contará con las medidas de seguridad básicas o las que indique la legislación vigente (ver reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social STPS) para surtir el producto, la prevención de accidentes y atención para el caso de un siniestro (incendio, derrame); 1) Procedimientos de carga y suministro del combustible a los diferentes equipos y contenedores principales, 2) Equipo contra incendios, 3) Equipo para contener y limpiar derrames de hidrocarburos, 4) Señalización de rutas de evacuación, 5) Señalización de flujos y rotulación del producto en cada contenedor, 6) Rombo de seguridad, 7) Hojas de seguridad de cada sustancia, 8) Puntos de reunión, 9) Contenedores adecuados y programa de mantenimiento preventivo para estos, 10) Reglamento que incluya prohibiciones de fumar, uso de celular, uso del almacén solo para acopiar combustibles y ningún otro producto podrá ser almacenado en este lugar, 11) Orden y limpieza, 12) Personal capacitado que opere el almacén, 13) No almacenar sustancias incompatibles. etc.

Almacén principal

El almacén principal de hidrocarburos del PLP tienen la función de mantener de manera segura uno o varios contenedores para satisfacer la demanda de 15 mil litros de diesel semanal, un contenedor para 600 litros de aceite lubricante, o bien 3 tambos de 200 litros, tres contenedores de 200 litros de gasolina. Que serán utilizados en las etapas de preparación y obra. Estos

contenedores surtirán su producto mediante una manguera similar a las utilizadas en cualquier estación de Pemex, o bien con una bomba sifón manual (Figura 2).



Figura 2.81 Opciones de contenedores de diesel, aceite y gasolina para las etapas de preparación y obra.

El almacén principal ubicado en la Zona 3 junto al área de servicios, contara con una construcción que presente ventilación natural cruzada, con un murete perimetral de medio metro de alto construido con blocks y repellado con cemento, piso de material impermeable, y con una foseta de contención o trampa de arena para evitar derrames al sustrato. O bien que cada contenedor de 200 litros cuente con una tarima de contención de derrames. De esta manera se garantiza que cualquier derrame de los tanques, tambos, o mangueras logre ser contenido hasta activar las medidas de emergencia. Asimismo, la techumbre puede ser de láminas de aluminio sostenidas por columnas y vigas con un armazón (castillo) de cemento colado. Como medida de seguridad, se colocara una malla perimetral ciclónica o similar para mantenerlo asilado del exterior. Pero que permita el surtido del combustible de manera fácil (Figuras 3, 4, y 5). En ningún momento los tanques deben exponerse al sol directo, ni se deben realizar trabajos de soldadura o similar en la zona de influencia del almacén. Al momento de surtir el combustible al almacén por el proveedor este se conectara a la tierra física.

Cada almacén será atendido por personal capacitado, o bien que exista un manual de procedimientos para surtir el combustible y aceites. Las hojas de seguridad de cada sustancia almacenada y el sistema para clasificación de materiales peligrosos (rombo de seguridad) deben estar visibles en todo momento. Asimismo, se mantendrá un kit de contención de hidrocarburos en caso de derrame, así como extintores.



Figura 2.82 Características del almacén principal de hidrocarburos para las etapas de preparación y obra del Proyecto Los Pericúes, Punta Arena BCS. México.

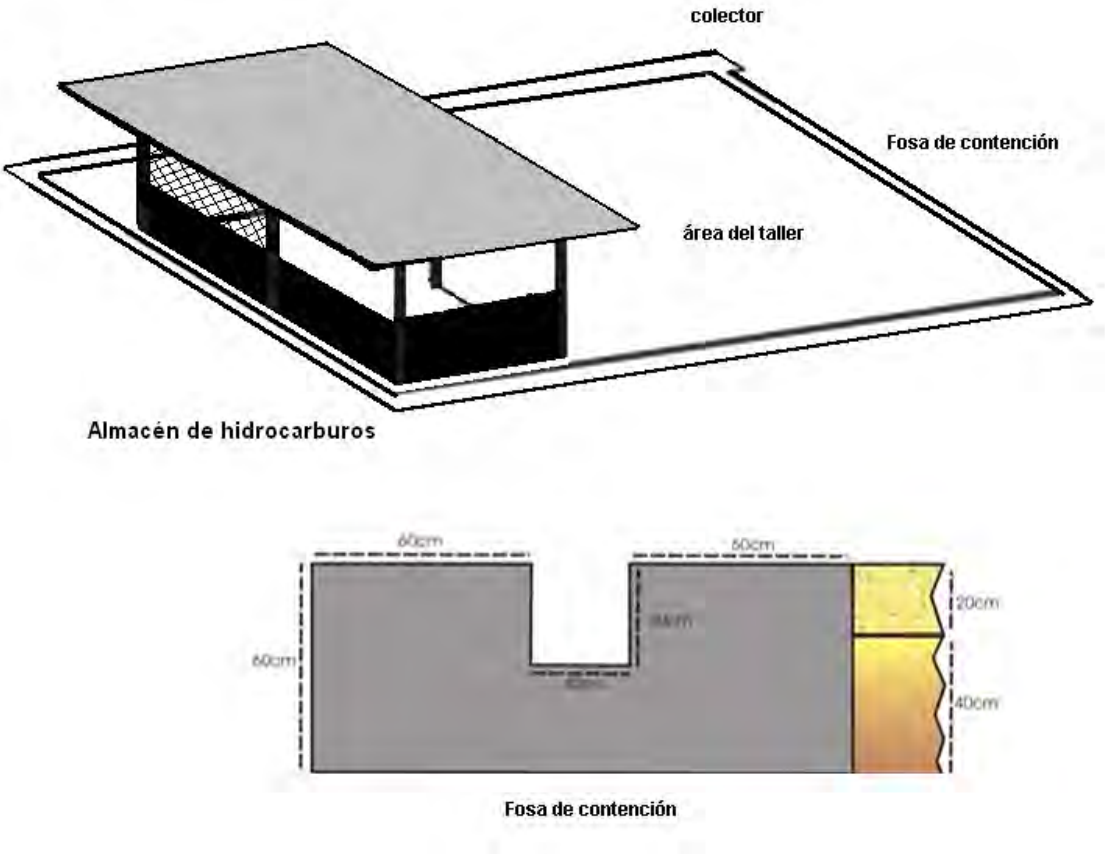


Figura 2.83 Vista del almacén principal de hidrocarburos anexo al patio de maniobras o estacionamiento de maquinaria para las etapas de preparación y obra.

Almacén de hidrocarburos zona de marina

En la zona de servicios de la marina se dispondrá también de un almacén de hidrocarburos que contara igualmente con las medidas de seguridad según la legislación vigente, y de operación básica. Este almacén será construido en la zona de servicios de la marina que se localiza según el plan maestro en la parte norte del predio PLP

Especificaciones del almacén

El almacén de hidrocarburos de la marina es un edificio de dimensiones 5.50 X 3 X 4 metros (Figura 7), de material (blocks), repellado con cemento, y con piso impermeable, ventilación natural, un murete de un metro de alto, asimismo un techo sostenido por columnas del mismo material. En su alrededor cuenta con una malla ciclónica que mantiene aislado del exterior. Una puerta de malla que mantendrá asilado y seguro, de fácil acceso, secciones independientes para almacenar cada producto, trampa de arena o fosa de contención para derrames (Figuras 8-12). Igualmente se mantendrá disponible un kit de contención para derrames de hidrocarburos. Las medidas de seguridad y los procedimientos para surtido son los mismos para ambos almacenes dentro del PLP.

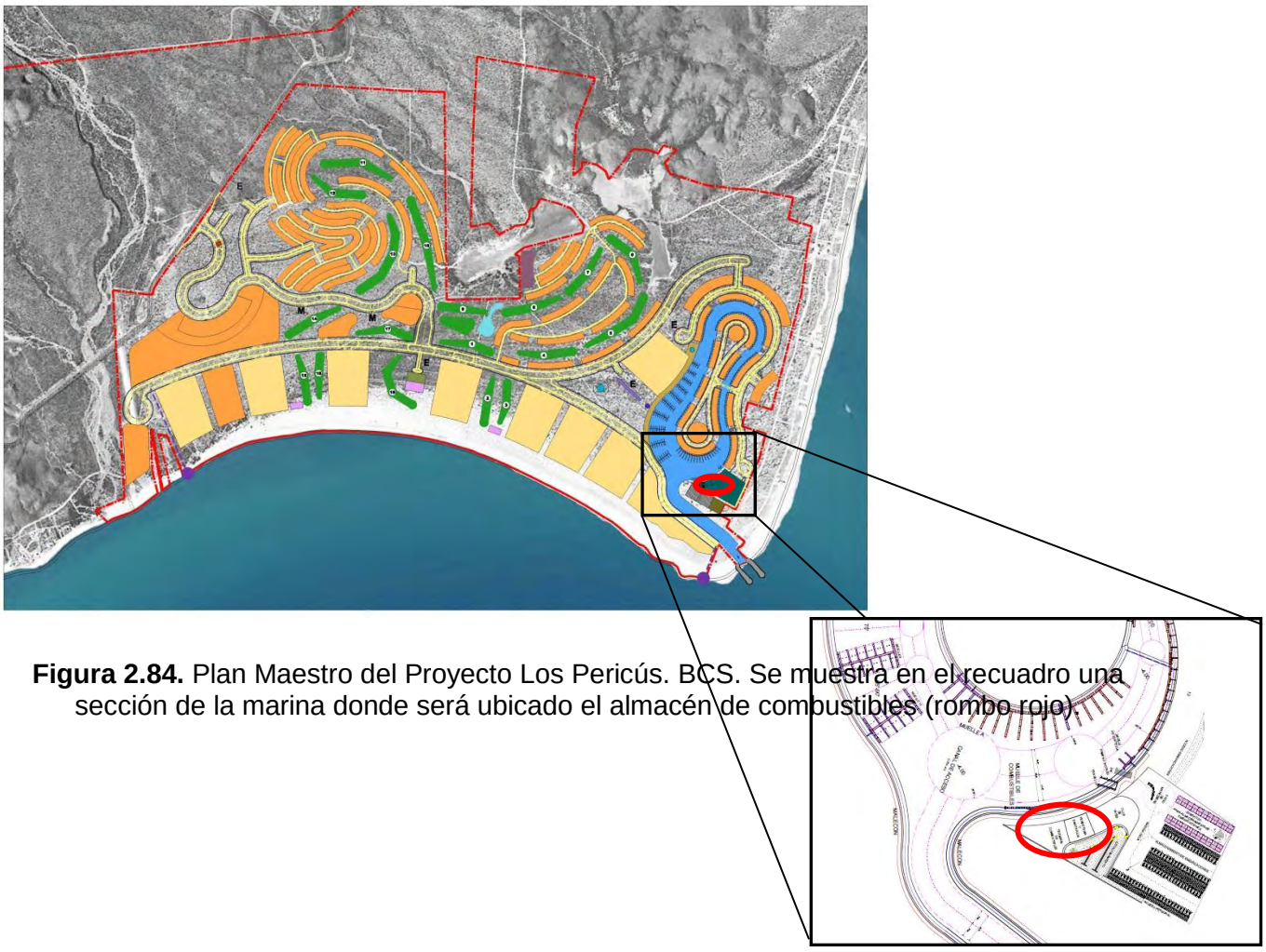


Figura 2.84. Plan Maestro del Proyecto Los Pericús. BCS. Se muestra en el recuadro una sección de la marina donde será ubicado el almacén de combustibles (rombo rojo).

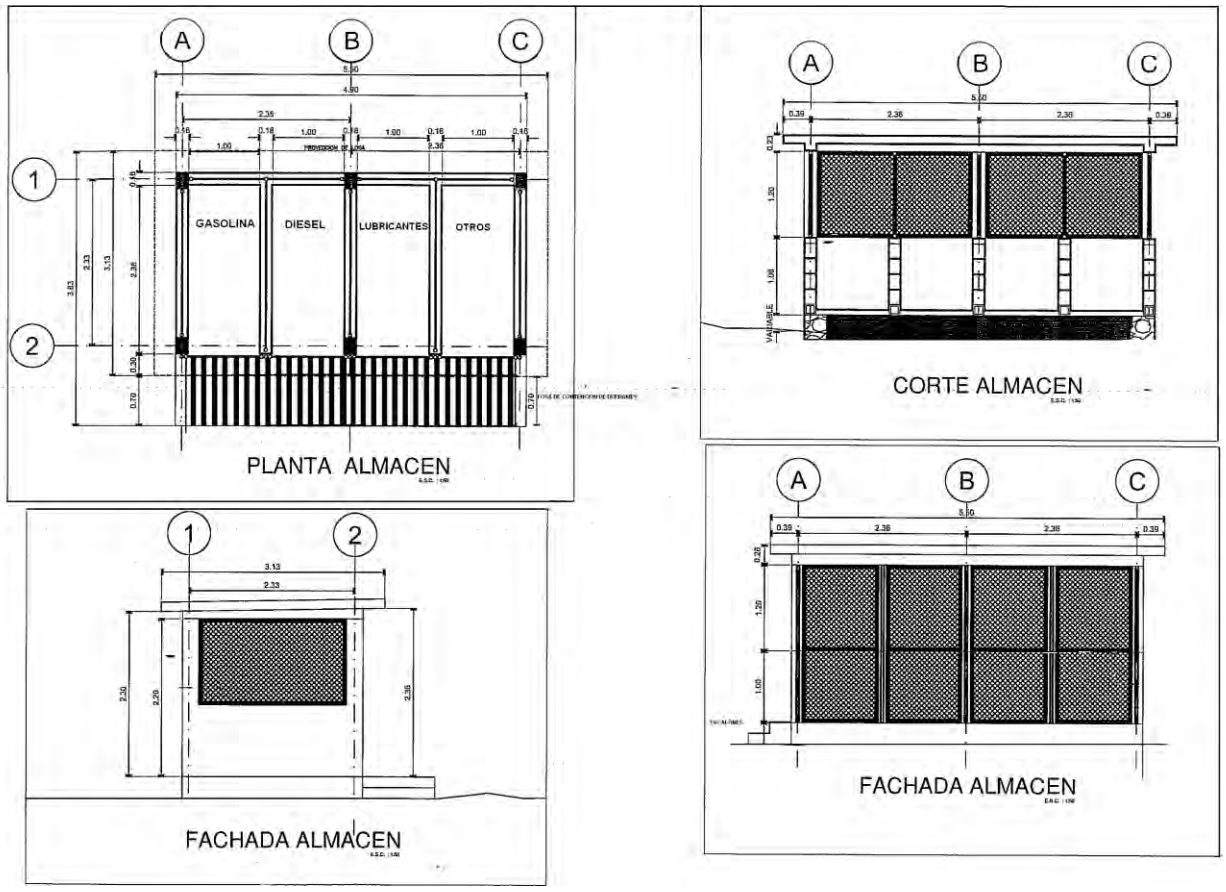


Figura 2.85. Detalle del almacén de hidrocarburos de la marina.

A) El almacén de hidrocarburos de la marina es un edificio de fácil acceso construido con blocks, columnas, repellado, piso impermeable, ventilación natural cruzada y techo de bóveda que evita el calor en exceso provoque gases y volatilización en los contenedores.

B) Secciones independientes para almacenar cada producto (gasolina, diesel, y aceites) (Figura 9).





Figura 2.86 Propuesta de almacenamiento en secciones para cada producto acopiado.

C) Malla ciclónica perimetral que mantiene aislado del exterior, y una puerta de malla que mantendrá asilado y seguro.

D) Para evitar derrames de combustible hacia el exterior del recinto, el almacén cuenta con dos medidas; Una foseta con un fondo arenoso y cubierta con una rejilla que va de la puerta hacia las secciones interiores del almacén, y Cada sección cuenta con una tarima donde se colocan los contenedores, que en caso de algún derrame retiene las sustancias (Figura 10).



Figura 2.87 Medidas de contención de derrames.

E) El procedimiento para suministrar combustibles en este almacén son mediante una bomba sifón manual



Figura 2.88. Medidas para suministro de combustible con bomba sifón manual.

F) Extintores específicos para el material almacenado, y señalización informativa y prohibitiva





Figura 2.89. señalamiento en casetas.

2.4.3.5 Recomendaciones generales para el manejo de los almacenes.

Se recomienda que los almacenes de hidrocarburos del PLP en las etapas de preparación y obra se localicen separados del acopio de residuos y anexo al patio de maniobras o zona de estacionamiento de la maquinaria en el caso del primer almacén. Sin embrago, debe haber señalización de limites de velocidad de 20 Km/h como parte de las medidas necesarias de seguridad para evitar colisiones. Debido a la cantidad de sustancias almacenadas se debe capacitar al personal de manipula las maquinas y mantener equipo contra incendios cercano en el lugar. Otras acciones que deben tenerse en cuenta son:

1. Evitar exponer los tambos al sol por periodos prolongados para evitar volatilización del producto o exceso de presión en los contenedores
2. Almacenar cada producto en el mismo almacén pero en secciones separadas.
3. Fácil acceso al almacén y al surtir el producto.
4. Surtir el producto dentro del área de contención de derrames.
5. Asignar personal en el almacén o capacitación a cada operador de maquinaria.
6. Contar con extintores y otros equipos contra incendio.
7. Hojas de seguridad y rombo de seguridad de cada producto.
8. Se debe tener en cuenta el reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo de la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS).
9. Con base en los reglamentos de PEMEX y el de transporte terrestre de la SCT, a las NOM-001-SCT2, NOM-020-SCT2-1994 y a la LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del servicio público federal o particulares autorizados para el transporte de gasolina a un punto no autorizado por PEMEX es de 20,000 litros.
10. Los vehículos que surtan el combustible a los contenedores del almacén de hidrocarburos deben contra con los permisos correspondientes, y respetar los límites de seguridad internos.
11. Las conexiones a un recipiente por las que el líquido pueda circular normalmente llevarán una válvula interna o externa situada lo más próxima a la pared del recipiente. Las conexiones por debajo del nivel del líquido, a través de las cuales éste normalmente no circula, llevarán un cierre estanco. Este cierre puede ser una válvula, tapón o brida ciega o una combinación de éstos.
12. Los materiales de tuberías, válvulas y accesorios serán adecuados a las condiciones de presión y temperatura compatibles con el fluido a transportar, y diseñados de acuerdo con la normatividad.
13. Se recomienda que antes del primer llenado o uso de las instalaciones de los almacenes (tanques, tambos contenedores en general, mecanismo de surtido, tierra física, llenado de los contenedores, serán probados antes de su puesta en servicio y, en su caso, de acuerdo con las exigencias de la legislación que aplica.
14. Realizar programa preventivo (corrosión, desgaste de válvulas, mangueras, etc.).
15. Mantener limpieza y orden en los almacenes,
16. los almacenes de residuos solo serán para almacenar hidrocarburos, no se permitirá el acopio temporal o permanente de otras sustancias o productos.

2.4.3.6 Señalización Vial

Se deberá periódicamente identificar los sitios críticos, donde sea necesario la colocación de señales informativas, restrictivas, que el Contratista deberá colocar, para evitar futuros accidentes.

2.4.4 Manejo Adecuado de Desechos de Construcción y Basura

Se establecerán los sitios adecuados identificados para botaderos, periódicamente deberán ser monitoreados durante la utilización del mismo, y al cierre, estos deberán de estar estabilizados a través de la colocación de una capa vegetal de 5 cm. para que crezca la vegetación de manera natural.

2.4.5 Seguridad e Higiene del Trabajo

El contratista deberá ejercer control en los trabajadores para asegurar el uso de los equipos de protección (guantes, lentes, tapones y/o orejeras, overoles, chalecos, máscaras etc.) para la protección de su salud.
La alteración de la calidad del aire por las emisiones de los motores del equipo deconstrucción debe ser controlada mediante el buen funcionamiento mecánico de dichos motores.

La alteración causada por el polvo se controlará mediante la aplicación de riegos de agua o de productos aprobados. Para el caso de material apilado para uso del Proyecto y próximo o dentro de áreas pobladas, el Contratista debe realizar riegos periódicos sobre el material acumulado.

El Contratista dará la debida consideración a la seguridad de vehículos y peatones durante el desarrollo de sus operaciones en áreas pobladas, colocando y manteniendo señales informativas y preventivas en forma visible.

II.5 Procedimiento constructivo, estimación de requerimientos y generación de desechos de las obras de infraestructura

2.5.1 Marina

2.5.1.1 Técnica constructiva

Es una propuesta de desarrollo que comprende un total de 3, 450 cuarto de hotel y 6, 650 unidades de viviendas distribuidas en macro lotes de usos hotelero y residencial, se planea incorporar 2 campos de golf de 18 hoyos, y una marina de 300 posiciones, las áreas de equipamiento y servicios requeridos así como las vialidades y áreas verdes asociados a su construcción, operación y mantenimiento.

La zona de excavación se lleva atrás de la margen de la marina, para abarcar la zona donde Irán los bordos de las protecciones marginales.

Margen de la marina

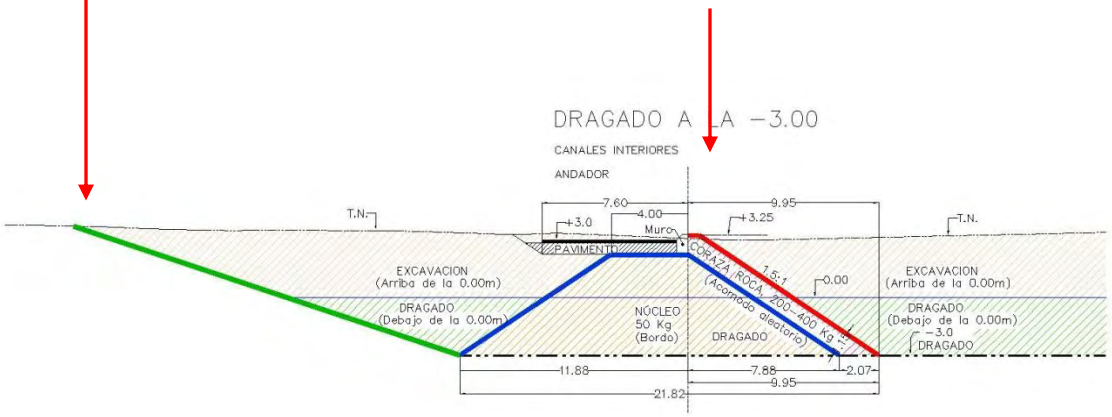


Figura 2.88 Detalle de excavación lateral en las márgenes de la marina

Excavación, excavación en presencia de agua y dragado: Como procedimiento constructivo, se tiene previsto construir el vaso de la marina en seco, llevando la excavación desde el terreno natural, hasta un poco mas abajo del nivel 0.000, una vez que se encuentra el nivel freático, el concepto cambia a excavación en presencia de agua. Esto se estima sea del nivel –1.00m hasta la cota superior del terreo natural, posteriormente el agua puede dificultar la excavación y en ese momento el retiro del material cambia a dragado, con ayuda de una equipo de succión de 14” de diámetro y cortador para ayudar a disgregar el material y bombearlos hasta una tarquina ubicada a 800 m como centro de gravedad de la zona de trabajo.

La draga se traslada por tierra en vehículos de carga tipo camas bajas y se ensambla en una pila previamente habilitada que se arma en el terreno haciendo una cubeta con ayuda de retroexcavadoras de brazo largo, para que la draga se asiente sobre agua.

La marina se va construyendo con estos trabajos de excavación, excavación en presencia de agua y dragado (figura 43) evitando abrir la boca de comunicación con el mar, labor esta que se deja hasta el final de la obra, ya que es más fácil perfilar las márgenes y afinar el fondo sin la presencia de agua.

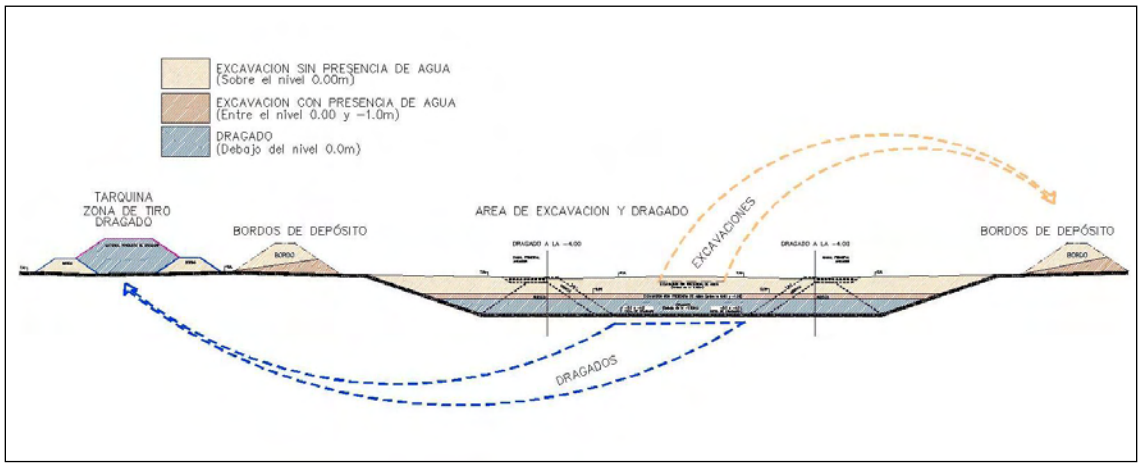


Figura 2.89 Zonas de excavación y excavación en presencia de agua y zonas de tiro

Rompeolas. Habiendo avanzado en la formación del vaso de la marina, es el momento de iniciar de manera paralela la construcción de los rompeolas (previamente se inició la explotación de roca en el banco autorizado).

Cerro La Ballena (Camino a la Presa San Lázaro) a 90.3 Km El propietario de este banco y cerro es el Ejido de San José. No se sabe si existe permiso para su explotación, pero buena parte del enrocamiento usado en Puerto Los Cabos provino de este banco. Lo explotó la empresa Agregados del Cabo

La Ribera, Cerro La Corona 22.9 Km Los lugareños dicen que es de una familia apellidada Corona, que reside en Buenavista y/o Los Barriles Se ha explotado solo como pepena, pero de llegar a atacarse un frente con explosivos, seguramente se observarían espesores importantes.

Boca de la Sierra 56.4 Km Este no es un banco comercial de roca, pero pudiera usarse como tal por las excelentes condiciones del material. Pertenece al Ejido de Boca de la Sierra.

El avance de la obra es mediante el tiro de material de núcleo a volteo desde tierra avanzando hacia agua de acuerdo con los niveles de proyecto, en este caso el núcleo se coloca en el nivel +2.20m para que aun en condiciones de marea, los camiones puedan seguir avanzando. Preferentemente se inicia con uno de los rompeolas, el cual puede ser el norte, el procedimiento de construcción es ir avanzando por estaciones de 10 m e inmediatamente ir protegiendo el núcleo con dos capas de roca secundaría, en ambos lados; continuar el avance de la obra e iniciar la colocación de roca coraza hasta alcanzar a proteger los morros. Nuevamente existe una actividad previa que es la de fabricar los dolos en un patio de colados dentro de los predios del cliente y en un terreno adyacente a los rompeolas, en este caso se tiene un lote hotelero cercano al sur a la zona de obra, este mismo lote puede ser usado para el almacenamiento de roca.

Concluida la construcción del cuerpo principal, se inicia la colocación de la estructura del pavimento en la corona de los rompeolas para dar el nivel final de proyecto hasta la +5.55 m y cuyo piso lleva un adocreto ya que se tiene previsto usar estos como andadores ó paseo turístico por ser el objeto de la obra una marina. Finalmente se construyen las zapatas de las torres de las balizas, las cuales deben ir una en cada morro de los rompeolas, para acabar

colando la baliza de situación en cada uno de ellos, con una linterna verde y otra roja según sea babor y estribor. Estas piezas no requieren de líneas de energía eléctrica ya que funcionan con paneles solares**.**

Protecciones marginales: en el vaso de la marina se continúan los trabajos, con la colocación a volteo del material pétreo para los bordos el cual va del nivel excavado al +1.50m, posterior a este se coloca una tela geotextil para evitar en el futuro la fuga de finos y el probable asentamiento de los pavimento del malecón, encima del geotextil se colocan 2 capas de piedra la cual es de 2 tamaños, en la zona del canal exterior es con pesos de 1.5 a 2 toneladas y en la parte mas interior de 200 a 400k, esto con la finalidad de evitar que la agitación pueda causar algún daño (Fig. 2.6.1.1.c).

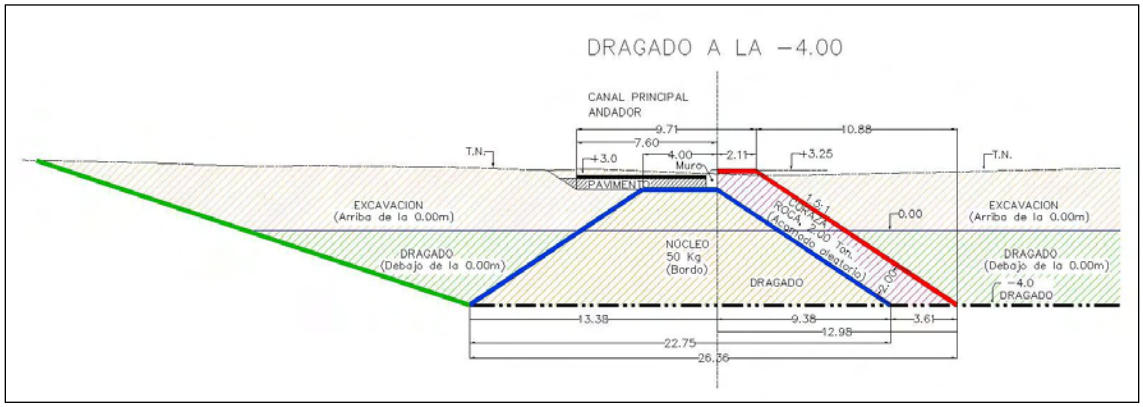


Figura 2.90 Detalle de Construcción de bordos y protecciones marginales.

Malecón: se rellena con material producto de la excavación el tramo entre la cubeta excavad y el bordo y posterior a esto, se estructura el pavimento del malecón colocando 2 capas de material de base de 30 cm de espesor cada una compactando con agua y equipo, luego se coloca una capa de grava de 10 cm y una de arena de 5 cm, para finalmente colocar el pavimento a base de piezas de adocreto.

En esta fase se construye una trinchera de servicios en el cuerpo del malecón, para alojar la red de agua potable y de energía eléctrica que alimentará a las luminarias sobre el malecón y para dar servicio a los muelles de la marina, construyendo un registro a pie de cada banqueta que da accesos cada muelle.

Marina Seca: esta zona se habilita sobre el terreno natural eliminando la primer capa de 20 cm y retirando el material sobrante de acuerdo a los niveles de proyecto (+2.40). Posterior a esto se tira a volteo dos capas de material de base de 20 cm cada una, compactándola con ayuda de equipo mecánico y agua. El estacionamiento, la zona de maniobras y talleres lleva un pavimento de grava como acabado final. Previendo que en el futuro con el tránsito de los equipos, el terreno se compacte.

Rampa de Botado: la rampa se construye excavando el terreno natural para dar el nivel y el talud de desplante del relleno, se inicia el relleno con material pétreo de tamaño máximo de 4”, se colocan gaviones en la parte inferior y se rellenan con piedras de 20 a 40 kg. En el mismo

de patio de colados de las piezas de los rompeolas, se fabrican las losas precoladas de la rampa, las cuales son 36 piezas de 1.20 m X 2.40 m X 15 cm de espesor, armadas con varillas de ½" de espesor, se trasladan al sitio de obra y con ayuda de una grúa se van colocando una a una, incorporando anclas y birlos de acero galvanizado para sujetar las losas en su lugar y unir las piezas entre ellas. Posteriormente a esto se construyen los muros laterales que tienen la finalidad de contener el material de las plataformas de maniobras de la marina seca, las losas se les da una acabado especial antiderrapante con ayuda de una cimbra especial con solera de ángulo de 2" x 2". En la parte superior se cuela una pieza especial que hace las funciones de dentellón para asegurar el conjunto a tierra firme y evitar que alguna lluvia erosione el pie al inicio de la obra.

Muelles flotantes: Los muelles son fabricados en seco en el mismo patio de colados de las obras marítimas y son colocados por medio de una grúa en el agua y de aquí son remolcados con una lancha hasta el sitio de posición definitiva, fijándolos al fondo por medio de pilotes de acero al carbón A-36 de 14" de diámetro y ½" de espesor, el cual previamente desde su adquisición se solicita con una película plástica de protección a la intemperie denominada Fusión Bond ó en su caso se protege con un galvanizado en frío con productos MC de Zinc y Pintura anticorrosivo MC-Tar. Los pilotes son hincados en su posición definitiva en presencia de muelle, con ayuda de un chalán y una grúa montada sobre el mismo.

Una vez en agua, se unen con madera de pino tratada a base de sales hidrosolubles con una retención de 0.60 lb/pie3, conforme a las normas de la American Wood Preserver Association (AWPA) y de la Environment Protection Ambiental (EPA), unidas a los módulos con birlos de acero galvanizado de ¾" de diámetro y longitudes variables conforme al ancho de cada muelle. Posteriormente se hace el colado de las banquetas de concreto (una por cada muelle), sobre la cual se instala la rampa de aluminio que da acceso peatonal a cada muelle. La fase que sigue es la de equipamiento de los muelles, la cual es a base de cornamusas, defensas longitudinales, defensas de esquina, conos de fibra de vidrio en la punta de los pilotes para evitar que las aves se posen sobre ellos, gabinetes contra incendio a base de extinguidores de polvo de 9 kg., para finalmente colocar los gabinetes de servicio que incluyen una salida de 110 V y otra de 220 V, una llave de agua potable de ¾" y una luminaria de 3 watts que funciona con energía solar y se activa con un censor de a la oscuridad.

Señalamiento Marítimo: Sobre los rompeolas se construye una zapata de concreto excavando el relleno sobre la corona en la zona del morro, de igual forma se cuela el poste de 6.00 m de altura a partir del nivel del piso y diámetro de 0.60m, se colocan de una vez los peldaños de la escalera fabricados con varilla de ¾" galvanizados por inmersión en caliente y la losa superior sobre la cual va el barandal. En la parte de la corona del poste se deja la preparación de una placa de asiento que recibirá la luminaria. Finalmente se monta la luminaria y se sujeta con tornillos de acero inoxidable, se instala la batería, los paneles y se deja funcionando.

En agua se colocan 4 boyas marcadores de canal, 2 verdes y 2 rojas, las cuales llevan una luminaria en la parte superior.

Tabla 2.53 Estimaciones de materiales, mano de obra y equipo

MARINAS JMH, S.A. DE C.V.

Dependencia:
Concurso No. S / N Fecha: 20-Ago-12
Obra: "CONSTRUCCIÓN DE LA MARINA PERICUES"
Lugar: Km.17 Carretera a Pichilingue, Puerto Comercial La Paz, B.C.S., México
Ciudad:Pichilingue, Baja California Sur

LISTADO DE INSUMOS QUE INTERVIENEN EN EL PRESUPUESTO

Código	Concepto	Unidad	Fecha	Cantidad	Precio	Importe
	MATERIALES					
ACEITE	ACEITE	LTO	26-Jul-2012	743	75.00	55.719
EQ-ACTE-MOTO	ACEITE PARA MOTOCONFORMADORA	lt	13-Ago-2012	1,132	75.00	8,494,083
EQ-DIESEL-MOTO	DIESEL PARA MOTOR DE MOTOCONFORMADORA	lt	13-Ago-2012	286,980	10.36	2,973,109
EQ-LLANTAS	LLANTAS	JGO	9-Ago-2012	45	0.00	0
EQ-LLANT-MOTO	LLANTAS PARA MOTO	JGO	13-Ago-2012	12	11,500.00	33,638
EQ-NEUM	LLANTAS PARA RETROEXCAVADORA	JGO	6-Ago-2011	12	11,500.00	1,078,918
EQ-PZS-ESP-MOTO	PIEZAS DE MOTOCONFORMADORA	JGO	13-Ago-2012	136	1,500.00	7,686,953
GASOLINA	GASOLINA	LTO	26-Jul-2012	127,500	10.36	78,040
LLREV	LLANTAS PAR REVOLVEDOR	JGO	26-Jul-2012	5	750.00	3,531
MA-ACERO	Acero para estructura metalica de cobertizo	kg	13-Ago-2012	6,928	350.00	2,424,800
MA-ADOQUIN	Suministro de Adoquin	m2	13-Ago-2012	27,057	225.00	6,087,933
MA-AGUA	Agua para trabajos de colado de banqueta	lt	13-Ago-2012	4,708	15.00	70,620
MA-ARENA	Suministro y colocación de Arena	m3	13-Ago-2012	2,530	550.00	1,391,429
MA-BASE	Suministro y colocación de material de banco tipo Base para formación del camino principal del espigón, compactado al 95 % PROCTOR	m3	12-Jul-2012	52,288	400.00	20,915,396
MA-BOYA	Boya de canal SEA LITE, color verde	PZA	13-Ago-2012	2	3,500.00	7,000
MA-BOYA2	Boya de canal SEA LITE, color rojo	PZA	13-Ago-2012	2	3,500.00	7,000
MACAMPVC	Tubería de P.V.C., sanitario tipo ligero, de 3/4" de diámetro	ML	13-Ago-2012	21,938	15.00	329,076
MA-CEMENTO	Cemento gris	kg	13-Ago-2012	47,080	5.00	235,400
MACIMMET	Cimbra metalica de acero de 1/4" de espesor, con dimensiones de 1.10 m por 2.99 metros, con diferentes alturas, según proyecto.	Pza	13-Ago-2012	322	18,000.00	5,788,746
MACONC300	Suministro y colocación de concreto F'c=300 Kg/cm2, T.M.A. 10, revenimiento de 18 cm, Clase II-B, con fibra de polipropileno	m3	13-Ago-2012	1,870	1,707.95	3,193,440
MA-CONCFC250	Concreo f'c=250 Kg/cm2	m3	13-Ago-2012	6	2,100.00	13,215
MA-DIESEL	Diesel para trabajos de excavación	lt	13-Ago-2012	59,152,297	10.69	632,338,052
MA-GRAVA	Suministro y colocación de grava de 3/4"	m3	13-Ago-2012	3,915	550.00	2,153,333
MAINSERTOS	Suministro y colocación de insertos de bronce de 3/4"	Pza	13-Ago-2012	19,944	230.00	4,587,120
MA-LOSA	Fabricación de losas precoladas de concreto F´C 250 ka/cm2	PZA	13-Ago-2012	36	201.60	7,258
MAMALLAGALV	Malla de acero galvanizada, de calibre 16 (1/8"), de 2" x 2"	m2	13-Ago-2012	33,406	125.00	4,175,775
MAMARCOMETAL	Marco metalico de acero galvanizado por inmersión en caliente, de 3" x 3" x 1/4" de espesor, en dimensiones según proyecto	PZA	13-Ago-2012	1,068	3,562.50	3,804,750
MA-PAVITEX350	Suministro de geotextil pavitex 350 o similar	m2	13-Ago-2012	161,084	125.00	20,135,465
MA-PETREO1a4	Suministro y colocación de material petreo de 1" a 4" Pulgadas	m3	13-Ago-2012	97	450.00	43,740
MAPOLIEST	Suministro y colocaciónd e poliestireno de alta densidad, de 1.40 metros por 2.83 metros, con diferentes alturas, según proyecto.	m3	13-Ago-2012	8,900	1,200.00	10,680,012

MA-REZAGA	Rezaga de banco	m3	13-Ago-2012	633,101	450.00	284,895,590
MA-ROCA+2500	Roca con pesos de 2,000 a 4,000 Kg.	m3	13-Ago-2012	125,434	650.00	81,531,847
MA-ROCA-1500a2500	Suministro de material petreo con pesos de 1,500 a 2500 Kg	m3	13-Ago-2012	43,103	550.00	23,706,535
MA-ROCA-NUCLEO	Suministro y colocación de material de rezaga de banco para núcleo del rompeolas	m3	13-Ago-2012	46,683	350.00	16,339,050
MA-SELLO	Suministro y colocación de material tipo sello de 2 cm.	m3	13-Ago-2012	2,005	255.00	511,275
MA-SOLA-CHAN	sistema Unificado SOLA-CHAN con Linterna ML-300 Max Lumina. Color Rojo	PZA	13-Ago-2012	1	3,500.00	3,500
MA-SOLA-CHAN2	sistema Unificado SOLA-CHAN con Linterna ML-300 Max Lumina. Color Verde	PZA	13-Ago-2012	1	3,500.00	3,500
MATRYPLAY	Suministro y colocación de triplay de primera calidad, en dimensiones y espesor según proyecto	PZA	13-Ago-2012	356	450.00	160,200
MAVERACGALV	Varilla de acero galvanizada por inmersión en caliente, del No. 4.	kg	13-Ago-2012	44,625	18.50	825,557
QE02-DSEL	DIESEL PARA MOTOBOMBA	lt	10-Ago-2011	19,724	9.68	19,093,311
	Total MATERIALES					

	MANO DE OBRA					
MA02AYA	AYUDANTE TIPO "A"	Jor	13-Ago-2012	278,573	527.23	1,468,724,278
MA05AYT	Ayudante de Topográfo (Cadenero Estadalero)	Jor	13-Ago-2012	2,918	337.92	985,945
MO06CBOF2	Maestros de Obras	Jor	13-Ago-2012	37,607	824.63	310,120,790
MO08OFALB2	OFICIAL ALBAÑIL	Jor	13-Ago-2012	7,710	662.42	5,107,159
MO10PEON	Ayudante de Albañil	Jor	13-Ago-2012	5,840	500.15	2,920,926
MO11SIO	RESIDENTE DE OBRA	Jor	13-Ago-2012	2,880	1,635.89	605,579,734
MO12T	Ingeniero Topográfo	Jor	13-Ago-2012	186	1,376.37	4,015,818
MOAYUDCALF	Ayudante calificado Tipo "A"	Jor	13-Ago-2012	12,198	554.26	6,760,586
MOOFALB	Oficial Albañil	Jor	10-Ago-2012	1,271	824.70	1,048,054
	Total MANO DE OBRA					
	EQUIPO Y HERRAMIENTA					
%MO1	Herramienta Menor	Jor	13-Ago-2012	730		233,749,878
CFBCZA	Chalan para trabajos en agua y desplazamiento de equipo, así como retiro de material producto de demoliciones.	HRS	13-Ago-2012	2,654	216.71	575,148
CF-CAMION-INT	CAMION INTERNATIONAL LINEA 4900 4X2 MOD 1998.	HRS	13-Ago-2012	7,680	356.31	221,269
CF-DRAGA	Draga de succión	HRS	13-Ago-2012	2,920	1,499.12	902,465,368
CFESTOT	Estación Total Laser, Marca Sokkia, Modelo SET250RX, Resolución en pantalla de 1", Alcance sin prisma de 400 m, Alcance con prisma 5,000 m, Pantalla lcd, capacidad de memoria de más de 10,000 puntos	HRS	13-Ago-2012	480	165.85	3,871,188
CF-GRUA-HINC-PIL	Grua sobre orugas, Mca. Nort West, con martillo de caida libre y bote de arrastre de 1.5 yardas cubicas	HRS	13-Ago-2012	4,320	505.95	1,680,766
CF-MOTOCONF	Motoconformadora Caterpillar 120 BR de 140 hp y 12.4 de peso de operacion	HRS	13-Ago-2012	25,623	485.67	12,444,409
CFRET	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 320c	HRS	13-Ago-2012	246,556	417.81	1,030,136,381
CFREV	REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO 8 DE HP	HRS	13-Ago-2012	18,832	29.00	546,128
EQ-RENT-LANCHA	Renta de lancha con motor fuera de borda	dia	13-Ago-2012	720	1,500.00	2,250
	Total EQUIPO Y HERRAMIENTA					

2.5.1.2 Estimaciones del personal de obra

La existencia de una marina genera una gran actividad en su entorno, beneficiándose la población local como restaurantes, refacciones, bancos, hoteles, el transporte terrestre, se usa personal dentro de la marina para el servicio de: guarda muelles, patrón de embarcaciones, reparaciones, mantenimiento, etc.

La zona de Los Cabos hasta La Paz, se están convirtiendo en un centro de actividades náuticas, una especie de estación base, de la cual parten las embarcaciones en su internación al Mar de Cortes la cual cuenta con innumerables atractivos náuticos y se ha convertido en un destino de los aficionados a este deporte y actividad de placer. En este sentido, la Marina Pericúes contribuirá a este posicionamiento de Los Cabos La Paz y del propio Mar de Cortes y contribuirá con un importante número de empleos generados ver siguiente tabla.

Tabla 2.54 Estimación de Personal

MARINA PERICUES			
ETAPA	**CONSTRUCCIÓN**	**OPERACION**	
		MARINA	**EMBARACIONES**
PRIMERA ETAPA CON 150 POSICIONES DE ATRAQUE			
Directos	30	37	27
Indirectos	60	74	54
TOTAL 307 POSICIONES DE ATRAQUE			
Directos	60	52	54
Indirectos	120	104	108

2.5.2 Desaladora

2.5.2.1 Técnica constructiva

Para la realización de las obras se contempla, junto con la instalación de faenas, el montaje y puesta en funcionamiento de la infraestructura que permita realizar las variadas labores correspondientes a los frentes de trabajo efectivos.

Por otra parte, respecto a las cuadrillas de mano de obra previstas para llevar a cabo los trabajos involucrados en este proyecto, aparecen en los apartados correspondientes.

Asimismo los equipos a utilizar y su permanencia en obra para el proceso de construcción de todas las partidas involucradas en este proyecto se detallan en su apartado.

2.5.2.2 Proceso Constructivo. Obra Civil Desaladora

Descripción de las principales actividades

A continuación se destacan como las actividades más importantes o complejas las siguientes:

- Excavación mecánica en zanja y pozos.
- Excavación sumergida.
- Relleno compactado con material seleccionado.
- Cimentación de losas y zapatas con HA-30.
- Firmes y acabados.
- Alzados de muros y pilares con HA-30.
- Cubierta.
- Fábrica de bloques. Enfoscados y pintados.
- Carpintería de aluminio.
- Pavimento de acera.

Casi todas estas actividades están formadas por varias unidades de obra contempladas en el presupuesto del proyecto, como por ejemplo las cimentaciones, los muros, forjados, etc. que están subdivididos en varias unidades para su ejecución (hormigón, moldajes, armadura, etc..), pero que, a efectos del estudio de los procesos constructivos fundamentales de la obra se ha tomado en cuenta conjuntamente.

Se puede observar que las actividades son las habituales dentro del campo de las obras civiles hidráulicas, no encontrándose ninguna dentro de lo que se podría calificar como “actividades complejas”, entendiendo como tales aquellas con sistemas constructivos que precisen para su ejecución un elevado índice de tecnicidad o especialización de la mano de obra y de la maquinaria.

Las actividades de las obras marítimas –que fueron revisadas en el capítulo anterior- como excavación sumergida, colocación de escolleras o enrocados y ejecución del hormigón sumergido puede ser considerada como una actividad singular por la especialización que precisa en la mano de obra y equipos, pero habitual en el campo de las obras marítimas.

Excavación mecánica en zanja y pozos

Actividades preparatorias

Se replanteará sobre el terreno los bordes de la excavación. Para el replanteo se utilizarán estacas y se marcará la zona a excavar, la cota a excavar y el ángulo de inclinación de los taludes. Se realizará el despeje y desbroce del terreno.

Excavación

El modo usual de carga del material se realiza si lo permite el terreno, ubicando la retroexcavadora junto a la excavación, a la cota del terreno sin excavar.

A medida que se va excavando, se determinan las características del material obtenido para darle el destino, ya sea rellenos, transporte a gestor autorizado u otro uso.
En caso de retirada del terreno a depósito se hará necesaria la utilización de camiones, que se ubicarán cerca de la excavadora, a la cota del terreno natural. Deben cuidar de no hacer acopios ni acercarse a los camiones a una distancia mínima que se calcula igual a la altura de la excavación, tomada desde el borde.

Deberá dejarse la superficie del fondo de la excavación limpia y firme, eliminando del fondo todos los materiales sueltos o flojos y rellenando huecos y grietas. Se quitan las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes.

En caso de aparición de agua la zanja se entibará. La entibación se irá colocando a medida que se desciende en la excavación.

Aspectos a tener en cuenta

En las excavaciones cercanas a estructuras existentes se intentará ir realizando la excavación por tramos.

Para las excavaciones en roca se ejecutarán los taludes por el procedimiento de recorte.

Medición

Los trabajos de excavación y relleno en zanja se calculan por m3, partiendo de secciones teóricas, con la adición de los excesos inevitables autorizados.

Excavación sumergida

Actividades preparatorias
Realizar antes de la excavación una perforación y toma de muestras para un estudio geotécnico detallado de la parcela. Determinación de la calidad y tipo de terreno, nivel freático o de saturación.

Una vez realizada la excavación en seco, se prepara la zona para la realización de la actividad en terreno saturado o sumergido, mediante comprobación de las dimensiones del pozo, determinación de la cota a excavar.

Se tendrá especial atención con el mantenimiento y estabilidad de las paredes de la excavación.

Excavación
El proceso constructivo de la excavación saturada se realizará de forma similar a la excavación en seco, teniendo en cuenta que habrá que extremar las precauciones en cuanto a caídas de distinto nivel y apoyos de maquinaria pesada junto a los bordes del pozo de captación.

A medida que se va excavando, se determinan las características del material obtenido para darle el destino, ya sea rellenos, transporte a gestor autorizado u otro uso.

Aspectos a tener en cuenta
Caso que las paredes de la excavación no se mantengan, se tendrá que observar la utilización de lodos bentónicos o polímeros.

Medición
Los trabajos de excavación y relleno en zanja se calculan por m3, partiendo de secciones teóricas, con la adición de los excesos inevitables autorizados.

2.5.2.3 Relleno con material granular

Actividades preparatorias

Una vez ejecutada la unidad de obra para la cual se realizó la excavación, se ejecutará el relleno. Se elige el material adecuado para emplearlo y se compacta con rodillo si lo permite el ancho o en su defecto con placa vibratoria, siempre cuidando de compactar todo el ancho hasta conseguir la densidad necesaria.

Relleno
Se ejecutará con el espesor ya definido utilizando material granular o de hormigón.
En caso de material granular se irá humectando y compactando con el material requerido por el proyecto, se compactará al 95% del Próctor de referencia. El espesor de las capas no debe ser mayor a los 25 cm.

En caso de hormigón deberá ser especificado en la Documentación Técnica del proyecto, en su resistencia, tipo de cemento y cono.

Aspectos a tener en cuenta
Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en los terrenos e instalaciones adyacentes. Se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

Medición
Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos (m3) medidos sobre los planos de perfiles transversales.

2.5.2.4 Cimentación por medio de losas y zapatas

Se debe realizar una verificación geológico-geotécnica de la zona donde irá ubicada la cimentación, a fin de tener unos datos fiables sobre los cuales realizar los cálculos estructurales.
Deberá verificarse que no existan zonas blandas o cavernosas que dificulten los trabajos, y tener conocimiento si existe agua en el terreno y la existencia de servicios que puedan afectar el desarrollo de la obra.

Comprobar que las dosificaciones del hormigón, materiales y componentes, sean los adecuados; del mismo modo los equipos de transporte, colocación y vibrado propuestos.

Encofrado: se comprobará que los elementos componentes del mismo sean los propuestos; que posean el dimensionado correcto para resistir su peso propio y el peso del hormigón y la carga de los encofradores que deberá sustentar y otras posibles sobrecargas accidentales que pueda llegar a resistir, sin deformaciones apreciables, considerando el método de compactación empleado.

2.5.2.5 Replanteo

Los trabajos de replanteo estarán a cargo de un topógrafo, que contará con todos los métodos necesarios a fin de obtener el nivel de precisión suficiente.

El replanteo se efectúa mediante la colocación de estacas o camillas de madera en las esquinas de la excavación, con las especificaciones de las cotas a que se deberá bajar tomadas desde la cabeza de la estaca, marcando el borde de la losa con pintura o yeso.

2.5.2.6 Excavación y Hormigón de emplantillado

Después del replanteo, se inicia la excavación con una retroexcavadora con cuchara si fuese terreno de tránsito; en caso de terreno rocoso o conglomerado se emplea martillo, reservando el material acopiado para su posterior relleno o para transporte a vertedero.

Cuando se llega al fondo de la excavación, se realiza la nivelación y se comprueba si el terreno es el previsto para cimentar (conforme a condiciones de tensión admisible).

Las dimensiones de losas y zapatas serán las indicadas en los planos con una tolerancia de 5 cm.
Previo a la colocación del hormigón de emplantillado, se procede a la limpieza del fondo, eliminando materiales sueltos para lograr una superficie plana y horizontal.

Se colocan clavos ubicados uniformemente sobre la superficie de la excavación marcando la cota del hormigón de limpieza que debe coincidir con la cota inferior de la losa. Si fuese necesario, a continuación se coloca el encofrado lateral correspondiente comprobando dimensiones y pendientes.
Luego se coloca un hormigón de emplantillado nivelando el fondo de excavación para dejarlo preparado para la colocación de la armadura.

Armaduras: Elaboración y Colocación
Las armaduras se preparan previamente de acuerdo a los planos del proyecto. Se colocan con las separaciones correspondientes y los recubrimientos consignados en el proyecto, verificando la disposición correcta, en especial las esperas para efectuar los solapes.

Marcar sobre la armadura principal, la posición de las barras de reparto antes de su colocación. Se emplearán separadores de las dimensiones adecuadas para respetar los recubrimientos indicados en el proyecto. Para piezas hormigonadas contra el terreno, se realizará un recubrimiento mínimo de 7 cm.

Cuidar las longitudes mínimas de anclajes y solapes de esperas, las mismas se ajustarán a la normativa en vigor. Para obtener la rigidez necesaria, se realizará el atado de las armaduras a fin de impedir movimientos durante el hormigonado y se dispondrán rigidizadores y pates para mantener la separación entre parrillas, debiendo controlar que los recubrimientos sean los correctos.

El Hormigonado

Ya comprobada la colocación de la enfierradura, se realiza el replanteo de la cota de hormigonado colocando marcas de pintura o barras de acero laterales. Para facilitar la nivelación de la superficie de hormigón, se disponen cuerdas entre las marcas indicadas.

Se limpia la zona quitando suciedades y materiales sueltos. Si después de lavada la superficie presenta charcos, éstos deben secarse.

La puesta en obra se efectúa con bomba o grúa con cubilote. El hormigón se vierte de forma directa desde una altura menor o igual a 1,5 m. evitando la segregación y tomando los recaudos correspondientes en tiempos de mucho frío o calor.

Debe cuidarse que con el vertido no se produzcan desplazamientos de encofrados o armaduras, evitando la formación de juntas, coqueras y planos de debilidad en estas secciones.

El hormigón se coloca de modo continuo o en capas, con esperas de manera que cuando se coloca una capa, la anterior aún debe presentar estado plástico para impedir la formación de junta fría.

La compactación se realiza con vibradores de aguja, cuidando que la aguja se introduzca en la masa vertical, de forma rápida y profunda y debe extraerse lentamente y a velocidad constante. Se tendrán de repuesto otros vibradores, para no generar demoras en caso de fallo. Se compacta en tongadas no mayores a 60 cm; cuando se hormigona por tongadas, la aguja del vibrador penetrará en la capa inferior unos 10 a 15 cm.

Juntas
Las juntas de hormigonado se prevén en el proyecto. Cuando aparece alguna junta no prevista, debe ejecutarse normalmente en la dirección de esfuerzos máximos, y si no se puede realizar, se formará con ella el mayor ángulo que sea posible lograr.

Si debe interrumpirse el hormigonado, en un plazo entre 4 y 6 horas, se limpiará la junta por medio de un chorro de aire y agua a presión garantizando la limpieza de la lechada superficial para que quede el árido visto.

Curado
El curado se realiza en toda la superficie expuesta por riego de agua durante 7 días o con un líquido especial de curado (filmógeno). Se efectúa inmediatamente después de finalizado el vibrado y enrasado final para evitar la formación de fisuras de retracción plástica con la pérdida de humedad.
Los paramentos encofrados se curan inmediatamente después del desencofrado.

Los curados con agua se realizan durante un lapso no menor a 4 días. Si las temperaturas son muy bajas, se extiende el curado a 7 días.

Medición
El hormigón para los elementos de cimentación (losas y zapatas) se medirá por m3, el encofrado por m2 y el acero corrugado por kg.

2.5.2.7 Alzados de muros y pilares con HA

Tareas previas:
Antes de la construcción del muro y de los pilares de hormigón, debe comprobarse que el replanteo y la cota superior de la cimentación coincidan con los planos del proyecto con un margen de error de + ó - 2 cm. Deben comprobarse las armaduras de arranque y la limpieza de la superficie donde apoyarán los muros y los pilares.

El encofrado a emplear estará perfectamente limpio y tratado con desencofrante para garantizar su puesta en obra y el correcto acabado.

Se comprobará con la planta de fabricación el tipo de hormigón, fórmulas de trabajo, material y se verificarán los equipos de transporte, de colocación y de vibrado. Verificar que la docilidad del hormigón se corresponda con los métodos de colocación previstos, que no se originen coqueras ni se demoren los tiempos de colocación por alguna dificultad en la puesta en obra.

Los elementos componentes del moldaje (madera, metal) como así también sus uniones, deberán tener la rigidez suficiente para poder resistir las presiones del hormigón fresco y los efectos de la compactación, sin sufrir deformaciones apreciables.

Sobre la cimentación se marca el replanteo del arranque del moldaje. Se marcan las juntas del hormigonado del muro, que deberán tener una distancia entre ellas que no supere los 15 m.

Moldajes y Colocación de la Armadura
Cuando las armaduras llevan un tiempo expuestas a la intemperie, deben examinarse, limpiarse y observar que no hayan sido atacadas por la corrosión.

Se observará con cuidado la longitud mínima de anclaje y el solape de las armaduras, debiendo los mismos cumplir con lo establecido en la normativa correspondiente.

Para el arranque de los moldajes del muro se colocan tablones o tabloncillos sobre la cimentación para su nivelación. Se iza la cara del trasdós del muro y se disponen las armaduras según indican los planos. Se efectúa el atado de las armaduras con el objeto de obtener la rigidez necesaria para que no se produzcan movimientos o desplazamientos durante el hormigonado; se disponen pates y rigidizadores que mantienen la separación entre parrillas,

y se disponen los separadores necesarios para lograr los recubrimientos previstos, controlando esto antes de hormigonar. Finalmente se cierra la cara del moldaje faltante arriostrando las dos caras, se apuntala dejando firme y rígido el conjunto perfectamente aplomado con un margen de tolerancia de + ó - 2 cm.

Además de lo anterior relativo a los muros, en los pilares es conveniente colocar los separadores en forma paralela y alternada dejando una separación que no supere 1 metro para una misma barra. Si el recubrimiento fuese menor a 2 cm., debe grifarse la espera levemente.

Después de realizado el armado del pilar, se procede a encofrar, realizando el montaje correspondiente. Se acodala con puntales y se verifica con la plomada cada una de sus caras ajustando lo necesario los puntales. Si el pilar se realiza en dos fases, se marca la junta con biseles de madera. Si el pilar es de hormigón visto, se colocan en las aristas.

Los separadores tendrán las dimensiones adecuadas a fin de lograr los recubrimientos exigidos por proyecto. Se marcar el nivel del hormigonado en los encofrados con clavos u otro sistema.

Hormigonado
Antes de comenzar con el hormigonado, se monta el sistema de andamiaje escogido a fin de permitir el fácil acceso a los operarios hasta la coronación del muro o pilar.
El vertido se efectúa en caída libre a una distancia aproximada a 1,5 metros, siempre tratando que no aparezcan disgregaciones. Este vertido de hormigón se realiza en forma continua o en capas y de tal modo que los encofrados y armaduras no sufran desplazamientos, evitando la formación de coqueras, juntas y planos de debilidad en estas secciones.
Para alturas mayores a 2 m., si no hay bombeo para el hormigón, ni puede ejecutarse el pilar y el muro en dos fases, la solución es utilizar un embudo metálico con una manguera, lo que evita caídas libres mayores a 1,50 m.

Si el vertido del hormigón se realiza en capas, las esperas se harán cuidando que no se forme junta fría, de manera que cuando se coloca una capa, la anterior se encuentra aún en estado plástico.

La compactación del hormigón se realiza mediante el uso de vibradores de aguja, introduciendo de forma vertical la aguja dentro de la masa, de forma rápida y profunda; extrayéndola luego con lentitud y a velocidad constante, una y otra vez hasta que fluya la lechada a la superficie.

Compactar el hormigón en tongadas no mayores a 60 cm. En estos casos, la aguja del vibrador debe introducirse en la capa inferior entre 10 y 15 cm.

Después de hormigonar, se comprueba el aplomado de los encofrados, dejando pasar un lapso aproximado de 30 minutos para verificar que no se haya producido ningún desplazamiento.

El lapso mínimo para desencofrar después de hormigonar, es de 24 horas. Transcurrido ese tiempo debe comprobarse el aspecto del hormigón.

En cuanto coqueras se actuará como si el hormigón fuera visto: se taparán las coqueras de hasta una profundidad de 15 mm, a mayor profundidad se deberá decidir caso por caso.

Las juntas serán previstas conforme a proyecto, si apareciera alguna que no se ha previsto, se ejecutará en la dirección de los esfuerzos máximos, y si esto no puede realizarse, se formará con ella el mayor ángulo que sea posible. Cuando por alguna razón se interrumpe el hormigonado, sin poder tener una continuación en un lapso menor a las 6 horas, se debe limpiar la junta con un chorro a presión de agua y aire o con otro sistema que permita la limpieza de la lechada superficial, de los áridos sueltos, para que quede el árido visto.

En último término se efectúa el curado en toda la superficie expuesta mediante riego de agua por un período de 7 días, o con película filmógena, un líquido especial para curado.

El curado se realiza de inmediato a continuación del vibrado y enrasado de la superficie final para impedir así la formación de fisuras de retracción plástica frente a la pérdida de humedad. Si se emplea película filmógena, la misma se extiende sobre la superficie húmeda y saturada pero libre de encharcados (si aparecen deben ser eliminados).

Los muros y pilares encofrados se curan inmediatamente después de desencofrarlos.

Si los vientos arrecian o se intensifican el calor o la baja humedad, deben también intensificarse los procesos de curado. Se recomienda un curado mínimo de 7 días.

2.5.2.8 Estructura metálica. Soldadura. Pintura

Tareas previas
Antes de comenzar la fabricación se confeccionarán los planos de taller.

Quedarán definidos por la Dirección de Obra los materiales a utilizar.

La estructura existente se reparará mediante limpieza, lijado y pintado.
Se comprobará y replanteará la estructura en obra.

Fabricación en taller
Se realizarán plantillas de todos los elementos que lo requieran.

Preparación de los perfiles mediante eliminación de los defectos de laminación, suprimir marcas en aquellas zonas que se pondrán en contacto con otros perfiles. Eliminar suciedad e impurezas.

Marcado de la ejecución, para realizar los cortes y perforaciones indicadas.

Corte de los perfiles, para que tengan sus dimensiones exactas.

Armado en taller, para comprobar antes de su traslado a obra.

Preparación de superficies y pintura.

Marcado e identificación para el montaje en obra.

Montaje en obra
Se redactará un programa de montaje, detallando la ejecución por fases, orden asignado, tiempo de montaje, equipos a emplear, cimbras a utilizar, personal asignado, elementos de seguridad y protección, control y verificación.

Recepción, almacenamiento y manipulación de los elementos metálicos.

Montaje de los distintos elementos, a fin de que la estructura se adapte a la forma prevista en los planos de taller con las tolerancias establecidas. Las sujeciones provisionales se aseguran para resistir cualquier esfuerzo que se produzca.

2.5.2.9 Cubiertas planchas metálicas

Tareas Previas
Antes de comenzar con los trabajos de montaje de las chapas, debe comprobarse que esté ejecutada correctamente la estructura que las sustentará.

Debe limpiarse el panel de toda suciedad de obra y de limaduras de hierro.

Replanteo
Se procede a definir la situación de los aleros, limatesas, limahoyas, canalones, cumbreras, elementos salientes, bajantes, formación de pendientes y juntas estructurales.

Del mismo modo, deben marcarse las situaciones y dimensiones de los huecos de ventilación e iluminación.

Proceso Constructivo
Antes de colocarlo, debe presentarse el panel; se efectúa el montaje de abajo hacia arriba y de cara opuesta a la dirección del viento dominante.

Se prestará atención en los solapes, de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

Cuando los lados del panel no son simétricos, conviene ir avanzando con el montaje ensamblando el lado menor del panel bajo la grapa de conexión para fijar así el lado mayor del panel que le precede.

Después de haber presentado el panel, se realiza su reglaje y sujeción taladrando el panel en los puntos de cruce del lado mayor libre con las alas de los perfiles correa. La sujeción depende del material de las correas.

Situar las grapas de sujeción e introducir los tirafondos, ganchos o tornillos de rosca.

Luego de haber concluido la cobertura completa, resolver los encuentros especiales y los remates en función de lo especificado por proyecto y por el fabricante.

Mientras se realizan los trabajos, debe protegerse la cubierta de cualquier acción mecánica que no esté prevista en los cálculos; proteger los materiales de posibles impactos.

Manejar los paneles de canto para impedir que penetre humedades en los bordes cortados, pues ésta modifica el poder de adherencia entre el material aislante y la chapa de acero galvanizado.

Aspectos a Tener en Cuenta
No deben efectuarse operaciones de corte en obra ya que puede haber incrustaciones de partículas metálicas; si las hubiere, deben limpiarse prolijamente.

Ejecutar las soldaduras en taller reparando el área de revestimiento dañada.

Un solape longitudinal será diferente dependiendo de la inclinación de la cubierta y pendiente, el mismo varía entre 150 y 200 mm.

Para chapas de perfil ondulado, el solape lateral debe ser de /12 onda, y hasta de una onda cuando se requiere asegurar la estanqueidad.

Para chapas de perfil nervado o grecado, el solape lateral se toma de 1/4 de greca.

Para formar el alero, el vuelo de las chapas debe ser menor de 350 mm, y en laterales, menor que una onda o una greca.

Estas cubiertas no se utilizan en contacto con los materiales siguientes:

Yeso fresco, cemento fresco o cal.

Maderas de castaño o roble.

Acero sin protección para la corrosión.

2.5.2.10 Firmes y acabados

A continuación se detalla el procedimiento constructivo del pavimento asfaltico y otros pavimentos.

Actividades preparatorias

El material a emplear cumplirá con las prescripciones del proyecto de construcción y las indicaciones del Director de las Obras.

Se comprobará las condiciones de la superficie sobre la que se extenderá el pavimento asfaltico y se colocará el resto de pavimento, procediendo a la preparación de las superficies, realización de pequeñas demoliciones, replanteos, etc.

Previamente a la colocación del pavimento se ejecutará una solera de hormigón en masa de 10 cm. de espesor, y se habrá colocado el bordillo, en caso de que sea necesario.

Se prepararán las superficies en los que se extenderá el pavimento asfáltico, teniendo en cuenta las afecciones al tráfico interno de la instalación, lugar de estacionamiento de los camiones, maquinaria de extensión, etc.

Se extenderá un riego de adherencia previo a la ejecución del refuerzo con pavimento asfáltico, que consistirá en una emulsión catiónica ECR-1, con dotación mínima de 0.75 Kg/m2.

El transporte a la obra se realizará mediante camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella.

Vertido y extensión

Una vez en obra, la mezcla bituminosa podrá ser extendida sobre la explanada mediante extendedoras autopropulsadas, dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la geometría y producción deseadas y un mínimo de precompactación. La extensión comenzará por el borde inferior, y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posibles y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la central. Caso de pequeñas superficies de firmes en los que acceder con máquina sea imposible, se extenderá manualmente.



Figura 2.91. Maquinaria trabajando

Se ejecutará el pavimento asfáltico evitando segregaciones y contaminaciones del material. Se compactará la mezcla bituminosa conforme a las prescripciones del proyecto.

El pavimento de baldosas se colocará conforme a las prescripciones técnicas del pliego.

2.5.2.11 Tendido de tuberías terrestres

Se ha previsto la ejecución del tramo inicial del emisario en hinca, para posteriormente acometer el tendido de las tuberías de difusión de salmuera mediante técnicas de trabajos submarinos, descritos más adelante. Asimismo, según se indicó con anterioridad, se incluyen los procedimientos a seguir para el tendido de conducciones terrestres en zanja convencional.

Procedimiento de hinca de tuberías

Tomando como base la información aportada por el personal de la planta, la ejecución de los trabajos de excavación en zanja desde el medio marino presenta limitaciones temporales consecuencia del mal estado de la mar durante todo el año, salvo los meses de noviembre y diciembre. Este condicionante, unido a las particularidades orográficas y batimétricas de la traza del emisario de salmuera, hacen recomendable la ejecución del tramo principal del mismo mediante hinca de tubería, procedimiento que permite desarrollar las obras del emisario independientemente del estado de la mar, acortando el plan de obras y anticipando la puesta en marcha de las instalaciones de desalación. Asimismo, el incremento de coste asociado a esta técnica respecto de la metodología convencional, en este caso en particular, es pequeño, dada la dificultad añadida de excavación en terrenos rocosos desde el mar.

La solución elegida para resolver estos pasos es la de realizar un microtúnel con empuje simultáneo de una tubería de hormigón polímero (áridos y resinas de poliéster, PRC) adaptada a las condiciones de la hinca. Esta tubería permitirá emplear en el proceso constructivo técnicas de hinca de tubería con escudo y una vez colocada, asegurará la estanqueidad en las condiciones de conducción a presión planteada.

Para llevar a cabo este trabajo la tecnología más adecuada que existe en la actualidad es la asociada al empuje hidráulico mediante escudo.

La tubería y las características del microtúnel son las siguientes:

- Diámetro interior: 1000 mm
- Diámetro del túnel: 1260 mm
- Longitud del túnel: 100m.

Particularidades de la hinca mediante empuje hidráulico con escudo.

La filosofía de la hinca de tubería mediante empuje hidráulico con escudo es sencilla. Tal vez sea éste el método de hinca más conocido. Con un sistema similar al de las tuneladoras convencionales, consiste en una cabeza de avance (escudo) que genera un frente de excavación, mientras expulsa el material que va rompiendo. Por detrás de esta cabeza avanzan los tubos gracias a unos gatos hidráulicos que empujan sobre el último de ellos.

Existen escudos de dos tipos diferentes: escudo abierto y escudo cerrado. La diferencia principal entre estos dos es que el escudo cerrado utiliza como cabeza de corte un disco rozador del mismo diámetro que la hinca, mientras el escudo abierto se limita a un elemento de corte más pequeño que actúa sobre toda la sección de corte, dejando comunicado el interior de la tubería con el frente de excavación. En este caso, las particularidades de la zona de vertido exigen hinca en escudo cerrado con corte integral.
La gran innovación de este método con respecto a otros es la posibilidad que presenta de poder realizar giros y corregir desviaciones a medida que se avanza. Esto se consigue independizando el trabajo de cada uno de los cuatro gatos que empujan, lo que permite, jugando con las presiones de unos y otros, girar tanto en planta como en alzado.

Entibaciones.
Se prevé la entibación del pozo de ataque de la hinca, mediante un sistema de entibación con planchas deslizantes en doble guía y monocodal deslizante sobre patines.

Descripción del sistema.
El sistema de entibación con planchas deslizantes en doble guía y monocodal de patines es un sistema especialmente adecuado para esta obra ya que permite alcanzar los dos objetivos que se requieren:
Permitir colocar tubos de 12 m de longitud máxima.

No provocar desprendimientos en las márgenes de la zanja.

Es un sistema altamente flexible, concebido especialmente grandes conducciones. Las planchas, protegidas con poliestireno expandido, sirven de encofrado exterior de los hastiales. Según progresa la excavación, descienden las planchas, sujetando las paredes de la zanja. Se puede llegar hasta profundidades de nueve metros. La excavación y la entibación son, pues, dos procesos paralelos hechos con la misma excavadora, que se recomienda que se sitúe siempre en la cabecera de la zanja.
El monocodal de patines es un conjunto monobloque que mantiene paralelas las dobles guías, por lo que las planchas pueden deslizarse verticalmente con mínimas fuerzas de extracción incluso a las máximas profundidades (9 metros).

El entorno exterior de la zanja no se altera durante la fase de entibación y los asentamientos debidos al desplazamiento horizontal del terreno, tan habituales en los sistemas de entibaciones tradicionales y provocadas por el movimiento de las paredes de la entibación, no se producen. La anchura de la zanja no varía, ni en la hinca ni en la extracción. La entibación no se acuña ni se atasca y las sacudidas y golpes quedan eliminados.

El monocodal de patines se asemeja a una “H” cuyo tramo horizontal ofrece un espacio de trabajo óptimo. Su desplazamiento vertical sobre patines, facilita que la excavadora, incluso de brazo pequeño, pueda trabajar sin estorbos.

Este sistema soporta bien los esfuerzos de torsión que se presentan en zanjas de anchura considerable (de 2 a 12 metros). Las altas presiones laterales del terreno, se absorben por la pieza horizontal del monocodal. Los momentos en el pórtico “H” no suponen ningún problema de deformación. Ni la hinca ni la extracción ofrecen dificultades y además se reduce sustancialmente la fuerza necesaria para la extracción, si se compara con otros sistemas tradicionales de doble guía.

No aparecen desplazamientos laterales de la entibación ni hundimientos de terreno, por tanto, tampoco habrá asentamientos de calzadas. Es un sistema altamente seguro caracterizado por la rapidez y flexibilidad de su funcionamiento, incluso sometido a fuertes cargas y grandes profundidades.

La construcción de las dobles guías permite la acomodación de las planchas interiores al trazado de la zanja, de manera que junto con la ventaja de la facilidad y simplicidad de su manejo, se produce un efecto de racionalización del trabajo.

Composición del equipo.

Una vez estudiado el caso que nos confiere, para la instalación de una tubería de hormigón armado de diámetro nominal 1000 mm, la composición mínima necesaria para la viabilidad de este sistema es, por tajo de avance:
12 dobles guías de 5500 mm de longitud.
12 patines laterales de 665 mm de longitud.
6 monocodales intermedios de 2000 mm de longitud.
6 monocodales intermedios de 3000 mm de longitud.
20 planchas cortantes reforzadas deslizantes de las siguientes dimensiones: 6000 mm de anchura, 2400 mm de altura y 130 mm de espesor.
10 protectores de planchas.
1 eslinga izado compuesta por 2 ramales y ganchos.
Se ha previsto por tanto, el avance con 6 pórticos "H" que se irán reutilizando conforme se avance en el trazado de la conducción.

2.5.2.12 Descripción del proceso de avance

Como ya se ha dicho anteriormente se ha previsto un avance con 6 pórticos, mínimos estrictamente necesarios para la colocación de la tubería de hormigón armado que se utiliza en este proyecto, aunque se puede prever otro más de manera que se agilice el proceso de montaje y desmontaje de las guías y planchas aumentando así la rapidez en el avance de la excavación y la entibación, a la vez que le confiere a la zona de trabajo una mayor seguridad.

En el proceso de avance se distinguen las siguientes fases:

FASE I:
Con los monocodales del primer y cuarto pórtico colocados en el fondo de la zanja, y en la parte superior de la misma el monocodal del segundo y del tercero (dejando siempre una distancia mínima entre monocodales de al menos el diámetro de la tubería) se desplaza horizontalmente en su sentido de avance la tubería a colocar haciéndola pasar entre ellos hasta situar su centro de gravedad entre los ejes de las dobles guías del segundo y tercer pórtico.

A continuación se desplaza verticalmente la tubería hasta el fondo de la excavación.

Por último, se debe deslizar verticalmente el monocodal del primer pórtico hasta permitir un segundo desplazamiento horizontal de la tubería en sentido contrario al avance de la misma hasta el punto en el que se vaya a realizar su acoplamiento con la tubería ya colocada.

FASE II:
En la segunda fase paralelamente al avance de la excavación y la entibación (con el quinto y sexto pórtico ya colocados) se seguirá el mismo proceso descrito en la fase anterior para la colocación del siguiente tubo.

- **Excavación**

Las variables que influyen en el procedimiento constructivo a desarrollar para ejecutar la excavación del emisario dependen de las siguientes variables:

Diámetro de la tubería. El diámetro nominal adoptado en la tubería de hormigón armado es de 1000 mm.
Tipo de terreno. Previsiblemente, la traza de la conducción discurrirá bajo terreno rocoso de naturaleza volcánica.

Anchura de evolución de la maquinaria. La maquinaria de excavación deberá actuar frontalmente o lateralmente a la zanja en función de la disponibilidad de espacio.

Nivel freático. Es previsible la presencia de agua en las zanjas, por debajo de la cota 0 que está previsto agotar mediante bombeo.

- **Rellenos.**

Una vez ejecutada la zanja se procederá al relleno de la misma considerando las siguientes etapas:

Zanjas por encima del nivel freático
Extendido y compactación al 75% del índice de densidad de los primeros 15 cm de arena en el fondo de la zanja. El material procederá de la clasificación del material excavado en la zanja.

Colocación de la tubería en el fondo de zanja, alineación y enchufe de juntas.

Extendido y compactación al 75% del Índice de Densidad de los laterales de la conducción con material de tamaño máximo 5 mm (arena). Este relleno se prolonga hasta lograr un empotramiento del tubo de 120º.

Extensión de material granular, de 150 mm de tamaño máximo, compactado al 95% PN hasta 30 cm por encima de la tubería (protección). El material procederá de la propia excavación tras cribado.

Vertido de material tolerable (PG/3) con tamaño máximo de 30 mm compactado al 95% PM hasta zona superior de la zanja (recubrimiento). El material procederá de la excavación.

Los medios de compactación serán los habituales que, en función de la superficie disponible para la compactación, podrán ser compactadores de uso manual o rodillos autopropulsados.

Zanjas bajo el nivel freático
Extensión de lámina geotextil en el fondo de la zanja, envolviendo por completo al relleno de grava 6/18 mm compacta hasta el 75% ID y DLA < 40. Este relleno envuelve a la tubería hasta 20 cm por encima de la generatriz superior. Este material procede de cantera.

Relleno de recubrimiento, de iguales características que en el relleno general.

Los medios de compactación serán los habituales que, en función de la superficie disponible para la compactación, podrán ser compactadores de uso manual o rodillos autopropulsados.

La totalidad de los materiales de relleno pueden proceder, directamente o mediante selección, de lo excavado en las zanjas, excepto la grava necesaria en las secciones bajo el nivel freático.

2.5.2.13. Proceso Constructivo. Obras Civiles Impulsión

Frentes de Trabajo
Los trabajos se dividirán en tantos frentes paralelos y simultáneos como sean necesarios para la ejecución. Cada frente será autónomo con sus propios recursos. La instalación de faenas puede ser instalada cerca de las obras de la Planta Desaladora. La razón principal es el poder quedar cerca de algún centro que permita acceder a agua industrial y electricidad, así como el acceso a casino.

Descripción colocación de la tubería
Básicamente se utilizarán dos sistemas para instalar las tuberías, el primero, corresponde a la instalación de la tubería en zanja con suficiente espacio para acomodar Camiones Pluma y en el caso de que las condiciones de terreno lo exijan se utilizaran Sideboom o Grúas.

Colocación de la tubería en zanja.
Lo primero que se hará será un replanteo del trazado y acopios provisorios de las tuberías en terreno, para su posterior desfile y en el caso de que el terreno lo permita se realizara el desfile sobre la plataforma o al costado de la zanja.

Una vez hecha la excavación se procederá al desfile de la tubería y preparación de la cama de apoyo y nichos para las uniones que se desarrollaran en la zanja, de acuerdo a los tramos que se ejecuten las bajadas de tuberías al interior de la excavación.

Para ejecutar la soldadura se contara con carpas o estructuras provisorias que aíslen la soldadura de las inclemencias del tiempo, ya sean bajas temperaturas, nieve, lluvias, etc. Luego, se procederá a la toma de gammagrafías y revestimiento de las uniones soldadas, para luego bajar los tramos de tubería y hacer las uniones en zanja.

Posterior a la ejecución de la unión se realizara la protección de la unión soldada por medio de manta termo contraíble o tratamiento de pintura según los requerimientos del tipo de tuberías.

Una vez realizado un tramo para el caso de zanjas este se bajara a la zanja sobre la cama de apoyo, por medio de camiones pluma, sideboom, grúas dependiendo del material, diámetro y condiciones del terreno en la que se deban desarrollar las faenas.

Pruebas Hidráulicas

Para la ejecución de las pruebas hidráulicas, se procederá de la siguiente manera:

- Limpieza de la tubería. Para la limpieza de la tubería, se procederá a instalar los cabezales de limpieza y luego se procederá a la limpieza de la tubería con agua y luego con el envío de pigs de espuma.
- Luego se procederá a la instalación de los cabezales de llenado y prueba. Se comenzará el llenado utilizando los pigs de llenado manteniendo el procedimiento de llenado de manera de asegurar que la línea tenga el volumen máximo de aire permitido para este tipo de pruebas.
- Finalmente se procederá a levantar presión hasta llegar a 1,5 veces la presión de servicio, mantenida durante el tiempo requerido.
- Se vaciará la línea y se procederá a la unión con los puntos respectivos.

Rellenos y limpieza del sector intervenido

Finalmente se procederá al tapado y limpieza del sector intervenido para el caso de realización de zanjas y para la instalación de tuberías sobre plataformas se realizara posteriormente el relleno superior.

2.5.2.14. Proceso Constructivo. Equipos Electromecánicos

Descripción de las principales etapas del proceso

Las etapas principales que componen el proceso son las siguientes:

- Sistema de captación de agua de mar
  - Toma por pozos playeros
  - Bombeo de captación de agua de mar
- Pretratamiento físico
  - Filtración presurizadas sobre lecho multicapa
  - Sistema de limpieza de la filtración presurizada: bombeos y soplantes
  - Filtración de seguridad sobre cartuchos
- Pre- tratamiento químico
- Bombeo de alta presión y recuperación de energía
  - Bombeo de alta presión
  - Bombeo de recirculación
  - Sistema de recuperación de energía mediante cámaras de intercambio de presión
- Bastidores de Ósmosis Inversa (OI)
- Sistema de limpieza y desplazamiento de salmuera del sistema de OI
  - Bombeo de limpieza y desplazamiento
  - Filtración sobre cartuchos
- Post- tratamiento
  - Dosificación de hipoclorito sódico

- Almacenamiento y bombeo de agua tratada
- Emisario
    - Emisario y difusores

El sistema de captación de agua de mar está situado cerca de la desaladora.

Tras esta etapa de captación, el agua de mar pasa por una etapa de filtración presurizada. Por su gran impacto visual, estos filtros se encuentran en el interior de la nave principal de proceso de OI.

Como última etapa del pretratamiento, el agua pasa por unos filtros de cartuchos de seguridad. Estos equipos se encuentran también dentro de la nave de proceso de OI. En esta misma nave están ubicados los equipos principales de bombeo de alta presión, los recuperadores de energía, los bastidores de OI, y sus equipos de limpieza química.

El agua desalada obtenida en el proceso de OI es post- tratada. Por otro lado, la salmuera del proceso de OI es vertida convenientemente al mar.

El agua producto es almacenado y enviada a distribución mediante el bombeo correspondiente.

Descripción de las principales actividades. Equipos Mecánicos

Estaciones de bombeo

En el montaje de una estación de bombeo se deberá tener en cuenta, principalmente:
Para el emplazamiento de la bomba se deberán tener en cuenta una serie de premisas como, espacio suficiente para la operación y mantenimiento, tener en la succión de la tubería un tramo recto de 6 a 8 veces el diámetro de la tubería y que la base debe ser de hormigón armado, suficientemente rígida para evitar vibraciones debiendo estar perfectamente apoyada la placa base en todos sus puntos.
Antes de poner la unidad sobre la bancada, se debe limpiar la parte superior de esta, asegurarse que el hormigón ha secado y fraguado correctamente.

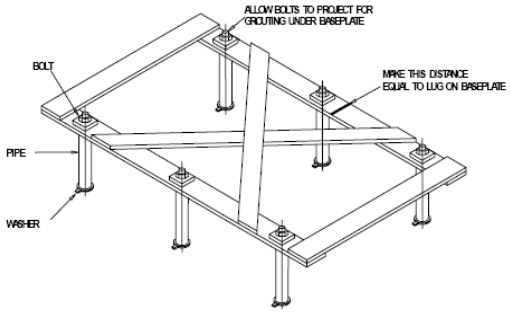


Figura 2.92 Colocación de la placa de apoyo de una bomba

- Nivelación de la base mediante calzas o cuña calibradas, el levantamiento de la base se realizara mediante gatos hidráulicos con cuidado de no deformar las roscas de los tornillos de la base.

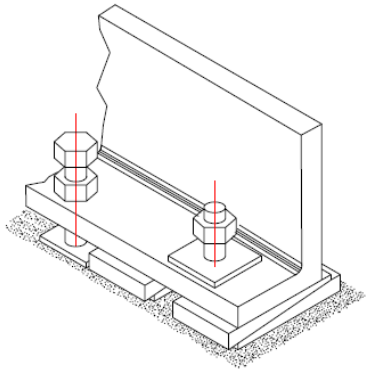


Figura 2.93 Detalle de nivelación

- Se deberá asegurar que cualquier equipo empleado para levantar la bomba o cualquiera de sus componentes es capaz de soportar los pesos de ésta, además de comprobar los puntos de sujeción antes de intentar el levantamiento.

- Para el levantamiento se usarán los puentes grúa o polipastos ya instalados antes de que comience la instalación de la bomba. Esto no sólo facilitará el montaje de las bombas si no también el acopio e instalación de colectores y cualquier otro tipo de elemento pesado en la nave de proceso. Preferiblemente se levantaran bomba y motor por separado

Tipos de levantamiento:

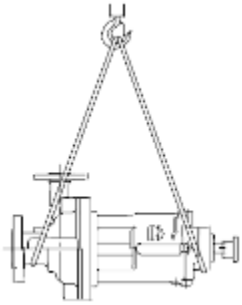


Figura 2.94 Levantamiento solo de la bomba

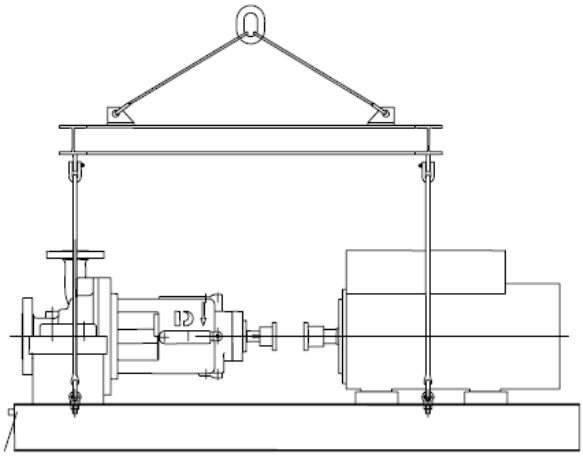


Figura 2.95 Levantamiento de todo el conjunto



Figura 2.96 Posicionamiento de la bomba en su bancada

- Los acoplamientos deben estar alineados dentro de los límites señalados por el fabricante, para evitar ruidos, vibraciones y un desgaste prematuro.

- La alineación del eje estática y dinámicamente, en ocasiones suelen venir de fabrica, pero aun siendo así, durante la fase de montaje deberán ser comprobados.

- Se comprobará el sentido de rotación del motor ya que una rotación incorrecta puede causar daños reales a equipos y personas.

- Antes del montaje de la bomba, estarán montados los soportes tanto en impulsión como en aspiración para evitar excesivos esfuerzos en las bridas de conexión de la bomba, siendo también importante una correcta alineación de las tuberías.

- Importante será también, dejar colocados los strainers o filtros para evitar la entrada de cualquier elemento (herramientas olvidadas, madera, cordones de soldadura…) al rodete de bomba que pueda causar daños en el mismo.

- Para la colocación de este elemento se debe respetar que el área abierta del strainers debe tener una relación 3 a 1 respecto el área de aspiración de la bomba.

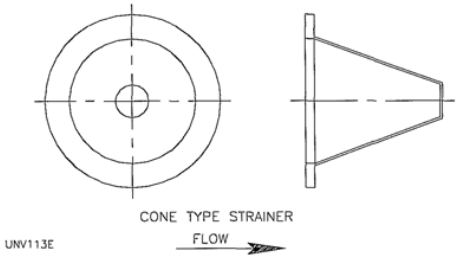


Figura 2.97 f: Strainers

- En la descarga de la bomba se instarán las válvulas de retención para evitar que el rodete gire en sentido contrario en caso de parada, esta válvula se colocara entre la válvula de aislamiento de la tubería de descarga y la bomba, además se colocarán reducciones excéntricas en la aspiración para evitar bolsas de aire y que la bomba pueda cavitar. Se montarán venteos en las tuberías de impulsión para la eliminación del aire existente en las mismas.

- Se instalarán también manguitos elásticos para reducir esfuerzos en las bocas de aspiración e impulsión de las tuberías de PRFV.

Una vez terminada la instalación de la Bomba y antes de cualquier prueba preoperacional, se realizará un check list de la instalación de la bomba. Para ello se llevarán a cabo las siguientes operaciones:

- Comprobar nivelación de la placa base.
- Comprobación pernos de anclaje a la placa base.
- Comprobar alineación del eje y acoplamiento.
- Comprobar venteos, tuberías, válvulas, y strainers.
- Comprobar juntas de expansión, así como el apriete de los pernos de todas la bridas de la aspiración y la descarga.
- Comprobar que está instalado el acoplamiento de protección.

Filtros de arena a presión

Para emplazamiento de los filtros a presión se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones.

Prever en el diseño orejetas de levantamiento para su manipulación en obra.

Tener definidas y ejecutadas las bancadas de hormigón sobre las cuales apoyan los equipos.

Estos equipos, una vez llegados a obra, serán colocados sobre sus bancadas directamente, posteriormente la base será anclada con tornillería calidad A4 Hilti o similar mediante anclaje químico.



Figura 2.98 Apoyos placa falso fondo

La elevación de estos se realizará con los medios y medidas de seguridad adecuadas para el levantamiento de equipos pesados.

Una vez colocados los filtros serán nivelados y atornillados a la bancada y se procederá al montaje de las crepinas del falso fondo.

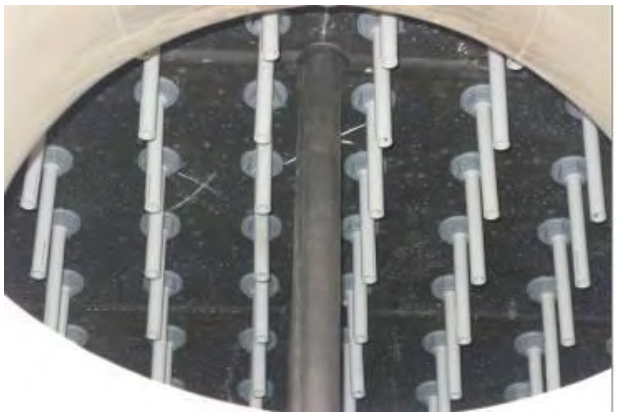


Figura 2.99 Colocación de crepinas del falso fondo.

Antes de verter las arenas en el interior de los filtros deberán estar terminadas conducciones de E/S de agua, de aire y además de equipos como las soplantes.

A continuación se describe el protocolo de pruebas a realizar para las crepinas:

I. Se procederá a limpieza de tuberías que entran en proceso.
II. Se llenará de agua de mar a una altura suficiente para ver el burbujeo.
III. Se cerrarán las válvulas de salida del filtro a presión.
IV. Se cierran neumáticamente todas las válvulas de filtros instalados.
V. Se abre neumáticamente la válvula de entrada de aire de lavado.
VI. Se procederá a revisar y visualizar crepinas en mal estado.

VII. Se cierra la válvula de entrada de aire y se abren los vaciados del filtro.
VIII. Se para la soplante.
IX. En caso de detección de elementos en mal estado se procederá a la sustitución de estos
X. Se mangeará la zona en contacto con agua de mar durante la prueba con agua dulce.
XI. Se realizará el reapriete de todos los elementos.



Figura 2.100 Prueba de crepinas

Una vez realizada esta prueba y sustituidos se procederá al vertido de arenas al interior del filtro según disposición y alturas adoptadas en el diseño.

Filtros de cartucho.
Estos equipos, una vez llegados a obra, serán colocados sobre sus bancadas directamente, posteriormente la base será anclada con tornillería calidad A4 Hilti o similar mediante anclaje químico.
Posteriormente se colocaran las espadas con los cartuchos de filtración y cierre de la tapa superior, mediante tornillería calidad A2 o superior.

La elevación de los filtros se realizara a través de las orejetas disponibles en la parte superior del equipo.



Figura 2.101 Colocación de los cartuchos de polipropileno bobinado

Una vez posicionados se cubrirán las tubuladuras para evitar la entrada de suciedad al interior del filtro, mientras no se realizan las conexiones de tuberías.



Figura 2.102 Protección del filtro de cartucho

Una vez posicionados y anclados los filtros de cartucho, se podrá efectuar la instalación de tuberías, válvulas e instrumentación.



Figura 2.103 : Instalación de tuberías y válvulas

2.5.2.15 Osmosis inversa

La estructura del bastidor será fabricada en taller. Para el montaje del bastidor será necesario que las bancadas estén preparadas, el anclaje será tipo químico y los pernos de unión de la estructura en acero inoxidable calidad A4, ya que ésta se transportará desde taller en partes sueltas para ser ensamblada en obra.

En obra se montarán los tubos de presión, las raspas de alimentación y rechazo en acero inoxidable, de acuerdo a los siguientes criterios:

- No levantar las cajas de presión con elementos en el interior.
- No rayar en el montaje pared interna del tubo de presión.
- Forrar las boquillas para evitar rayar la carcasa.
- Asegurarse de tener espacio suficiente en ambos lados del recipiente. Los elementos se instalaran en la dirección de la instalación, empujándolos en el sentido de la alimentación.
- Seguir las recomendaciones del fabricante para el cierre de los tubos.
- Posicionar cada recipiente en su marco de montaje correspondiente y centrarlo por sus ejes.
- Colocar las abrazaderas sobre la carcasa con la tira plástica contra el recipiente. No realizar un apriete excesivo para permitir la dilatación libre de tubo de presión.
- Posicionar el tornillo a través de los agujeros y colocar las tuercas.
- Conectar las tuberías a la alimentación.
- La instalación se realizara siguiendo una secuencia de pasos de montaje para asegurar la alineación correcta de los colectores.
- Repintado final del bastidor.
- Limpieza del bastidor y sus alrededores.



Figura 2.104 : Estructura del bastidor de O.I



Figura 2.105 Montaje de tubos de presión y membranas

El montaje de las membranas de agua de mar se realizara en planta una vez instalado la estructura del bastidor de osmosis inversa y los tubos de presión.

El montaje se podrá realizar manualmente, utilizando algún medio de elevación (plataformas de tijera o andamios móviles).

Una vez instaladas las membranas en los tubos de presión se procederá a:

- Conexión de tuberías con los colectores principales.
- Instalación de válvulas tanto de alta como de baja presión.

Instalación de raspas en polipropileno, válvulas de tres vías, panel toma-muestras y tubing correspondiente de cada tubo al panel, para tomar muestras del permeado de cada tubo.
En paralelo al montaje del bastidor de osmosis inversa se instalarán los bastidores del sistema de recuperación de energía, que de la misma forma que con los bastidores de ósmosis inversa, serán fabricados en taller y ensamblados en obra.



Figura 2.106 Montaje del sistema de recuperación de energía

Válvulas

Comprobaciones iniciales

- Antes de iniciar el montaje de las válvulas se realizaran una serie de comprobaciones:
- Eliminación de elementos extraños, limpiando la válvula con aire y agua.
- Examinar que las tuberías están alineadas, comprobando el paralelismo entre bridas, y las distancias entre éstas.
- Asegurarnos que tenemos posibilidades de maniobra para eslingar las válvulas por el cuerpo. Comprobar la posición de la válvula así como el mando de ésta.
- Contrastar las medidas de las bridas de la tubería con las bridas de la válvula a instalar.
- Comprobar que la superficie donde apoyan las juntas de estanqueidad del conjunto es plana.
- Comprobar la conformidad dimensional de las juntas de estanquidad (diámetro interior, exterior, espesor).
- Comprobar el perfecto deslizamiento del carrete de desmontaje de la válvula.
- Controlar el diámetro, calidad, cantidad, longitud de los tornillos.

Posición de montaje de las válvulas

Las válvulas se montarán con el eje de la válvula en posición horizontal sobre todo para válvulas de diámetro igual o superior a 600mm.

La flecha sobre el cuerpo de ésta indica la dirección preferible de aplicación de presión máxima a válvula cerrada. Para válvulas que se monten en el final de línea, éstas se han de colocar en la dirección contraria a la flecha que indica el cuerpo.

En aquellas válvulas montadas en tramos de tuberías de gran longitud (6-12m) se deberá colocar la soportación en la válvula para evitar esfuerzos en la tubería.
El montaje de los actuadores eléctricos o neumáticos se realizará en fábrica, así como las pruebas hidráulicas.

Para el correcto montaje de las bridas se deberá seguir una correcta secuencia de apriete, respetar los pares de apriete recomendados, y siempre usando la llave dinamométrica.

Tuberías y soportación.
Tubería de PRFV.
Las tuberías de PRFV serán fabricadas en taller tras recibir los isométricos del equipo de ingeniería.
Estos isométricos llevarán especificadas las tubuladuras correspondientes a instrumentación, bridas y piezas especiales.

Las uniones químicas en obra consistirán en la unión de colectores de gran longitud y en la unión de éstos con piezas especiales, codos, empalmes, etc.

El procedimiento de ejecución de la unión química debe seguir los siguientes pasos:

- Corte y preparación (cortes en escuadra y biselado a 45º)



- Limpiar la zona biselada, alineación de los tubos y recubrir los cantos biselados con una capa de resina previamente preparada



- Soldadura química exterior, una vez endurecido completamente, se debe eliminar el exceso de ésta con un disco abrasivo, y finalmente adicionar la capa final



Todas las conexiones de tuberías de PRFV con elementos mecánicos, tales como válvulas, bombas, ventosas, carretes metálicos, etc., se deberán realizar mediante uniones embridadas, que podrán ser tanto fijas como valonas con bridas locas.

A la hora de conectar bridas de PRFV con bridas metálicas se deben tener una serie de precauciones. El hecho de apretar un tornillo que va a unir dos materiales de características mecánicas diferentes (PRFV-hierro), implica que el elemento de estanqueidad entre ambas (junta de goma) deba de ser de unas determinadas características, que la fuerza requerida para apretar los tornillos (par de apriete) deba ser en todo momento controlada y que la secuencia de apriete este previamente determinada.

Respecto al elemento de unión de PRFV y hierro, juntas responsables de dar estanqueidad a esta unión rígida, serán de EPDM con alma metálica.

Las ventajas que presentas este tipo de juntas respecto a las convencionales son las siguientes:

- Producen total estanqueidad con un par de apriete bajo.
- Compensan los posibles defectos de superficie.

Para que tanto el elemento de estanquidad como brida de PRFV actúen correctamente, es importante seguir un patrón de secuencia de apriete:

I. Apretar los conjuntos de pernos múltiples en varias etapas.
II. A continuación, ajustar cada perno hasta que esté ajustado siguiendo un patrón cruzado.
III. Después, ajustar cada perno a un 25% del par recomendado, avanzando de un perno al otro.
IV. Repetir este paso para un 50%,75%y100%del ajuste completo.

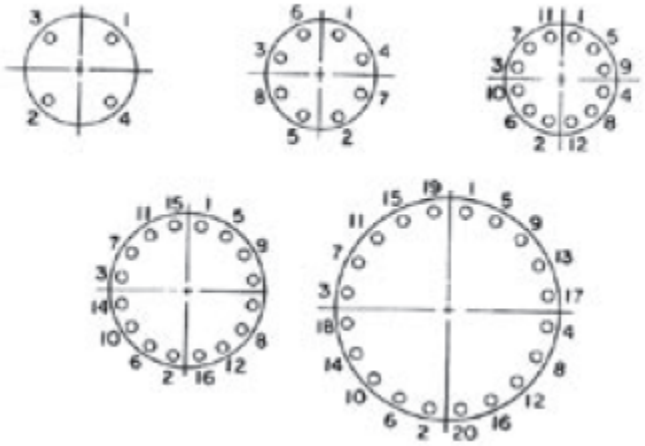


Figura 2.107 Secuencia de apriete de los pernos

Una vez se esté realizando el ensayo de presión de la conducción, es cuando se ajustara el par de apriete final de todos los tornillos de las bridas, ya que quizás algún perno no esté bien ajustado y se evidencia perdida de agua.

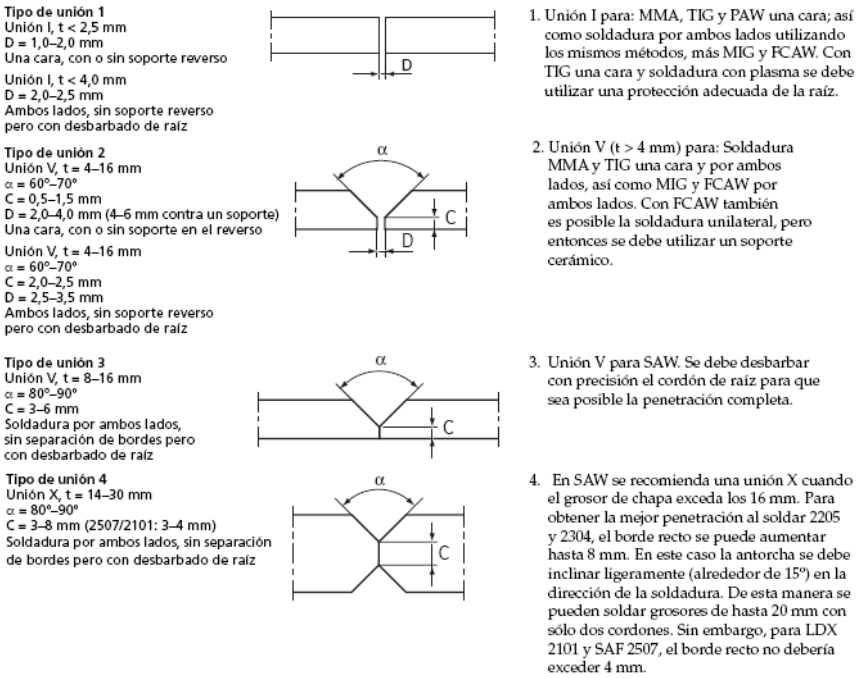
Tubería de acero

Las tuberías de acero serán soldadas en su gran mayoría en taller mecánico según los isométricos proporcionados.

Estos deberán de seguir unos criterios adecuados para soldar acero superduplex.

Al soldar aceros inoxidables la preparación de los bordes debe ser meticulosa y la elección del tipo de junta será de vital importancia para la obtención de buenos resultados

Tipos de uniones más comunes:



1. Unión I para: MMA, TIG y PAW una cara; así como soldadura por ambos lados utilizando los mismos métodos, más MIG y FCAW. Con TIG una cara y soldadura con plasma se debe utilizar una protección adecuada de la raíz.
2. Unión V (t > 4 mm) para: Soldadura MMA y TIG una cara y por ambos lados, así como MIG y FCAW por ambos lados. Con FCAW también es posible la soldadura unilateral, pero entonces se debe utilizar un soporte cerámico.
3. Unión V para SAW. Se debe desbarbar con precisión el cordón de raíz para que sea posible la penetración completa.
4. En SAW se recomienda una unión X cuando el grosor de chapa exceda los 16 mm. Para obtener la mejor penetración al soldar 2205 y 2304, el borde recto se puede aumentar hasta 8 mm. En este caso la antorcha se debe inclinar ligeramente (alrededor de 15º) en la dirección de la soldadura. De esta manera se pueden soldar grosores de hasta 20 mm con sólo dos cordones. Sin embargo, para LDX 2101 y SAF 2507, el borde recto no debería exceder 4 mm.

Una vez fabricadas las tuberías se practicarán los controles de calidad de las soldaduras bien por radiografías o líquidos penetrantes.

En obra se soldarán aquellos elementos que no hayan podido ser montados en taller como puedan ser válvulas de macho, empalmes, etc.

El montaje de tuberías de acero por tanto se basará prácticamente a la unión mediante bridas y en algunos casos soldadura de las tuberías y colectores fabricados en taller.

<u>Soportación</u>

La suportación será fabricada en talleres y trasladados a obra para ser montados. Su montaje comenzará con el posicionamiento según planos y con los taladros a suelo o pared de los soportes a colocar, todo ello con la ayuda de un topógrafo.

El tipo de anclaje químico vendrá en función de las cargas soportadas, por ejemplo, para suelo, se usará anclaje químico con varillas en calidad A4-70.

Para impedir una deflexión excesiva debido al peso del tubo y del fluido, los tramos horizontales de tubería se soportarán a intervalos determinados por el valor inferior obtenidos de los siguientes criterios.

A. Que la tensión axial no supere el valor admisible.
B. La flecha máxima entre soportes sea inferior a 1/500 de la longitud del vano.

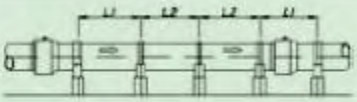
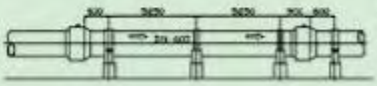
Longitud máxima entre Soportes Para Tubos ALPHACOR y ALPHASAND [m]				
	Instalado con Uniones Campana y Espiga	Instalada con Uniones Químicas		
ALPHASAND Todos los diámetros				
ALPHACOR FW5	**DN ≤ 400** 4 Apoyos por unidad de Tubería Instalada	**DN [mm]**	**PN10**	**PN16**
		200	3,7	3,9
	DN ≥ 450 3 Apoyos por unidad de Tubería Instalada	250	4,1	4,2
		300	4,3	4,6
		350	4,6	5,0
		400	5,0	5,2
		450	5,1	5,6
		500	5,4	5,8
		600	5,8	6,3
		700	6,3	6,7
		800	6,7	7,1
		900	7,0	7,5
		1000	7,4	7,9

Figura 2.108. Distancias entre soportes en m

Para evitar contacto entre soporte metálico y tubería de PRFV se colocara una plancha de EPDM de 3mm de espesor.

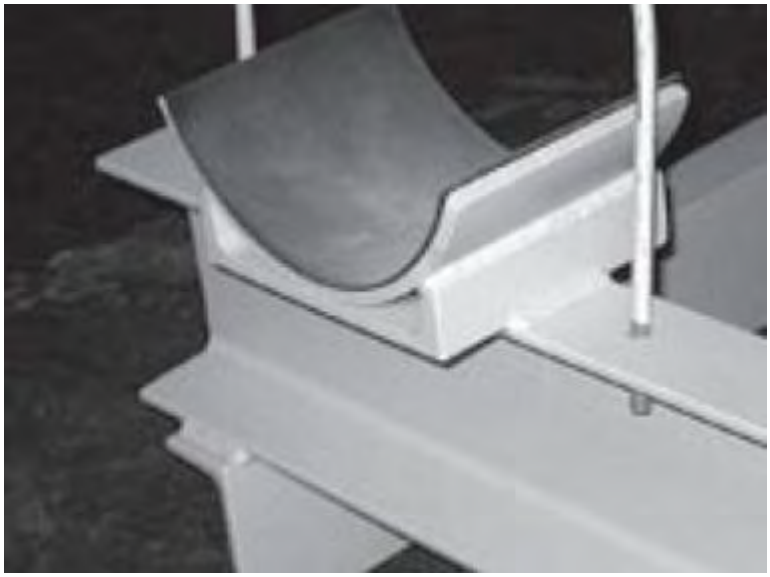


Figura 2.109 Plancha EPDM en soporte

Reactivos químicos.
Para una correcta instalación y montaje de las dosificaciones químicas se tendrán en cuenta los siguientes criterios.

I. Se asegurará que la bomba se instale en un lugar seguro y se fijará de modo que las vibraciones producidas durante el funcionamiento de la misma no permitan ningún movimiento.
II. Proveer suficiente espacio para permitir que circule aire fresco del motor del ventilador.
III. La bomba dosificadora debe estar instalada con la base en posición horizontal.
IV. Levantar la bomba horizontalmente de tal forma que el aceite del engrane no se salga de la unidad de accionamiento de la bomba.

Tubería de aspiración
Una tubería de aspiración corta y de gran diámetro, limitando los codos y evitando los "cuellos de cisne" favorece las condiciones de aspiración.

- **Válvula de pie.** Alcachofa. Será indispensable desde el momento en que la bomba está instalada "en aspiración". Minimiza los riesgos de descebado y está provista de un elemento filtrante.
- **Filtro.** Imperativo cuando la bomba está instalada "en carga". Evita la acumulación de partículas sólidas en las cajas de válvula, y garantiza así la precisión y duración.

Tubería de impulsión
La tubería de impulsión deberá ser lo más directa posible.

- **Caña de Inyección.** Montada en el punto de inyección, hace la función de una válvula anti-retorno. Crea, por otra parte, una contrapresión artificial que evita el eventual sifonado.
- Válvula de retención (válvula tarada o de contra-presión). Crea una contrapresión artificial que se regulará, con el fin de evitar cualquier sobre-caudal.
- **Válvula de seguridad.** Situada en el circuito de impulsión, protege a la bomba dosificadora, a la tubería y a los accesorios, en caso de sobrepresiones accidentales (ej.: cierre de válvula).
- **Amortiguador.** Dispositivo de reserva de gas compresible, amortigua las pulsaciones de caudal y de presión normalmente generadas por la bomba dosificadora. Es necesario en las tuberías de impulsión de gran longitud, y para las cadencias elevadas de bombeo. Exige una contrapresión mínima de aproximadamente 1 bar (relativo), y debe ser colocado lo más cerca posible de la bomba.



Figura 2.110 : Montaje bombas dosificadoras

Los depósitos de PRFV serán montados en sus bancadas, dispondrán de un cubeto de retención capaz de albergar el líquido contenido en el depósito.

Se instalaran los elementos necesarios de seguridad para este tipo de instalaciones como puedan ser las duchas lavaojos.

Depósitos

Antes de proceder a la descarga de los depósitos, se deberá tener en cuenta que habrán de ser manipulados a base de movimientos lentos, sin ser sometidos a golpes ni rozaduras, y agarrados por los cáncamos que tenga el depósito para tal efecto.

En caso de que no dispusiese de cáncamos o éstos no fueran utilizables por la posición del depósito, éste habrá de ser manipulado mediante zunchos no metálicos abrazando todo el perímetro del mismo, a ser posible por los extremos de la virola (parte cilíndrica del depósito).

Nunca deben ser arrastrados ni por el suelo ni por la plataforma del camión. Todo desplazamiento se llevará a cabo por el aire habiéndolo levantado siempre verticalmente, y con cuidado de no rozarlos contra las cartolas. Si se viera obligado a desplazamientos por el suelo, será conveniente apoyarlos sobre un material que impida su roce directo.

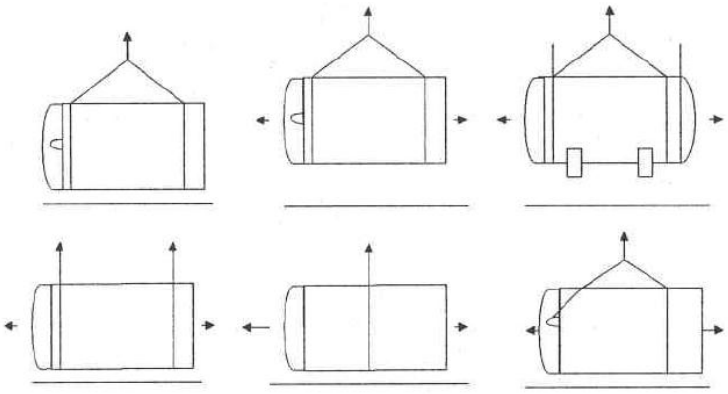


Figura 2.111. Desplazamiento de Depósitos

Si la instalación del depósito se realiza en el exterior, se deberá prever los anclajes que conecten convenientemente con los previstos en la solera, para evitar los movimientos por culpa del viento. Esta sujeción deberá realizarse con el depósito en vació, y posteriormente volver a apretar con el depósito lleno.

Depósitos Verticales

Normalmente, estos modelos se transportan en posición horizontal. Su descarga deberá realizarse en esta misma posición con uno o varios zunchos perimetralmente, dejando el depósito de forma tumbada sobre tablones de madera o elementos similares, nuca sobre superficies duras o sobre aristas vivas o cortantes.

El izado del depósito deberá hacerse en el suelo, levantándolo lentamente sobre su parte superior, bien desde sus cáncamos de elevación, bien desde uno o dos zunchos ahorcando el depósito.

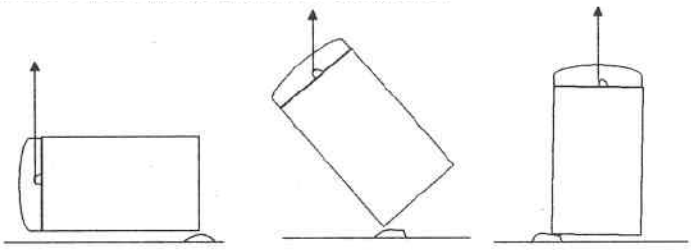


Figura 2.112 Colocación de Depósitos verticales

Depósitos Horizontales

Estos depósitos también se transportan horizontalmente. Su descarga se realizará de la misma forma, agarrándolo en su parte posterior por los dos cáncamos y un solo cable del que se levantará en su punto medio. Si no se han previsto cáncamos de elevación, el depósito se abrazará por zunchos no metálicos en dos de sus puntos o por uno a la altura del centro de grabación.

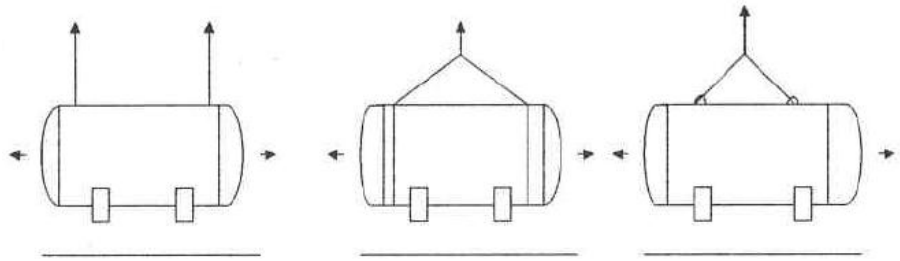


Figura 2.113. Colocación de Depósitos Horizontales.

Antes de comenzar la puesta en uso de un depósito, deberá revisarse lo siguiente:

- Que el depósito coincida en sus medidas y accesorios con el plano de fabricación y diseño.
- Que al acceso del depósito al lugar de instalación sea suficiente, así como la altura del local si el depósito se instala en el interior.
- Que la bancada o solera construida sea la adecuada, es decir, que tenga las dimensiones correctas, sea totalmente plana, de material suficientemente rígido y compacto, que no presente hendiduras ni resaltes.
- Toda la base del depósito deberá apoyar de forma homogénea sobre la bancada.
- Si el depósito tiene patas metálicas o de poliéster, así como cunas (en caso de depósitos horizontales) cobrará mayor importancia la necesidad de que se ajuste el diseño a la ejecución de la bancada. Todas las bases de todas las patas deberán apoyar en toda su superficie de forma uniforme.
- Que el aireador no esté obstruido y sea de al menos la misma sección que la tubuladura de entrada y la de salida del líquido. Y que la tubuladura de éste no se haya alargado la capacidad de entrada de aire.
- Todas las tubuladuras o bridas deberán permanecer con sus correspondientes conexiones.
- Que la tapa se ajuste correctamente a la boca.
- Se realizará un ligero lavado y limpieza interno a temperatura ambiente y sin presión por las posibles suciedades que haya podido coger en el transporte
- 2.6.2.1.4.2.9. Soplantes 48
- Transporte y manipulación:
- La elevación del grupo sin cabina se realizará según se indica en las diferentes ilustraciones utilizando cáñamos de acero o eslingas de poliéster siempre en buen estado y homologadas para la aplicación.
- La elevación del grupo soplante provisto de cabina insonorizante se realizará preferentemente por medio de transplante.
- Los cáncamos posicionados en el techo de la cabina son válidos únicamente para manipular la citada cabina. No se utilizarán para elevar el grupo.

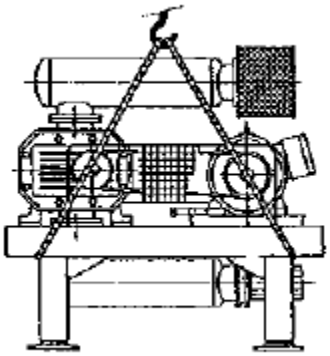


Figura 2.114. Elevación soplante con cabina de insonorización

Emplazamiento:

- Es importante prever un recinto de condiciones adecuadas para el emplazamiento de los equipos procurando que el lugar elegido contenga el mínimo grado de humedad, evitando atmósferas ácidas y salinas.
- La superficie de la fundación deberá cepillarse y limpiarse, así como los alojamientos de los pernos (soplarlos con aire cuando sea posible).
- Se controlará la correcta ventilación de la sala de ubicación que dispondrá de las correspondientes rejillas de entrada y salida de aire.
- Se evitarán temperaturas superiores a 45ºC.
- Cuando el peso total del grupo supere los 250 Kg. se preverá un sistema de elevación para la eventual manipulación de las máquinas.

Montaje:

- Los esfuerzos dinámicos de las máquinas rotativas son muy reducidos, en consecuencia no se requiere adoptar precauciones especiales respecto al varillaje y dosificación del basamento de hormigón que será realizado según criterio habitual utilizado en obra civil.
- El grupo debe apoyar sobre un basamento seco, limpio y superficie plana nivelada. El desnivel máximo admisible no debe superar el valor de 0,25 mm por metro longitudinal.
- Las chapas de acero suplementarias se colocarán de modo que queden dentro del borde de la bancada base, así la última capa de lechada de hormigón las cubrirá y fijará.
- Cuando esté totalmente nivelada se llenará con hormigón los agujeros de los pernos de anclaje y se verificará de nueva la nivelación. Si es correcta, se apretaran más fuertemente los tornillos y así sucesivamente hasta finalizar la operación
- En la operación de apriete definitivo debe verificarse que el eje de accionamiento gire suavemente con la mano.
- Antes de proceder al montaje de tuberías de conducción, se limpiará perfectamente su interior y se comprobará la ausencia de perlas de soldadura, escorias y oxido.
- El conexionado de las tuberías al equipo se realizará mediante manguito elástico o compensador.

- Se instalaran los soportes adecuados para la fijación de las tuberías de conducción.
- Una vez conexionadas se revisará que la soplante gire libremente.
- Otro aspecto será comprobar la alineación de las tuberías respecto al colector de impulsión del grupo soplante.
- En las tuberías se preverán puntos de purgado, para poder evacuar posibles condensados en las tuberías de conducción.
- Será importante instalar el calorifugado de las tuberías que transcurren por el recinto cerrado.
- El conexionado del motor deberá realizarse por personal eléctrico cualificado.
- En cuanto a la alienación de las poleas, ésta no debe superar un valor angular de 1/3º.
- Por último, el tensado se realizará según tablas proporcionadas por el fabricante.

2.5.2.16 Estimación de materiales

En este apartado solo se han estimado las cantidades de materiales que serían necesarios para las obras civiles, ya que el material correspondiente a la planta desaladora son equipos electromecánicos que serán comparados y fabricados fuera de la obra, necesitando solamente de su montaje en la misma. El listado de equipos puede obtenerse de la Memoria descriptiva de la planta desaladora.

Incluso dentro de este apartado es difícil saber sin una definición y cálculos más precisos en función de l tipo de terreno, el tipo de cerramientos a utilizar para minimizar el impacto visual, cuales son las cantidades y los materiales necesarios. Por ese motivo solo hemos podido determinar las cantidades correspondientes a:

- Hormigón: 3.700 m3
- Hierro para el hormigón armado: 460 Tn
- Estructuras metálicas: 230 Tn.

2.5.2.17 Equipos de maquinaria adscrita a la obra

Maquinaria para montaje de Equipos Mecánicos

- 1 Camión grúa
- 1 Grupo electrógeno
- 3 Equipos soldadura
- 2 Taladros automáticos
- 3 Juegos de tecles
- 1 Vehículo para desplazamientos relativos a la obra.
- 2 Niveles Laser a utilizar en la nivelación de los grupos motor bomba.
- 2 Comparadores para la alineación de los grupos moto-bomba
- 2 Juegos de llaves dinamométricas a utilizar para apriete de la tornillería en que se indique un par determinado.
- 10 Juegos de llaves fijas, estrella y herramientas de mano necesarias para el ensamblado y conectado de los equipos.
- 2 Grupos para soldadura eléctrica de 500/300 amperios en corriente continua.
- 5 Juegos de andamios distintos dimensiones.

- 10 Juegos de escaleras varios tipos y tamaños para utilizar en las distintas fases de montaje en que sean necesarias.
- 2 Taladros eléctricos para fijación de tacos en el hormigón.
- S/n. Máquinas esmeriles, cortadoras, roscadoras de tuberías, caladora SPIT.
- 2.6.2.3.2. Maquinaria para montaje de Equipos Eléctricos 52
- 1 Camión con grúa incorporada para autocarga.
- 2 Juegos de gatos para elevar bobinas de cables hasta 10.000 Kg.
- 3 Juegos de gatos para elevar bobinas de cables hasta 2.000 Kg.
- 2 Cabestrantes eléctricos necesarios para ayuda del tendido de cables.
- 20 Rodillos de aluminio y dinamómetros necesarios para ayuda de tendido de los cables.
- 1 Equipo de herramientas especiales para la confección de terminales en cable seco de 6 KV.
- 2 Juegos de gatos de cremallera de 5.000 Kg.
- 6 Juegos de eslingas de acero y nilón de varias capacidades de carga.
- 4 Desbarbadoras eléctricas.
- 1 Nivel óptico lectura directa a utilizar en la nivelación de los equipos que así lo requieran.
- 1 Equipo trifásico para ensayo de relés, unidad de intensidad y cronómetro.
- 1 Medidor de aislamiento hasta 5.000 V.
- 1 Medidor de aislamiento hasta 1.000 V.
- 1 Medidor de resistividad del terreno.
- 1 Equipo portátil de puesta a tierra.

Maquinaria para la Obra Civil
Equipos y prestaciones
Se incluye en este apartado de la oferta un listado de maquinaria, medios auxiliares e instalaciones, para el desarrollo del expediente de obras que nos ocupa.

CAMIONES TOLVA
Maquinaria pesada que se utiliza habitualmente para el movimiento de tierras y acarreo de material en general (arena, grava, etc.). Y que, en el expediente que nos ocupa, se emplearía fundamentalmente para las tareas de carga y transporte a vertedero autorizado de las tierras procedentes de las excavaciones, que no se fuesen a emplear en las labores de relleno y terraplenados, y de los escombros, si los trabajos que se encomendaran a la empresa conllevara éstos.

CAMIONES COMBINATO PEQUEÑO
Estos camiones, de menor dimensión, se emplearían para llevar a pie de obra las herramientas manuales y pequeños materiales de obra (tuberías, tapas de arqueta, etc.).

CAMIONES GRÚA CARGA BASCULANTES
Es un equipo de trabajo destinado al transporte de materiales (palets de bloques, sacos de cemento, etc.), que dispone de un brazo-grúa para efectuar la carga y descarga de los mismos.

Con estos vehículos, además del transporte de materiales, se realizaría los trabajos relativos a la implantación en la zona de obras, como por ejemplo: el traslado de las casetas prefabricadas (comedor, aseos, oficinas, etc.), el montaje de vallados si fuesen necesarios, etc.

En ausencia de una grúa torre, se emplearía también para la puesta en obra de los materiales cuando se fuesen a ejecutar trabajos de rehabilitación en las plantas superiores de edificios existentes, incluyendo el transporte al lugar de empleo y la retirada posterior de todos los elementos de desecho.

CAMIÓN GRÚA VERSIÓN COMBINATO

Vehículo que se destinará al transporte de materiales (palets de bloques, sacos de cemento, etc.), que posee un brazo grúa para efectuar la carga y descargar las mercancías en el propio camión, o para desplazarlas dentro del radio de acción de la grúa.

RETROEXCAVADORAS MIXTAS CON MARTILLO HIDRÁULICO

Equipos de trabajo que se utilizarán en operaciones de movimiento de tierras (tanto en la excavación de terrenos como en la carga de materiales a través de cucharas y palas articuladas) y para efectuar demoliciones de determinados elementos.

MINICARGADORA

Esta máquina se utilizará cuando se encarguen trabajos en una superficie reducida o donde no es rentable o viable utilizar máquinas de mayor tamaño o capacidad. Se asemeja en su función a una pala cargadora con una gran diferencia, su reducido tamaño, lo que la convierte en una máquina ideal para realizar operaciones en zonas confinadas.
Su función principal en esta obra sería la carga, transporte y descarga de volúmenes reducidos de material.

DUMPER

El dumper de obra, también llamado autovolquete, se trata de un equipo de trabajo que, al estar provisto de una tolva o volquete basculantes, se destinaría para el transporte de materiales ligero y su descarga.

RODILLO COMPACTADOR Y/O BANDEJA VIBRANTE

El rodillo compactador se pondrá a disposición de la obra para la compactación de las tierras en las aceras, en las operaciones de relleno de las zanjas para las canalizaciones enterradas, compactación del terreno antes de la ejecución de cimentaciones y bajo soleras de hormigón, etc. Pero, en el caso de que se tengan que realizar trabajos en zonas estrechas, se usará más la bandeja vibrante porque es un equipo de trabajo adecuado para espacios reducidos.

HORMIGONERAS

Esta máquina se utilizará para la fabricación de morteros de cemento y arena para la construcción de muros, para el enfoscado, atezados, etc.
MARTILLO NEUMÁTICO y 1 COMPRESOR para ejecutar las demoliciones de cualquier tipo de obra de fábrica que interfiera en la ejecución de los trabajos que se encomienden.

CONTENEDORES, que servirán para el almacenamiento y tratamiento adecuado de todos los escombros que resulten de la ejecución de los trabajos y facilitar el transporte de los mismos a vertedero autorizado.

HERRAMIENTAS MANUALES VARIAS: amoladoras, vibradores de hormigón, cortadora de pavimento y azulejos, martillo eléctrico, taladro percutor, rozadora unicorte, sierra circular de mesa, bomba impulsora de hormigón ligero, carretillas de mano, etc.

Además de la maquinaria de obra que se ha relacionado en este apartado, la UTE posee también en propiedad dos grúas torre, dos generadores de luz, carretillas elevadoras, etc., que no se incluyen en la relación porque no se considera necesario su uso para ejecutar los trabajos.

Por último nos referimos a otro tipo de materiales o medios auxiliares que la UTE posee también en propiedad y que los pondrá a disposición de la obra, en la cantidad que fuera necesario, para lograr que los trabajos se ejecuten con un margen de seguridad adecuado, como por ejemplo:

- Andamios, puntales, andamios tubulares y escaleras de mano.
- Vallas y mallas para cercar el perímetro de las zanjas abiertas.
- Luces intermitentes de color amarillo para la advertencia de las obras en horario nocturno, etc.

2.5.2.18 Instalaciones de obra

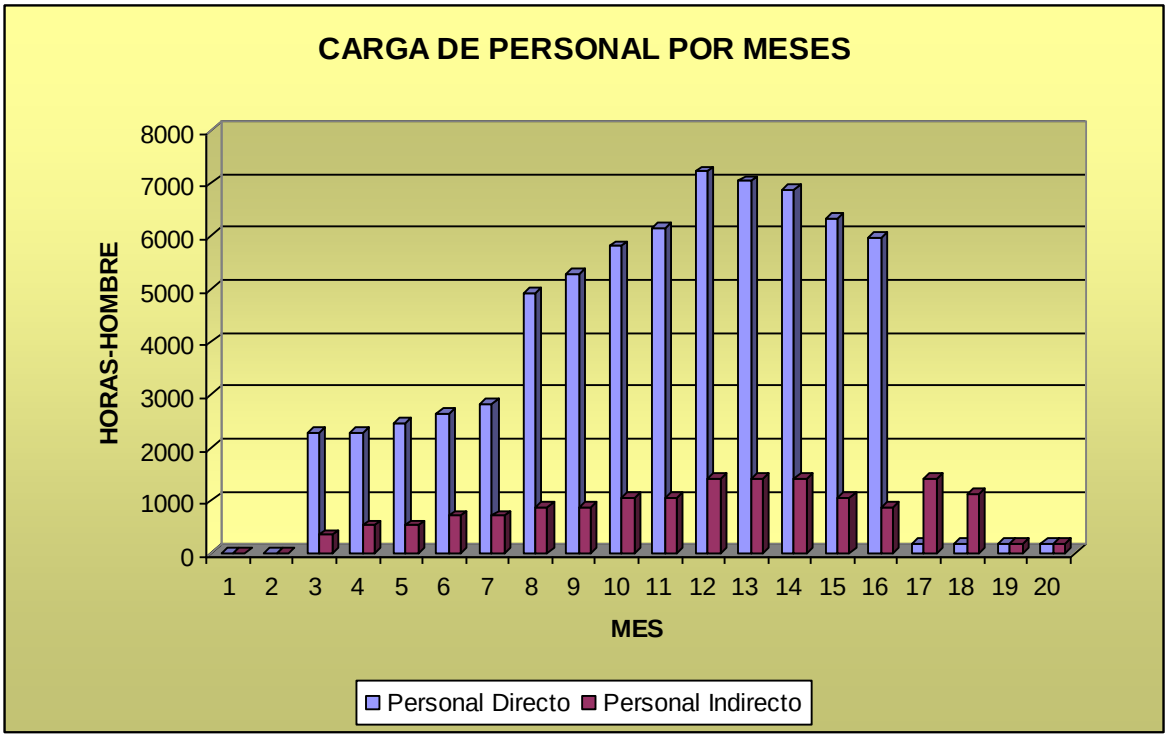
Para cumplir las disposiciones acerca de la seguridad y salud en los lugares de trabajo, las instalaciones de obra (servicios higiénicos y lugares de descanso) se tendrían que ubicar en las proximidades del lugar de trabajo, entendiéndose como tal cualquier superficie en el interior del recinto donde se desarrollarán las obras.

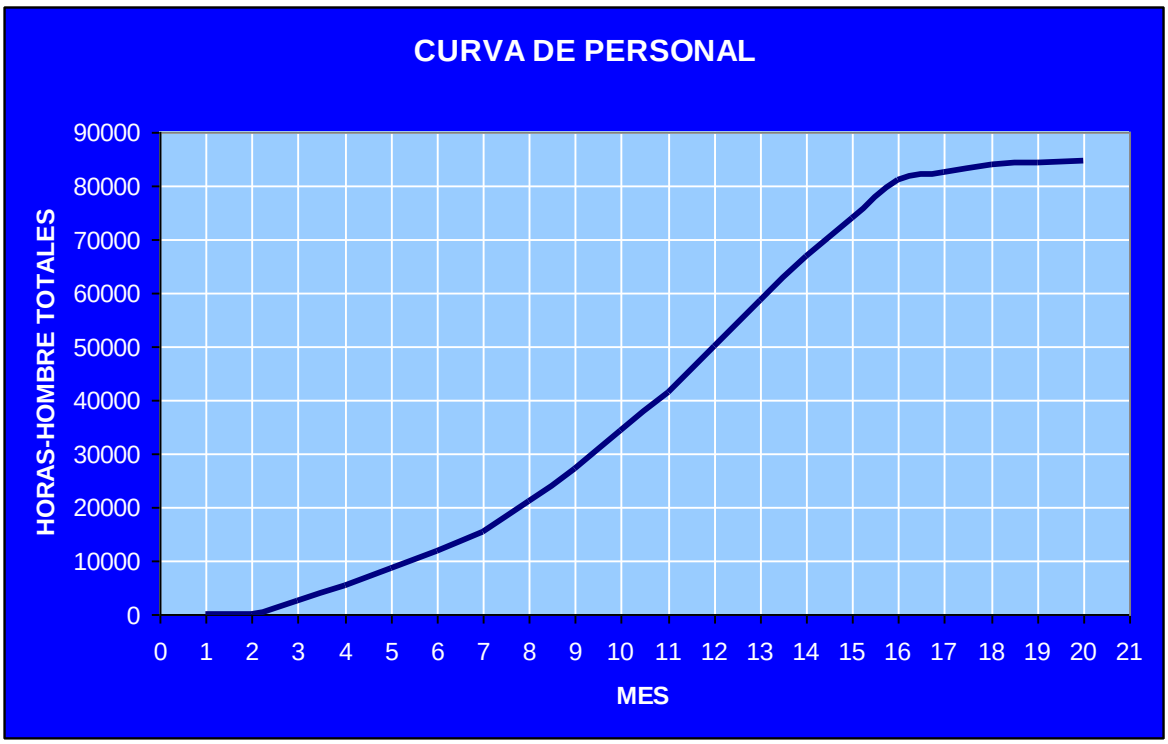
2.5.2.19 Estimaciones del personal de obra

Según el plan de obra adjunto, se estima que el plazo total para la terminación de la Planta desaladora será de 20 meses contados desde el momento de la adjudicación. La duración de las obras en campo es de 17 meses, desde que se inician las obras en el sitio hasta que terminan las pruebas de funcionamiento. Ver planing.



Para la realización de los trabajos de campo se prevé la siguiente carga de personal tanto directo como indirecto.





La estimación es que para la construcción de las obras civiles, las edificaciones, el montaje mecánico, el montaje eléctrico, el montaje de la instrumentación y el control, las pruebas preoeracionales, la puesta en marcha y las pruebas finales de aceptación son necesarias un

total de 84.556 horas-hombre, lo que equivale a un total de 26,7 hombres de media a lo largo de los 18 meses previstos. La punta de personal ocurre en el mes 12 y supondrá tener un total de 49 personas en obra entre personal directo e indirecto.

2.5.2.20 Estimaciones de generación de residuos sólidos municipales o de manejo especial durante la construcción (cascajo y sólidos urbanos) Generación de residuos sólidos

2.5.2.20.1 Generación de residuos sólidos municipales

La generación de este tipo de residuos solo es debido a la presencia del personal de obra. Considerando que habrá un total de 10.570 persona-día a lo largo de toda la obra, estas personas generarán un total de 5.285 kg de residuos a lo largo de toda la obra, lo que equivale a una media de 13,3 kg/día de residuos, con una punta en el mes 12 de 24,5 kg de residuos generados en un día.

2.5.2.20.2 Generación de residuos industriales de manejo especial

Se estima que la obra generará una cantidad de residuos sólidos de diversa índole:

- Tierras
- Escombros
- Restos de puntas de ferralla
- Restos de puntas de varilla de soldar
- Puntas de cables
- Madera de embalaje
- Cartón de embalaje
- Material diverso

La cantidad generada a lo largo de toda la obra se estima en 3.880 kg, dependiendo del tipo de material de excavación que se tenga y la posibilidad de utilización en obra.

Se considera la recuperación de ferralla, tuberías y accesorios metálicos, vidrio, tubería de plástico, PRFV, cables, bandejas, etc.

2.5.3 Vialidades

2.5.3.1. Técnica constructiva

Uno de los elementos más importantes para el **PLP**, durante su desarrollo ejecutivo es la construcción de las vialidades, que dará comunicación y acceso a cada uno de los lotes y alojarán los diferentes sistemas de instalaciones que darán servicio a cada uno de ellos mediante redes de: tuberías de agua potable y alcantarillado, energía eléctrica, comunicación como fibra óptica para telefonía y datos, entre otros, este concepto de vialidad tiene como alcance adicional: la señalización, alumbrado, riego, mobiliario urbano, pasos de fauna y alcantarillas.

La construcción tomará en cuenta las normas y reglamento de construcción para el Estado de Baja California, Distrito Federal, CFE y sus anexos, así como la calidad de los materiales a emplear cumplirán con las normas de calidad y serán avalados por un laboratorio competente.

El proceso constructivo se enuncia a continuación en actividades de manera general y no es limitativo, dadas las condiciones físicas del sitio de la obra.

- **Trazo y nivelación** con aparatos tipo estación total o GPS de la franja de terreno que ocupará la vialidad y ciclo-pista, indicando ejes y niveles generales para control.
- **Rescate y recuperación** de plantas y/o árboles existentes que sean rescatables, para su re-uso posterior conservándolos en un área asignada para ello en el vivero.
- **Despalme** de material orgánico por medios mecánicos en un espesor promedio de 30 cm, almacenado el producto en un área de conservación para su posterior uso.
- **Cortes** del terreno por medios mecánicos en zonas de arena suelta hasta alcanzar nivel de desplante de cuerpo del terraplén de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, este material se almacenará y se clasificará para utilizarlo en la construcción de zonas de jardín o en su caso para la formación del cuerpo de terraplén o sub-rasante.
- **Escarificado y compactación** por medios mecánicos del terreno natural hasta una profundidad de 15 cm. Y un grado de compactación de 85 % de su peso volumétrico seco máximo respecto a la prueba proctor estándar.
- **Formación del cuerpo de terraplén y capa de sub-rasante** con material producto de excavación que pase las pruebas de calidad, en capas de 20 cm de espesor con un grado de compactación del 85% de la prueba proctor estándar.
- **Obra inducida** para sistema de instalaciones, con la creación de excavaciones, rellenos y obras complementarias para alojar las diferentes canalizaciones, tuberías de los sistemas de servicios así como las alcantarillas, pasos fauna y puntos de control.
- **Formación de la capa de sub-base** con material producto de banco de la zona en una sola capa con una compactación por medios mecánicos del 100 % de su peso volumétrico máximo.
- **Riego de impregnación** se aplicará sobre la capa de sub-base, previo a un barrido de la superficie, una emulsión asfáltica tipo catiónica.
- **Losa de concreto hidráulico,** ésta se colocará después de 48 horas sobre la sub-base impregnada con un espesor de acuerdo a proyecto y un módulo de ruptura de al menos 42kg/cm2. formando losas de 3.00 x 3.00 m, unidas con acero de redondo liso a cada

metro, con pendiente laterales para bombeo del 3%, acabado lavado dejando el grano expuesto y juntas selladas.

- **Cenefas**, se construirán con concreto hidráulico con un modulo de ruptura de 42 kg/cm2 y un espesor de acuerdo al indicado en proyecto, acabado pulido integral, estarán colocadas en la parte media y lateral sólo de las vialidades
- **Guarnición,** de concreto hidráulico tipo pecho paloma con juntas a cada 75 cm y una sección de 30 x 40 cm. En ambos lados de las vialidades y ciclo-pista.
- **Bolardos,** serán elementos decorativos de concreto prefabricado que alojaran las luminarias a nivel de piso y se colocarán a tresbolillo a cada 10 metros en ambos lados de la vialidad
- **Pasos Fauna,** se construirán pasos a desnivel con baja iluminación para permitir el paso de la fauna que se conservará en el desarrollo del proyecto, incluirá los trabajos de cimentación, estructura, losas-puente terminados con concreto acabado lavado grano expuesto.

2.5.3.2. Estimaciones de materiales

Los materiales a emplear para la construcción del cuerpo de terraplén, sub-rasante y base de vialidades internas y ciclo-pista, serán del producto de excavación en caja del terreno natural en la zona de que corresponde a la huella de los caminos y ciclo-pista, el material faltante se obtendrá del banco de préstamo de materiales aledaño al desarrollo, la carpeta de rodamiento será de concreto hidráulico en espesor indicado por proyecto y cálculo con acabado en grano expuesto.

Tabla 2.55 materiales a emplear

CONCEPTO		ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	REDES INST.	TOTAL
		Total	Total	Total	Total	
	LARGO m	19,630	5,026	11,501	36,157	
	ANCHO m	21	21	21		
	AREA Ha	41.22	10.55	24.15		
ACTIVIDADES						
Desmonte	m2	412,230	105,546	241,521	-	759,297
Despalme	m2	412,230	105,546	241,521	-	759,297
Corte	m3	123,669	31,664	72,456	130,165	357,954
Rellenos	m3	247,338	63,328	144,913	123,657	579,235
MATERIAL						
Material reutilizable vegetal	m3	8,245	2,111	4,830	-	15,186
Material Reutilizable Arena (jardín)	M3	82,446	21,109	48,304	-	151,859
Material Reutilizable inerte	m3	123,669	31,664	72,456	123,657	351,446
Suministro de material inerte	m3	123,669	31,664	72,456	-	227,789
Suministro de arena	m3	-	-	-	-	-
Concreto hidráulico	m3	42,401	10,856	24,842	445	78,544
TOTALES de MATERIAL		380,429	97,404	198,047	124,102	799,982

NOTA: EL ANCHO CONSIDERADO PARA EL CALCULO DE VOLUMENES ES LA HUELLA DE CONSTRUCCION DE LAS VIALIDADES

2.5.3.3. Estimaciones de equipo

La maquinaria que se utilizará será de alto rendimiento con baja emisión de humos de tipo mecánico con motor de combustión interna y de capacidad acorde para la construcción de las vialidades internas y ciclo-pista.

Tabla 2,56 Maquinaria y sus características:

	MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN vialidades y ciclo-pista			
ITEM	EQUIPOS	MODELO	AÑO	POTENCIA H.P.
1	Motoconformadora	CAT - 120	2012	125
2	Tractor de orugas	CAT D - 7	2012	240
3	Cargador Frontal	CAT 950	2012	197
4	Retroexcavadora	580 - K	2012	95
5	Camión pipa cap 10,000 lt	F-600	2012	90
6	Bomba de concreto 120 HP	B-1214	2012	120
7	Camiones de Volteo 7m3	T-660	2012	140
8	Rodillos compactadores	CAT- CP-56	2012	121
9	Aplanadora	T810-H	2012	145
10	Camión revolvedora	T-660	2012	220

Durante la acción de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria éste se realizará en un área destinada, con todos los lineamientos de protección y manejo de residuos, de acuerdo a las normas establecidas para ello.

2.5.3.4. Estimaciones del personal de obra

En los proyectos, uno de los objetivos importantes es la generación de empleos y crecimiento económico de la zona, para el caso de la construcción de vialidades y ciclo-pista se estima que se generarán 40 empleos temporales y 10 permanentes para el control vehicular y accesos durante el periodo de vida del proyecto.

Tabla 2.57 Personal de obra y control:

ITEM	PERSONAL TECNICO - OPERARIO MAQUINARIA
1	Residente técnico control maquinaria
2	Operador de maquinaria pesada
3	Operador de maquinaria semi-pesada
4	Ayudante para maquinaria pesada
5	Ayudante para maquinaria semi-pesada
6	Chofer de camión
7	Mecánico de maquinaria pesada
8	Mecánico camiones
9	ayudantes generales
10	Sobrestante
11	Personal de control

2.5.3.5 Estimaciones de generación de residuos sólidos municipales o de manejo especial durante la construcción (cascajo y sólidos urbanos)

2.5.3.5.1 Residuos vegetales

Durante la fase de preparación y realización de los trabajos preliminares del área de trabajo, con las actividades de retiro de maleza y vegetación, posterior a la selección y traslado de plantas rescatadas, se generará de manera significativa un volumen importante de material orgánico, mismo que se le dará tratamiento para su posterior uso en zonas de jardín.

2.5.3.5.2 Residuos tipo basura

Los residuos aquí indicados durante ésta etapa serán mínimos ya que únicamente se generará basura por parte de los trabajadores que será utilizados durante la construcción, estos residuos tipo basura serán clasificados por tipo de material, como: orgánicos, madera, plástico, papel, metal, etc., mismos que serán envasados para su posterior traslado a fábricas de reciclado de empresas competentes, el material orgánico se le transportará al relleno sanitario autorizado por el municipio.

2.5.3.5.3 Escombro

El escombro que se generará en esta etapa de vialidades y ciclo-pista será mínimo ya que se construirán con material producto de excavación para el caso de la base sustentante del pavimento y con concreto vaciado y colocado en sitio, éste generará un estimado de 1,200 m3 que se recolectará y se le dará un triturado para utilizarlo en áreas de re-nivelación y jardín.

2.5.4 Sistema de abastecimiento de agua

2.5.4.1. Técnica constructiva

El sistema de agua potable será construido a centro de banqueta, el sistema trabajará por gravedad y bombeo dependiendo el agua origen y la ubicación del predio.

El agua extraída de pozos es entregada en un tanque de regulación que por condiciones topográficas funcionará por gravedad para los predios ubicados aguas abajo pero requerirá de bombeo para suministrar a las partes mas altas del sistema, en el caso de la zona 1 y 2 el suministro de agua potable en la mayor parte será por gravedad con la misma carga hidráulica proporcionada por la topografía del terrenos. La zona 3 requiere de bombeo ya que se encuentra a mayor altura que el tanque regulador.

El agua desalinizada será surtida por bombeo a la red para el suministro a las viviendas y a los diferentes usuarios. Se contará con un tanque de agua desalinizada que servirá como regulador y para el bombeo, este será construido de concreto, excavando 4 metros de profundidad quedando a nivel del terreno.

El proceso constructivo del sistema de abastecimiento es mediante la excavación de una zanja mediante retroexcavadora o zanajadora hasta una profundidad de 0.8 m, colocación de una cama de material graduado de banco, colocación del tubo de PVC cédula 40 o equivalente, relleno de la zanja hasta 30 cm por encima del lomo del tubo con material de banco y el resto, relleno con material producto de la excavación, compactación y acabado final.

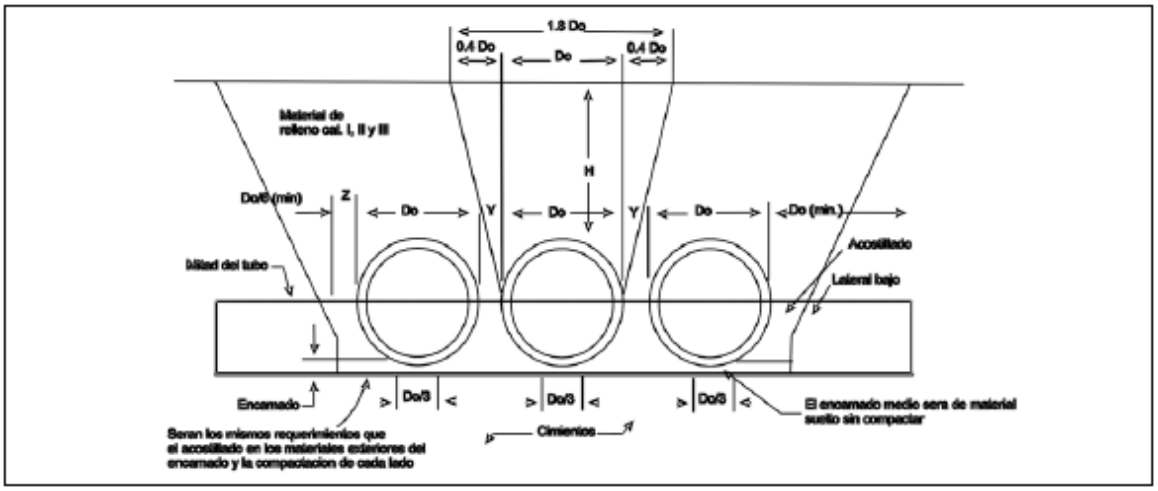


Figura 2.115 Colocación de los ductos en zanja

Los materiales utilizados son producto de la excavación o de banco regional, en cuyo caso se consignará la legal procedencia del material amparada en autorizaciones emitidas por la autoridad competente.

Las cajas de válvulas serán de concreto armado debidamente impermeabilizado utilizando y será producido en planta y llevado a la obra mediante ollas.

2.5.4.2. Sistema de manejo de aguas residuales

- Atarjeas

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, y de los predios comerciales, hoteleros y de servicios, hacia los colectores e interceptores.

La red está constituida por un conjunto de tuberías por las que son conducidas las aguas residuales captadas.

El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen en el diseño las mayores secciones en los tramos finales de la red.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del paramento exterior de las edificaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo éste el mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima del 1%. En caso de que el diámetro del albañal sea de 10 cm, se debe considerar una pendiente de 2 %.

A continuación se tienen las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectando las aportaciones de los albañales. El diámetro mínimo que se utiliza en la red de atarjeas de un sistema de drenaje separado es de 20 cm, y su diseño, en general debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de velocidad y la condición mínima de tirante.

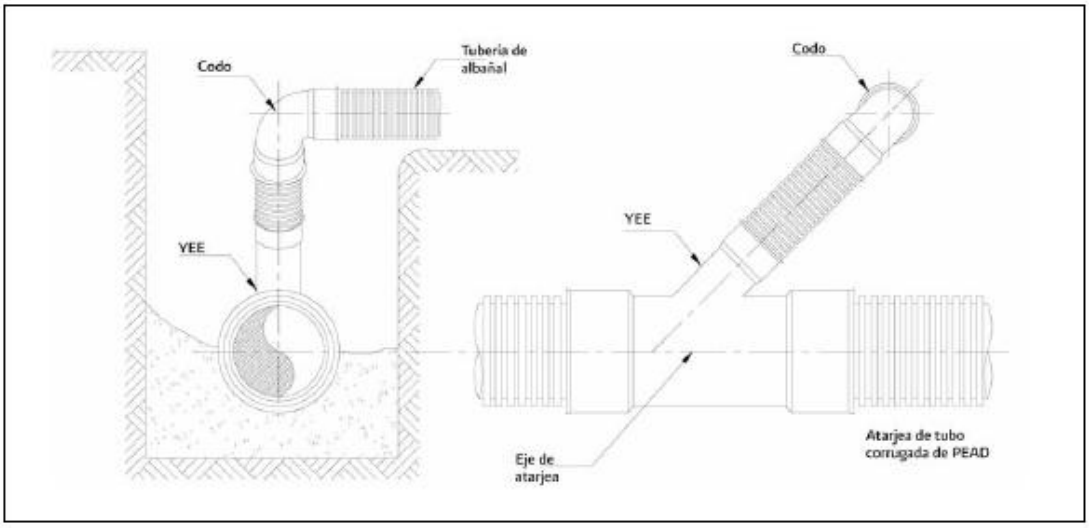


Figura 2.116 Colocación de tubería

La estructura típica de liga entre dos tramos de la red es el pozo de visita, que permite el acceso del exterior para su inspección y maniobras de limpieza; también tiene la función de ventilación de la red para la eliminación de gases. Las uniones de la red de las tuberías con los pozos de visita deben ser herméticas. Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro y para dividir tramos que exceden la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación.

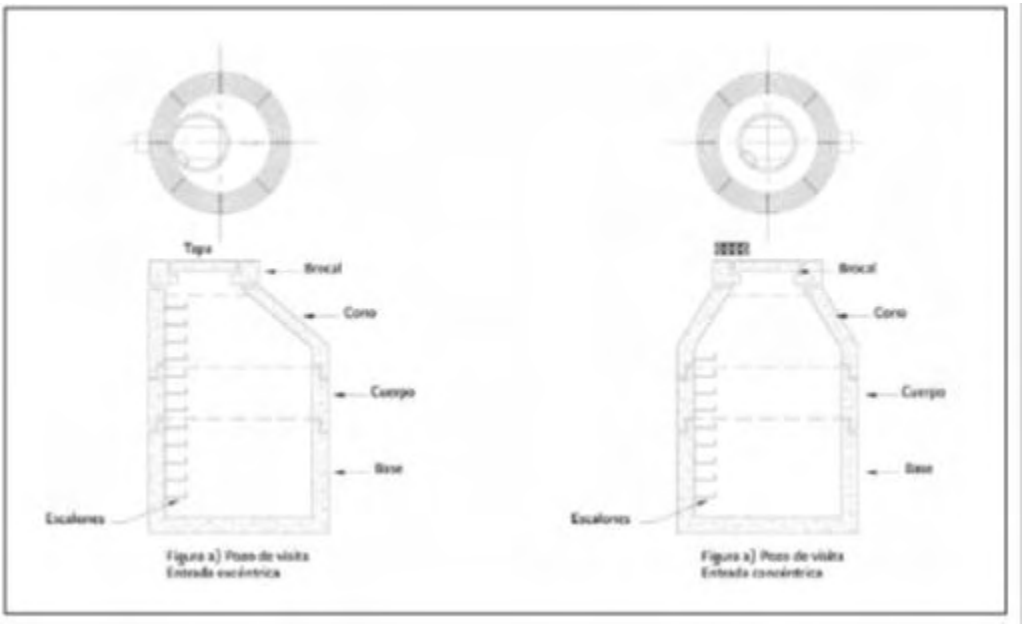


Figura 2.117 Pozo de visita

- Colectores e interceptores

Son las tuberías que tienen aportación de los colectores de los colectores y terminan en un emisor, o en la planta de tratamiento. Por razones de economía, los colectores e interceptores deben ser en lo posible una réplica subterránea del drenaje superficial natural.

- Bombeo

El sistema de alcantarillado sanitario que servirá a las zonas 1 y 3 utilizará la pendiente natural del terreno como guía con objeto de utilizar la gravedad gran parte de las dos zonas a excepción de las partes bajas, principalmente en la cercanía a la costa en la cual algunos de los hoteles deberán contar con cárcamo de bombeo para impulsar las aguas hasta el sistema y de ahí ser conducidas a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Como se ha mencionado, la zona 2 no contará con sistema de drenaje colectivo ya que cada uno de los 3 hoteles contara con una pequeña planta de tratamiento de aguas residuales para acondicionar sus descargas y reutilizar el agua en el riego de sus áreas verdes.

- Planta de tratamiento de aguas residuales

Para la planta principal o central de tratamiento de aguas residuales se requiere una superficie de 13500 m2 para el establecimiento de tanques, cuartos de maquinas, manejo de lodos, cuarto de controles, oficina, vialidades y almacén.

El proceso constructivo implica la excavación hasta una profundidad de cuatro metros para la construcción de los tanques utilizados para el tratamiento del agua residual mismos que tendrán 4 metros por debajo de la superficie del terreno y 2 sobre de esta con el fin de aprovechar al máximo el terreno con el menor impacto estético.

Toda la construcción se realizara utilizando maquinaria de la región y el producto de la excavación será utilizado en las terracerías y rellenos en la construcción del desarrollo.

El procedimiento implica las siguientes fases:

- Limpieza del sitio y nivelación,
- Excavación mediante retroexcavadora hasta los 4 metros de profundidad.
- Armado de cimbra y colocación de acero de refuerzo
- Colado de concreto de pisos y muros
- Pruebas de hermeticidad para detectar fugas y en su caso corregirlas
- Instalación electromecánica
- Instalación hidráulica
- Instalación de planta de emergencia
- Instalación de sitio para el almacenamiento provisional de los aceites quemados que se generarán en el mantenimiento de equipos electromecánicos durante la operación
- Instalación de drenaje perimetral para colección de vaciados y escurridos y su conducción hacia al cárcamo principal de agua residuales de la planta
- Construcción de edificio de control y cuartos de procesos específicos

- Instalación de equipos especializados
- Pruebas

El conjunto para el tratamiento se construirá en tres módulos, conforme lo requiera el crecimiento del sistema.

2.5.4.3. Estimaciones de materiales

Para la construcción de los sistemas de abastecimiento, manejo del agua residual y su tratamiento se requiere en el proceso constructivo la excavación de volúmenes de material para lo correspondiente a zanjas, cisternas, registros y tanques y posteriormente los principales materiales a utilizar son concreto, acero de refuerzo, tuberías de polietileno de alta densidad termofusionable y PVC así como accesorios y piezas especiales de los mismos materiales.

Tomando en cuenta que en los predios en los cuales se sitúan las vialidades y se situará la planta de tratamiento de aguas residuales están conformados por estratos de arenas y material aluvial en su mayoría, el producto de la excavación será utilizado para el relleno de las mismas zanjas o para relleno de laterales de las excavaciones, en particular en la planta de tratamiento.

En cuanto a excavaciones, en la siguiente tabla se establecen los volúmenes que serán removidos y el excedente así como el destino final de los mismos:

Tabla 2.58 Volúmenes de excavación (m3)

SISTEMA	VOLUMEN	DESTINO	RECHAZO O RESIDUO	USO FINAL
Abastecimiento de agua Zona 1	25225	Relleno de la misma zanja	3784	Rellenos en el desarrollo
Abastecimiento de agua Zona 2	5126	Relleno de la misma zanja	769	Rellenos en el desarrollo
Abastecimiento de agua Zona 3	27180	Relleno de la misma zanja	4077	Rellenos en el desarrollo
Total Zona 1	57531		8630	
Abastecimiento agua residual tratada zona 1	25225	Relleno de la misma zanja	3784	Rellenos en el desarrollo
Abastecimiento agua residual tratada zona 2	0		0	
Abastecimiento	0		0	

SISTEMA	VOLUMEN	DESTINO	RECHAZO O RESIDUO	USO FINAL
agua residual tratada zona 3				
Subtotal abastecimiento de agua residual tratada	25225		3784	
Alcantarillado sanitario zona 1	75676	Relleno de la misma zanja	11351	Rellenos en el desarrollo
Alcantarillado sanitario zona 2	0	Relleno de la misma zanja	0	Rellenos en el desarrollo
Alcantarillado sanitario zona 3	81540	Relleno de la misma zanja	12231	Rellenos en el desarrollo
Subtotal alcantarillado sanitario	157216		23582	
Planta de tratamiento de aguas residuales central	8214	Rellenos en la misma planta	4107	Rellenos en el desarrollo
Plantas de tratamiento hoteles boutique	788	Rellenos en la misma planta	300	Rellenos en el desarrollo
Subtotal plantas de tratamiento de aguas residuales				

En la zona 2 no se realizarán obras de conducción para el abastecimiento de agua residual tratada ya que cada hotel Boutique reutilizara el agua o la dispondrá dentro del perímetro de su

desarrollo y de la misma forma, el agua residual será colectada al interior de cada uno de los 3 predio y manejada en sus plantas de tratamiento de aguas residuales por lo que no habrá obras de colecta de drenaje sanitario colectivo.

En la zona 3 no se incluyen las obras de suministro de agua residual tratada ya que el único usuario contemplado es el campo de golf por lo que desde la validad principal será entregada el agua residual directamente al campo de golf y de ahí su distribución mediante el sistema de riego.

En cuanto a materiales utilizados los principales son concreto prefabricado en planta, tubería de PVC o polietileno de alta densidad, acero de refuerzo, piezas especiales, tubería galvanizada, cables de diversos calibres, block comercial de 15x20x40 y tubería de acero inoxidable, todos adquiridos en plantas productoras especializadas.

2.5.4.4 Estimaciones de materiales

Tabla 2.59 Estimación de materiales

Sistema	Material	Unidad	Cantidad
Abastecimiento de agua ZONA 1	Tubería de polietileno de alta densidad	metro	3848
	Tubería de PVC diversos diámetros	metro	21377
	Concreto prefabricado	M3	1210
	Piezas especiales, válvulas, medidores, codos, etc.	Lote	1
	Acero de refuerzo	Ton	25
Abastecimiento de agua ZONA 2	Tubería de polietileno de alta densidad	metro	782
	Tubería de PVC diversos diámetros	metro	4344
	Concreto prefabricado	M3	246
	Piezas especiales, válvulas, medidores, codos, etc.	Lote	1
	Acero de refuerzo	Ton	5

Sistema	Material	Unidad	Cantidad
Abastecimiento de agua ZONA 3	Tubería de polietileno de alta densidad	metro	4146
	Tubería de PVC diversos diámetros	metro	23034
	Concreto prefabricado	M3	544
	Piezas especiales, válvulas, medidores, codos, etc.	Lote	1
	Acero de refuerzo	Ton	27
Abastecimiento de agua residual tratada ZONA 1	Tubería de polietileno de alta densidad	metro	3848
	Tubería de PVC diversos diámetros	metro	21377
	Concreto prefabricado	M3	1210
	Piezas especiales, válvulas, medidores, codos, etc.	Lote	1
	Acero de refuerzo	Ton	25
Alcantarillado sanitario ZONA 1	Tubería de polietileno de alta densidad	metro	3848
	Tubería de PVC diversos diámetros	metro	21377
	Concreto prefabricado	M3	1210
	Piezas especiales, válvulas, medidores, codos, etc.	Lote	1
	Acero de refuerzo	Ton	25
Alcantarillado sanitario ZONA 3	Tubería de polietileno de alta densidad	metro	4146

Sistema	Material	Unidad	Cantidad
	Tubería de PVC diversos diámetros	metro	23034
	Concreto prefabricado	M3	544
	Piezas especiales, válvulas, medidores, codos, etc.	Lote	1
	Acero de refuerzo	Ton	27
Planta de tratamiento de aguas residuales central	Tubería de pvc diversos diámetros	metro	17712
	Concreto prefabricado	M3	18543
	Piezas especiales, válvulas, medidores, codos, etc.	lote	6
	Acero de refuerzo	ton	1391

La cimbra que se utilizará en la construcción de la planta de tratamiento es metálica de varios usos por lo que no se anota en este listado. De la misma forma, para la construcción de cajas y registros se utilizará cimbra metálica de varios usos por lo que tampoco se indica en este apartado.

Todos los materiales y productos serán adquiridos de la región y en caso de no haber en plaza serán adquiridos en las cercanías, Los materiales especializados serán adquiridos con proveedores debidamente acreditados.

En caso de requerir de madera para colados pequeños, esta será adquirida con proveedores que demuestren la legal procedencia de los productos.

2.5.4.5. Estimaciones de equipo

Considerando que el desarrollo es paulatino para la construcción se requerirán de los siguientes equipos especializados:

Tabla 2.60 Estimación de equipos

Equipo	Uso	Horas/dia	Área de trabajo	Cantidad simultanea
Retro excavadora	Excavación de zanjas y sitios para depósitos , cisternas y tanques	8	Zanja de Abastecimiento, red de reuso y alcantarillado planta de tratamiento de aguas residuales	12
Cargador frontal	Acomodo de materiales extraídos o para relleno	8	Zanja de Abastecimiento, red de reuso y alcantarillado planta de tratamiento de aguas residuales	12
Camión de 15 m3	Movimiento de tierras	8	Zanja de Abastecimiento, red de reuso y alcantarillado planta de tratamiento de aguas residuales	6
Equipo de termo fusión de tuberías	Acople de líneas de polietileno de alta densidad	8	Zanja de Abastecimiento, red de reuso y alcantarillado planta de tratamiento de aguas residuales	4
Equipo de soldadura industrial	Soldadura de tuberías de acero inoxidable, herrajes y otros detalles de obra	8	Zanja de Abastecimiento, red de reuso y alcantarillado planta de tratamiento de aguas residuales	4
Grúa de 8 ton	Carga y descarga de piezas especiales y equipos	8	Zanja de Abastecimiento, red de reuso y alcantarillado planta de tratamiento de aguas residuales	1
Grúa de 2 ton	Tendido de tubería	8	Zanja de Abastecimiento, red de reuso y alcantarillado	4

Equipo	Uso	Horas/dia	Área de trabajo	Cantidad simultanea
			planta de tratamiento de aguas residuales	
Compactador	Compactado de rellenos	8	Zanja de Abastecimiento, red de reuso y alcantarillado planta de tratamiento de aguas residuales	8

2.5.4.6 Estimaciones del personal de obra

Para el proceso constructivo el personal requerido a lo largo del desarrollo es de:

Tabla 2.61 Estimación de personal

ESPECIALIDAD	CANTIDAD
Gerente De sistema Hidrosanitario	1
Subgerente de sistema de abastecimiento	1
Subgerente de sistema de reuso	1
Subgerente de alcantarillado sanitario	1
Subgerente de tratamiento de aguas residuales	1
Técnicos operadores abastecimiento	60
Técnicos mecánicos	6
Técnicos eléctricos	6
Técnicos en electrónica	6
Personal de medición	3
Administrativo	10
Total	96

2.5.4.7 Estimaciones de generación de residuos sólidos municipales o de manejo especial durante la construcción (cascajo y sólidos urbanos)

Por su naturaleza el proyecto generará diversos tipos de residuos sólidos desde la fase de construcción hasta su operación:

Durante la construcción se generarán básicamente residuos sólidos derivados del desembalaje de productos utilizados en el proceso así como por el consumo de productos alimenticios por los trabajadores y derivados del uso de papelería en las oficinas por lo cual se establecerán contendores dividiendo residuos de origen directo del proceso constructivo como son cajas, bolsas y otros que pueden ser aprovechados para reciclar por organizaciones con lo que se fomentará la organización social para el acopio y reutilización de estos productos.

Los residuales generados en baños, cocinas y otros no reutilizables se canalizarán para su desalojo por el servicio de limpia local.

En cuanto a la operación podemos subdividir estos en 4 grupos:

- Los generados por los habitantes en sus hogares
- Los generados por los servicios otorgados a los habitantes por los prestadores de servicios
- Los generados en el mantenimiento de áreas verdes y campo de golf
- Los generados a través del tratamiento de aguas residuales como biosólidos aprovechables

De esta forma, los residuos sólidos que se generarán tendrán dos caminos, el primero, a través del sistema municipal de manejo de residuos sólidos y el segundo a través del sistema de manejo integral de aprovechamiento de residuos sólidos del desarrollo.

El primer sistema se basa en acuerdos y convenios con el ayuntamiento para la prestación de un servicio de calidad en el cual se establezcan las estrategias para la promoción social para la separación y manejo de residuos sólidos domésticos y comerciales en cuyo caso la participación municipal es indispensable pero que el promovente brindará opciones para la capacitación social a través de las asociaciones de usuarios. Los residuos separados de frutas y verduras y jardinería se integrarán al programa del conjunto Los Pericles.

De acuerdo a la población esperada al final del proyecto se espera una generación de 32150 habitantes, entre personas que se encuentren en sus residencias y los hospedados en los hoteles, equivalentes a unas 32 toneladas por día equivalentes a 106 metros cúbicos por día que requerirán de al menos 9 viajes diarios de transporte para envío al relleno sanitario.

Conforme a la propuesta anterior, al menos 40% de los residuos podrán residir en el sitio y mediante un sistema de manejo y compost producir sustrato utilizable como mejorador de suelo en la zona urbana de los Pericúes como contribución social y en el campo de golf como parte del desarrollo sustentable.

Como parte de este esquema es importante recalcar que parte del volumen de agua será auto producido a través de agua salada, la colecta del agua residual generada y su tratamiento para su reúso y de ahí el tratamiento de lodos residuales de la estación depuradora y su uso integral con la parte correspondiente a residuos vegetales de jardinería y mantenimiento del golf para la producción de humus y mejoradores de suelo reduciendo en forma importante el uso de agroquímicos, combustibles para transporte de residuos y superficie para su disposición final.

Los residuos sólidos generados durante la operación del proyecto serán separados en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores específicos colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación. Por medio de camiones del municipio o vehículos propios del desarrollo, serán retirados los residuos inorgánicos no reciclables y conducidos hacia el relleno sanitario del Municipio. En el caso de los residuos sólidos reciclables (plásticos PET, aluminio, papel y cartón), serán recolectados periódicamente por empresas acreditadas oficialmente para tal efecto. En el caso de los residuos orgánicos (residuos de alimentos, desechos de vegetación), serán trasladados hacia el vivero que

corresponda dentro del predio, donde mediante un tratamiento de composta serán empleados como abono orgánico para áreas verdes y áreas de reforestación.

2.5.4.8 Medidas de control

Construcción

- Realizar las excavaciones con equipos modernos, principalmente sanjadoras que reducen el consumo de combustible, el riesgo a trabajadores, el tiempo de ejecución y el deterioro al medio colindante.
- La utilización de materiales de alta resistencia como PVC y polivinilos termofusionables que garanticen la hermeticidad de los sistemas
- La aplicación de las normas respectivas par la construcción de sistemas hidráulicos y sanitarios impermeables
- La utilización de equipos de bombeo de bajo consumo y gran eficiencia
- La aplicación de las normas respectivas para la construcción de sistemas de abastecimiento y aguas residuales y de hermeticidad vigentes.
- La verificación de equipos utilizados contra el ruido ambiental.
- El establecimiento de un grupo organizado para la supervisión del cumplimiento normativo
- El establecimiento de bitácoras de trabajo y la inclusión de elementos descriptivos de sucesos que revelen desviaciones en aspectos ambientales.
- La verificación de equipos utilizados ante emisiones a la atmósfera.
- La instalación de macro y micro medición tanto en los sistemas de abastecimiento como en los de descarga de aguas residuales para detectar fugas o desperdicio.
- La utilización de la mezcla de agua residual tratada de calidad óptima con la de rechazo de la desalinización para evitar altas concentraciones de sal en el vertido al mar
- La instalación de sistemas emisarios y difusores de mezcla rápida y eficiente

Operación

- La conformación de asociaciones de usuarios debidamente protocolizados que incluyan las obligaciones y oportunidades mediante el cuidado del medio ambiente y el cumplimiento de las autorizaciones ambientales.
- El suministro de agua de calidad optima
- El control de las descargas de aguas residuales tratadas
- El mantenimiento preventivo a los equipos hidráulicos y electromecánicos
- El control de uso de agua mediante macro y micro medición
- El aprovechamiento sustentable del agua residual
- El aprovechamiento de los lodos purgados, previo tratamiento, en mejorador de suelos.
- La reducción de agro químicos mediante el aprovechamiento de compost derivado del manejo de lodos y de residuos de poda y manejo de áreas verdes de campo de golf
- El control de volúmenes y perdidas con un sistema de macro y micro medición de agua y aguas residuales
- El control de la calidad del agua efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales mediante la medición de la calidad del agua de la planta con una periodicidad superior a la que marca la ley y sus reglamentos

- La instalación de sensores en tiempo real para la verificación de la calidad de las descargas de aguas residuales

El título de concesión que si bien es el soporte más importante para la viabilidad del proyecto cuenta con algunos detalles que requiere atención precisa:

- Se cuenta con el título de concesión No. 01BCS100165/06EMOC08 es emitido el 7 de julio de 2008, con vigencia de doce años e incluye la autorización para el uso o aprovechamiento de aguas nacionales del subsuelo hasta por 4.5 millones de metros cúbicos por año y la ocupación de la zona federal para tal fin y no cuenta con anotaciones marginales en el REPDA

2.5.5 Acueducto

2.5.5.1 Procedimiento constructivo

2.5.5.1.1 Limpieza y trazo en el área de trabajo

Se entenderá por limpieza y trazo a las actividades involucradas con la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; asimismo en el alcance de este concepto esta implícito el trazo y la nivelación instalando bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir.

En ningún caso la Comisión hará más de un pago por limpieza, trazo y nivelación ejecutados en la misma superficie.

Cuando se ejecuten conjuntamente en la excavación de la obra y/o el desmonte algunas actividades de desyerbe y limpia, la Comisión no considerara pago alguno.

2.5.5.1.2 Desmontes

Este trabajo consiste en efectuar alguna, algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción, los arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro del derecho de vía, las áreas de construcción y los bancos de préstamo indicados en los planos o que ordene desmontar el Residente.

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Toda la materia vegetal proveniente del desmonte deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía, en la zona de libre colocación.

Se entenderá por zona de libre colocación la faja de terreno comprendida entre la línea límite de la zona de construcción y una línea paralela a esta distancia 60 (sesenta) metros.

El material aprovechable proveniente del desmonte será propiedad de la Comisión y deberá ser estibado en los sitios que indique el Ingeniero; no pudiendo ser utilizados por el Contratista sin previo consentimiento de aquel.

Todo el material no aprovechable deberá ser quemado tomándose las precauciones necesarias para evitar incendios.

Los daños y prejuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desmonte efectuados indebidamente dentro o fuera del derecho de vía o de las zonas de construcción serán de la responsabilidad del Contratista.

Las operaciones de desmonte deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

2.5.5.1.3 Despalme

Se entenderá por remoción de las capas superficiales de terreno natural cuyo material no sea aprovechable para la construcción, que se encuentren localizadas sobre los bancos de préstamo. También se entenderá por despalme la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o desplante de un terraplén; y en general la remoción de capas de terreno inadecuadas para construcciones de todo tipo.

Se denominará banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales naturales que se utilicen en la construcción de las obras.

Previamente e este trabajo, la superficie de despalme deberá haber sido desmontada.

El material producto del despalme deberá ser retirado fuera de la superficie del banco de préstamo que se va a explotar y colocado en la zona de libre colocación o en aquella que señale el ingeniero.

Se entenderá por zona libre colocación, la faja de terreno comprendida entre el perímetro del banco de préstamo y una línea paralela a este distante 60 (sesenta) metros; aunque en el caso en que el material deba ser retirado fuera de la obra, se valuara con un concepto diferente.

2.5.5.1.4 Excavación Con Equipo Para Zanjas En Material Común, En Seco Y En Agua

Son aplicables las especificaciones señaladas en 3-5 a 3-125 etc. para efectos de pago de estos conceptos, se harán de acuerdo a la zona en que se desarrolle la excavación con base en lo siguiente:

ZONA A.- Zonas despobladas o pobladas sin instalaciones (tomas domiciliarias, ductos eléctricos, telefónicos o hidráulicos).

ZONA B.- Zonas pobladas con instalaciones (Tomas domiciliarias, ductos eléctricos, telefónicos o hidráulicos) que dificulten la ejecución de la obra y cuyos desperfectos serán por cuenta del Contratista.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN.- Son aplicables los señalamientos de la especificación 19-1180 a 19-1340.

2.5.5.1.5 Excavación De Zanjas

Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por “material común”, la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que pueden ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que cubiquen aisladamente menos de 0.75 de metro cúbico y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Se entenderá por “roca fija” la que se encuentra en mantos con dureza y con textura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente con el solo uso de zapapico y que solo pueda removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran dentro de esta Clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta o peñascos que cubiquen aisladamente más de 0.75 de metro cúbico.

Cuando el material común se encuentre mezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de esta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija.

Para clasificar material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar este compuesto por volúmenes parciales de material común y roca fija se determinara en forma estimativa el porcentaje en cada uno de estos materiales interviene en la composición del volumen total.

Definición y ejecución.
Se entenderá por “excavación de zanjas” la que se realice según el proyecto y/o ordenes del Ingeniero para alojar la tubería de las redes de agua potable y alcantarillado, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados de la zanja disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería.

Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el Contratista para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera.

El producto de la excavación se depositará a uno o ambos lados de la zanja, dejando libre en el lado que fije el Ingeniero un pasillo de 60 (sesenta) cm. entre el limite de la zanja y el pie del talud del bordo formado por dicho material. El Contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos.

Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no diste en ningún caso mas de 5 (cinco) cm. de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática.

El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente de proyecto.

Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ellas.

La profundidad de la zanja será medida hacia abajo a contar del nivel natural del terreno, hasta el fondo de la excavación.

El ancho de la zanja será medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan.

El afine de los últimos 10 (diez) cm. del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tunería. Si por exceso de tiempo transcurrido entre el afine de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nueva afine antes de tener la tubería, este será por cuenta exclusiva del Contratista.

Cuando la excavación de zanjas se realice en material común, para alojar tuberías de concreto que no tenga la consistencia adecuada a juicio del Ingeniero, la parte central del fondo de la zanja se excavará en forma redondeada de manera que la tubería apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en toda su longitud. A este mismo efecto, antes de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación deberá excavarse en los lugares en que quedaran las juntas, cavidades o "conchas" que alojen las campanas o cajas que formaran las juntas. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tener la tubería.

El ingeniero deberá vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación hasta aquella en que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de 7 (siete) días calendario.

Cuando la excavación de zanjas se realice en roca fija, se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y precia autorización por escrito del Ingeniero. El uso de explosivos se restringirá en aquellas zonas en que su utilización pueda causar perjuicios a las obras, o bien cuando por usarse explosivos dentro de una población se causen daños o molestias a los habitantes.

Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del Ingeniero, este ordenará al Contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que exijan las leyes o reglamentos en vigor.

Las características y forma de los ademes y puntales serán fijados por el Ingeniero sin que esto releve al Contratista de ser el único responsable de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos.

El Ingeniero esta facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o los trabajadores, hasta en tanto no se efectúe los trabajos de ademe o apuntamiento.

El criterio constructivo del Contratista será de su única responsabilidad y cualquier modificación, no será motivo de cambio en el precio unitario, deberá tomar en cuenta que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir.

En la definición de cada concepto queda implícito el objetivo de la Comisión, el Contratista debe proponer la manera de ejecución y su variación aun a petición de la Comisión (por improductivo) no será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en las zanjas (por ejemplo para cajas de operación de válvulas, pozos, etc.), serán liquidadas con los mismos conceptos de excavaciones para zanjas.

El Contratista deberá tomar en cuenta que la excavación no rebase los 200 m., adelante del frente de instalación del tubo, a menos que la Comisión a través de su Representante lo considere conveniente en función de la estabilidad del terreno y cuente con la autorización por escrito.

Se ratifica que el pago que la Comisión realiza por excavaciones, es función de la sección teórica del Proyecto, por lo que se deberán hacer las consideraciones y previsiones por escrito.

2.5.5.1.6 Relleno De Excavaciones De Zanja

Se entenderá por “relleno sin compactar” el que se haga por el simple deposito del material para relleno, con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.

Se entenderá por “relleno compactado” aquel que se forme colocando el material en capas sensiblemente horizontales, del espesor que señale el Ingeniero, pero en ningún caso mayor de 15 (quince) cm. con la humedad que requiera el material de acuerdo con la prueba, para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie mediante el empleo de pistones de mano o neumático hasta obtener la compactación requerida.

Por relleno de excavaciones de zanjas se entenderá el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o las ordenes del Ingeniero, las excavaciones que hayan realizado para alojar las tuberías de redes de agua potable, así como las correspondientes a estructuras auxiliares y a trabajos de jardinería.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito del Ingeniero, pues en caso contrario, este podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por el, sin que el Contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra libre de piedras y deberá ser cuidadosamente colocada y compactada a los lados de los cimientos de estructuras y abajo y a ambos lados de las tuberías. En el caso de cimientos y de estructuras, este relleno tendrá un espesor mínimo de 60 (sesenta) cm., en el caso de rellenos para trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con tierra libre de piedras y cuando se trate de tuberías, este primer relleno se continuará hasta un nivel de 30 (treinta) cm. arriba del lomo superior del tubo o según proyecto. Después se continuará el relleno empleando el producto de la propia excavación, colocándolo en capas de 20 (veinte) cm., de espesor como máximo, que serán humedecidas y apisonadas.

Cuando por naturaleza de los trabajos no se requiera un grado de compactación especial, el material se colocará en las excavaciones apisonándolo ligeramente, hasta por capas sucesivas de 20 (veinte) cm. colmar la excavación dejando sobre de ella un montículo de material con altura de 15 (quince) cm. sobre el nivel del terreno, o de la altura que ordene el Ingeniero.

Cuando el Proyecto y/o las ordenes del Ingeniero así lo señalen, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de la técnica “” de compactación, para lo cual el Ingeniero ordenará el espesor de las capas, el contenido de la humedad del material, el grado de compactación, procedimiento, etc., para lograr la compactación optima.

La consolidación empleando agua no permitirá en rellenos en que se empleen materiales arcillosos o arcillo arenosos, y a juicio del Ingeniero podrá emplearse cuando se trate de material rico en terrones o muy arenoso. En estos casos se procederá a llenar la zanja hasta un nivel de 20 (veinte) cm. abajo del nivel natural del terrenos vertiendo agua sobre el relleno ya colocado hasta lograr en el mismo un encharcamiento superficial; al día siguiente, con una pala se pulverizará y alisará toda la costra superficial de relleno anterior y se rellenara totalmente la zanja, consolidando el segundo relleno en capas de 15 (quince) cm. de espesor, quedando este proceso sujeto a la aprobación del Ingeniero, quien dictará modificaciones o modalidades.

La tierra, rocas y cualquier material sobrante después de rellenar las excavaciones de zanjas, serán acarreados, por el Contratista hasta el lugar de desperdicios que señale el Ingeniero.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las pluviales, durante el periodo comprendido entre la terminación del relleno de la zanja y la reposición del pavimento correspondiente. En cada caso particular el Ingeniero dictará las disposiciones pertinentes.

2.5.5.1.7 Suministro De Tuberías Para Agua Potable

Se entenderá por suministro de tuberías, el que haga el contratista de aquellas que se requieran para la construcción de redes de distribución y líneas de conducción de agua potable, ya sean de asbesto, acero, Hierro Dúctil, cemento, p.v.c., concreto preresforzado y polietileno de alta densidad o cualquier otro tipo aprobado por el particular.

La prueba hidrostática de los tubos y juntas deberá efectuarse uniendo cuando menos dos tramos de tubería, taponando los extremos libres por medio de cabezales apropiados y rellenando la tubería de agua hasta las presiones de prueba, las que se mantendrán durante los periodos mínimos, la presión máxima será igual al porcentaje de la presión de trabajo diseñada para el tubo de que trate y será mantenida durante periodos mínimos prestablecidos.

Todas las tuberías se suministrarán de acuerdo a las dimensiones fijadas en el proyecto y deberán satisfacer las especificaciones valuadas por el organismo rector, según la clase de tubería de que se trate.

2.5.5.1.8 Instalación De Tubería De Hierro Ductil Acero

Se entenderá por este concepto el conjunto de todas las maniobras y trabajos que deba ejecutar el Contratista, para la debida colocación de la tubería en zanjas, sobre silletas o en el sitio que designe el desarrollador previa unión mediante junta. Cada tubo se alineará con el ya instalado, por medio de un alineador exterior o interior, según el diámetro de la tubería de que se trate.

El tipo de alineador que se utilice, según el caso, deberá tener potencia suficiente para volver el extremo del tubo a su forma circular en caso de que esté ovalado y si el diámetro del tubo que se esta alineando tiene diferencia pequeña con el diámetro del tubo con el cual se va a unir, se repartirá la diferencia en toda la circunferencia del tubo y en ningún caso se permitirá que el escalón así formado sea mayor que 1/16".

Al término de la jornada de trabajo, se procederá a cubrir los extremos de la tubería para evitar la entrada de materias extrañas y animales, mediante tapas protectoras que serán presentadas para su aprobación al Ingeniero; estas tapas se retirarán una vez que hayan cumplido su cometido.

Antes de bajar la tubería, se debe detectar nuevamente y se preparará el fondo de la zanja quitando los obstáculos, piedras o irregularidades que signifiquen punto de concentración de cargas que puedan dañar al revestimiento durante las maniobras de bajada de la tubería.

En los lugares excavados en roca o tepetate duro, se preparará una capa de material suave que pueda dar un apoyo uniforme al tubo, como tierra o arena suelta con espesor mínimo de 10 cm.

El bajado de la tubería deberá hacerse cuidadosamente, empleando bandas de lona u otro material suave. No se permitirá el uso de fibra o metal que pueda dañar al tubo. La maniobra se efectuará cuidando que la tubería quede sujeta a esfuerzos de comprensión y no de tensión cuando sea colocada en el fondo de la zanja.

Para la tubería de Acero los extremos de la tubería y accesorios que van a ser soldados deben estar biselados.

Cuando en el campo se haga necesario hacer un bisel éste deberá hacerse con maquina biseladora oxiacetilénica de mano para formar un bisel semejante a los de fabrica.

No se permitirá hacer biseles a mano o sin el equipo adecuado y no se permitirá soldar tubos o accesorios cuyos biseles muestren irregularidades o abolladuras. En estos casos el contratista deberá hacer el rebiselado de la extremidad defectuosa por medio de un biselador de soplete o con herramientas mecánicas adecuadas.

Soldadura Eléctrica.- Las maquinas de soldar serán del tipo de corriente directa, con una capacidad mínima de 300 amperes en el sistema manual y de 350 amperes en el semiautomático o automático.

Todos sus accesorios, tales como cables, porta electrodos, etc. deberán ser del tipo y tamaño adecuados para el trabajo y estar en todo tiempo en condiciones de asegurar soldaduras de buena calidad, continuidad de operación y seguridad para el personal.

Mientras se aplica el primer cordón de soldadura, se mantendrá el tubo a una altura mínima de 0.40 m. (16") sobre el terreno y completamente alineado con el tipo de alineador adecuado debidamente colocado y deberá terminares totalmente el cordón antes de mover el equipo de sostén o quitar el alineador.

Cada soldadura se hará con el número de cordones y tamaños de electrodos que se fijan en las especificaciones particulares, de acuerdo con el diámetro y espesor de la tubería.

Si de acuerdo con su experiencia el constructor desea emplear otro procedimiento de soldadura diferente al indicado en las particulares del proyecto, deberá hacerlo previa autorización.
La soldadura terminada deberá presentar un aspecto uniforme y deberá limpiarse y cepillarse completamente sin dejar nada de escoria, usando jarciar o método similar.

La soldadura seguirá el procedimiento manual de arco metálico protegido; con soldadura a tope de los diversos tramos de tubería y la Empresa deberá presentar previamente el procedimiento de soldadura.

Las costuras longitudinales de la tubería no deberán ser coincidentes en dos tuberías consecutivas, debiendo quedar en la parte superior con giros de 30 grados respecto del eje de la tubería en forma alternada. Los biseles deberán quedar limpios de materias extrañas y grasa.

No deberán iniciarse dos cordones de soldadura en un mismo punto y se harán de arriba abajo. Terminando el fondeo se colocaran los siguientes cordones de soldadura con espesor máximo de 1/8 de pulgada.

Dentro del proceso de soldado deberá evitarse condiciones atmosféricas adversas. No deberá moverse la tubería hasta que la soldadura este fría, a temperatura tolerante al tacto. La calidad de la soldadura será juzgada por la supervisión.

2.5.5.1.9 Pavimentos, Guarniciones O Banquetas De Concreto

La construcción o reposición de pavimento o banquetas de concreto, se hará sobre una base compactada, que se paga por separado; y comprende la fabricación, colado, vibrado y curado con curacreto o agua; con la resistencia que se señale en cada concepto; asimismo el concreto se sujetará en lo conducente a la especificación que en este mismo libro aparece sobre concretos, incluyendo el suministro de todos los materiales puestos en obra, así como el retiro de los sobrantes, la mano de obra y el equipo necesarios.

El acabado deberá ser igual al existente. (liso o rayado).

2.5.5.2 Estimaciones de generación de residuos sólidos municipales o de manejo especial durante la construcción (cascajo y sólidos urbanos)

2.5.5.2.1 Residuos vegetales

Durante la fase de preparación y realización de los trabajos preliminares del área de trabajo, con las actividades de retiro de maleza y vegetación, posterior a la selección y traslado de plantas rescatadas, se generará de manera significativa un volumen importante de material orgánico, mismo que se le dará tratamiento para su posterior uso en zonas de jardín.

2.5.5.2.2 Residuos tipo basura

Los residuos aquí indicados durante ésta etapa serán mínimos ya que únicamente se generará basura por parte de los trabajadores que será utilizados durante la construcción, estos residuos tipo basura serán clasificados por tipo de material, como: orgánicos, madera, plástico, papel, metal, etc., mismos que serán envasados para su posterior traslado a fábricas de reciclado de empresas competentes, el material orgánico se le transportará al relleno sanitario autorizado por el municipio.

2.5.5.2.3 Escombro

El escombro que se generará en esta etapa de línea de transmisión eléctrica y sub-estación serán mínimos ya que se construirán con material producto de excavación para el caso de los rellenos y materiales de concreto vaciado y colocado en sitio, éste generará un estimado de 200 m3 que se recolectará y se le dará un triturado para utilizarlo en áreas de re-nivelación y jardín.

2.5.6 Suministro de energía eléctrica

El sistema eléctrico se construirá con una línea de transmisión aérea en alta tensión a 115KV, que conducirá la energía eléctrica suministrada por la C.F.E., la cual será generada en la planta termoeléctrica de ciclo combinado localizada en la zona, propiedad de C.F.E., la longitud de la línea será de 30 Km. Aproximadamente, ésta se interconectará a la subestación de transformación del proyecto diseñada con una capacidad de 80 MVA en dos bahías que se construirán conforme a programa y avance del proyecto. De la subestación eléctrica saldrá una red subterránea en media tensión de 13.2 Kv., alojada en las vialidades interiores para alimentar todos los macro-lotes, formando anillos por cada una de las Fases constructivas.

2.5.6.1 Construcción de la línea de transmisión eléctrica y subestación

La construcción tomará en cuenta las normas y reglamento de construcción para el Estado de Baja California, Distrito Federal, CFE y sus anexos, así como la calidad de los materiales a emplear cumplirán con las normas de calidad y serán avalados por un laboratorio competente.

El proceso constructivo de la línea aérea de transmisión eléctrica, se enuncia a continuación en actividades de manera general y no es limitativo, dadas las condiciones físicas del sitio de la obra.

- **Levantamiento topográfico,** se realizará en campo para obtener la gráfica y perfil de la línea de transmisión, se indicarán en plano todos los elementos importantes que se encuentren a 50 metros a cada lado de la línea, para lograr lo anterior se debe de construir la brecha topográfica por medios manuales ó mecánicos, no se utilizará de ninguna forma productos químicos ni fuego la brecha se mantendrá en conservación hasta entrega final de la línea.
- **Rescate y recuperación** de plantas y/o árboles existentes que sean rescatables, para su re-uso posterior conservándolos en un área asignada para ello dentro del vivero.
- **Desmonte,** se realizará en las zonas de localización de torres en unas dimensiones estimadas de 50 x 50 metros, con previa recuperación de plantas, los trabajos se realizarán por medios mecánicos y el producto se canalizará a zona de acopio para su tratamiento y posterior uso.
- **Localización de estructuras,** se realizará en campo mediante la colocación de mojoneras en la parte central y contendrá la nomeclatura que indique el tipo de estructura que se instalara, además se procederá a trazar las cepas que alojarán la cimentación de anclaje y se marcará en campo todos los puntos de cruces con vías de comunicación y construcciones existentes.
- **Caminos de acceso,** se construirán caminos de acceso a pelo de tierra para permitir el paso de los vehículos y equipos de montaje, estos trabajos incluirán las obras de drenaje necesarias para la conservación durante la ejecución de los trabajos hasta la entrega final de la línea.
- **Cimentación de anclaje de estructuras,** se construirá el sistema de cimentación que servirá como anclaje y estabilización para las diferentes estructuras de la línea, iniciando con el trazo de las cepas que alojara a los diferentes elementos estructurales de cimentación, se excavará hasta llegar al nivel de desplante indicado en proyecto, se afinará el fondo y taludes para recibir la plantilla de limpieza elaborada con concreto, se continuará con la colocación de acero de refuerzo indicado en los planos estructurales y

dejando lo recubrimientos especificados, se colocará el encofrado que servirá de molde y se alojaran las anclas necesarias que recibirán la estructura de la torre al concluir estas actividades se colocará el concreto con la resistencia indicada en proyecto, se dejará el tiempo necesario hasta que logre su resistencia a un 80 % y se retirara el molde utilizado procediendo a rellenar con material producto de excavación por medios mecánicos en capas de 20 hasta llegar a nivel de corona de cimentación.

- **Sistema de tierras,** Se colocarán varillas tipo copperweld y cable a las patas de la estructura para aterrizar cualquier descarga accidental que se produzca durante la vida útil de la línea.
- **Fabricación, flete y montaje de estructuras,** Las estructuras se mandarán prefabricar de acuerdo a las normas vigentes de la C.F.E. en fabrica competente, cuidando que todos los elementos que las componen cumplan con lo especificado, se trasladarán al sitio de la obra en elementos con dimensiones y peso maniobrables, previo a su colocación y montaje se deberá revisar el nivel horizontal de los puntos de apoyo no exceda la tolerancia máxima de 3 mm y se procederá a su armado y fijación final en sitio.
- **Vestido de estructuras,** en esta actividad se colocarán los herrajes y aisladores para los cables de guarda y conductores, placas de aviso de peligro, numeración de estructura en ambos sentidos de la línea de acuerdo a proyecto y normas de C.F.E.
- **Instalación de cables de guarda,** se iniciará con el tendido de cable de guarda entre torre y torre y se procederá a colocarlo en los herrajes destinados para ello, se tensarán hasta lograr la altura indicada en proyecto, utilizando el método de tensión mecánica controlada entendiéndose como tal procedimiento, aquel en el cual el cable no tenga contacto con el suelo, se verificará la altura a terreno y tensión con medición directa con dinamómetro de al menos cada 3 tramos para garantizar que cumpla con las norma y lo establecido en proyecto.
- **Instalación de conductores,** se iniciará con el tendido de conductores y colocación en los herrajes, se tensarán con el mismo método indicado para los cables guarda, se añadirá a este proceso la colocación de los separadores y sistema de amortiguamiento para evitar daños a los elementos de sujeción y a la torre misma.
- **Estructuras auxiliares,** se preverá de éstas cuando se tenga que cruzar con algún medio de comunicación.

El proceso constructivo de la sub-estación eléctrica, que comprende las áreas de parque, zona de control y celdas se enuncia a continuación en actividades.

- **Trazo y nivelación** con aparatos tipo estación total o GPS de la porción de terreno que alojará la sub-estación eléctrica, en un área estimada de 2.4 Ha. indicando ejes y niveles generales para control.
- **Rescate y recuperación** de plantas y/o árboles existentes que sean rescatables, para su re-uso posterior conservándolos en un área asignada para ello dentro del vivero.
- **Despalme** de material orgánico por medios mecánicos en un espesor promedio de 30 cm, almacenado el producto en un área de almacenaje y conservación para su posterior uso.
- **Cortes** del terreno por medios mecánicos en zonas de arena suelta hasta alcanzar nivel de desplante para la cimentación de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, este

material se almacenará y se clasificará para utilizarlo en la construcción de zonas de jardín o en su caso para el relleno de cepas requeridas para la cimentación

- **Excavaciones** se realizarán las excavaciones para el alojamiento de los elementos estructurales y trincheras subterráneas de concreto que formarán la cimentación y canalizaciones ocultas, dejando el espacio para maniobras durante su ejecución.
- **Elementos de cimentación,** se procederá a realizar los afines de fondos y taludes en las excavaciones realizadas, dejando éstas a nivel y sección indicadas en proyecto, así mismo se construirán los elementos de concreto reforzado para formar la cimentación tales como zapatas, trabes de liga, dados con armados y secciones de acuerdo al diseño estructural, en la zona de controles y celdas, para el caso de la zona de parque se construirán de acuerdo a proyecto las trincheras y bases necesarias para recibir los equipos eléctricos.
- **Instalaciones en cimentación,** se dejarán las preparaciones necesarias para todos y cada uno de los sistemas de instalaciones que requiera la sub-estación, tales como: pasos para tuberías, sistemas especiales de control, trincheras y bases.
- **Rellenos y firme,** a continuación se realizarán los rellenos de todos los elementos de cimentación para llegar a nivel de desplante del firme el cual se construirá de concreto reforzado con malla con acabado integral.
- **Elementos verticales, muros y columnas,** se construirán los elementos que conformarán la estructura de la zona de control y celdas del cuarto eléctrico tales como: muros de block hueco de concreto tipo intermedio reforzados con castillos ahogados a cada 1.20 metros y columnas de concreto reforzado con secciones y armados de acuerdo al cálculo estructural.
- **Elementos horizontales, losas,** se preparará el área para iniciar la construcción de las losas, iniciando con una limpieza general de la zona, para colocación el sistema de apuntalamiento y cimbra que servirá como molde para la construcción de la losa de concreto armado, se colocará el acero de refuerzo sobre la cimbra al concluir esta actividad se vaciará el concreto con las características de resistencia indicada en proyecto.
- **Instalaciones en la estructura,** se dejarán todas las preparaciones necesarias durante la construcción de la estructura de concreto tales como, canalizaciones, cajas, registros. Al concluir la estructura en su etapa de obra civil se procederá a concluir la colocación de la totalidad de los elementos necesarios para los sistemas de instalaciones, realizando ranuras, pasos huecos, etc., hasta su terminación.
- **Equipos eléctricos,** se procederá a instalar los equipos y accesorios eléctricos en la zona de parque, que consiste en la acometida eléctrica en alta tensión incluyendo su sistema de protección para rayos, ligado a la terminación de la posición de línea se instalará el seccionador con su barras y los transformadores de tensión concluyendo con la llegada a las celdas de distribución para las diferentes fases de proyecto.
- **Acabados,** se iniciará con los acabados primarios de muros, tales como aplanados, recubrimientos y pinturas a una mano, se continuará con los cierres de plafones indicados en proyecto para concluir con los recubrimientos y acabados antiestáticos en pisos, lo anterior siguiendo una logística en función del área de trabajo.
- **Limpiezas,** Se tendrá una limpieza gruesa durante la ejecución de los trabajos y al final de todos estos una limpieza para entrega.

2.5.6.2 Estimación de materiales de la línea de transmisión eléctrica y sub-estación

Los materiales a emplear para la construcción de la línea de transmisión eléctrica con una longitud aproximada de 30 km, y sub-estación de 80 MVA, considerados en proyecto.

Los materiales a emplear se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2.62 Requerimiento de materiales

CONCEPTO		Linea alta tension	Sub-estación	Total
	Long (km)	30.00		
	Area (Ha)	22.75	2.40	
ACTIVIDADES				
Desmonte	m2	227,500	24,000	251,500
Despalme	m2	227,500	24,000	251,500
Corte	m3	68,250	7,200	75,450
Rellenos	m3	136,500	14,400	150,900
dados de anclaje torres	pza	240	-	240
cimentación en sub-estación: zona parque, celdas y control	m2	-	10,800	10,800
Muros de block	m2	-	2,700	2,700
Losas	m2	-	2,160	2,160
MATERIAL				
Material reutilizable vegetal	m3	11,375	480	11,855
Material Reutilizable Arena (jardín)	M3	45,500	4,800	50,300
Material Reutilizable inerte	m3	68,250	7,200	75,450
Suministro de material inerte	m3	68,250	7,200	75,450
Suministro de arena	m3	-	-	-
concreto hidraulico	m3	6,480	3,159	9,639
Acero de refuerzo	Ton	1,166	474	1,640
Acero galvanizado por inmersion estructuras	Ton	348	-	348
cable de guarda 7 hilos 2 Circuitos	ml	60,000	-	60,000
cable conductor (1 condcutor x Fase) 2 Circuitos	ml	180,000	-	180,000
block	mill	-	35	35
viguetas	ml	-	3,391	3,391
Bovedillas	mill	-	15	15
TOTALES de MATERIAL		**441,369**	**26,754**	**468,124**

NOTA: EL ANCHO CONSIDERADO PARA EL CALCULO DE VOLUMENES DE LA BRECHA TOPOGRAFICA ES DE 5 METROS Y SE CONSIDERAN 60 TORRES PARA LA LINEA DE TRANSMISIÓN, CON UNA HUELLA DE TRABAJO DE 50 x 50 M. LOS MATERIALES SON ESTIMADOS, DEPENDERÁN DEL PROYECTO FINAL.

2.5.6.3 Estimación de equipo para línea de transmisión eléctrica y sub-estación

La maquinaria que se utilizará será de alto rendimiento con baja emisión de humos de tipo mecánico con motor de combustión interna y de capacidad acorde para la construcción de línea de transmisión eléctrica y sub-estación.

La maquinaria para construcción y sus características se indican en la tabla siguiente tabla:

Tabla 2.63 Requerimiento de equipo

	MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN LINEA TRANSMISION Y SUB-ESTACION			
ITEM	EQUIPOS	MODELO	AÑO	POTENCIA H.P.
1	Motoconformadora	CAT - 120	2012	125
2	Tractor de orugas	CAT D - 7	2012	240
3	Cargador Frontal	CAT 950	2012	197
4	Retroexcavadora	580 - K	2012	95
5	Camión pipa cap 10,000 lt	F-600	2012	90
6	Bomba de concreto 120 HP	B-1214	2012	120
7	Camiones de Volteo 7m3	T-660	2012	140
8	Rodillos compactadores	CAT- CP-56	2012	121
9	Aplanadora	T810-H	2012	145
10	Camión revolvedora	T-660	2012	220

Durante la acción de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria éste se realizará en área destinada, con todos los lineamientos de protección y manejo de residuos, de acuerdo a las normas establecidas para ello.

Los equipos fijos de la sub-estación, quedarán alojados en el área de parque, cuarto de celdas y control y serán de manera enunciativa los siguientes: transformadores, barras, seccionadores, interruptores, tableros, equipos de automatización y control y celdas prefabricadas de distribución.

2.5.6.4 Personal de Obra para la construcción de línea de transmisión eléctrica y subestación.

En los proyectos, uno de los objetivos importantes es la generación de empleos y crecimiento económico de la zona, para el caso de la construcción de la línea de transmisión eléctrica y sub-estación se estima que se generarán 60 empleos temporales y 8 permanentes.

Las categorías de personal de obra y control se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2.64
Requerimiento personal

ITEM	PERSONAL TECNICO, MAQUINARIA Y MANO DE OBRA
1	Residente técnico control maquinaria
2	Operador de maquinaria semi-pesada
3	Ayudante para maquinaria semi-pesada
4	Chofer de camión
5	Mecánico de maquinaria
6	Mecánico camiones
7	ayudantes generales
8	Sobrestante
9	Oficiales
10	Personal de control obra terminada

2.5.6.5 Residuos sólidos durante la construcción de línea de transmisión eléctrica y sub-estación

2.5.6.5.1 Residuos vegetales

Durante la fase de preparación y realización de los trabajos preliminares del área de trabajo, con las actividades de retiro de maleza y vegetación, posterior a la selección y traslado de plantas rescatadas, se generará de manera significativa un volumen importante de material orgánico, mismo que se le dará tratamiento para su posterior uso en zonas de jardín.

2.5.6.5.2 Residuos tipo basura

Los residuos aquí indicados durante ésta etapa serán mínimos ya que únicamente se generará basura por parte de los trabajadores que será utilizados durante la construcción, estos residuos tipo basura serán clasificados por tipo de material, como: orgánicos, madera, plástico, papel, metal, etc., mismos que serán envasados para su posterior traslado a fábricas de reciclado de empresas competentes, el material orgánico se le transportará al relleno sanitario autorizado por el municipio.

2.5.6.5.3 Escombro

El escombro que se generará en esta etapa de línea de transmisión eléctrica y sub-estación serán mínimos ya que se construirán con material producto de excavación para el caso de los rellenos y materiales de concreto vaciado y colocado en sitio, éste generará un estimado de

200 m3 que se recolectará y se le dará un triturado para utilizarlo en áreas de re-nivelación y jardín.

2.5.7 Aeropista

2.5.7.1 Técnica constructiva

Uno de los elementos más importantes para el **PLP**, es la existencia la aeropista para aviones medianos, lo cual permitirá tener un crecimiento económico de la comunidad con la llegada de turismo de alto status económico, generando empleos fijos durante su operación.

Para su construcción se tomará en cuenta las normas y reglamento de construcción para el Estado de Baja California, Distrito Federal, CFE y sus anexos, así como la calidad de los materiales a emplear cumplirán con las normas de calidad y serán avalados por un laboratorio competente.

El proceso constructivo de la aeropista, se enuncia a continuación en actividades de manera general y no es limitativo, dadas las condiciones físicas del sitio de la obra.

- **Trazo y nivelación** con aparatos tipo estación total o GPS de la franja de terreno que ocupará la aeropista, indicando ejes y niveles generales para control.
- **Rescate y recuperación** de plantas y/o árboles existentes que sean rescatables, para su re-uso posterior conservándolos en un área asignada para ello en el vivero.
- **Despalme** de material orgánico por medios mecánicos en un espesor promedio de 30 cm, almacenado el producto en un área de conservación para su posterior uso.
- **Cortes** del terreno por medios mecánicos en zonas de arena suelta hasta alcanzar nivel de desplante de cuerpo del terraplén de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, este material se almacenará y se clasificará para utilizarlo en la construcción de zonas de jardín o en su caso para la formación del cuerpo de terraplén o sub-rasante.
- **Escarificado y compactación** por medios mecánicos del terreno natural hasta una profundidad de 15 cm. Y un grado de compactación de 85 % de su peso volumétrico seco máximo respecto a la prueba proctor estándar.
- **Formación del cuerpo de terraplén y capa de sub-rasante** con material producto de excavación que pase las pruebas de calidad, se procederá a formar la capa mediante el acamellonado de material en la zona, extendido, humedecido, mezclado y compactado por medios mecánicos en capas de 20 cm de espesor con un grado de compactación del 85% de la prueba proctor estándar.
- **Formación de la capa de sub-base** con material producto de banco de la zona en una sola capa con una compactación por medios mecánicos del 100 % de su peso volumétrico máximo.
- **Base de grava controlada cementada**, con un espesor de 20 cm se construirá la base de grava con control granulométrico y dosificación de acuerdo al diseño de pavimentos.
- **Riego de impregnación** se aplicará sobre la capa de sub-base, previo a un barrido de la superficie, una emulsión asfáltica tipo catiónica.
- **Carpeta asfáltica,** ésta se colocará por medios mecánicos después de 48 horas sobre la base impregnada con un espesor de acuerdo a proyecto.
- **Sello** Se colocará un mortero asfáltico que sirve como capa de rodadura

- **Barrido** Se realizará un barrido fino para retirar el material suelto y dejar lista el área para pintar y colocar la señalización correspondiente.
- **Iluminación y señalización** se instalará el sistema de iluminación con luminarias indicadas en proyecto así como la señalización en la pista y caminos de circulación de las aeronaves con pintura, se colocará el indicador de vientos.

2.5.7.2 Construcción de zonas generales de apoyo

Los edificios de apoyo se construirán con sistemas a base de concreto reforzado, tomando en cuenta el tipo de terreno existente, la cimentación se hará superficial, para el caso de la estructura será de mampostería con cubiertas de vigueta y bovedilla, sistema utilizado en la zona, y sólo en el caso especial de la zona de espera la cubierta será construirá con losas prefabricada pre-esforzadas. Los acabados para todos los edificios serán con materiales de la zona.

Para su construcción se tomará en cuenta las normas y reglamento de construcción para el Estado de Baja California, Distrito Federal, CFE y sus anexos, así como la calidad de los materiales a emplear cumplirán con las normas de calidad y serán avalados por un laboratorio competente.

El proceso constructivo de las zonas generales de apoyo, se enuncia a continuación en actividades de manera general y no es limitativo, dadas las condiciones físicas del sitio de la obra.

- **Trazo y nivelación** con aparatos tipo estación total o GPS de la franja de terreno que ocupará edificio, indicando ejes y niveles generales para control.
- **Rescate y recuperación** de plantas y/o árboles existentes que sean rescatables, para su re-uso posterior conservándolos en un área asignada para ello en el vivero.
- **Despalme** de material orgánico por medios mecánicos en un espesor promedio de 30 cm, almacenado el producto en un área de conservación para su posterior uso.
- **Cortes** del terreno por medios mecánicos en zonas de arena suelta hasta alcanzar nivel de desplante para la cimentación de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, este material se almacenará y se clasificará para utilizarlo en la construcción de zonas de jardín o en su caso para el relleno de cepas requeridas para la cimentación
- **Excavaciones** se realizarán las excavaciones para el alojamiento de los elementos de concreto que formarán parte de la cimentación, dejando el espacio suficiente para su construcción.
- **Elementos de cimentación,** se procederá a realizar los afines de fondos y taludes en las excavaciones realizadas, dejando éstas a nivel y sección indicadas en proyecto, así mismo se construirán los elementos de concreto reforzado para formar la cimentación tales como zapatas, trabes de liga, dados con armados y secciones de acuerdo al diseño estructural.
- **Instalaciones en cimentación,** se dejarán las preparaciones necesarias para todos y cada uno de los sistemas de instalaciones que requiera el edificio, tales como: pasos para drenaje, agua potable, electricidad, sistemas especiales.
- **Rellenos y firme,** a continuación se realizarán los rellenos de todos los elementos de cimentación para llegar a nivel de desplante del firme de concreto reforzado con malla que servirá para recibir el acabado final de pisos en plantas bajas.

- **Elementos verticales, muros y columnas,** se construirán los elementos que conformarán la estructura del edificio tales como: muros de block hueco de concreto tipo intermedio reforzados con castillos ahogados a cada 1.20 metros y columnas de concreto reforzado con secciones y armados de acuerdo al cálculo estructural.
- **Elementos horizontales, losas,** se preparará el área para iniciar la construcción de las losas, iniciando con una limpieza general de la zona, para colocación el sistema de apuntalamiento y cimbra que servirá como molde para la construcción de la losa de concreto armado, se colocará el acero de refuerzo sobre la cimbra al concluir esta actividad se vaciará el concreto con las características de resistencia indicada en proyecto para el caso de la losa prefabricada, se tendrá que tener los elementos de apoyo necesario listos para realizar el montaje de las mismas y proceder a colocar la capa de concreto que recibirá el acabado final.
- **Instalaciones en la estructura,** se dejarán todas las preparaciones necesarias durante la construcción de la estructura de concreto tales como, canalizaciones, cajas, registros. Al concluir la estructura en su etapa de obra civil se procederá a concluir la colocación de la totalidad de los elementos necesarios para los sistemas de instalaciones, realizando ranuras, pasos huecos, etc., hasta su terminación
- **Acabados y equipamiento,** se iniciará con los acabados primarios de muros, tales como aplanados, recubrimientos y pinturas a una mano, se continuará con los cierres de plafones indicados en proyecto para concluir con los recubrimientos y acabados en pisos, lo anterior siguiendo una logística en función del área de trabajo, al final se realizará el equipamiento para entrega.
- **Limpiezas,** Se tendrá una limpieza gruesa durante la ejecución de los trabajos y al final de todos estos una limpieza para entrega.

2.5.7.3 Estimaciones de generación de residuos sólidos municipales o de manejo especial durante la construcción (cascajo y sólidos urbanos)

2.5.7.3.1 Residuos vegetales

Durante la fase de preparación y realización de los trabajos preliminares del área de trabajo, con las actividades de retiro de maleza y vegetación, posterior a la selección y traslado de plantas rescatadas, se generará de manera significativa un volumen importante de material orgánico, mismo que se le dará tratamiento para su posterior uso en zonas de jardín.

2.5.7.3.2 Residuos tipo basura

Los residuos aquí indicados durante ésta etapa serán mínimos ya que únicamente se generará basura por parte de los trabajadores que será utilizados durante la construcción, estos residuos tipo basura serán clasificados por tipo de material, como: orgánicos, madera, plástico, papel, metal, etc., mismos que serán envasados para su posterior traslado a fábricas de reciclado de empresas competentes, el material orgánico se le transportará al relleno sanitario autorizado por el municipio.

2.5.7.3.3 Escombro

El escombro que se generará en esta etapa de línea de transmisión eléctrica y sub-estación serán mínimos ya que se construirán con material producto de excavación para el caso de los rellenos y materiales de concreto vaciado y colocado en sitio, éste generará un estimado de 200 m3 que se recolectará y se le dará un triturado para utilizarlo en áreas de re-nivelación y jardín.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Este capítulo tiene como finalidad identificar los instrumentos normativos que inciden y regulan al Proyecto, señalando la estrategia detallada que se instrumentará para garantizar que el desarrollo del mismo se adecue al marco normativo y de planeación aplicable.

III.1. INFORMACIÓN SECTORIAL[1]

Dada la variada oferta turística que ofrece a nivel nacional e internacional, el sector se ha convertido en uno de los ejes primordiales para el desarrollo de la economía mexicana.
El desarrollo del turismo conlleva al desarrollo en infraestructura y en la creación de empleos estables y con un alto grado de remuneración.

Durante el año 2011, el Instituto nacional de Estadística y Geografía dio a conocer los resultados obtenidos en la Cuenta Satélite del Turismo de México, en los cuales se reafirmó la importancia que el turismo tiene en nuestro país, pues representó el 8.9% del Producto Interno Bruto.

Tal como se ha gestado durante las últimas décadas, México se ha constituido como un atractivo turístico por excelencia tanto para los nacionales como para los extranjeros.

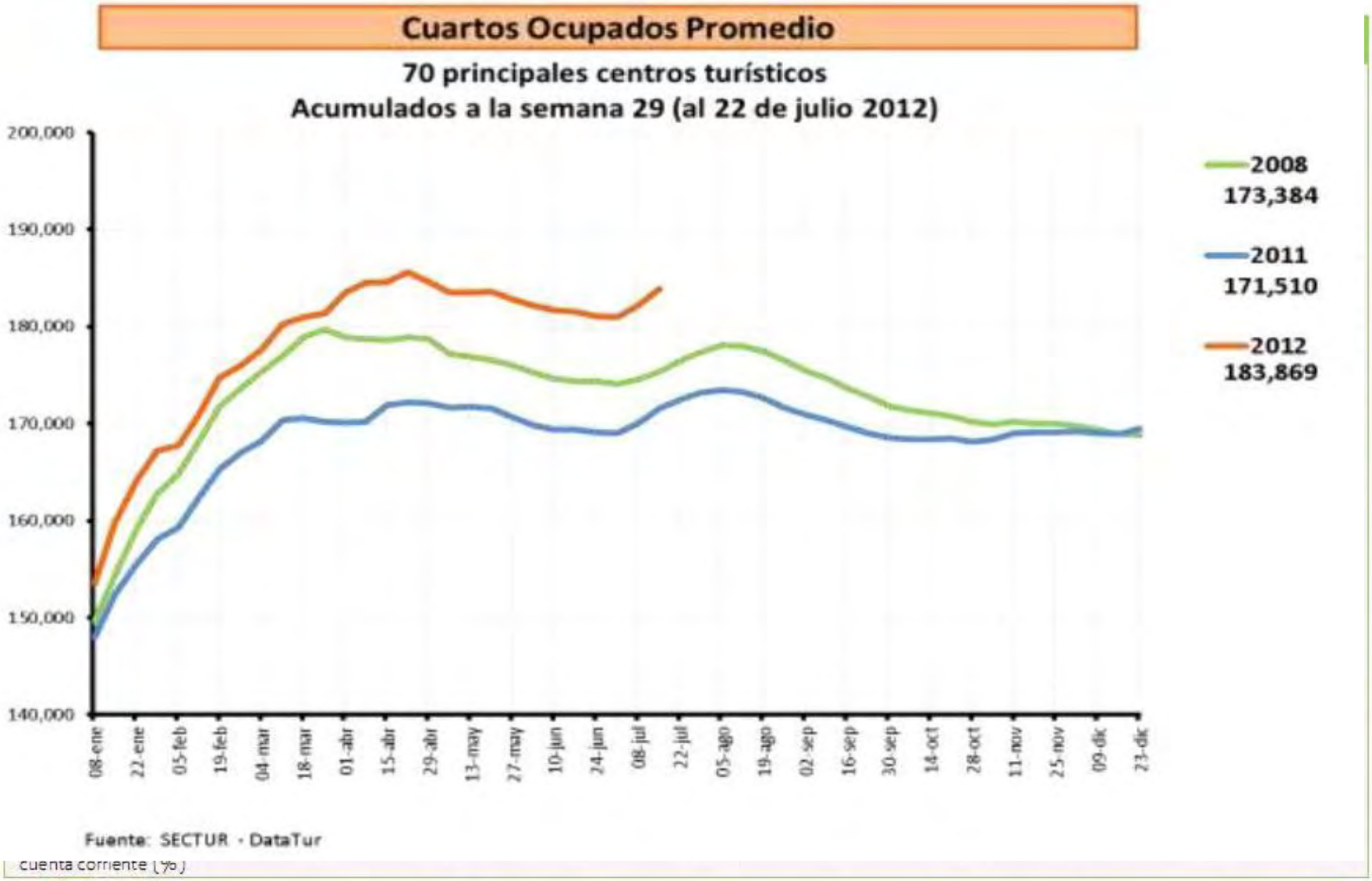
Durante el primer semestre del año 2011, arribaron al país 38.2 millones de turistas extranjeros generando una derrama económica por 6, 179 millones de dólares.
Respecto al turismo doméstico o nacional, a lo largo del primer semestre del año 2010 ascendió a 79.7 millones de personas.

La movilidad de turistas nacionales e internacionales es un fenómeno que influye de manera directa e inmediata en el desarrollo económico del país, pues siempre y cuando continúe aumentando la demanda de ofertas turísticas, se generará un crecimiento simultáneo en el ámbito de infraestructura y de generación de empleos.

Resultado de lo anterior, durante los últimos años la oferta hotelera ha aumentado considerablemente, creciendo al 9% en comparación del sexenio que transcurrió de los años 2000- 2006; destacando el aumento en oferta turística en los estados de Baja California Sur, Coahuila, Yucatán, Querétaro y Quintana Roo.

En la Figura III.1, se encuentra contenida las estadísticas que demuestran el desarrollo turístico en el país durante el periodo 2002-2010.

[1] Quinto Informe de Labores Secretaría de Turismo.


Cuartos Ocupados Promedio
70 principales centros turísticos
Acumulados a la semana 29 (al 22 de julio 2012)
Cuartos Ocupados
200,000
190,000
180,000
170,000
160,000
150,000
140,000
08-ene
22-ene
05-feb
19-feb
04-mar
18-mar
01-abr
15-abr
29-abr
13-may
27-may
10-jun
24-jun
08-jul
22-jul
05-ago
19-ago
02-sep
16-sep
30-sep
14-oct
28-oct
11-nov
25-nov
09-dic
23-dic
2008
173,384
2011
171,510
2012
183,869
Fuente: SECTUR - DataTur

Sin lugar a duda, el desarrollo del sector turístico es consecuencia de la inversión que se realice en el ámbito. A finales del año 2010, la inversión privada en el sector turístico ascendió a 3, 526.21 millones de dólares.

Esta importante inversión se ha mantenido en los últimos años pues, durante los primeros seis meses del año próximo pasado, el sector privado realizó una inversión de 1, 633 millones de dólares, del monto anterior, el 88.3% provino de capital nacional y el 9% de capital extranjero.

A fin de cumplir con el objetivo planteado por el gobierno federal de lograr que para el año 2030 México se convierta en un país líder en materia de turismo, resulta necesario promover el desarrollo de las zonas con potencial turístico bajo una política de sustentabilidad e integración social.

La política de diversificar la oferta turística implica la creación de infraestructura turística que contemple la conservación del medio ambiente y del factor social de la zona, promoviendo en todo momento generar fuentes de empleo estables y con alto nivel de remuneración para las poblaciones de la región.

Dada la información anterior, resulta evidente la importancia que tiene el desarrollo turístico como eje de la economía mexicana. Destacando el hecho de que todo proyecto turístico debe converger con una política de sustentabilidad, protección y conservación en materia ambiental.

El desarrollo de nuevos destinos e infraestructura turística genera una detónate positivo para una mejoría e incremento en la economía del país en beneficio de todos los habitantes.

III.2. VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN.

En este apartado se describirá la adecuación del Proyecto con las políticas nacionales y regionales en materia de desarrollo social y económico, mencionando de igual forma la manera en que el Proyecto se realizará conforme a las disposiciones en materia de ordenamiento urbano y ecológico que existen en los tres niveles de gobierno.

III.2.1. Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (el “PND”), publicado en mayo de 2007, establece el programa de gobierno a seguirse en el presente sexenio, conviniendo acciones que buscan tener influencia transversal en los ámbitos económico, social, político y ambiental.

Este Plan articula un conjunto de objetivos y estrategias en torno a cinco ejes:

1. Estado de Derecho y seguridad.
2. Economía competitiva y generadora de empleos.
3. Igualdad de oportunidades.
4. Sustentabilidad ambiental.
5. Democracia efectiva y política exterior responsable.

El Proyecto Los Pericúes incide directamente en alcanzar los objetivos que busca el PND en los ejes 2 y 4, del modo que se abordará a continuación.

Eje 2. Economía Competitiva y Generadora de Empleos.

Conforme al PND, en este rubro se pretende lograr mayores niveles de competitividad y generar más y mejores empleos para la población, lo que es fundamental para el desarrollo humano sustentable.

La creación de empleos favorece la estabilidad, la seguridad pública y la interacción social respetuosa de los derechos de los demás. Al mismo tiempo, el crecimiento económico debe darse sin sacrificar los recursos naturales, respetando el medio ambiente y sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras.

Así, el crecimiento económico resulta de la interacción de varios elementos como son las instituciones, la población, los recursos naturales, la dotación de capital físico, las capacidades de los ciudadanos, la competencia, la infraestructura y la tecnología disponibles.

De este modo, el PND asegura que una economía nacional más competitiva brindará mejores condiciones para las inversiones y la creación de empleos que permitan a los individuos alcanzar un mayor nivel de bienestar económico.

En este sentido, la infraestructura es fundamental para determinar los costos de acceso a los mercados, tanto de productos como de insumos, así como para proporcionar servicios básicos en beneficio de la población y de las actividades productivas, siendo así un componente esencial de la estrategia para la integración regional y el desarrollo social equilibrado, así como para incrementar la competitividad de la economía nacional y, con ello alcanzar un mayor crecimiento económico y generar un mayor número de empleos mejor remunerados.

En virtud de lo anterior, el objetivo primordial del Plan Nacional de Desarrollo en esta materia es incrementar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura, de modo que México se ubique entre los treinta países líderes en infraestructura de acuerdo con la evaluación del Foro Económico Mundial.

De esta manera, **el objetivo 2.8** de este rubro del PND aborda directamente el tema del turismo, destacándolo como una de las actividades de prioridad nacional consecuencia de su importancia como factor de desarrollo y motor de crecimiento dada su elevada productividad y empleo bien remunerado.

En particular el PND aspira a desarrollar al sector turístico como una pieza clave en el desarrollo económico del país, bajo la premisa de que dicho desarrollo debe respetar los entornos naturales, culturales y sociales.

Para ello, establece como "ESTRATEGIA 12.1" hacer del turismo una prioridad nacional para generar inversiones, empleos y combatir la pobreza, en las zonas con atractivos turísticos competitivos.

La "ESTRATEGIA 12.2" se encamina a mejorar sustancialmente la competitividad y la diversificación de la oferta turística nacional, garantizando un desarrollo sustentable y el ordenamiento territorial integral.

En este mismo sentido, la "ESTRATEGIA 12.6" contempla el objetivo de asegurar un desarrollo turístico integral, con la implementación de estrategias que permitan aprovechar todo el potencial de crecimiento, con una visión incluyente de las condiciones de vida de las poblaciones locales del territorio en el que se ubique el desarrollo turístico.
De este modo, el desarrollo Los Pericúes coadyuvará directamente a alcanzar los objetivos que en materia de economía competitiva y generadora de empleos busca el PND, al ser un proyecto de infraestructura turística diseñado conforme a los más exigentes estándares nacionales e internacionales, logrando así convertirse en una importante fuente de trabajo para la zona, lo que impactará positivamente en la economía de los pobladores de la región.

Las componentes del proyecto, sin lugar a duda ofrecen el crecimiento de mejores empleos en diferentes ámbitos y especialidades derivadas del turismo, tanto para el campo hotelero, portuario, de golf, comercios e inclusive, de actividades de protección del medio ambiente y mantenimiento de espacios naturales.

La oferta de trabajo directa, será provista de la capacitación y adiestramiento necesarios para que a su vez, el proyecto ofrezca los más altos estándares de calidad de servicio que son en sí, promotores del destino y de la marca México, que beneficia de manera general al país.

La generación de empleos indirectos, coadyuvará a propalar una economía local sostenible y de integralidad social, puesto que serán insertados en el proyecto, estrategias de interactividad con el sector pesquero de la comunidad de Cabo Pulmo, así como tareas relacionadas a la conservación del ecoparque que se proyecta y describe en este Estudio de Impacto Ambiental, transporte, espacios de expresión cultural, reinstalación de oficios en la comunidad, a manera de ejemplo, como panaderos, comerciantes, mercados con oferta de productos regionales (pesqueros, agrícolas, ganaderos, artesanales etc.)

Esta dinámica promoverá espacios laborales y sociales que incentiven la iniciativa individual, al ofrecer alternativas de desarrollo económico, reteniendo talentos, capital humano y sofisticación e integración social, pues esta apertura de oportunidad reducirá la emigración a otras economías, afectando los esquemas de familia, usos y costumbres y desarrollo comunitario.

Lo que el PND ha impulsado es, como lo señalara Edgar Morín[2], una economía de rostro humano, que no puede imaginarse sin las bases de una economía competitiva y, uno de sus factores hegemónicos es la inversión responsable, como la que se desprende del proyecto materia de este documento.

Eje 4. Sustentabilidad Ambiental.

Como bien señala el PND, los recursos naturales son la base de la sobrevivencia y la vida digna de las personas. Es por ello que la sustentabilidad de los ecosistemas es básica para una estrategia integral de desarrollo humano. En primer término, una administración responsable e inteligente de nuestros recursos naturales es el punto de partida para contar con políticas públicas que efectivamente promuevan la sustentabilidad del medio ambiente. Al mejorar las condiciones actuales de vida de la población mediante el uso racional de los recursos naturales, aseguraremos el patrimonio de las generaciones futuras.

El objetivo de detener el deterioro del medio ambiente no significa que se dejen de aprovechar los recursos naturales, sino que éstos se utilicen de manera sustentable. Avanzar en esa dirección supone que se realicen análisis de impacto ambiental y que se invierta significativamente en investigación y desarrollo de ciencia y tecnología. Mediante esta nueva disponibilidad tecnológica se logrará que con los mismos recursos humanos, naturales y de capital se logre una mayor productividad.

Para que México logre una verdadera sustentabilidad ambiental es necesario que se concilie el medio ambiente con otras dos grandes áreas de sustentabilidad del desarrollo humano: la productividad y la competitividad de la economía como un todo.

De conformidad con la búsqueda de sustentabilidad que persigue el PND, el desarrollo Los Pericúes, se sujetará a todas las leyes y demás disposiciones que en materia de gestión ambiental ha promulgado el gobierno en sus tres niveles.

En efecto, el Proyecto fue diseñado tomando como línea base la legislación ambiental del país, por lo que se ha asegurado cumplir con la totalidad de las normas y estándares aplicables y, en algunos casos, incluso excederlos. Pues el proyecto busca complementar el desarrollo turístico con la conservación y la protección del medio ambiente.

Adicionalmente, el Proyecto será desarrollado de conformidad con los lineamientos internacionales más exigentes, con lo que se coadyuvará a alcanzar la transversalidad

[2] Morin, Edgar. "Para Una Política de la Civilización". Edit. Paidós. 2da Edición, Barcelona 2009. Pag.93.

que persigue el PND, mediante el desarrollo de infraestructura turística, que respete los lineamientos ambientales existentes.

El desarrollo de un proyecto sustentable, deriva en beneficios tanto para la inversión, como para la sociedad en su conjunto, es por ello que este proyecto tiene especial énfasis y atención, como su punto toral, basándose en la visión que lleva a los compromisos aquí asumidos:

La conciencia ecológica que se ve incrementada tanto en las organizaciones civiles, como en las políticas de Estado, no es ajena a la inversión privada (Nacional o extranjera), dado que también es una realidad comercial y de mercado, que los consumidores de bienes y servicios turísticos demandan más y mejores productos respetuosos con el medio ambiente, por ello, a su vez, se proyecta mayor competitividad en el mercado.

La competitividad no sólo mejora y multiplica los productos existentes, marcados con un sello de responsabilidad social, sino que genera a su vez, nuevos productos o servicios fortaleciendo la relación comercial, y con ello, necesariamente con la comunidad, siempre a partir con el respeto al orden establecido en el medio ambiente.

III.2.2 Programas Sectoriales

Conforme a la política de planeación nacional, son aplicables al Proyecto tres programas sectoriales: el Programa Sectorial de Turismo 2007-2012, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 y el Programa Sectorial de Infraestructura 2007-2012. A continuación se abordará lo establecido en estos documentos.

III.2.2.1. Programa Sectorial de Turismo 2007-2012

El programa sectorial aplicable al Proyecto es el Programa Sectorial de Turismo 2007-2012 (En lo sucesivo, el “PST”) el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero del 2008. A continuación, se detallarán los objetivos en los que el Proyecto Los Pericúes tiene incidencia.

El PST señala como objetivo aprovechar de manera sustentable el potencial de los recursos culturales y naturales, y su capacidad para transformarse en oferta turística productiva, creando servicios y destinos competitivos, dando opciones de desarrollo y bienestar para los individuos de las comunidades receptoras urbanas, rurales y costeras, así como para las empresas sociales y privadas.

Por otra parte, el objetivo 4 plasmado en el PST se enfoca en fomentar una oferta competitiva a través de la captación de nueva inversión en proyectos y desarrollos turísticos.

A su vez, el objetivo 5 que persigue el PST es promover políticas públicas que incentiven la creación de fuentes de empleo formales y estables, con salarios bien remunerados que impacten benéficamente en la economía de la región.

De este modo, con el desarrollo del Proyecto se coadyuva a alcanzar los objetivos que persigue el PST y a cumplir con la política turística del país al desarrollar un proyecto con un visión de protección y conservación del medio ambiente en el que se desarrolla; atrayendo el interés de los turistas nacionales e internacionales , el cual a su vez impulsará el desarrollo turístico de la región, propiciando la creación de empleos ; por lo que la derrama económica para la región será de gran relevancia y beneficio para los pobladores.

En efecto, la realización de proyectos turísticos sustentables es vital para el desarrollo del nuestro país, pues incide tanto en el aspecto económico como en la conservación al medio ambiente, la promoción de ambos factores es imprescindible para alcanzar los objetivos planteados en el presente sexenio.

III.2.2.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 (en lo sucesivo, el "PSMARN") fue publicado en el DOF el día 21 de enero de 2008 por la SEMARNAT.

El PSMARN tiene como principal marco de referencia la sustentabilidad ambiental, que es uno de los cinco ejes del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012. Como elemento central del desarrollo, la sustentabilidad ambiental es indispensable para mejorar y ampliar las capacidades y oportunidades humanas actuales y venideras, y forma parte integral de la visión del futuro de nuestro país, que contempla la creación de una cultura de respeto y conservación del medio ambiente.

El PSMARN describe a lo largo de sus tres secciones, la situación en la que se encuentra el medio ambiente al iniciarse el nuevo siglo, el rumbo que se va a tomar, el destino a donde se pretende llegar y los medios para avanzar hacia el desarrollo sustentable.

La primera sección destaca la importancia del programa para el desarrollo del país, los principales retos y problemas e incentiva la generación y utilización de conocimientos científicos y de tecnologías ambientales adecuadas, tanto en las políticas públicas como en los esfuerzos productivos privados, dando impulso con mayor decisión a la educación y a la cultura para el desarrollo sustentable.

En la segunda sección se establece la vinculación del PSMARN con los objetivos nacionales, en el que las políticas y estrategias en materia de sustentabilidad del desarrollo están estrechamente vinculadas prácticamente con todos los objetivos nacionales del PND, así como con los cinco ejes de la política, los cuales podrán

alcanzarse si se logra avanzar sustancialmente con la incorporación de la perspectiva de la sustentabilidad en las políticas sectoriales respectivas.

En la tercera sección se definen los principales objetivos, metas, estrategias y líneas de acción para el periodo 2007-2012 a través de las cuales se pretende detener y revertir las tendencias de deterioro ambiental y avanzar en la construcción del México que queremos para el año 2030.

De igual forma se explica cómo se va a instrumentar la nueva política ambiental de México con base a los cinco ejes: la integralidad de esta nueva política ambiental, el compromiso de todos los sectores económicos, una nueva gestión ambiental, la valoración de los recursos naturales, el apego a la legalidad y combate a la impunidad ambiental, y la participación social y rendición de cuentas. Se incluyen los compromisos de dependencias del gobierno federal para promover, desde su propia esfera de responsabilidad, el desarrollo sustentable.

Finalmente, se exponen los elementos necesarios para asegurar el cumplimiento de los objetivos del PSMARN, en un marco de respeto a los derechos humanos, estableciendo una participación incluyente, equitativa, diferenciada, corresponsable y efectiva de todos los sectores de la sociedad, y en todos los órdenes de gobierno, en la formulación de políticas y la adopción de compromisos conjuntos que contribuyan al desarrollo sustentable de nuestro país.

Una de las directrices de este plan es la política ambiental para un crecimiento sustentable. En materia de regulación ambiental la estrategia se concentrará en consolidar e integrar la normatividad y en garantizar su cumplimiento. Asimismo, define los lineamientos para **(i)** frenar las tendencias de deterioro ecológico, **(ii)** inducir un ordenamiento del territorio nacional, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región, **(iii)** aprovechar de manera plena y sustentable los recursos naturales, como condición básica para la superación de la pobreza y **(iv)** cuidar el ambiente y los recursos naturales conforme a la demanda y en cumplimiento de las leyes.

Para alcanzar la sustentabilidad, el PSMARN propone el empleo de los instrumentos técnicos y legales de gestión ambiental desarrollados internacionalmente. Como parte de estas herramientas, se considera la evaluación del riesgo ambiental para generar información ambiental y un proceso analítico para evaluar elementos más comprensivos de costo y beneficio social en cada proyecto de desarrollo.

De esta forma, el Proyecto Los Pericúes se adecúa a los objetivos perseguidos por el PSMARN al someterse a toda la normatividad ambiental aplicable al mismo, incluyendo los instrumentos de política ambiental dispuestos en las leyes aplicables, tales como el procedimiento de evaluación de impacto y riesgo ambiental.

Dada la riqueza de recursos naturales con la cuenta la región en la que se desarrollará el proyecto, la planeación y diseño de éste se ha encaminado a propiciar las condiciones necesarias para lograr un desarrollo sustentable en el cual no se vean mermados ni

afectados los recursos de la región. Teniendo como principal objetivo, la conservación de la belleza natural de la región y de la gran riqueza ecosistémica que posee.

Por otra parte, es necesario recordar que un componente crucial del concepto de desarrollo sustentable lo constituye el aspecto social, donde el desarrollo económico debe ser llevado a cabo de tal forma que por una parte asegure el acceso a los recursos naturales inter-generacionalmente, mientras que por la otra contribuya a asegurar el bienestar económico entre los miembros de una sociedad intra-generacionalmente (Dresner, 2008).

Así, el Proyecto contribuirá a alcanzar los objetivos marcados por este programa sectorial, al generar empleos durante su construcción y operación, lo cual coadyuvará a alcanzar el aspecto de justicia intra-generacional perseguido por el concepto de sustentabilidad.

III.2.2.3. Programa Sectorial de Infraestructura 2007-2012

El programa Sectorial de Infraestructura (PSI) establece los objetivos, metas y acciones para lograr un desarrollo en este sector a nivel nacional, previendo como uno de los principales ejes de desarrollo la inversión en el sector turístico y se calcula una inversión aproximada de 20 mil millones de dólares durante el periodo 2007-2012.

Tomando como premisa, la importancia que el Gobierno Federal ha considerado en el desarrollo turístico; el Proyecto Los Pericúes constituirá una de los principales desarrollos de infraestructura en la región de Baja California Sur, lo que impactará directamente de manera benéfica en la economía de la región.

Para un proyecto de alta calidad turística y residencial como lo será el PLP la inversión requerida total sea de más de 4, 500 millones de dólares los cuales se irán aplicando a lo largo del periodo de 30 años. De esa inversión general, la inversión en infraestructuras para el desarrollo primario del Desarrollo la cual será acometida por el promovente, será del orden de los 253 millones de dólares**.**

PRESUPUESTO DE INFRAESTRUCTURA DESARROLLO LOS PERICUES

1	LOTIFICACION Y MOJONERAS (903.54 ha)		281,101.33
2	REHABILITACION CARRETERA EXISTENTE (10 km)		2,222,222.22
3	ACOMETIDA ALIMENTADORES ALTA TENSION MUNICIPAL (30km)		12,143,791.19
4	VIALIDADES		76,379,854.33
5	INSTALACIONES		27,037,051.63
6	DESALADORA		18,518,518.52
7	LINEA DE CONDUCCION AGUA POTABLE		6,390,220.11
8	SUBESTACION 80 MVA		12,222,222.22
9	PLANTA DE TRANSFERENCIA DE BASURA		1,777,777.78
10	PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES		12,183,189.38
11	JARDINERIA Y PAISAJISMO AREAS COMUNES		6,222,222.22
12	AEROPISTA		21,741,062.74
	TOTAL INFRAESTRUCTURA		**197,119,233.67**
		16% SOFT COST	**31,539,077.39**
		SUBTOTAL	**228,658,311.06**
		11%IVA	**25,152,414.22**
	TOTAL INFRAESTRUCTURA		**253,810,725.28**
			DOLARES

III.2.3. Plan Estatal de Desarrollo Baja California Sur 2011-2015

El Plan Estatal de Desarrollo Baja California Sur 2011-2015 (en adelante, el "PED") se apega a las directrices y postulados de los artículos 2, 4,11,13 bis Fracciones I y II, 15 fracción I, 23 Y 31 de la Ley de Planeación para el Estado de Baja California Sur y sus Municipios, que dispone cuál deberá ser el contenido de los Planes, a saber: los propósitos generales, directrices o ejes del desarrollo, las estrategias y líneas de acción que coadyuven al desarrollo integral del estado a corto, mediano y largo plazo.

De este modo, las políticas y estrategias de desarrollo dispuestas en el Plan fueron diseñadas en función de las necesidades de la población y tomando como punto de partida las propuestas ciudadanas. Así, el Plan gira en torno a cuatro grandes ejes estratégicos:

1. Desarrollo Social y Calidad de Vida
2. Seguridad Pública Integral y Justicia
3. Desarrollo Económico Sustentable ,
4. Gobierno de Calidad y Transparencia.

El Proyecto Los Pericúes incide directamente en la consecución de los objetivos establecido en el eje 3 del Plan Estatal, por lo que a continuación se analizará el contenido aplicable.

- Desarrollo Económico Sustentable.

Primeramente se aborda la preponderancia que tiene la creación de empleos como condicionante para el fortalecimiento de la economía del Estado a fin de propiciar el bienestar social y asegurar la viabilidad de la región en el futuro.

Resulta evidente la incidencia que el desarrollo del Proyecto Los Pericúes tendrá en la región, pues la creación de empleos no solo abarcará la etapa de construcción del proyecto sino también la de operación del desarrollo turístico, por lo que se convertirá en una fuente estable y a largo plazo de empleo para la región, beneficiando directamente a los pobladores de la zona y propiciando beneficios económicos para toda la región.

Como se mencionó anteriormente la proyección del crecimiento de la población para el Municipio de Los Cabos tan solo del 2010 al 2020 se espera que aumenta de 216,085 a 331, 317 habitantes lo que representa que en 10 años la población habrá aumentado en 115,232 habitantes lo que significa que para el 2040 en todo el Municipio habrá 345,696 habitantes.
Siendo que la principal actividad económica no solo del Estado de Baja California Sur si no también la del Municipio de los Cabos es el sector terciario y en concreto la actividad turística como principal y la construcción de la misma, lo que significa que deberá generarse la oferta de empleo necesaria para esta incremento de la población.

El Proyectos Los Pericúes representará una generación importante de empleos durante la vida del proyecto y conforme a las etapas de desarrollo se irán generando tanto empleos directos como indirectos lo cual impulsará el desarrollo de las comunidades de la Ribera y del poblado de Cabo Pulmo.

Se estima que el **PLP** genere del orden de 2,300 empleos al año directos relacionados con la construcción tanto de la infraestructura como de los hoteles y residencias, manteniéndose este manteniéndose este número como los empleos necesarios por año para acometer las obras del desarrollo.
Los empleos relacionados con la operación hotelera y operación del campo de golf cuando el proyecto alcance su madurez lo que sucederá en el año 30 de la vida del proyecto, generará hasta un máximo de 3,300 empleos directos si se aplica una equivalencia de por cada empleo directo se generarán 2 indirectos mas esto significaría que indirectamente se estarán generando 7,000 empleos más.
En la siguiente tabla se muestra la progresividad de los empleos según lo arriba expuesto:

PERSONAL CONSTRUCCION	Unidades	Año 1	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
Infraestructura		282	554	15	324	0	0	0
Construccción Hoteles		800	600	800	600	0	0	0
Residencias Zona 1	4,550	0	441	574	665	560	476	413
Residencias Zona 2	2,100	0	1148	1218	1141	1015	1099	1071
		1,082	**2,743**	**2,607**	**2,730**	**1,575**	**1,575**	**1,484**

PERSONAL DIRECTO OPERACIÓN	Cuartos	Año 1	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
Hoteles Zona 1	3,150	0	790	1575	2636	3087	3087	3087
Hoteles Zona 2	300	0	95	160	160	160	160	160
Campo de Golf (2)		0	0	30	60	60	60	60
Marina		0	0	15	15	15	15	15
			884	**1,780**	**2,871**	**3,322**	**3,322**	**3,322**

PERSONAL INDIRECTO OPERACIÓN	Cuartos	Año 1	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
Hoteles Zona 1	3,150	0	1692	3375	5648	6615	6615	6615
Hoteles Zona 2	300	0	203	343	343	343	343	343
Campo de Golf(2)		0	0	60	120	120	120	120
Marina		0	0	30	30	30	30	30
			1,895	**3,808**	**6,141**	**7,108**	**7,108**	**7,108**

De acuerdo al cuadro anterior el PLP estará generando empleos sostenidos en el año del orden de 11,900 empleos en el año 30.

En el punto 3.1.7 del PED, se desarrollan los objetivos específicos en el eje económico del turismo, destacando las condiciones geográficas y la riqueza natural que otorgan a Baja California Sur como uno de los más importantes destinos turísticos a nivel nacional a tal grado que entre los años 2005 y 2010, en esta entidad federativa, se concentró el 20% de la derrama económica nacional por concepto de turismo.

Asimismo, el gobierno estatal reconoce la existencia de grandes proyectos de inversión que requieren de todo el apoyo y facilitación del sector gubernamental estatal, lo anterior en atención al hecho de que a la fecha gran parte del territorio estatal aun cuenta con destinos emergentes y grandes potencialidades por desarrollar, promoviendo simultáneamente un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el desarrollo económico de la región.

En el desarrollo y operación del proyecto Los Pericúes, el tema de la conservación juega un rol primordial pues incluso el 77% de la superficie del proyecto estará destinada a la conservación del ecosistema (Figura III.4), de igual forma, la realización de toda infraestructura siempre va encaminada a generar el menor impacto ambiental posible y ponderar en todo momento actividades sustentables con el ecosistema.

Usos	Superficie Ha	%	Superficie Ha	%	Superficie Ha	%
APROVECHAMIENTO	1,072.796	29%				
APROVECHAMIENTO NETO					833.519	23%
CONSERVACIÓN AL INTERIOR DEL APROVECHAMIENTO			239.277	6%		
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN			2,696.700	71%		
SUB TOTAL CONSERVACIÓN					2,935.977	77%
TOTAL PROYECTO					3,769.496	100%

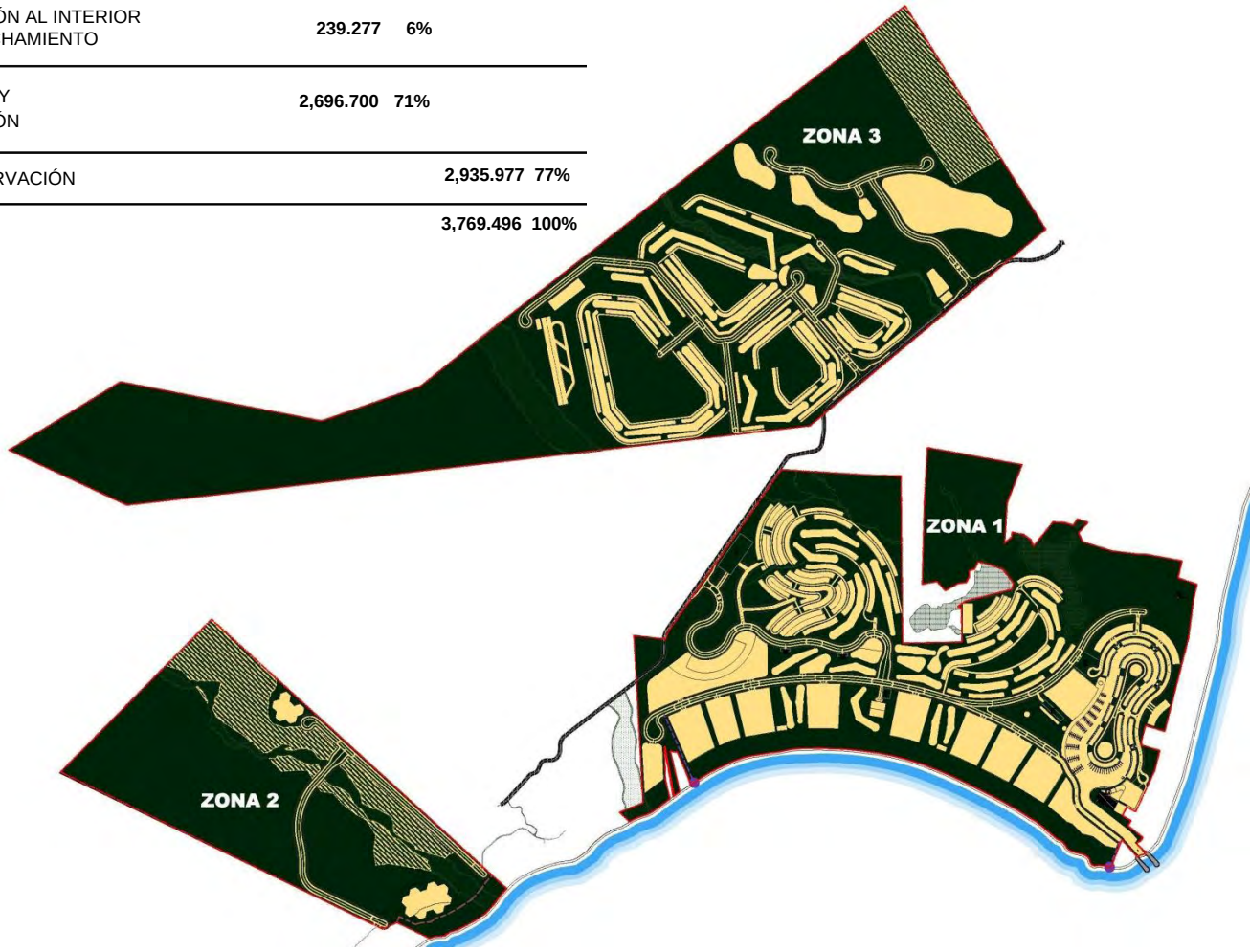


Figura III.4. Plano que muestra la superficie de conservación en el proyecto Los Pericúes.

En el proyecto la conservación se considerará de 4 tipos; la primera es la que está en las ***Zonas de Protección*** decretadas por los ordenamientos ecológicos aplicables, la segunda son las superficie que se considera ***no afectada*** ni por obras y actividades en ***suelo***, y la tercera es la superficie que se considera ***no afectada*** ni por obras y actividades en ***duna***, y la cuarta son todas las superficies de conservación ***al interior*** de las áreas señaladas como ***Obras y Actividades o Usos.***

Dentro de los objetivos contenidos en e PED, se prevé el impulso del desarrollo turístico a través de acciones que faciliten la creación y apertura de empresas turísticas, así como incentivar la inversión en proyectos detonadores que coloquen a Baja California Sur como uno de los principales destinos turísticos a nivel nacional e internacional.

Bajo este entendido, el Proyecto Los Pericúes se apega de manera total al objetivo planteado por el PED pues se constituirá como un destino turístico sustentable, que propiciará el desarrollo económico de la zona, alcanzando así los ejes más importantes del PND: crecimiento económico y desarrollo sustentable.

Toda vez que el gobierno estatal busca diversificar la ampliación de los destinos turísticos a través de la promoción de inversión en el sector de infraestructura turística, el Proyecto Los Pericúes converge con estos objetivos pues propiciará el desarrollo del área de Cabo del Este, aumentando así los atractivos turísticos en Baja California Sur.

De esta forma, el Proyecto contribuirá a alcanzar los objetivos sociales y ambientales planteados por la actual gubernatura estatal, de una manera eficiente en relación al costo-beneficio que implicará el desarrollo del mismo.

III.2.4. Programa Sectorial de Promoción y Desarrollo Empresarial de Baja California Sur.

A lo largo de este documento, se plasman los objetivos específicos que el gobierno estatal se fija en el ámbito de promoción y desarrollo empresarial.

Se establece como objetivo propiciar la inversión productiva y la oferta de empleo permanente y mejor remunerado de la región, incrementando así la productividad y competitividad del Estado a nivel no solo nacional sino internacional.

De igual forma, se destaca la importancia de aprovechar la capacidad productiva que tiene el estado de Baja California Sur; reconociendo expresamente el gran potencial que tiene el sector turismo en los municipios de La Paz, Loreto y Los Cabos.

En este sentido, los objetivos planteados por el Proyecto Los Pericúes, concuerdan fielmente con los objetivos estatales pues, el presente proyecto busca coadyuvar en el desarrollo de la región de Cabo del Este, a través de la generación de empleos a largo plazo y bien remunerados. De igual manera, el proyecto se basa en el desarrollo sustentable generando así una infraestructura turística que propicia la conservación y protección del medio ambiente.

III.2.5. Plan de Desarrollo Municipal de Los Cabos 2011-2015

De acuerdo con el artículo 18° Fracción II de la Ley de Planeación para el Estado de Baja California Sur y sus municipios, los planes de desarrollo municipal deben precisar los objetivos generales, directrices, políticas, estrategias y líneas de acción que coadyuven al desarrollo integral del municipio a corto, mediano y largo plazo, estableciendo los lineamientos para el desarrollo municipal, sectorial, regional y estatal.

Así, el Plan de Desarrollo Municipal de Los Cabos 2011-2015 ("PDMLC"), plasma los objetivos que el gobierno municipal se propone alcanzar a lo largo del periodo 2011-2015, exponiendo las acciones que llevará a cabo para atender y dar respuesta eficaz a las demandas y aspiraciones de la ciudadanía.
Se hace hincapié en el hecho de que el PDMLC es un producto que reúne las ideas, diagnósticos, aspiraciones y propuestas tanto de la ciudadanía del municipio de Los Cabos y como del gobierno municipal.

A continuación se analizarán las disposiciones en las que incide el Proyecto y la manera en que este se articula con el PMLC coadyuvando a lograr sus fines.

- **Desarrollo Productivo y Empleo**

En este rubro se destaca la importancia del sector turístico en el desarrollo de fuentes de empleo, ya que representa más del 40% de la producción total y el 37% de la población ocupada, lo cual hace que la dinámica de otras actividades (como la construcción o el comercio minorista) este directamente definida por el tipo de tendencias observadas en el sector turístico.

A este respecto, como se señaló en el análisis del Plan Estatal de Desarrollo, el Proyecto traerá a la zona de Cabo del Este un aumento en la oferta laboral a largo plazo, pues la creación de empleos iniciará con la construcción del Proyecto pero continuará durante la operación de éste, calculándose que se convertirá en una fuente de empleo por más de 30 años.

Tal como se expone en el apartado relativo al PDM, en el municipio de Los Cabos, el desarrollo turístico es el detonante para el desarrollo de otros sectores económicos tales como lo son la infraestructura de la región y el desarrollo de la actividad comercial.

Dado lo anterior, el Proyecto Los Pericúes, reviste gran importancia para el desarrollo de la región Cabo del Este, como una fuente de trabajo estable y benéfica para las comunidades de la zona.

En este sentido, el municipio se fija como objetivo: “Mejorar la calidad de los servicios y las infraestructuras municipales que permitan la creación de condiciones para elevar la competitividad, sustentabilidad y diversificación de las actividades económicas, con especial énfasis en el turismo y así contribuir a la generación de empleos bien remunerados y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.” (p. 112)

La tercera línea de acción del PDM, reconoce a la zona de Cabo del Este como un centro de prioridad turística, por lo que Los Pericúes contribuirá al desarrollo sustentable y económico de esta zona turística.

- **Diversificación de la Oferta Turística, Ecoturismo y Turismo Alternativo.**

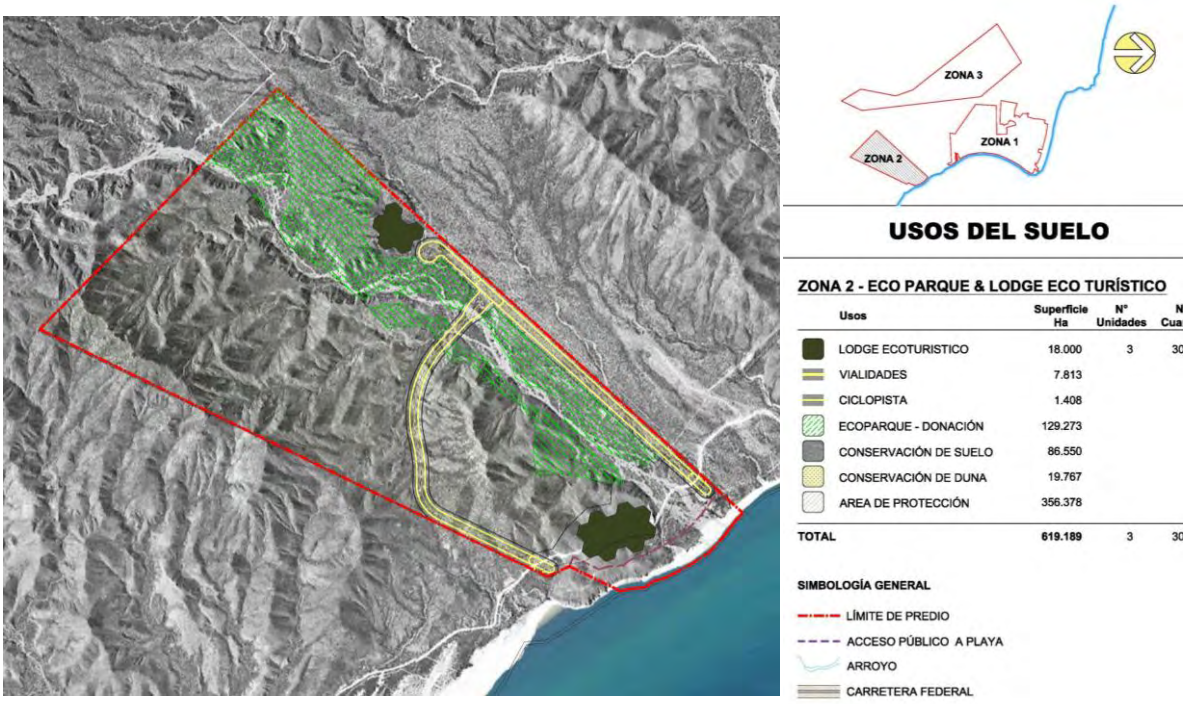
Dada la belleza natural característica del municipio de Los Cabos, durante las últimas décadas ha habido un auge en el desarrollo turístico de la región, incluso a tal grado que se ha convertido en el eje de la economía de Baja California Sur.

En el ordenamiento en comento, se hace referencia a que el desarrollo turístico debe ser de tipo sustentable, propiciando generar un desarrollo con un índice bajo de impacto ambiental, de tal manera que converja tanto el desarrollo de infraestructura turística como la protección y conservación de los servicios ambientales de la región.

El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** plantea desarrollar en esta zona un Eco Parque en una superficie de 129.273Has que se destinará para que sirva como punto de introducción, educación ambiental y exposición del Parque Nacional de Cabo Pulmo, para que sea vinculante con esta Área Protegida a través de acciones que pudieran promoverse por el propio Eco Parque y además sirva de control de acceso para este.

Complementariamente a toda la temática de instrucción ambiental que genera esta zona, se plantea dos Lodge Ecológicos frente al mar de 100 cuarto cada uno y otro de montaña también de 100 cuartos, toda la demás área utilizable del terreno seria declarada de manera voluntaria área protegida para integrarse a la zona que define la UGA e integrar la superficie total del Eco Parque.

Por lo que esta zona será de una densidad muy baja desarrollando en 619.189 únicamente 300 cuartos de hotel. Esta zona se convertiría entonces en el Buffer natural entre el desarrollo turístico y el Área Natural Protegida de Cabo Pulmo.



Existe incongruencia en este plano y en el plano de la página siguiente, se señala ñla ZONA 2 al área de el parque ecológico, y en el otro plano se señala la ZONA II, la que está más adentro de la zona continental.
Como se ha evidenciado a lo largo de este documento, el Proyecto Los Pericúes, concuerda con los lineamientos planteados en los Planes de Desarrollo de los tres niveles de gobierno, destacando como beneficio del Proyecto, el desarrollo de nuevas zonas turísticas como lo es Cabo del Este, la generación de fuentes fijas y a largo plazo de empleos; así como la realización de infraestructura cuya planeación ha considerado el medio ambiente en el que se desarrollará, propiciando el desarrollo sustentable de la zona.

III.2.6. Decretos/ Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

El estado de Baja California Sur cuenta con 7 Áreas Naturales Protegidas (ANP) que cuentan con protección legal mediante decreto del ejecutivo federal y el poder legislativo estatal, abarcando actualmente 2’932,214 hectáreas

El nombre de cada una de las Áreas Naturales del estado son las siguientes:

1. Archipiélago Espíritu Santo
2. Bahía de Loreto
3. Cabo Pulmo
4. Sierra La Laguna

5. El Vizcaíno
6. Cabo San Lucas
7. Complejo Lagunar Ojo de Liebre

Es importante destacar que el sitio del Proyecto Los Pericúes no se encuentra dentro de ninguna de las 7 Áreas Naturales Protegidas decretadas en el estado de Baja California Sur.

No obstante lo anterior, el ANP más cercana al Proyecto es la marcada con el número 3, Cabo Pulmo, la cual fue declarada Parque Marino Nacional mediante el decreto publicado el 6 de Junio de 1995 en el Diario Oficial de la Federación.
El Parque Nacional Cabo Pulmo abarca 7,111-01-00 hectáreas, con respecto a esta delimitación se destaca el hecho de que el Proyecto Los Pericúes se encuentra a 11 kilómetros de distancia, con lo cual podemos asegurar que éste se encuentra fuera del poligono de la ANP, y de la asi llamada, área de influencia de aquélla, tal como se demuestra en el siguiente plano:

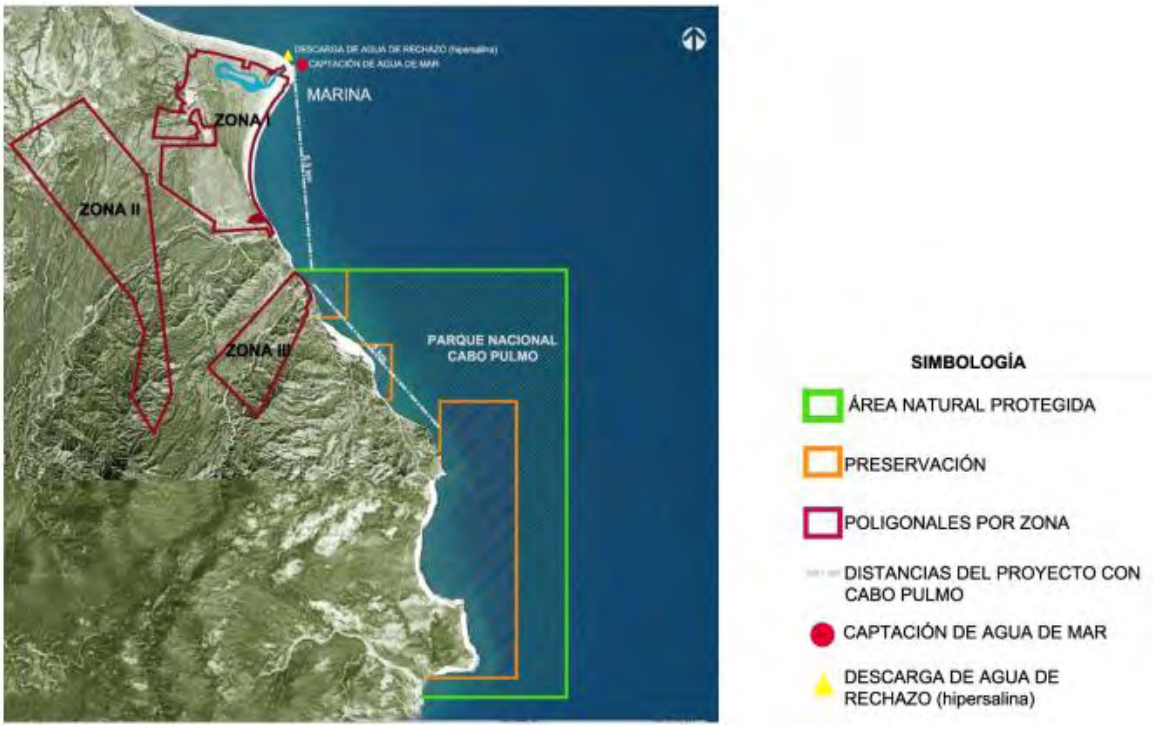


Figura III.5 Distancia entre Cabo Pulmo y el proyecto turístico Los Pericúes.

III.2.6.1 Programa de conservación y manejo del Parque Nacional Cabo Pulmo

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de noviembre del 2009, el ordenamiento en cuestión tiene como finalidad sentar las bases a través de las cuales se

llevará a cabo la protección y conservación del ecosistema que se encuentra dentro del Parque Nacional, destacando la relevancia que guarda esta zona por su riqueza en corales y elementos bióticos.

En dicho ordenamiento, se establece como objetivo general el preservar el único ecosistema de arrecife coralino presente en el Golfo de California, la variedad de sus componentes y hábitats asociados, así como a sus comunidades bióticas mediante el mantenimiento de los procesos ecológicos y los sistemas de soporte de los que depende la integridad del arrecife coralino, la conservación del valor histórico de los restos arqueológicos del área y la promoción de los usos compatibles con su conservación.

Con la finalidad de alcanzar el objetivo planteado, el contenido del programa en comento se divide en los siguientes subprogramas, los cuales a su vez cuentan con componentes y establecimiento de estrategias:

Subprograma	Objetivo General	Componentes
Protección	Favorecer la permanencia conservación de las características de los ecosistemas y el desarrollo natural de los procesos biológicos y evolutivos, mediante acciones que conduzcan al mantenimiento de la diversidad biológica y a la conservación de los recursos naturales.	- Inspección y Vigilancia - Mantenimiento de regímenes de perturbación y procesos ecológicos a gran escala. - Preservación de áreas frágiles y sensibles - Prevención y control de contingencias ambientales
Manejo	Promover y regular el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos, con el fin de que las actividades que se realicen dentro del Parque, sean compatibles con los objetivos de conservación del ANP.	- Manejo y uso sustentable de recursos acuáticos, pesquerías y arrecifes. - Manejo y uso sustentable de recursos costeros e intermareales - Turismo, uso público y recreación al aire libre.
Restauración	Recuperar y restablecer las condiciones ecológicas previas a las modificaciones causadas	- Restauración de ecosistemas - Recuperación de especies prioritarias

	por las actividades humanas o fenómenos naturales, permitiendo la continuidad de los procesos naturales que ahí ocurren, a través de la realización de las acciones preventivas y correctivas correspondientes.	
Conocimiento	Incrementar el conocimiento sobre las características bióticas y abióticas, económicas y sociales del Parque, para lograr mantener las condiciones que permitan la conservación y preservación de sus ecosistemas.	- Fomento a la investigación y generación de conocimiento - Inventario, líneas de base y monitoreo ambiental y socioeconómico. - Sistemas de información -
Cultura	Promover una comprensión de la necesidad de conservar la biodiversidad y aprovecharla en forma sustentable, mediante la difusión y la educación ambiental participativas, entre los usuarios y habitantes de la zona de influencia del Parque.	- Educación, capacitación y formación para comunidades y usuarios - Difusión, identidad y divulgación - Sensibilización, conciencia ciudadana y educación ambiental
Gestión	Garantizar la correcta y oportuna implementación del Programa de Conservación y Manejo, a través del diseño y ejecución de estrategias de gestión, que permitan satisfacer las necesidades reales del Parque, plasmadas en las actividades y acciones de los diferentes componentes.	- Administración y operación - Cooperación internacional - Infraestructura, señalización y obra pública - Marco legal y jurídico - Procuración de recursos e incentivos - Regulación, permisos, concesiones y autorizaciones

Partiendo de una interpretación armónica de los objetivos de cada uno de los subprogramas, se desprende que la finalidad del Parque Nacional Cabo Pulmo, no solo se limita a la conservación y preservación del ecosistema de la zona, sino que vas más allá al promover que en el ámbito turístico y de aprovechamiento sustentable, se coadyuve al desarrollo económico de la región, es decir, no es una zona de contemplación, sino un elemento de la oferta turística sustentable que contribuya a la preservacion del ecosistema y el desarrollo de la comunidad, a lo que el proyecto aporta con los diferentes elementos que en esta MIA se describen, razonan justificando el mantenimiento con el equilibrio ecológico.

Con respecto a la zonificación implementada por el Programa de Conservación y Manejo, el Parque Nacional Cabo Pulmo cuenta con la siguiente zonificación:

Subzona de Preservación

Esta subzona busca regular el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y paisajísticos en función de la vocación de los diferentes sitios existentes en el área; protegiendo además al arrecife coralino y los sitios de anidación, de alimentación y de descanso de especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, como las tortugas y lobos marinos y garantizando que las actividades realizadas en el Parque no provoquen desequilibrio ecológico.

Subzona de preservación 1 (SP1)		
Actividades permitidas	**Actividades prohibidas**	**Actividades inaplicables en la zona**
1. Buceo autónomo[a] 2. Buceo libre[a] 3. Colecta científica 4. Educación ambiental 5. Investigación y monitoreo 6. Natación 7. Navegación en las áreas y canales establecidos[d] 8. Recorridos en embarcaciones menores[a,b]	9. Acuacultura 10. Anclaje de embarcaciones 11. Captura de carnada 12. Construcción de obra pública o privadac 13. Instalación de arrecifes artificiales 14. Pesca de consumo doméstico 15. Pesca deportivo-recreativa 16. Pesca desde tierra	17. Instalación de refugios de pescadores 18. Instalación de campamentos turísticos 19. Recreación en playas

Subzona de Preservación 2 (SP 2)		
Actividades permitidas	**Actividades prohibidas**	**Actividades inaplicables en la zona**
1. Instalación de campamentos turísticos [a,c] 2. Recreación en playas [a] 3. Colecta científica 4. Educación ambiental 5. Investigación y monitoreo	6. Acuacultura 7. Construcción de obra pública o privada[b] 8. Instalación de refugios de pescadores	9. Anclaje de embarcaciones 10. Buceo autónomo 11. Buceo libre 12. Captura de carnada 13. Instalación de arrecifes artificiales 14. Natación 15. Navegación en las áreas y canales establecidos 16. Pesca de consumo doméstico 17. Pesca deportivo-recreativa 18. Pesca desde tierra 19. Recorridos en embarcaciones menores

Subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales

En esta subzona se busca permitir el desarrollo de actividades productivas minimizando su impacto sobre los recursos existentes en el Parque, particularmente sobre las comunidades presentes en el arrecife, a fin de lograr el mantenimiento a largo plazo de sus recursos naturales, lo que en ninguna manera controvierte o limita al proyecto en su planteamiento y propuesta evaluativa.

Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales 1 (SASRN1)		
Actividades permitidas	**Actividades prohibidas**	**Actividades inaplicables en la zona**
1. Anclaje de embarcaciones menores 2. Buceo autónomo[c] 3. Buceo libre[c] 4. Colecta científica 5. Captura de carnada[a] 6. Educación ambiental 7. Instalación de arrecifes artificiales[b] 8. Natación 9. Navegación en las áreas y canales establecidosf 10. Pesca deportivo-recreativa[g] 11. Pesca de consumo doméstico[a] 12. Recorridos en embarcaciones menores[c,d] 13. Investigación y monitoreo	14. Acuacultura 15. Construcción de obra pública o privada[e] 16. Pesca desde tierra	17. Instalación de refugios de pescadores 18. Instalación de campamentos turísticos 19. Recreación en playas

Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales 2 (SASRN2)		
Actividades permitidas	**Actividades prohibidas**	**Actividades inaplicables en la zona**
1. Acuacultura 2. Colecta científica 3. Educación ambiental 4. Investigación y monitoreo 5. Instalación de refugios de pescadores[a] 6. Instalación de campamentos turísticos[a] 7. Pesca de consumo doméstico[c] 8. Pesca desde tierra 9. Recreación en playas 10. Captura de carnada[c]	11. Construcción de obra pública o privadab 12. Pesca deportivo-recreativa	13. Anclaje de embarcaciones 14. Buceo autónomo 15. Buceo libre 16. Instalación de arrecifes artificiales 17. Natación 18. Navegación en las áreas y canales establecidos 19. Recorridos en embarcaciones menores

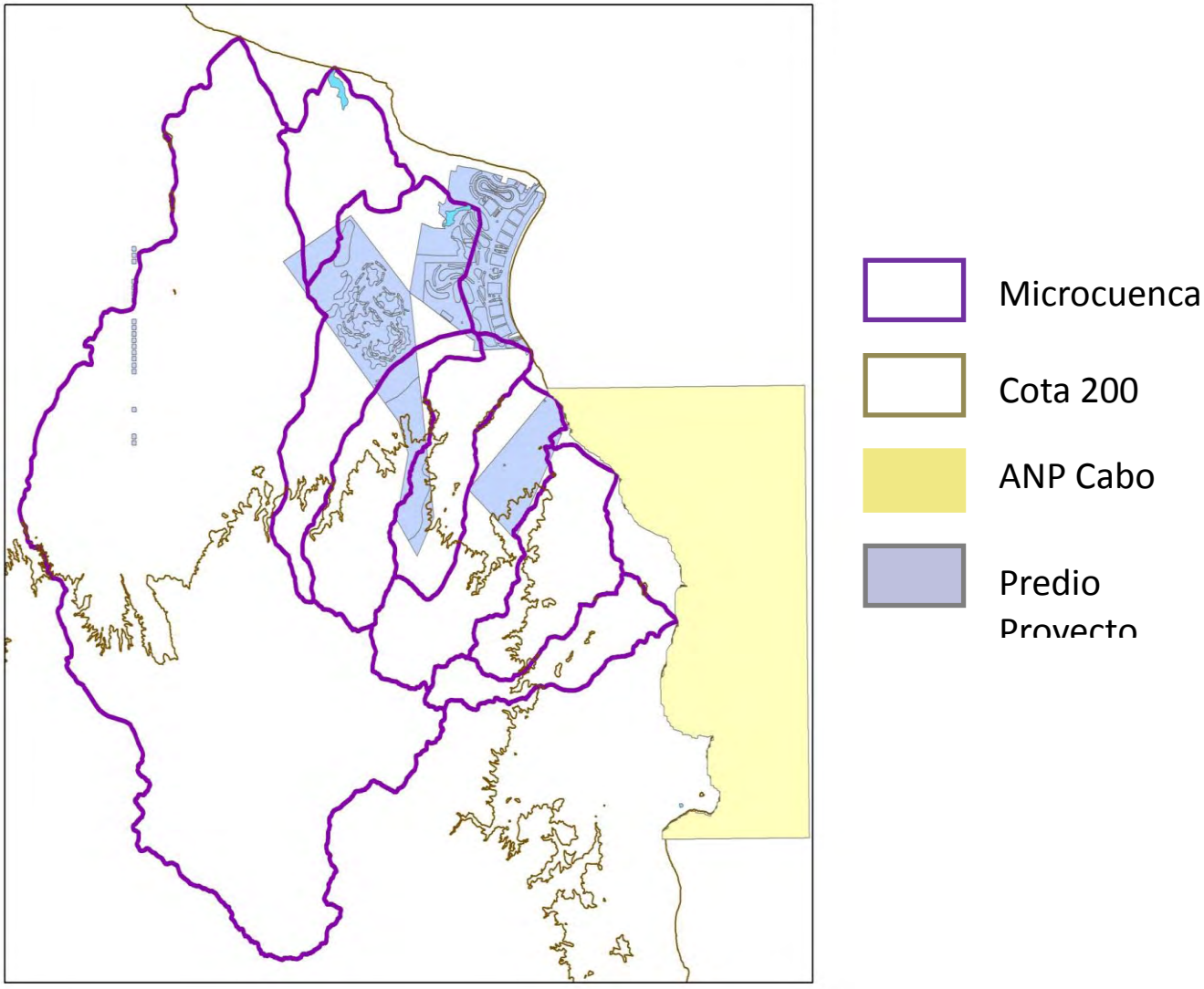
Subzona de uso público (SUP)

Se ubica desde Punta Cabo Pulmo, siguiendo la línea de costa, hasta la playa denomin Los Arbolitos, incluyendo la subzona de playa y la zona federal marítimo terrestre. E

Zona Uso Público (SUP)		
Actividades permitidas	**Actividades prohibidas**	**Actividades inaplicables en la zona**
1. Construcción de obra pública o privadaa 2. Instalación de campamentos turísticosb 3. Recreación en playas 4. Colecta científica 5. Educación ambiental 6. Investigación y monitoreo	7. Acuacultura 8. Captura de carnada 9. Instalación de refugios de pescadores 10. Pesca deportivo-recreativa 11. Pesca desde tierra 12. Pesca de consumo doméstico	13. Anclaje de embarcaciones 14. Buceo autónomo 15. Buceo libre 16. Instalación de arrecifes artificiales 17. Natación 18. Navegación en las áreas y canales establecidos 19. Recorridos en embarcaciones menores

En relación a la sub zonificación, cabe destacar que el programa define al área de influencia como la zona terrestre adyacente al Parque Nacional hasta la cota de 200 msnm en la porción terrestre. Asimismo clasifica que la ciudad de La Paz y el municipio de los Cabos son parte de la subzona de influencia administrativa del parque. No obstante

lo anterior, en el contenido del programa, no se establecen cuales son las actividades permitidas, prohibidas o inaplicables para la subzona de influencia administrativa, por lo que en atención a los principios de interpretación de instrumentos normativos, no se puede diferenciar cuando la propia normatividad no lo prevé.
Partiendo de la definición contenida en el propio programa de manejo de Cabo Pulmo, el área de influencia es la siguiente:



Aun y cuando el proyecto Los Pericúes no se ubica dentro de la zona decretada como Parque Nacional, el presente documento se refiere al Programa de Conservación y Manejo de Cabo Pulmo, dada la importancia a nivel ecológico, así como atractivo turístico de la zona.

La proximidad que guarda el proyecto con el Parque Nacional Cabo Pulmo, ha sido un factor considerado ampliamente durante la planeación del proyecto, partiendo de la importancia y trascendencia que significa la protección a este ecosistema; por ende, las actividades que se realizarán en Los Pericúes, no impactara ni dañara de manera alguna a Cabo Pulmo.

Resulta trascendental hacer énfasis en el hecho de que el proyecto los Pericúes no tiene como finalidad explotar ni mucho menos dañar los recursos naturales presentes en Cabo Pulmo, sino por el contrario el principal interés es conservar la riqueza ecológica de la zona; por esta razón, el Proyecto se ha ubicado a una distancia que asegura que las actividades de Los Pericúes no afectarán a Cabo Pulmo.

Como se desprende de la figura anterior, y atendiendo a que el Articulo 3, con relacion al 6 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, ya expresado anteriormente, limita la accion del estado al tope de las actividades y funciones que la ley le determina, en particular no debe exigir o solicitar del particular mas requisitos que los que les aplica o impone.

En este orden de ideas, el Plan de Manejo del ANP multicitada, no regula, porque la ley no le confiere ese alcance al instrumento, otra zona o area que no sea la poligonal decretada como Parque Nacional Cabo Pulmo, y por ende no es juridicamente posible que se impongan modalidades de un concepto que aunque mencionado en el Plan de Manejo, no se define ni condiciona de manera que el gobernado este en posibilidad de vincularlo a su actividad y obras propuestas a ser evaluadas ambientalmente, de tal suerte que la presunta “zona de influencia” del ANP, no existe jregulada uridicamente, y por ello, el proyecto cumple con las exigencias, limitantes y alcances que le son obligatorios de acuerdo a los instrumentos que regulan los usos de suelo y aprovechamieti de los recursos naturales.

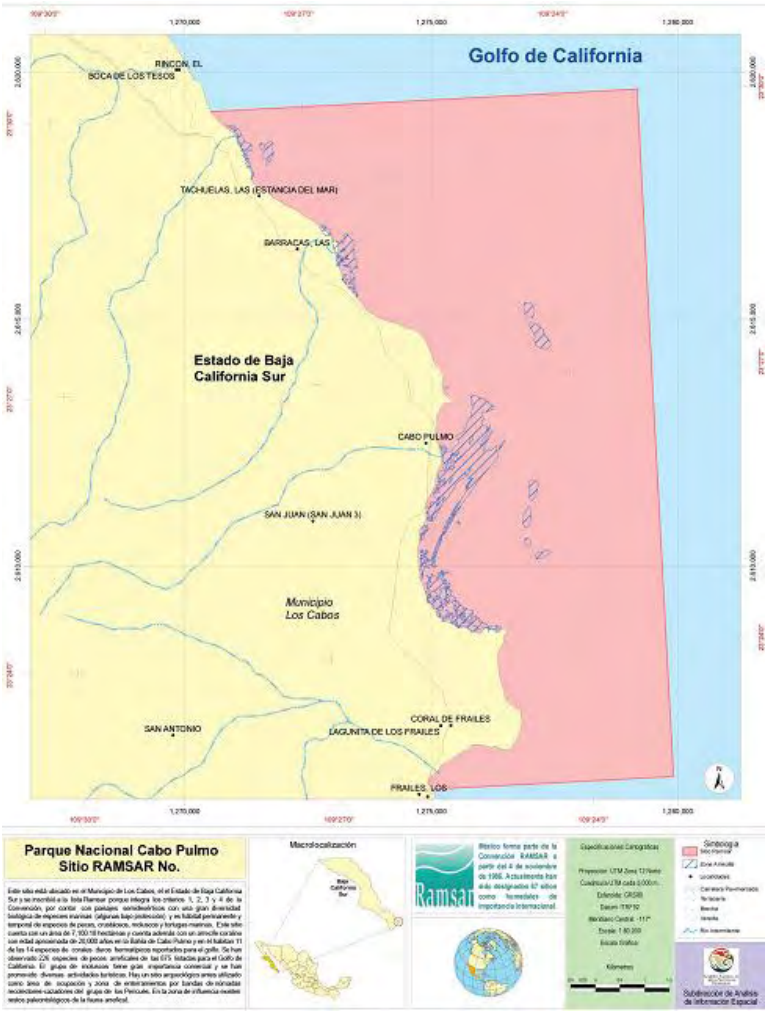
No obstante lo anterior, de acuerdo a la delimitacion evaluada respecto del radio de la cota de 200 mnm de elvacion a partir del nivel del mar, el proyecto promovido practicamente no invade o desplanta en la referida “zona de influencia”.

III.2.6.2 Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Ramsar

Dada la importancia del ecosistema de Cabo Pulmo, de acuerdo a los criterios establecidos en la Convención Ramsar, el 2 de febrero del 2008, este parque nacional fue declarado humedal Ramsar.

El artículo 1.1 de la Convención establece:

“Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".



En este orden de ideas, es indiscutible la relevancia ecológica que representa Cabo Pulmo para la región, dado que actualmente se encuentra regulado a nivel nacional e internacional. Esta situación es de gran relevancia para el proyecto, por lo que se recalca que el desarrollo turístico Los Pericúes en ningún momento atentará contra el ecosistema de Cabo Pulmo, sino por el contrario, coadyuvará y promoverá la conservación del parque nacional.

La investigadora Ana Cecilia Travieso Bello, en su trabajo sobre el estado legal de los sitios Ramsar en México, expone la siguiente conclusión respecto de la aplicación del Acuerdo Intergubernemantal signado en la Ciudad de Ramsar, Iran, en 1971,entrando en vigor en 1975, obligando a las partes signantes a adecuar su entorno legislativo hacia la protección de los humedales costeros determinados como “sitios Ramsar”:

“*En el análisis de la legislación aplicable a humedales en México no se encontraron*

contradicciones que limiten su conservación, además la legislación vigente promueve en lo general la conservación y el uso racional de los humedales. Por ello, quizás no sea necesario o pertinente promulgar leyes especiales sobre la conservación y uso racional de los humedales, en su defecto, podrían introducirse mejoras en la legislación vigente con mayor rapidez y facilidad, que aplicadas de forma innovadora podrían maximizar la custodia de los humedales por los propietarios y usuarios y garantizar su uso racional. Esto podría complementarse con normas oficiales mexicanas específicas que apliquen a los diversos tipos específicos de humedales.[3]

Esto pone de relieve que en la vinculación del proyecto con toda la legislación ambiental aplicable al mismo, al darse cumplimiento con la misma, implícitamente se da cumplimiento al Acuerdo Ramsar.
En específico y como lo exige el tratado ratificado por México en 1985, por tanto elevado a rango Constitucional, según el articulo133 de la Carta Magna Nacional, el proyecto se adhiere al Plan de Manejo Genérico que es el propio tratado y la delimitación especifica a la ANP, que además implica la participación de Estado y sociedad en el manejo y protección del ecosistema, lo que queda en evidencia probatoria mediante las estrategias que se exponen en el Capitulo VI de esta MIA.

En relación con los propósitos del presente proyecto, el artículo 3.1 de la Convención Ramsar a la letra establece:
1. Las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio.

En este sentido el presente proyecto dará cumplimiento a la Convención pues, aun y cuando el Proyecto no se ubicará en el área del humedal, toda actividad que se realice se hará de manera sustentable, por lo que el proyecto no pretende realizar aprovechamiento (por lo menos extractivo, ni degradante del sitio)
El presente proyecto pretende dar cumplimiento y fortalecimiento al sitio con el programa de reforestación que se proponga, contribuyendo en beneficio del sitio RAMSAR.

III.2.7. Ordenamientos Ecológicos Regionales y Locales Decretados

III.2.7.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Los Cabos

El predio donde se llevará a cabo el Proyecto, se encuentra regulado, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Los Cabos (en lo sucesivo el "POEL-MLC").

Dada la ubicación que tendrá el proyecto, le es aplicable lo dispuesto en tres Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en el programa de ordenamiento del municipio.

[3] Ana Cecilia Travieso Bellos. "La Legislacion Aplicable a los Sitios Ramsar en Mexico". Conclusiones. Webpage.

Los criterios de aplicación para cada UGA, se disponen de acuerdo a las características de cada zona bajo el principio de compenetrar el desarrollo económico con el desarrollo sustentable.

A continuación, de vinculará el proyecto con cada uno de los criterios aplicables a cada UGA en particular:

UGA T-13

Criterios aplicables	Texto	Vinculación con el proyecto
A1	Los desarrollos turísticos proyectados en las unidades T-1, T-2, T-3, T-4, T-5, T-6, T-7, T-13, T-14, T-15, T-16, T-17, y T-18 deberán asegurar su propio abasto de agua y el de los núcleos de población que generen, sin menoscabo del recurso para las localidades aledañas, preferentemente para ello el establecimiento de plantas desalinizadoras u otras tecnologías de aprovechamiento de agua.	El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** cuenta con una concesión para extracción de agua subterránea vigente para un volumen de 4.5 millones de m3 la cual será utilizada en los inicios del proyecto para los primeros abastos, sin embargo, y para evitar recargar el acuífero el proyecto, en una proyección concordante con la auto sustentabilidad paulatina del proyecto en general, y en su componente de aprovechamiento de recursos hídricos, se irá' incorporando una planta desaladora de agua de mar de última generación para producir agua para el consumo humano. El proceso a utilizar es el proceso de Ósmosis Inversa con recuperación de energía por SIP La planta desaladora tendrá una capacidad final de producción de agua potable de 9.943 m3/día, que supondrá una producción total anual de 3.480.182

		m3. Se ha considerado una disponibilidad de funcionamiento de la planta desaladora del 95%, es decir, la producción anual equivalente a 350 días de operación continua. Considerando que la totalidad de este volumen de agua no es necesaria desde el primer año de la vida del proyecto y siendo que la demanda irá incrementando paulatinamente, su diseño será modular, considerando su ampliación en tres fases de producción de 3.315 m3/día, cada una. La superficie para albergar la planta y sus servicios asociados es de 0.998 Ha.
B1	Incluir dentro de las normas para los permisos de construcción del municipio, el requisito de utilizar técnicas de generación y ahorro de agua potable.	La generación de agua potable partirá de la operación de la planta desaladora. Asimismo, el ahorro de agua será una acción de primordial importancia durante la construcción y operación del proyecto, toda vez que toda acción que se realice se hará bajo la premisa del desarrollo sustentable, El reuso del agua una vez tratada servirá para el riego de los campos de golf y de las áreas verdes. Este criterio es igualmente cumplido en la explicación y relación descrita en el cuadro inmediato anterior.
B2	Aplicar un sistema tarifario preferencial por categoría de usuario y volumen de consumo, que fomente el ahorro y el uso	El desarrollo del proyecto se ha apegado a todos los estándares normativos

	eficiente del recurso con base en la normatividad municipal.	aplicables, por lo que el ahorro y el aprovechamiento del agua son factores considerados durante la construcción y la operación del proyecto.
B3	Arroyos, Oasis y Manantiales: El microclima que se desarrolla a lo largo de arroyos, oasis y manantiales, es de importancia para especies animales y vegetales endémicas de estas microrregiones, además de abastecer permanentemente a varias comunidades. Estos cuerpos de agua superficial son la única fuente de abasto de agua que perdura a veces hasta varios años, por lo que se deberá: A. Justificar la construcción de represos en arroyos. B. Conservar los causes de los arroyos sin asentamientos humanos, que puedan representar una amenaza de contaminación para los mantos de agua subterránea. C. La explotación de los recursos hídricos superficiales deberá ser controlada en base a estudios que evalúen la extracción, bombeo o encauzamiento del flujo natural de manantiales u ojos de agua.	Toda vez que el proyecto se desarrollará bajo la premisa de la sustentabilidad, la construcción de la infraestructura turística no afectará a los mantos de agua subterránea ni de los recursos hídricos superficiales.
B4	Las actividades que se lleven a cabo en esta unidad, no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.	El diseño prevé entre los lotes de playa, corredores ambientales de 50.00 m de ancho que permitan la interconexión de la vegetación y fauna desde la costa hasta el interior del predio.
C1	Se deberán reorientar las políticas de desarrollo agrícola hacia una agricultura más rentable con alto valor de producción, por ejemplo, agricultura orgánica	El presente proyecto es de carácter netamente turístico y residencial en consecuencia no guarda relación con el sector agrícola. En este sentido, el presente criterio no es aplicable para

		el proyecto Los Pericúes.
C2	Se deberá promover la integración de la agricultura y el turismo	Este criterio no es aplicable al proyecto, toda vez que Los Pericués es un desarrollo turístico y residencial en su totalidad en el cual la agricultura no es una actividad a realizar.
C3	Los programas de aplicación de plaguicidas deberán fundamentarse en una consulta pública.	Toda actividad que conlleve la aplicación de plaguicidas se realizará bajo la regulación aplicable, fomentando así la no afectación al medio ambiente de la región.
C4	Se procurará la permanencia de las zonas de producción agrícola, y su aprovechamiento agroindustrial, desalentando el cambio de uso de suelo y procurando el abasto de agua	El proyecto Los Pericúes, no llevará a cabo ninguna actividad de tipo agrícola, por ende este criterio no es aplicable al proyecto.
D1	En zonas de desarrollo turístico y urbano, los predios ganaderos deberán estar cercados y los accesos deberán contar con un "Guardaganados".	Este criterio no es aplicable al proyecto bajo el entendido de que Los Pericúes es un proyecto de tipo turístico, que no prevé el desarrollo de actividad ganadera.
D2	Las carreteras pavimentadas deberán estar cercadas y los accesos deberán contar con guardaganados.	Este criterio no es aplicable al proyecto bajo el entendido de que Los Pericúes es un proyecto de tipo turístico, que no prevé el desarrollo de actividad ganadera.
K18	Se deberá contemplar al cerro del Vigía como zona de protección ecológica, bajo la modalidad de monumento natural.	Dada la extensa área que abarca la UGA T-13, el cerro del Vigía se encuentra aproximadamente a 130 KM de la zona en la que se desarrollará el proyecto, por ende dicho monumento natural no sufrirá impacto ni menoscabo alguno. En el proyecto se prevé que los corredores biológicos tengan 50 m de ancho lo que permitirá la

		interconexión de flora y fauna desde la costa hasta el interior del predio.
E1	La construcción para el manejo y recepción de los productos de la pesca deportiva se realizará bajo los siguientes criterios: A) La elección del sitio para la construcción de infraestructura deberá estar, preferentemente en lugares donde exista la disponibilidad de agua adecuada y no exista la demanda substancial del recurso. En su defecto, se deberán efectuar medidas técnicas alternativas, como por ejemplo la desalinización de agua de mar. B) El sitio debe ser escogido donde se miniminice el riesgo de aumentar la erosión, la cantidad de sedimento en suspensión, la concentración de compuestos tóxicos y la concentración de compuestos con alta demanda bioquímica de oxígeno.	Los criterios E1 a E 4, se encuentran contenidos dentro del capítulo “Pesca Deportiva y Marinas Turísticas”. Toda vez que estos criterios son aplicables a la UGA T-13, resulta evidente que la construcción de las marinas en la zona es permitido, siempre y cuando se de cumplimiento a lo dispuesto en los presentes criterios, dicho cumplimiento es constatable en los estudios técnicos contenidos en la presente MIA. Aun y cuando la pesca deportiva no constituye una actividad predominante para el proyecto, es entendible que debido a la existencia de la marina, el desarrollo de la actividad pueda generar interés para los huéspedes del desarrollo turístico. En este sentido, toda actividad de pesca deportiva se realizará en estricta atención a las disposiciones normativas aplicables. Así mismo, se compelerá a lo dispuesto en el Manual de Buenas Prácticas para Marinas publicado por la SEMARNAT.
E2	En las evaluaciones de impacto ambiental para efectuar obras de infraestructura de marinas o muelles para la pesca deportiva, se deberán predecir y evaluar, para el área de influencia del proyecto, los efectos de los dragados,	El desarrollo del proyecto de la marina, ha considerado todos los efectos que enunciados en este criterio, la información referente se incluye en los

	excavaciones, rellenos, las disposiciones de residuos, los cierres de canal, los desmontes y las construcciones de obras auxiliares sobre: A) Los patrones de la erosión, la composición del sedimento y la cantidad de sedimentos en suspensión tomando en consideración los patrones generales de sedimentación, la composición y estructura del sedimento, la liberación de compuestos tóxicos y la liberación de compuestos con alta demanda bioquímica de oxígeno. B) Los cambios batimétricos, tomando en consideración los patrones de circulación. C) La salinidad del agua y del suelo y el oxígeno disuelto en el agua. D) La concentración de la materia orgánica del suelo y del agua E) La transparencia del agua. F) La temperatura y pH del agua. G) La alteración de los patrones estacionales de escurrimiento.	estudios técnicos que se presentan en la presente MIA.
E3	Para la operación de marinas e infraestructura para la pesca deportiva se deberán considerar los siguientes aspectos: A) Cumplir con las normas técnicas ecobiológicas en materia de calidad de agua y suelo vigentes. B) Contar con planes de contingencia para el derrame accidental de combustibles, lubricantes y demás residuos líquidos (como los provenientes de las plantas de tratamiento de aguas).	El proyecto cuenta con un plan de manejo de residuos entre ellos los combustibles y con un almacén para el manejo de hidrocarburos, tanto de la marina como lo que resulten de la futura operación. Sus características están mencionadas en el Capitulo VI de esta MIA.
E4	Respecto a las actividades ribereñas, se deberá: A) Garantizar y reservar espacios para la actividad B) Reglamentar los campamentos C) Respetar la ubicación de los campamentos actuales	Esta actividad no se realiza en el área de playa que abarca el proyecto Los Pericúes, por ende no existe información para realizar una vinculación.
F1	Las construcciones y obras de urbanización, deberán respetar los causes de los arroyos y escurrimientos.	El proyecto de desarrollo turístico Los Pericúes, ha partido de los resultados obtenidos a partir de los estudios de campo

		realizados por lo que toda construcción se realizará de respetando las características hidrográficas y morfológicas de la zona.
F2	La vegetación nativa deberá conservarse selectivamente y usarse preferentemente en las áreas verdes de las construcciones.	La conservación del ecosistema juega un rol esencial en el desarrollo del proyecto, por lo que se evitará en el mayor grado posible el desmonte de la vegetación y en los casos en la que se haga desmonte se propiciará el no dañar a los ejemplares a fin de que puedan ser reinsertados en las áreas de conservación del proyecto
F3	Se deberá complementar la regulación de uso de la zona federal (principalmente en zonas de playa). Esta regulación deberá especificar tipo y ubicación de accesos bajo los siguientes criterios: A) Se deberán prohibir las construcciones y divisiones físicas en los arroyos que desemboquen. B) Se deberá respetar el derecho de vía de los caminos actuales hacia la zona federal de playa bajo la normativa vigente. C) Salvo justificación contraria, el ancho de vía de los accesos a la playa será de 7.0 mts. Mínimo. D) Se deberán establecer áreas de estacionamiento adyacentes al derecho de vía y cercanas al acceso peatonal a la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar. E) Se prohibirá todo tránsito vehicular.	El desarrollo del proyecto se ha realizado en atención a lo dispuesto en este criterio, asimismo lo referente a la legislación aplicable en la zona federal marítimo terrestre, adicionalmente a los 20m de la misma, aplicará una restricción voluntaria de 200m.
F4	Para las unidades que digan T-1,T-2,T-3,T-4,T-5,T-6 y T-7 deberán realizarse los programas de desarrollo urbano que establezcan los umbrales de crecimiento de todos los centros de población, en especial del corredor turístico, orientados bajo una política de consolidación y para los poblados de : Miraflores, La ribera,	La promoción del desarrollo económico de la región constituye una de las prioridades del proyecto. La Promovente cooperara en lo posible y necesario con las autoridades que determinen llevar al cabo

	Buenavista y Santiago, contemplados con una política de impulso.	los programas de desarrollo urbano.
F6	Se deberá regular y controlar la ubicación y calidad de los campamentos de los trabajadores de la construcción bajo los siguientes criterios: A) Se deberá consignar ante las autoridades municipales la siguiente información: I. Responsable de la inversión y del proyecto. II. Declaración de la localización del predio. III. Condiciones de habitabilidad. IV. Número de trabajadores. V. Tiempo de uso de las instalaciones. VI. Programa de desmantelamientos del campamento. B) Para la instalación de los campamentos se deberá observar el siguiente criterio de ubicación : I. No podrá establecerse en zonas cercanas a cañadas, rinconadas o similares. C) Las instalaciones deberán incorporar la siguiente infraestructura y servicios: I. Energía eléctrica: II. Agua potable III. Sistema de tratamiento de aguas residuales de no existir una red cercana para su conexión. IV. Disposición diaria de desechos sólidos en las instalaciones municipales autorizadas. V. Sistema de seguridad contra incendios y aquellos que señalen los reglamentos respectivos. VI. Sistema de vigilancia. VII. Sistema de señalización de usos y restricciones. VIII. Vialidad. IX. Transporte colectivo. D) Características de los dormitorios. I. La densidad de camas por cuarto será máximo de siete. II. Las dimensiones de los cuartos deberán ser de acuerdo a la normatividad respectiva e incluir zona de guardado.	Aunque el objetivo primordial del proyecto es generar empleos para los residentes de los poblados de la Ribera y Cabo Pulmo, el proyecto implementará un campamento temporal para trabajadores que estará ubicado en la Zona 3 aledaño a la zona de servicios y en donde también se ubicarán los acopios temporales de materiales y el parque de maquinaría. Con su respectiva área para manejo de hidrocarburos. Las características de estas instalaciones de especificarán en el Capitulo II de esta MIA.

	III. Se deberá contar con áreas ventiladas e higiénicas, así como iluminación en cuartos, pasillos y andadores. E) Servicios generales: I. Se deberá contar con áreas para el lavado de ropa. II. Se deberá contar con servicios sanitarios en el número y calidad requeridos por las legislaciones correspondientes. III. Los servicios de comedor y cocina deberán respetar las condiciones de seguridad e higiene de las legislaciones correspondientes. IV. Se deberá dotar de un espacio para actividades recreativas.	
I1	En el desarrollo de los proyectos turísticos se deberán mantener los ecosistemas excepcionales; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localizan dentro del área de proyectos turísticos.	Con la finalidad de cumplir con este criterio, se ha previsto conservar la mayor cantidad de zona que sea posible, permitiendo así mantener los ciclos ecológicos de la flora y fauna endémica. En este mismo sentido, en la presente MIA, se describen a fondo los programas de manejo que se aplicarán en todo momento durante la construcción y operación del proyecto.
I2	En los casos en los que las zonas aptas para el turismo colinden con las áreas naturales protegidas, deberán establecerse gradientes de desarrollo entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.	Propiciar la conservación y respeto a la regulación referente al parque nacional Cabo Pulmo, es un de los principales intereses del proyecto Los Pericúes, por lo tanto, el Plan Maestro ha tomado en consideración todas las medidas necesarias para prevenir una afectación al parque nacional. En este sentido, el polígono colindante con el ANP tendrá vocación de buffer que servirá de amortiguamiento entre el

		ANP y el desarrollo, la marina se ubica a 11km. Como se advierte de los planos y descripciones técnicas sobre el proyecto, las descargas de la planta desaladora, se ubicarán a una distancia superior, de tal manera que, aunado a las estrategias de manejo de la Planta desaladora, y de desarrollo y construcción del proyecto en general, no se generaran afectaciones negativas a la ANP.
I3	Todo tipo de desechos en desarrollos turísticos se deberán disponer en los sitios autorizados por el H. Ayuntamiento.	Con la finalidad de dar cumplimiento a lo referente a la gestión y manejo de residuos Aunado a lo anterior, el **Proyecto Los Pericúes (PLP)** propone la estación de transferencia tendrá con el objetivo principal la separación y reutilización de los residuos tanto orgánicos como inorgánicos que se generarán a lo largo pretende reducir el volumen total de residuos no reutilizables al tiradero municipal, eliminar los vertederos incontrolados de residuos en el predio del proyecto, evitar la contaminación del suelo y aguas subterráneas así como reducir los costos de tratamiento, reducción de costos de transporte entre los puntos de transporte de residuos y los centros de separación y reciclaje, coadyuvar con el manejo de residuos que desarrolla la autoridad competente

		mediante la participación activa en el manejo responsable de los residuos sólidos, fomentar la gestión integral de los residuos sólidos en el desarrollo de un modo centralizado, establecer un sistema demostrativo integral que permita comprobar que es factible la implementación de estrategias de manejo de residuos sólidos en desarrollos turísticos costeros en la región y generar esquemas de negocios paralelos que permitan una mejor integración de la matriz financiera del proyecto a las buenas y mejores prácticas ambientales, así, la estación de transferencias del proyecto, puede considerarse como uno de los aportes en cuanto a estrategias de innovación y desarrollo del Proyecto, para esto ha destinado 3.18 Has
I4	En las áreas no construidas se deberá mantener la cubierta vegetal original y en los espacios abiertos construidos, la correspondiente a los estratos arbóreo y arbustivo	En las áreas no construidas del proyecto se destinarán a conservación, manteniendo así la cubierta vegetal propia de la zona.
I5	Deberán evitarse construcciones que pongan en peligro el equilibrio ecológico de pantanos y esteros. Los cuerpos de agua no deberán ser desecados, debiéndose integrar al paisaje del área.	Dentro de la zona en la que se desarrollará el proyecto no se localizan pantanos, esteros ni cuerpos de agua. Por lo que el proyecto no afectará a los cuerpos de agua enunciados en este criterio.
I6	No deberá permitirse el desarrollo de áreas inundables o parcialmente inundables si causan un impacto negativo y si no cuentan con las obras de protección necesarias.	El PLP no considera ninguna construcción dentro o cerca de las áreas inundables por el contrario

		siempre mantendrá una restricción sobre las mismas.
I7	Toda construcción turística deberá garantizar la permanencia del 50% de áreas naturales libres de construcción del total de la superficie del terreno donde se lleve a cabo el proyecto.	Respecto a este criterio, el desarrollo turístico Los Pericúes, tendrá como área de conservación 71% de la superficie del terreno.
I8	Deberán mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos	Al mantener un alto porcentaje de vegetación nativa como conservación, se estará promoviendo que de manera natural los acuíferos se recarguen. Dada la prioridad que tiene la conservación en el proyecto, se mantendrá la flora nativa de la región propiciando la continuidad del ciclo de recarga de los acuíferos.
I9	Se procurará que en el diseño de la pavimentación se permita la filtración del agua al subsuelo.	El diseño de los pavimentos al será de concreto hidráulico el cual permitirá la filtración de agua al subsuelo
I10	No deberá permitirse ningún tipo de construcción en la zona de dunas costeras a lo largo del litoral.	El proyecto considera una restricción voluntaria de 200m adicionales a los 20, de ZFMT lo que garantiza que las construcciones Una de las UGA's que resulta aplicable al proyecto, es la UGA UT-13, en la que se pretende desarrollar la marina en un área en la que no se encuentran dunas, misma que prevé una vocación de uso apta para turismo de densidad bruta hasta 10 ctos./ha y usos conservacionistas de baja densidad **y poca demanda al ambiente;** tiene asignados los criterios ecológicos generales A1, B1-B3, C4-C6, C10, C12, D1, D4, D8, D9, F1-F3, F5-F7, **H1-H7**, I4-I6, **I8-I14**, I16, I18-

		I20, criterios ecológicos intermedios **JI-J4**, y criterios ecológicos específicos **K11**, que se encuentran orientados por la política de Conservación y una vocación apta para turismo, en el que esta incluido el I10. De conformidad con el análisis del cuerpo del POE-LC, es dable determinar que al proyecto le es aplicable **Grupo 3**, en el que se encuentra asignado el criterio ecológico general ***f. Pesca deportiva y marinas turísticas***, y dentro de los criterios ecológicos específicos, se encuentran asignados los incisos (c) ***La franja costera se considerara adecuada para aprovechamientos turísticos de baja intensidad (10 a 15 cuartos/ha),*** y el (e) ***Criterios para pesca deportiva y marinas;*** así como que la política ambiental de la localidad **Punta Arena** (y de las localidades aledañas punta Colorada y las Lagunas), en donde se llevará a cabo el emplazamiento del proyecto es de **aprovechamiento**, con el sector involucrado **turismo, asentamientos humanos.** Le resultan también aplicables el criterio ecológico I12, que establecen que para las zonas de conservación y preservación se deberán realizar evaluaciones de impacto ambiental para todo proyecto de desarrollo; que podrán desmontarse las áreas necesarias para las construcciones y caminos de acceso y de conformidad al avance del proyecto; así como los criterios ecológicos intermedios: J2, J3 y J4, que

		establecen que se deberán suministrar los servicios de agua potable, drenaje, recolección de basura y combustibles en las marinas; que se deberá elaborar un reglamento de navegación y anclaje de embarcaciones; y que para la construcción de escolleras, terrenos ganados al mar y demás equipamiento costero se deberá realizar un estudio de impacto ambiental de acuerdo con la normatividad respectiva. No debemos dejar de atender, que los criterios ecológicos intermedios son específicos a cada grupo del análisis de aptitud, y se asignan para proteger los recursos naturales vulnerables en las actividades de desarrollo turístico o que cuentan con características ambientales importantes. Por todo lo anterior, el proyecto cumple con lo establecido en el instrumento en análisis.
I11	Todos los proyectos de desarrollo localizados en la zona costera deberán incluir accesos públicos a la zona Federal Marítimo Terrestre.	El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** considerará dos accesos de paso libre a la playa los cuales tienen una fácil accesibilidad desde la vialidad principal. Independiente a estos accesos terrestres a la playa como se mencionó antes los pescadores podrán tener acceso a través de la marina, con estos accesos el proyecto permitirá que la comunidad continué teniendo acceso a la zona.
I12	Sólo podrán desmontarse las áreas necesarias para las construcciones y caminos de acceso, de conformidad al	El desmonte de vegetación se realizará de acuerdo a la etapa del proyecto que se

	avance del proyecto.	realice, siempre bajo el criterio de conservar la mayor cantidad posible de especies para reinsertarlas en las áreas de conservación.
I13	No se permitirá la desecación de cuerpos de agua.	Al no interrumpir el cauce de los arroyos ubicados en el predio, se garantizará la no desecación de los mismos.
I14	No se permitirá sin justificación técnica la obstrucción de escurrimientos pluviales, para la construcción de puentes, bordos, carreteras, terracerías, veredas, puertos, muelles, canales y obras que puedan interrumpir el flujo del agua, deberán diseñarse alcantarillas (Pasos de Agua).	Toda obra contenida en el presente proyecto contempla una justificación técnica, por ende aquellas obras que sean objeto del presente criterio se encontrarán justificadas técnicamente en su totalidad.
I15	Todas las zonas turísticas deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales y el agua tratada deberá ser reutilizada.	El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** considera la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, para las aguas residuales que se generarán en los servicios relacionados con las áreas comunes, campo de golf, predios residenciales y hoteles y considera una planta de tratamiento de aguas residuales base de humedales artificiales para su pulimiento este sistema se empleará en el Lodge ecoturistico y en el Eco Parque. La planta de tratamiento de aguas residuales central tendrá una capacidad para tratar hasta 4’882,115 metros cúbicos por año (155 lps) que se construirá progresivamente en tres módulos para 52 litros por segundo y cada módulo

		compuesto de dos trenes en paralelo para 26 litros por segundo cada uno. La tecnología que se usará es la de lodos activados en su modalidad de aeración extendida con tratamiento terciario mediante filtración, desinfección mediante luz ultra violeta y manejo de lodos a través de digestión, espesamiento y prensado para su posterior uso en combinación con residuos vegetales para producción de compost para su uso en el campo de golf y áreas verdes.
I16	Deberá procurarse que el drenaje pluvial y sanitario sean separados.	El sistema de drenaje será separado, es decir no se combinarán las aguas residuales con las pluviales de esta forma, aprovechando la pendiente natural del terreno, en su mayor parte el drenaje será por gravedad a excepción de la red costera que tendrá un cárcamo de bombeo para elevar las aguas residuales a una cota que permita integrar el agua en el sistema por gravedad. El funcionamiento de este sistema se encuentra debidamente detallado en el capítulo II de la presente MIA.
I17	No se permitirá la instalación de infraestructura de comunicaciones (Postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico que estén incluidos en las unidades de desarrollo turístico.	La infraestructura para el suministro eléctrico si bien es aéreo pues su proveniencia es de 30km fuera del predio hasta llegar a la sub estación de transformación, al interior del mismo al igual que

		todas las instalaciones de telefonía, agua, drenaje, etc., serán de manera subterránea para evitar cualquier tipo de contaminación visual.
I18	Se deberán establecer las medidas necesarias para evitar el arrastre de sedimentos por escurrimientos	Dentro de los estudios técnicos contenidos en la presente MIA,, se encuentra la información técnicamente detallada respecto de las medidas que se llevarán a cabo en el proyecto a fin de evitar el arrastre de sedimentos por escurrimientos.
I19	En las actividades de desmonte no deberá hacerse uso del fuego.	La actividad de desmonte irá siempre encaminada a salvar la mayor cantidad de ejemplares posibles, por lo que el uso de fuego para el desmonte es una práctica descartada dado el alto riesgo que implica.
I20	Deberá prohibirse el uso de explosivos en zonas de anidación, refugio y reproducción de fauna silvestre.	Este proyecto no tiene considerado utilizar ningún tipo de explosivo.
J1	Se deberá complementar la reglamentación federal respecto al uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre, terrenos ganados al mar y acceso a playas, incluyendo el tipo de acceso, ubicación y tamaño.	Actualmente el proyecto cuenta con la concesión de la ZFMT. Al respecto, el promovente acatará lo dispuesto en la Ley General de Bienes nacionales, específicamente en lo referente a las concesiones que se requieran de zona federal marítimo terrestre. Tal como se manifestó anteriormente, permitiendo en todo momento el acceso a la zona federal.
J2	Se deberán suministrar los servicios de agua potable, drenaje, recolección de basura y combustibles en las marinas. Estos servicios deberán sufragarse con base en	Como servicios dentro de la marina el PLP incluye una estación para combustibles, para la

	cuotas y podrán concesionarse.	recolección de los mismos, servicios sanitarios, estacionamiento y comercio.
J3	Se deberá aplicar la normatividad de navegación y anclaje de embarcaciones.	Toda actividad que se realice en la marina, se regirá por las disposiciones aplicables, adicionalmente se implementará un reglamento de operaciones y de buenas practicas el cual tiene el objetivo de minimizar cualquier impacto. En el Capitulo II se detalla el Plan de Contingencias de operación para la Marina.
J4	Para la construcción de escolleras, terrenos ganados al mar y demás equipamiento costero se deberá realizar un estudio de impacto ambiental de acuerdo con la normatividad respectiva.	Las únicas construcciones asociadas a la costa serán los espigones de entrada en la marina mismos que forman parte de las instalaciones asociadas a la Marina, componente de las obras y actividades sometidas e EIA en la presente MIA.

UGA T-14

Criterios aplicables	Texto	Vinculación con el proyecto
A1	Los desarrollos turísticos proyectados en las unidades T-1, T-2, T-3, T-4, T-5, T-6, T-7, T-13, T-14, T-15, T-16, T-17, y T-18 deberán asegurar su propio abasto de agua y el de los núcleos de población que generen, sin menoscabo del recurso para las localidades aledañas, preferentemente para ello el establecimiento de plantas desalinizadoras u otras tecnologías de aprovechamiento de agua.	El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** cuenta con una concesión para extracción de agua subterránea la cual será utilizada en los inicios del proyecto para los primeros abastos, pero para evitar recargar el acuífero el proyecto será autosustentable incorporando una planta Desaladora de agua de mar de ultima generación para

		producir agua para el consumo humano. El proceso a utilizar es el proceso de Ósmosis Inversa con recuperación de energía por SIP La planta desaladora tendrá una capacidad final de producción de agua potable de 9.943 m3/día, que supondrá una producción total anual de 3.480.182 m3. Se ha considerado una disponibilidad de funcionamiento de la planta desaladora del 95%, es decir, la producción anual equivalente a 350 días de operación continua. Considerando que esta cantidad de agua no es necesaria desde el primer año de la vida del proyecto y siendo que la demanda irá incrementando paulatinamente, su diseño será modular, considerando su ampliación en tres fases de producción de 3.315 m3/día, cada una. La superficie para albergar la planta y sus servicios asociados es de 0.998 Ha.
B1	Incluir dentro de las normas para los permisos de construcción del municipio, el requisito de utilizar técnicas de generación y ahorro de agua potable.	La generación de agua potable partirá de la operación de la planta desaladora. Asimismo, el ahorro de agua será una acción de primordial importancia durante la construcción y operación del proyecto, toda vez que toda acción que se realice se hará bajo la premisa del desarrollo sustentable

B2	Aplicar un sistema tarifario preferencial por categoría de usuario y volumen de consumo, que fomente el ahorro y el uso eficiente del recurso con base en la normatividad municipal.	El desarrollo del proyecto se ha apegado a todos los estándares normativos aplicables, por lo que el ahorro y el aprovechamiento del agua son factores considerados durante la construcción y la operación del proyecto.
B3	Arroyos, Oasis y Manantiales: El microclima que se desarrolla a lo largo de arroyos, oasis y manantiales, es de importancia para especies animales y vegetales endémicas de estas microrregiones, además de abastecer permanentemente a varias comunidades. Estos cuerpos de agua superficial son la única fuente de abasto de agua que perdura a veces hasta varios años, por lo que se deberá: A. Justificar la construcción de represos en arroyos. B. Conservar los causes de los arroyos sin asentamientos humanos, que puedan representar una amenaza de contaminación para los mantos de agua subterránea. C. La explotación de los recursos hídricos superficiales deberá ser controlada en base a estudios que evalúen la extracción, bombeo o encauzamiento del flujo natural de manantiales u ojos de agua.	Toda vez que el proyecto se desarrollará bajo la premisa de la sustentabilidad, la construcción de la infraestructura turística no afectará a los mantos de agua subterránea ni se los recursos hídricos superficiales.
B4	Las actividades que se lleven a cabo en esta unidad, no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.	Conscientes de la riqueza en biodiversidad propia de la zona en la que se desarrollará el proyecto, la premisa mayor de este es desarrollar el proyecto turístico atendiendo a un criterio de sustentabilidad que no interrumpa con los procesos bilógicos de la región sino por el contrario, el proyecto Los Pericúes propiciara la conservación y la protección tanto de la flora como de la fauna de la

		región a través de la aplicación de Planes de Manejo enfocados a especies que por mandato de ley deben protegerse.
E1	La construcción para el manejo y recepción de los productos de la pesca deportiva se realizará bajo los siguientes criterios: A) La elección del sitio para la construcción de infraestructura deberá estar, preferentemente en lugares donde exista la disponibilidad de agua adecuada y no exista la demanda substancial del recurso. En su defecto, se deberán efectuar medidas técnicas alternativas, como por ejemplo la desalinización de agua de mar. B) El sitio debe ser escogido donde se miniminice el riesgo de aumentar la erosión, la cantidad de sedimento en suspensión, la concentración de compuestos tóxicos y la concentración de compuestos con alta demanda bioquímica de oxígeno.	Aun y cuando la pesca deportiva no constituye una actividad predominante para el proyecto, es entendible que debido a la existencia de la marina, el desarrollo de la actividad pueda generar interés para los huéspedes del desarrollo turístico. En este sentido, toda actividad de pesca deportiva se realizará en estricta atención a las disposiciones normativas aplicables. Así mismo, se compelerá a lo dispuesto en el Manual de Buenas Prácticas para Marinas publicado por la SEMARNAT.
E2	En las evaluaciones de impacto ambiental para efectuar obras de infraestructura de marinas o muelles para la pesca deportiva, se deberán predecir y evaluar, para el área de influencia del proyecto, los efectos de los dragados, excavaciones, rellenos, las disposiciones de residuos, los cierres de canal, los desmontes y las construcciones de obras auxiliares sobre: A) Los patrones de la erosión, la composición del sedimento y la cantidad de sedimentos en suspensión tomando en consideración los patrones generales de sedimentación, la composición y estructura del sedimento, la liberación de compuestos tóxicos y la liberación de compuestos con alta demanda bioquímica de oxígeno. B) Los cambios batimétricos, tomando en	El desarrollo del proyecto de la marina, ha considerado todos los efectos que enunciados en este criterio, la información referente se incluye en los Capítulos II y VI de esta MIA

	consideración los patrones de circulación. C) La salinidad del agua y del suelo y el oxígeno disuelto en el agua. D) La concentración de la materia orgánica del suelo y del agua E) La transparencia del agua. F) La temperatura y pH del agua. G) La alteración de los patrones estacionales de escurrimiento.	
E3	Para la operación de marinas e infraestructura para la pesca deportiva se deberán considerar los siguientes aspectos: A) Cumplir con las normas técnicas ecobiológicas en materia de calidad de agua y suelo vigentes. B) Contar con planes de contingencia para el derrame accidental de combustibles, lubricantes y demás residuos líquidos (como los provenientes de las plantas de tratamiento de aguas).	En el Capitulo VI de esta MIA en el apartado de Plan de Contingencias para la Marina se detallan las acciones que se tienen consideradas para su operación.
E4	Respecto a las actividades ribereñas, se deberá: A) Garantizar y reservar espacios para la actividad B) Reglamentar los campamentos C) Respetar la ubicación de los campamentos actuales	Esta actividad no se realiza en el área de playa que abarca el proyecto Los Pericúes,.
F1	Las construcciones y obras de urbanización, deberán respetar los causes de los arroyos y escurrimientos.	El proyecto de desarrollo turístico Los Pericúes, ha partido de los resultados obtenidos a partir de los estudios de campo realizados por lo que toda construcción se realizará de respetando las características hidrográficas y morfológicas de la zona.
F2	La vegetación nativa deberá conservarse selectivamente y usarse preferentemente en las áreas verdes de las construcciones.	La conservación del ecosistema juega un rol esencial en el desarrollo del proyecto, por lo que se evitará en el mayor grado posible el desmonte de la vegetación y en los casos en la que se haga desmonte se propiciará el no dañar a

		los ejemplares a fin de que puedan ser reinsertados en las áreas de conservación del proyecto. Asimismo, el proyecto contempla un vivero, el cual durante la vida del proyecto será fundamental ya que desde los inicios del proyecto se llevaran a cabo tareas de rescate de especies nativas que estén ubicadas en las zonas a intervenir, se les dará mantenimiento durante el proceso que duren las obras de infraestructura y luego se realizarán trasplantes en las zonas que se pretende reforzar la masa vegetal. Se generará una la paleta vegetal, que integrará como únicas especies autorizadas las existentes los paisajes naturales de la región, se establecerá un vivero de reproducción de plantas nativas que servirán para reforestar las áreas de conservación y las zonas ajardinadas de las instalaciones que se construirán, para este fin se destinan 4.50 Has.
F3	Se deberá complementar la regulación de uso de la zona federal (principalmente en zonas de playa). Esta regulación deberá especificar tipo y ubicación de accesos bajo los siguientes criterios: A) Se deberán prohibir las construcciones y divisiones físicas en los arroyos que desemboquen. B) Se deberá respetar el derecho de vía de los caminos actuales hacia la zona federal	El desarrollo del proyecto se ha realizado en atención a lo dispuesto en este criterio, asimismo lo referente a la legislación aplicable en la zona federal marítimo terrestre

	de playa bajo la normativa vigente. C) Salvo justificación contraria, el ancho de vía de los accesos a la playa será de 7.0 mts. Mínimo. D) Se deberán establecer áreas de estacionamiento adyacentes al derecho de vía y cercanas al acceso peatonal a la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar. E) Se prohibirá todo tránsito vehicular.	
F4	Para las unidades que digan T-1,T-2,T-3,T-4,T-5,T-6 y T-7 deberán realizarse los programas de desarrollo urbano que establezcan los umbrales de crecimiento de todos los centros de población, en especial del corredor turístico, orientados bajo una política de consolidación y para los poblados de : Miraflores, La ribera, Buenavista y Santiago, contemplados con una política de impulso.	La promoción del desarrollo económico de la región constituye una de las prioridades del proyecto La Promovente cooperara en lo posible y necesario con las autoridades que determinen llevar al cabo los programas de desarrollo urbano.
F6	Se deberá regular y controlar la ubicación y calidad de los campamentos de los trabajadores de la construcción bajo los siguientes criterios: A) Se deberá consignar ante las autoridades municipales la siguiente información: I. Responsable de la inversión y del proyecto. II. Declaración de la localización del predio. III. Condiciones de habitabilidad. IV. Número de trabajadores. V. Tiempo de uso de las instalaciones. VI. Programa de desmantelamientos del campamento. B) Para la instalación de los campamentos se deberá observar el siguiente criterio de ubicación : I. No podrá establecerse en zonas cercanas a cañadas, rinconadas o similares. C) Las instalaciones deberán incorporar la siguiente infraestructura y servicios: I. Energía eléctrica: II. Agua potable III. Sistema de tratamiento de aguas residuales de no existir una red cercana	Aunque el objetivo primordial del proyecto es generar empleos para los residentes de los poblados de la Ribera y Cabo Pulmo, el proyecto implementará un campamento temporal para trabajadores que estará ubicado en la Zona 3 aledaño a la zona de servicios y en donde también se ubicarán los acopios temporales de materiales y el parque de maquinaría, con su respectiva área para manejo de hidrocarburos. Las características de estas instalaciones de especificarán en el Capitulo II de esta MIA

	para su conexión. IV. Disposición diaria de desechos sólidos en las instalaciones municipales autorizadas. V. Sistema de seguridad contra incendios y aquellos que señalen los reglamentos respectivos. VI. Sistema de vigilancia. VII. Sistema de señalización de usos y restricciones. VIII. Vialidad. IX. Transporte colectivo. D) Características de los dormitorios. I. La densidad de camas por cuarto será máximo de siete. II. Las dimensiones de los cuartos deberán ser de acuerdo a la normatividad respectiva e incluir zona de guardado. III. Se deberá contar con áreas ventiladas e higiénicas, así como iluminación en cuartos, pasillos y andadores. E) Servicios generales: I. Se deberá contar con áreas para el lavado de ropa. II. Se deberá contar con servicios sanitarios en el número y calidad requeridos por las legislaciones correspondientes. III. Los servicios de comedor y cocina deberán respetar las condiciones de seguridad e higiene de las legislaciones correspondientes. IV. Se deberá dotar de un espacio para actividades recreativas.	
H1	Se deberá mantener el valor recreativo, cultural y biológico de las zonas de conservación y preservación, limitando los usos extractivos y de transformación como los forestales y mineros.	El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** plantea integrar una superficie de 129.273 Has como área protegida voluntaria que se sumará a la zona protegida oficial del Polígono 2 que es de 356.378 Has con el objetivo de crear en 485.651 un *Eco Parque* para actividades de educación ambiental, senderos interpretativos, miradores de aves y todas

		aquellas actividades que introduzcan la temática ambiental y que puedan ser vinculantes con el Área Protegida ubicada a 11.00 km al sur de la propiedad.
H3	En las zonas de preservación y conservación se deberá mantener o mejorar el funcionamiento de los procesos naturales que permitan mantener la calidad del agua marina.	El vivero, el Ecoparque y la zona de conservación previstos en el plan maestro de este proyecto propiciaran la conservación y mejoramiento de los procesos naturales de la región como se describe en este instrumento.
H4	Se deberán tomar las medidas pertinentes para preservar la biodiversidad de las zonas de conservación y preservación	El PLP considerará cuatro tipos de áreas de conservación; la primera es la que está encuentra en las *Zonas de Protección* decretadas por los ordenamientos ecológicos aplicables, la segunda son las superficie que considera *no afectada* ni por obras y actividades en *suelo*, y la tercera son las superficie que considera *no afectada* ni por obras y actividades en *duna*, y la cuarta son todas las superficies de conservación *al interior* de las áreas señaladas como *Actividades o Usos.* Todas las actividades de conservación se encuentran minuciosamente detallas en el Capítulo II de la presente MIA.
H5	En las zonas de conservación y preservación se deberán realizar evaluaciones de impacto ambiental y evaluaciones de riesgo en las modalidades que establezcan las autoridades competentes y a las recomendaciones que	Se cumple con el presente procedimiento.

	establece este documento.	
H6	Se deberán restringir nuevos aprovechamientos de agua subterránea en áreas de recarga.	Los aprovechamientos s de agua subterráneas se regularán de acuerdo a las normas de la autoridad competente, es decir, al COANGUA.
I1	En el desarrollo de los proyectos turísticos se deberán mantener los ecosistemas excepcionales; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localizan dentro del área de proyectos turísticos.	Con la finalidad de cumplir con este criterio, se ha previsto conservar la mayor cantidad de zona que sea posible, permitiendo así mantener los ciclos ecológicos de la flora y fauna endémica. En este mismo sentido, en la presente MIA, se describen a fondo los programas de manejo que se aplicarán en todo momento durante la construcción y operación del proyecto.
I2	En los casos en los que las zonas aptas para el turismo colinden con las áreas naturales protegidas, deberán establecerse gradientes de desarrollo entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.	Propiciar la conservación y respeto a la regulación referente al parque nacional Cabo Pulmo, es un de los principales intereses del proyecto Los Pericúes, por lo tanto, el Plan Maestro ha tomado en consideración todas las medidas necesarias para prevenir una afectación al parque nacional. En este sentido, el polígono colindante con el ANP tendrá vocación de buffer que servirá de amortiguamiento entre el ANP y el desarrollo, la marina se ubica a 11kmen cuanto a las descargas de la planta desaladora, esta se ubicarán de igual forma a la misma distancia.
I3	Todo tipo de desechos en desarrollos turísticos se deberán disponer en los sitios	Con la finalidad de dar cumplimiento a lo referente

	autorizados por el H. Ayuntamiento.	a la gestión y manejo de residuos. Aunado a lo anterior, el **Proyecto Los Pericúes (PLP)** propone la estación de transferencia tendrá con el objetivo principal la separación y reutilización de los residuos tanto orgánicos como inorgánicos que se generarán a lo largo pretende reducir el volumen total de residuos no reutilizables al tiradero municipal, eliminar los vertederos incontrolados de residuos en el predio del proyecto, evitar la contaminación del suelo y aguas subterráneas así como reducir los costos de tratamiento, reducción de costos de transporte entre los puntos de transporte de residuos y los centros de separación y reciclaje, coadyuvar con el manejo de residuos que desarrolla la autoridad competente mediante la participación activa en el manejo responsable de los residuos sólidos, fomentar la gestión integral de los residuos sólidos en el desarrollo de un modo centralizado, establecer un sistema demostrativo integral que permita comprobar que es factible la implementación de estrategias de manejo de residuos sólidos en desarrollos turísticos costeros en la región y generar esquemas de negocios paralelos que permitan una mejor

		integración de la matriz financiera del proyecto a las buenas y mejores prácticas ambientales, así, la estación de transferencias del proyecto, puede considerarse como uno de los aportes en cuanto a estrategias de innovación y desarrollo del Proyecto, para esto a destinado 3.18 Has
I4	En las áreas no construidas se deberá mantener la cubierta vegetal original y en los espacios abiertos construidos, la correspondiente a los estratos arbóreo y arbustivo	En las áreas no construidas del proyecto se destinarán a conservación, manteniendo así la cubierta vegetal propia de la zona.
I5	Deberán evitarse construcciones que pongan en peligro el equilibrio ecológico de pantanos y esteros. Los cuerpos de agua no deberán ser desecados, debiéndose integrar al paisaje del área.	Dentro de la zona en la que se desarrollará el proyecto no se localizan pantanos, esteros ni cuerpos de agua. Por lo que el proyecto no afectará a los cuerpos de agua enunciados en este criterio.
I6	No deberá permitirse el desarrollo de áreas inundables o parcialmente inundables si causan un impacto negativo y si no cuentan con las obras de protección necesarias.	El PLP no considera ninguna construcción dentro o cerca de las áreas inundables por el contrario siempre mantendrá juna restricción sobre las mismas
I7	Toda construcción turística deberá garantizar la permanencia del 50% de áreas naturales libres de construcción del total de la superficie del terreno donde se lleve a cabo el proyecto.	Respecto a este criterio, el desarrollo turístico Los Pericúes, tendrá como área de conservación 71% de la superficie, como se desprende de la descripción conceptual y detalle del proyecto.
I8	Deberán mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos	Al mantener un alto porcentaje de vegetación nativa como conservación, se estará promoviendo que de manera natural los acuíferos se recarguen. Dada la prioridad que tiene

		la conservación en el proyecto, se mantendrá la flora nativa de la región propiciando la continuidad del ciclo de recarga de los acuíferos.
I9	Se procurará que en el diseño de la pavimentación se permita la filtración del agua al subsuelo.	El diseño de los pavimentos al será de concreto hidráulico el cual permitirá la filtración de agua al subsuelo
I10	No deberá permitirse ningún tipo de construcción en la zona de dunas costeras a lo largo del litoral.	El proyecto considera una restricción voluntaria de 200m adicionales a los 20, de ZFMT lo que garantiza que las construcciones que se pretenden construir en la superficie que abarca la UGA T-14, no se ubican en el área de dunas, por lo que al no estar previstas en esta prohibición son permitidas por el POE-LC.
I11	Todos los proyectos de desarrollo localizados en la zona costera deberán incluir accesos públicos a la zona Federal Marítimo Terrestre.	El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** considerará dos accesos de paso libre a la playa los cuales tienen una fácil accesibilidad desde la vialidad principal. Independiente a estos accesos terrestres a la playa como se mencionó antes los pescadores podrán tener acceso a través de la marina, con estos accesos el proyecto permitirá que la comunidad continué teniendo acceso a la zona.
I12	Sólo podrán desmontarse las áreas necesarias para las construcciones y caminos de acceso, de conformidad al avance del proyecto.	El desmonte de vegetación se realizará de acuerdo a la etapa del proyecto que se realice, siempre bajo el criterio de conservar la mayor cantidad posible de especies para reinsertarlas

		en las áreas de conservación.
I13	No se permitirá la desecación de cuerpos de agua.	Al no interrumpir el cauce de los arroyos ubicados en el predio, se garantizará la no desecación de los mismos.
I14	No se permitirá sin justificación técnica la obstrucción de escurrimientos pluviales, para la construcción de puentes, bordos, carreteras, terracerías, veredas, puertos, muelles, canales y obras que puedan interrumpir el flujo del agua, deberán diseñarse alcantarillas (Pasos de Agua).	Toda obra contenida en el presente proyecto contempla una justificación técnica, por ende aquellas obras que sean objeto del presente criterio se encontrarán justificadas técnicamente en su totalidad.
I15	Todas las zonas turísticas deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales y el agua tratada deberá ser reutilizada.	El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** considera la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, para las aguas residuales que se generarán en los servicios relacionados con las áreas comunes, campo de golf, predios residenciales y hoteles y considera una planta de tratamiento de aguas residuales base de humedales artificiales para su pulimiento este sistema se empleará en el Lodge ecoturistico y en el Eco Parque. La planta de tratamiento de aguas residuales central tendrá una capacidad para tratar hasta 4’882,115 metros cúbicos por año (155 lps) que se construirá progresivamente en tres módulos para 52 litros por segundo y cada módulo compuesto de dos trenes en paralelo para 26 litros por segundo cada uno. La tecnología que se usará es la de lodos activados en su modalidad de aeración extendida con tratamiento terciario mediante filtración, desinfección mediante luz ultra violeta y manejo de lodos a

		través de digestión, espesamiento y prensado para su posterior uso en combinación con residuos vegetales para producción de compost para su uso en el campo de golf y áreas verdes
I16	Deberá procurarse que el drenaje pluvial y sanitario sean separados.	El sistema de drenaje será separado, es decir no se combinarán las aguas residuales con las pluviales de esta forma, aprovechando la pendiente natural del terreno, en su mayor parte el drenaje será por gravedad a excepción de la red costera que tendrá un cárcamo de bombeo para elevar las aguas residuales a una cota que permita integrar el agua en el sistema por gravedad. El funcionamiento de este sistema se encuentra debidamente detallado en el capítulo II de la presente MIA.
I17	No se permitirá la instalación de infraestructura de comunicaciones (Postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico que estén incluidos en las unidades de desarrollo turístico.	Al respecto, el proyecto del desarrollo turístico ha tomado en consideración este criterio, por lo que ninguna instalación se colocará en las zonas contempladas por el criterio. Estos servicios consideran la construcción de una zanja o berma que será utilizada por las empresas externas prestadoras de servicios para la colocación de las líneas de, telecomunicaciones. Las zanjas así como la

		preparación para recibir los diferentes cableados e instalaciones estarán dispuestos en las mismas áreas consideradas en la vialidad, manteniendo alejada la zanjas que conducen agua de las zanjas que conducen cableados, sea esto en banquetas o camellones así como en glorietas y no se desarrollará mayor afectación ni se utilizarán áreas adicionales a las ya consideradas en otras partes del proyecto. La red de telefonía será operada y mantenida por la empresa concesionaria de telecomunicaciones que resulte seleccionada para brindar el servicio.
I18	Se deberán establecer las medidas necesarias para evitar el arrastre de sedimentos por escurrimientos	Dentro de los estudios técnicos contenidos en la presente MIA,, se encuentra la información técnicamente detallada respecto de las medidas que se llevarán a cabo en el proyecto a fin de evitar el arrastre de sedimentos por escurrimientos.
I19	En las actividades de desmonte no deberá hacerse uso del fuego.	La actividad de desmonte irá siempre encaminada a salvar la mayor cantidad de ejemplares posibles, por lo que el uso de fuego para el desmonte es una práctica descartada dado el alto riesgo que implica.
I20	Deberá prohibirse el uso de explosivos en zonas de anidación, refugio y reproducción de fauna silvestre.	No se utilizaran explosivos.

J1	Se deberá complementar la reglamentación federal respecto al uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre, terrenos ganados al mar y acceso a playas, incluyendo el tipo de acceso, ubicación y tamaño.	Se cuenta con los títulos necesarios y suficientes, por tanto, el promovente acatará lo dispuesto en la Ley General de Bienes Nacionales, específicamente en lo referente a las concesiones que se requieran de zona federal marítimo terrestre. Tal como se manifestó anteriormente, permitiendo en todo momento el acceso a la zona federal.
J2	Se deberán suministrar los servicios de agua potable, drenaje, recolección de basura y combustibles en las marinas. Estos servicios deberán sufragarse con base en cuotas y podrán concesionarse. (Sic)	Como servicios dentro de la marina el PLP incluye una estación para combustibles, para la recolección de los mismos, servicios sanitarios, estacionamiento y comercio.
J3	Se deberá aplicar la normatividad de navegación y anclaje de embarcaciones.	Toda actividad que se realice en la marina, se regirá por las disposiciones aplicables, adicionalmente se implementará un reglamento de operaciones y de buenas prácticas el cual tiene el objetivo de minimizar cualquier impacto. En el Capítulo II se detalla el Plan de Contingencias de operación para la Marina.
J4	Para la construcción de escolleras, terrenos ganados al mar y demás equipamiento costero se deberá realizar un estudio de impacto ambiental de acuerdo con la normatividad respectiva.	Las únicas construcciones asociadas a la costa serán los espigones de entrada en la marina mismos que son parte de las instalaciones vinculadas la Marina, siendo una de las componentes del proyecto cuyas obras y actividades son sometidas a evaluación en la presente MIA.

K19	La zona de la franja costera en las que haya desove de tortuga, la actividad turística se restringirá durante los meses comprendidos dentro de la época de desove. Para esta época, los propietarios de estos predios deberán establecer programas de protección de la tortuga en coordinación con la autoridad competente.	Con el objetivo de propiciar la protección y conservación de las especies de tortugas marinas, se ha elaborado el Plan de manejo de Tortugas Marinas, el cual contiene todas las disposiciones a nivel nacional e internacional. Dentro de las actividades a destacar del proyecto se encuentra la instalación de un campamento tortuguero en la ZONA I que propiciará la protección de las tortugas que lleguen anidar asimismo se evitará el saqueo de los nidos que se localicen en el área de playa correspondiente al proyecto. El plan de manejo se detalla en el Capitulo VI de esta MIA
K20	En la zona considerada dentro del polígono decretado como reserva de la biósfera de la sierra de la laguna, únicamente se permitirá llevar a cabo las actividades que contemple el plan de manejo que se diseñe para tal efecto.	Dada la distancia de 20 metros que existe entre la reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna, y el desarrollo turístico Los Pericúes, no habrá impacto alguno.
K21	Tanto en la etapa de planeación y diseño como en la de construcción de la superficie destinada para la industria, deberán incluirse previsiones adecuadas para minimizar los efectos adversos al ambiente, así mismo, se deberán considerar los siguientes distanciamientos para su ubicación: Las instalaciones de generación de energía eléctrica deberán ubicarse en la fuente misma de generación. En el caso de instalaciones termoeléctricas, estas deberán ubicarse a 5 Km del centro urbano-turístico más cercano. La industria cementera deberá ubicarse a 6 km de distancia del centro urbano-turístico	El proyecto Los Pericúes es de carácter turístico sustentable, por lo que el presente criterio no le es aplicable.

	más cercano.	
K22	Las zonas industriales deberán contar con zonas de amortiguamiento delimitadas por barreras naturales o artificiales que disminuyan los efectos del ruido y contaminación ambiental, incluida la visual.	El proyecto Los Pericúes es de carácter turístico sustentable, por lo que el presente criterio no le es aplicable.
K23	En todos los paisajes terrestres se deberán considerar las áreas actuales de aprovechamiento minero.	El proyecto Los Pericúes, es de carácter netamente turístico sustentable por lo que, el presente criterio no le es aplicable.

UGA T-19

Criterios aplicables	Texto	Vinculación con el proyecto
D1	En zonas de desarrollo turístico y urbano, los predios ganaderos deberán estar cercados y los accesos deberán contar con un "Guardaganados".	Este criterio no es aplicable al proyecto bajo el entendido de que Los Pericúes es un proyecto de tipo turístico, que no prevé el desarrollo de actividad ganadera.
D2	Las carreteras pavimentadas deberán estar cercadas y los accesos deberán contar con guardaganados.	Este criterio no es aplicable al proyecto bajo el entendido de que Los Pericúes es un proyecto de tipo turístico, que no prevé el desarrollo de actividad ganadera.

III.2.7.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California ("POEMGC") publicado en el DOF el pasado 15 de diciembre de 2006, dicho ordenamiento divide la territorio en 22 Unidades de Gestión Ambiental ("UGA") que se fracciona en 15 Unidades de Gestión Costera ("UGC") y 7 Unidades de Gestión Oceánica ("UGO")



Figura III.6 UGA determinada en el Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California

El Proyecto se encuentra en la UGC número 1 denominada “Los Cabos- La Paz”, la cual tiene una extensión de 9,852 km^2,el Proyecto Los Pericúes se desarrollará en el subsistema identificado como específicamente en la subcategoría 2.2.2.7.5.6 (ver figura III.7.)

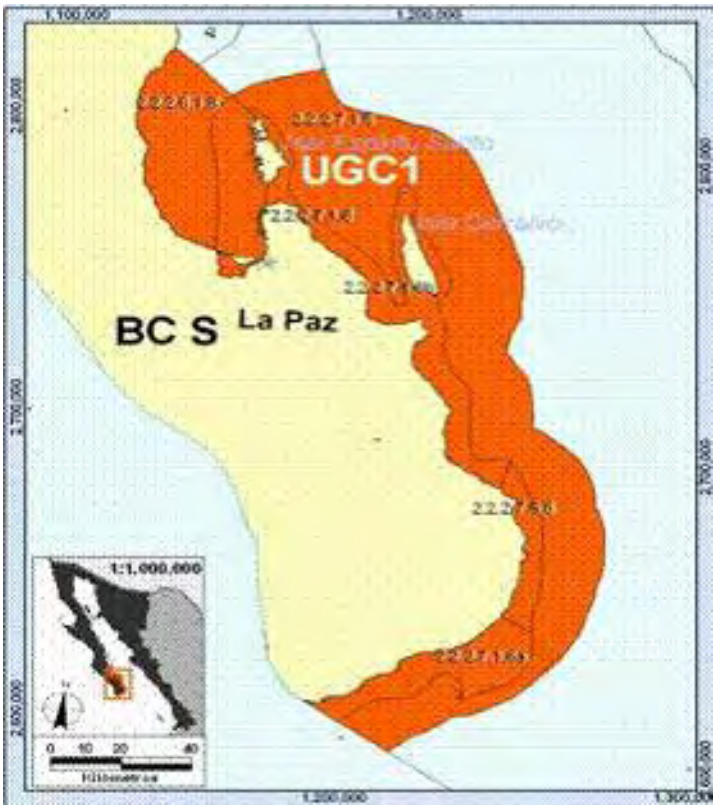


Figura III.7. UGC1 determinada en el Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California

La UGC 1, presenta una aptitud alta para el turismo y para la conservación, determinados por la infraestructura hotelera y de comunicaciones y transportes, puertos naturales, centros náuticos y marinos, así como zonas con gran riqueza en ecosistemas marinos y terrestres y alto nivel de biodiversidad.

Sectores con aptitud predominante	Principales atributos ambientales que determinan la aptitud (ver detalles en anexo 2)
Turismo (aptitud alta)	- fondeaderos, puertos naturales, centros náuticos y marinas - infraestructura hotelera y de comunicaciones y transportes - servicios asociados al buceo, al surf, a la pesca deportiva y a los deportes acuáticos - zonas de distribución de mamíferos marinos, tortugas marinas y aves marinas - playas de interés para el sector - áreas naturales protegidas: Parque Nacional Cabo Pulmo, Area de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas y las Islas Espíritu Santo y Cerralvo, entre otras, que forman parte del Area de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California
Conservación (aptitud alta)	- alta biodiversidad - zonas de distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las cuales se encuentra el pepino de mar, la tortuga laúd, la tortuga golfina, el tiburón peregrino, el tiburón blanco, el tiburón ballena, la ballena jorobada y la ballena azul - zonas de distribución de aves marinas - áreas naturales protegidas: Parque Nacional Cabo Pulmo, Area de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas y las Islas Espíritu Santo y Cerralvo, que forman parte del Area de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California

Por lo que respecta al subsistema del Proyecto, destaca la alta aptitud sectorial de turismo para la zona (Figura III.8) y conservación (Figura III.9); los niveles de presión y vulnerabilidad se encuentran en un nivel medio; mientras que el nivel de vulnerabilidad se encuentra en un nivel alto.

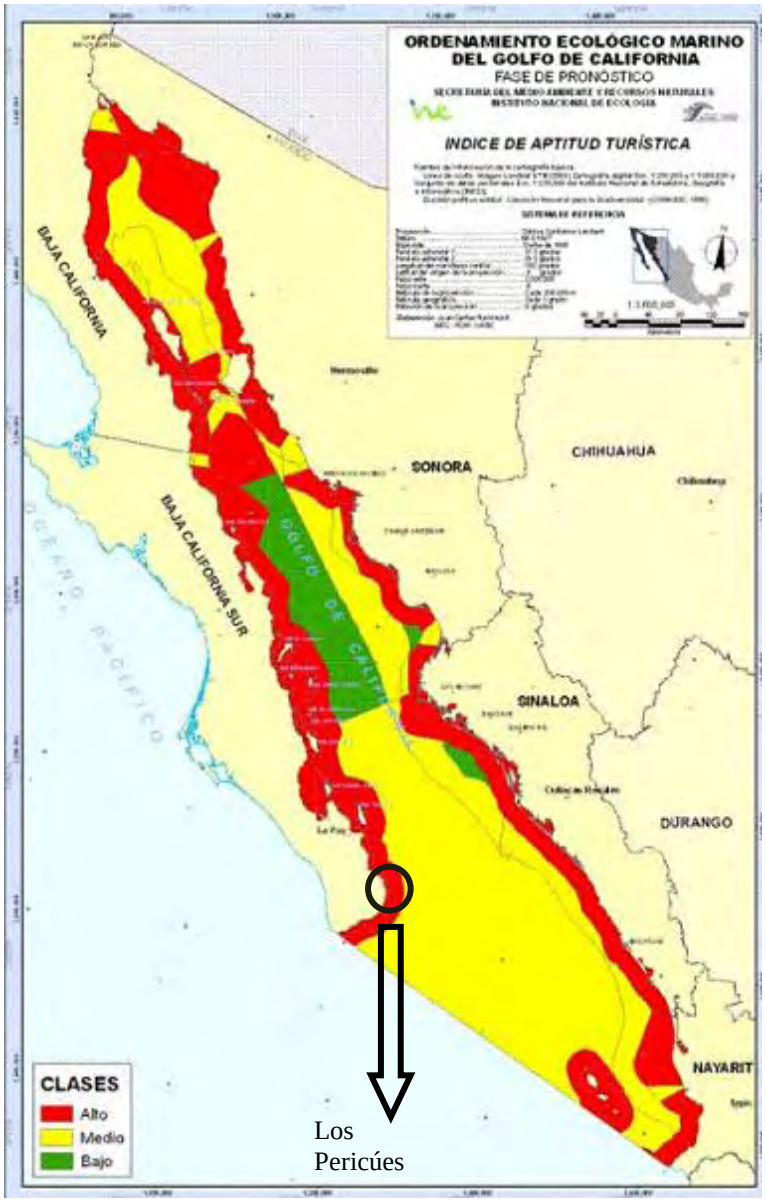


Figura III. 8 Aptitud de sector turismo

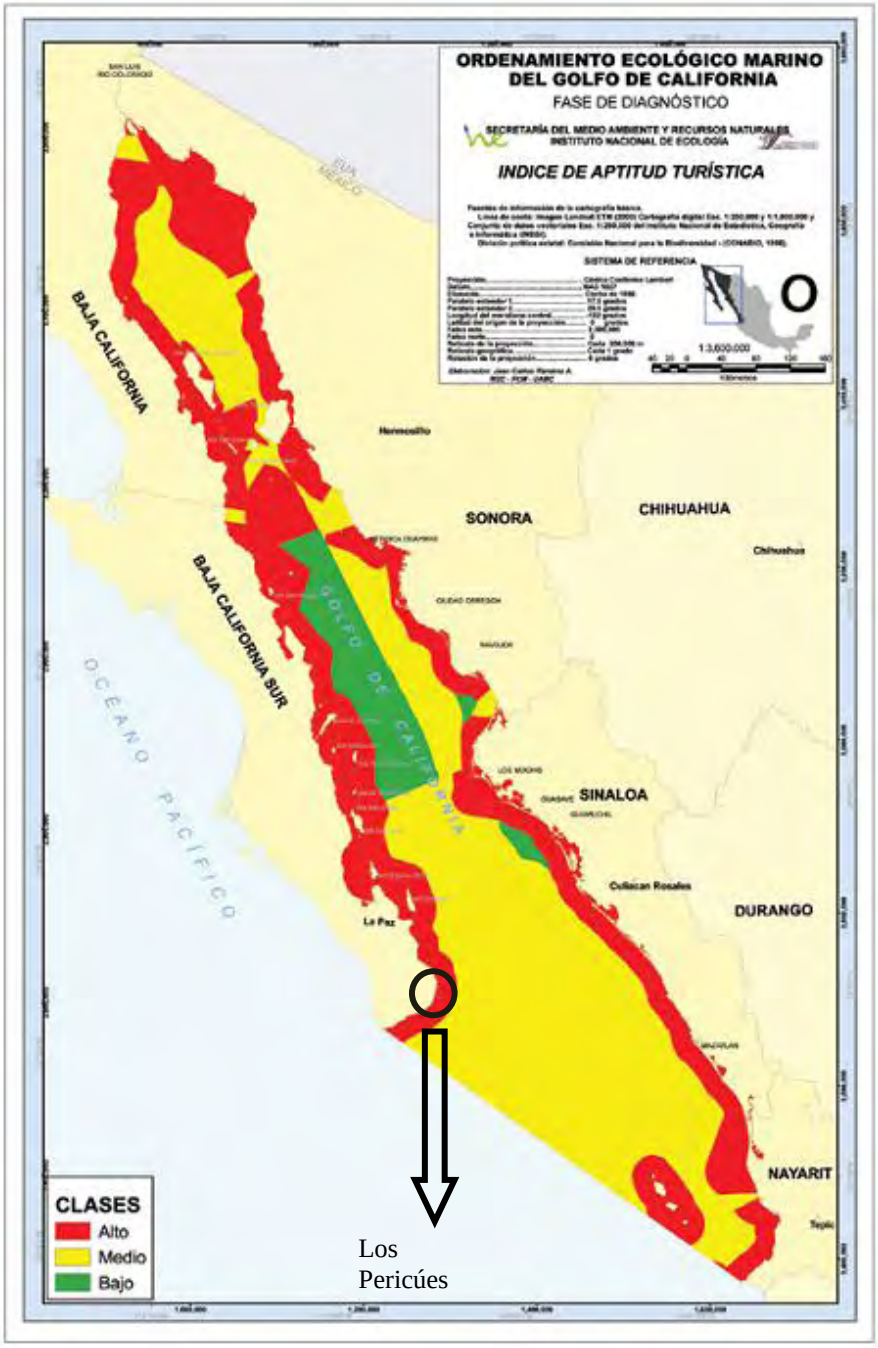


Figura III. 9. Aptitud de conservación

El lineamiento ecológico correspondiente a esta UGA, determina que el desarrollo de la zona debe estar basado en el criterio de la sustentabilidad a fin de preservar los atributos de la zona, al respecto el proyecto Los Pericúes se ha desarrollado a partir de la primicia de que la conservación del ecosistema y la riqueza de la biodiversidad es fundamental durante el desarrollo del proyecto.

En el apartado de Estrategias, el Programa señala que el nivel de importancia de la UGC 1 es la de mayor prioridad para el Gobierno de Baja California Sur, por la dualidad que presenta entre la riqueza ambiental como el caso de los arrecifes de Cabo Pulmo y el potencial turístico de los centros de Población de la Paz y Los Cabos.

En el caso del área puntual en la que se localiza el Proyecto, la aptitud de acuerdo a los instrumentos de Planeación contenidos en este capítulo es propicia para el crecimiento urbano y el turismo, sin embargo el cumplimiento con los estándares de sustentabilidad es un compromiso primordial para el Proyecto Los Pericúes

En el tenor del presente documento, se realiza la vinculación con las acciones generales de sustentabilidad previstas en el Programa relacionadas con el presente proyecto, destacando que dichas acciones son de observancia obligatoria para la autoridad, quien es el ente encargado de llevarlas a cabo.

Acción general	Vinculación
Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT vigilará que los proyectos de desarrollo turístico cumplan con los siguientes criterios de sustentabilidad: ● Evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats; ● Evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros.	El proyecto Los Pericúes no causará afectación alguna a las especies de la zona, sino por el contrario coadyuvará a la implementación de programas de vigilancia, conservación y protección de las especies de la región.
La SECTUR en el marco de sus atribuciones y en coordinación con la SEMARNAT, los gobiernos de los estados, los gobiernos de los municipios costeros y el sector de turismo, fortalecerá las acciones para la prospección de sitios de mayor aptitud para el desarrollo de la actividad turística, con el mínimo impacto ambiental adverso, que garantice, entre otras: ● Evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats; ● Evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros; ● La formulación de propuestas alternativas para la reubicación de proyectos turísticos,	La localización del proyecto Los Pericúes, constituye un sitio con una alto nivel de aptitud turística, toda vez que promueve la ampliación del sector turístico de la región. La planeación del desarrollo turístico, ha realizado minuciosos estudios a fin de que el proyecto no afecte a las especies ni al hábitat de la región. Más aun, la actividad de conservación y protección constituye un punto primordial en el presente proyecto.

cuando exista evidencia para fundamentar que se van a dañar de manera irreversible los humedales costeros (principalmente manglares) en su estructura y función.	
La SEMARNAT promoverá que la SECTUR y los gobiernos de los estados, en el marco de sus atribuciones, prioricen y refuercen los apoyos directos o indirectos a los proyectos turísticos que sean coherentes con los principios del desarrollo sustentable y contribuyan a la mejora de la calidad del medio ambiente.	El proyecto en comento, ha sido diseñado en atención a todas las disposiciones normativas aplicables, por lo que el desarrollo del proyecto se realizará bajo un estricto criterio de sustentabilidad y mejora del medio ambiente.
Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT y la SECTUR coordinarán acciones para asegurar que se reviertan las tendencias de expansión turística cuando exista evidencia para fundamentar que la demanda de bienes y servicios ambientales de éstas sobrepasa la capacidad de carga del ambiente.	El proyecto Los Pericúes, se ha basado en los estudios técnicos a través de los cuales se han valorado todos y cada uno de los factores de relacionados con los servicios y bienes ambientales, por lo que el desarrollo del proyecto respetará la capacidad de carga del ambiente.
Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT, la SAGARPA y la SECTUR, coordinarán acciones para impulsar un plan de colaboración entre los sectores de turismo y conservación que incluya el financiamiento de investigación para la preservación de recursos naturales, el fortalecimiento de los programas de vigilancia y apoyo en la capacitación de servidores turísticos y programas de educación ambiental al público en general, a partir de cuotas de pesca deportiva, entre otros esquemas de financiamiento.	El proyecto los Pericúes, contará con un vivero y un Ecoparque cuya finalidad será promover la conservación así como propiciar la capacitación del personal del trabajo respecto a las disposiciones contenidas en el plan de manejo de conservación forestal y el plan de manejo de protección de fauna.
Con fundamento en sus atribuciones, la SECTUR, la SEMARNAT, los gobiernos de los estados, los gobiernos de los municipios costeros y el sector de turismo, coordinarán acciones para ordenar la actividad turística, de manera particular en las áreas naturales protegidas, los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, las áreas de refugio y las zonas protegidas forestales, entre otras.	Aun y cuando el proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida, no puede pasar inadvertido el hecho de la cercanía que guarda con el Parque Nacional Cabo Pulmo. Este hecho ha sido estudiado y evaluado a fondo, garantizando así que el desarrollo Los Pericúes no afectará a Cabo Pulmo, sino por el contrario coadyuvará a su conservación y protección.
Con fundamento en sus atribuciones, la SECTUR en coordinación con la	El proyecto Los Pericúes ha tomado en consideración dichos criterios para la

SEMARNAT, y con la participación de los gobiernos estatales, de los gobiernos de los municipios costeros, del sector turístico y de las organizaciones civiles, seguirá consolidando el Sistema de Indicadores de Sustentabilidad que forma parte del Programa Agenda 21 para el Turismo Sustentable. Este sistema se integrará a la bitácora ambiental para apoyar la toma de decisiones en el Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.	planeación del desarrollo del proyecto, de igual forma coadyuvará y apoyará las acciones tendientes a consolidar los indicadores de sustentabilidad.
Con fundamento en sus atribuciones, la SECTUR en coordinación con la SEMARNAT, y con la participación de los gobiernos estatales, de los gobiernos de los municipios costeros, del sector turístico y de las organizaciones civiles, deberán promover proyectos de educación ambiental para los prestadores de servicios, usuarios y comunidades en zonas turísticas.	El desarrollo turístico Los Pericúes promueve la importancia que guarda la promoción de proyectos de educación ambiental, por ende, se ha previsto la creación de un vivero y un Ecoparque cuyos objetivos serán tanto la conservación como la educación ambiental.
Con fundamento en sus atribuciones, la SECTUR en coordinación con la SEMARNAT, y con la participación de los gobiernos estatales, de los gobiernos de los municipios costeros, del sector turístico y de las organizaciones civiles, deberán impulsar y participar en la creación de redes de investigación, difusión, información y transferencia de conocimientos en materia de turismo y tecnologías turísticas ambientalmente sustentables.	Dentro de los objetivos del proyecto Los Pericúes se encuentra promover la conservación del medio ambiente a través de la implementación de programas de protección de flora y fauna así como aquellos de educación ambiental.

III.3. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

En la presenta sección se hará un análisis del marco regulatorio, nacional e internacional que tiene incidencia sobre el Proyecto, así como la manera en que éste se encuentra vinculado y cumple con aquél.

III.3.1. Acuerdos, Convenios y Tratados Internacionales firmados por México

Los instrumentos internacionales en materia de protección al ambiente que fueron identificados como incidentes en el desarrollo del Proyecto, así como su vinculación respectiva.

Instrumento	Regulación	Vinculación
Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN)	Artículo 2.- Con relación a su territorio, cada una de las partes: (…) e) evaluará los impactos ambientales (…)	Con la evaluación del impacto ambiental, SEMARNAT cumple con las obligaciones adquiridas por México con el ACAAN
Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD)	Artículo 8.- Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda (…): i) Procurará establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilizaciones actuales [del suelo] con la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes […] Artículo 14.- Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: (…) a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos	México cumple con el CBD mediante la implementación de Programas y Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio y la sujeción de los particulares a observar las disposiciones en materia de uso de suelo ahí dispuestas Con la evaluación del impacto ambiental y con la consulta pública garantizada por la LGEEPA, SEMARNAT cumple con las obligaciones adquiridas por México conforme al CBD.
Convención Interamericana para la protección y conservación de las tortugas.	1. Cada Parte tomará las medidas apropiadas y necesarias, de conformidad con el derecho internacional y sobre la base de los datos científicos más fidedignos disponibles, para la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats	La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales cumple con este ordenamiento, al elaborar la NOM 059- 2010 en la cual establece la obligación de todo particular de proteger a las tortugas.

III.3.2. Leyes

III.3.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
28 Fracc. II.- Establece la necesidad de someterse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental para la industria del petróleo	Impacto Ambiental	Autorización	Mediante la presentación de la MIA se cumple con lo establecido en esta disposición.
29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.		Autorización y operación	El proyecto en todo momento se desarrollará bajo todos las normatividad ambiental de todos los niveles de gobierno.
30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una	Impacto Ambiental y conservación	Autorización	En la presente Manifestación de Impacto Ambiental se realiza una descripción puntual de las características del desarrollo turístico Los Pericúes, resaltando el bajo impacto

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.			ambiental que tendrá el proyecto pues el 55% de la superficie se destinará a conservación.

III.3.2.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta ley**.**	Construcción y operación	Los residuos peligrosos generados en esta etapa del proyecto serán separados y acopiados en contenedores diferentes a los utilizados para los residuos sólidos urbanos, estos serán dispuestos en contenedores color rojo y con la etiqueta correspondiente. Así mismo, los contenedores para disponer estos residuos deben estar en sitios separados de los contenedores para los residuos sólidos urbanos. Únicamente en los talleres se colocarán contenedores para los residuos peligrosos, por lo que si se llegan a generar residuos peligrosos en otro sitio, deberán ser llevados a los talleres y dispuestos en los contenedores colocados para este fin. Para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos se construirá con un Acopio Temporal de que contará con las características que solicita la Ley General

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
		para la Prevención y Manejo Integral de residuos. Los residuos peligrosos generados y depositados en los talleres serán llevados al acopio todos los días al terminar la jornada de trabajo y deberá llenarse la bitácora correspondiente. Se contratará una empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos, tal como lo marca la legislación ambiental vigente en la materia.

III.3.2.3 Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
20 De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal (…)	Construcción y operación	La promovente cuenta con concesión para aprovechamiento de aguas del subsuelo, no obstante y como se describe en esta MIA, en la medida de que se construyan las plantas desaladora y de tratamiento de aguas residuales, el aprovechamiento de los volúmenes concedidos serán cada vez menos hasta que el proyecto logre el mayor nivel de autosuficiencia hídrica.

III.3.2.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
117. Este artículo establece la necesidad de obtener una autorización para realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales	Autorización	Los predios sobre los que se desarrollará Los Pericúes, ya cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo forestal, y se ha hecho el respectivo pago de la compensación forestal.

III.3.2.5 Ley General de Vida Silvestre

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde	Construcción y operación	El promovente establece en su Plan de Manejo de Fauna y Flora, incluye las

se distribuye la silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.		acciones y estrategias especificas para cumplir con esta disposición, incluyendo programas de información y capacitación ambiental aplicables en las diferentes etapas o fases del proyecto.

III.3.2.6 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricos

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
6. Los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del INAH correspondiente (…) 29. (…) El que encuentre bienes arqueológicos deberá dar aviso a la autoridad civil más cercana. La autoridad correspondiente expedirá la constancia oficial del aviso, o deberá informar al Instituto Nacional de Antropología e Historia dentro de las 24 horas siguientes, para que éste determine lo que corresponda.	Autorización	Derivado de una solicitud de información dirigida al Instituto Nacional de Antropología e Historia, se tuvo conocimiento de que en el área de desarrollo del proyecto se ubican algunos sitios arqueológicos, por lo que la Promovente del presente proyecto realizará todos las actividades tendientes a conservar dicho sitios, asimismo realizará todos los trámites y procesos administrativos previstos por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, necesarios para obtener la liberación de dichos sitios. Asimismo, en caso de hallazgo de bienes arqueológicos se dará pronto aviso a las autoridades competentes.

III.3.2.7 Ley de Puertos

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
2. Fracción V. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por Marina: el conjunto de instalaciones portuarias y sus zonas de agua o tierra, destinadas a la organización especializada en la prestación de servicios a embarcaciones de recreo o deportivas.	Autorización, construcción y operación.	Esta disposición confirma que los criterios generales del POEL no prohíben la construcción y operaciones de marinas dentro de la poligonal del proyecto en evaluación. Donde la ley no distingue, la autoridad no debe distinguir. Esta ley aplica a toda la construcción y operación de la Marina.

III.3.2.8 Ley de Aeropuertos.

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
2. Para los fines de esta Ley se entenderá por: I. Aeródromo Civil, área definida de tierra o agua adecuada para el despegue, aterrizaje, acuatizaje o movimientos de aeronaves, con instalaciones o servicios mínimos para garantizar la seguridad de su operación. Los aeródromos civiles se clasifican en aeródromos de servicio al público y aeródromos de servicio particular.. IV. Aeródromo de servicio particular: aeródromo civil destinado a los propios fines del permisionario, o a los de terceros con quienes libremente contrate.	Autorización, construcción y operación.	Esta ley aplica a toda la construcción y operación del aeródromo civil de servicio particular.=

III.3.2.9 Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Baja California Sur (LEEPABCS).

El Proyecto Los Pericúes es de entera jurisdicción federal, sin embargo, se atiende a las disposiciones aplicables de la LEEPABCS, en virtud de los impactos ambientales que se podrán ocasionar en esta entidad federativa.

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
57.- No podrán descargarse o	Calidad y	Construcción y	El agua una vez usada será

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de jurisdicción estatal o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, aguas que contengan contaminantes sin previo tratamiento o sin el permiso o autorización de la Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del gobierno del Estado o del municipio respectivo**.**	Contaminación del Agua	Operación	tratada para su reuso en las acciones de riego y los excedentes serán conducidos en el mismo sistema de rechazo que el agua la cual es producto de la desalación mediante el disfusor marino.
73.- Toda persona que realice actividades por las que genere , almacene, recolecte, transporte, trate, use, reuse, recicle o disponga de residuos sólidos y de lento desvanecimiento deberá obtener autorización del municipio que corresponda y sujetarse a lo dispuesto por la presente ley, sus reglamentos y las demás normas técnicas ecológicas que para tal efecto se expidan.	Contaminación	Construcción y operación	Durante la construcción y la operación del proyecto se contara con un Plan de Manejo y Gestión de Residuos Sólidos el cual contempla todas las disposiciones legales aplicables. Dicho programa se desarrolla a profundidad en el Capítulo II de ésta MIA.

III.3.3. Reglamentos

III.3.3.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
5) Inciso D) Inciso IV) Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas. **Art. 11.-** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán	Autorización	Con la presentación de la MIA y del Estudio de Riesgo se cumple con lo previsto en este artículo del Reglamento. La procedencia de una MIA regional sobre una particular, está dispuesta en base a los

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
en la modalidad regional cuando se trate de: **I.** Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren la cuencas hidrológicas. **II.** Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico (…) **III.** Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada; y, **IV.** Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. **En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.** **14.** Cuando la realización de una obra o actividad requiera (…) el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.		supuestos establecidos por este artículo. Cuando las características de un proyecto lo hacen encuadrar en cualquiera de las hipótesis establecidas en las fracciones I a IV, procederá una MIA regional. Por exclusión, cuando un proyecto no presenta ninguna de las mismas procederá una MIA particular. En este sentido, la presente MIA es de carácter Regional.

III.3.3.2 Reglamento de la LGPGIR.

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
16. Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: **I.** Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos: **a)** Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación en implementación de un plan de manejo de residuos; (…) **II.** Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados: **a)** Individuales, aquellos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere. **42.** Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: **II.** Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida (…)	Operación	Para la gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, se elaborarán los Planes y Programas Internos de Manejo correspondientes.
24. Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento descrito en este artículo	Preparación del sitio, construcción y operación	El Proyecto elaborará y registrará el plan de manejo para los residuos que genere.

III.3.3.3 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
42. Las personas físicas o morales, que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	Operación	El **Proyecto Los Pericúes (PLP)** considera la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, para las aguas residuales que se generarán en los servicios relacionados con las áreas comunes, campo de golf, predios residenciales y hoteles y considera una planta de tratamiento de aguas residuales base de humedales artificiales para su pulimiento este sistema se empleará en el Lodge ecoturistico y en el Eco Parque. La planta de tratamiento de aguas residuales central tendrá una capacidad para tratar hasta 4’882,115 metros cúbicos por año (155 lps) que se construirá progresivamente en tres módulos para 52 litros por segundo y cada módulo compuesto de dos trenes en paralelo para 26 litros por segundo cada uno. La tecnología que se usará es la de lodos activados en su modalidad de aeración extendida con tratamiento terciario mediante filtración, desinfección mediante luz ultra violeta y manejo de lodos a través de digestión, espesamiento y prensado para su posterior uso en combinación con residuos vegetales para producción de compost para su uso en el campo de golf y áreas verdes.

III.3.3.4 Reglamento de la LGDFS.

Artículo	Etapa del Proyecto	Vinculación
121. Establece los requisitos que deberán contener los estudios técnicos justificativos	Autorización	El promovente cuenta con autorizacion en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

III.3.3.5 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
10. (…) los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, (…).	Aire, agua, suelo, materiales y residuos peligrosos	Operación	El Promovente presentará la información aplicable en materia de contaminantes en cuanto a generación de residuos peligrosos, cumpliendo con los requisitos de reporte establecidos.

III.3.3.6 Reglamento Municipal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del municipio de Los Cabos de Baja California Sur.

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
18.- Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado sanitario municipal provenientes de las actividades industriales y de servicios deberán: I.- Contar con un permiso de descarga otorgado por la OOMSAPASLC en donde se establecerán los límites máximos permisibles de contaminantes. II.- Tratar las aguas residuales previamente vertidas al alcantarillado sanitario municipal para cumplir con las obligaciones contenidas en el permiso de	Calidad del agua	Construcción y operación	El promovente cumplirá con todos los requisitos previstos en este ordenamiento, por lo que las descargas se harán de conformidad con la normatividad aplicable

descarga. III.- Los responsables de las descargas deberán ingresar a la Secretaría de Finanzas el monto que se señale en la Ley de Ingresos Municipal por los conceptos de expedición y actualización del registro y control de descargas. IV.- presentar un informe preventivo de impacto ambiental a la Dirección, previo a instalar la planta o sistema de tratamiento de aguas residuales que pretenda registrar ante OOMSAPASLC.			
79.- Todos los industriales y grandes generados establecidos en el territorio municipal serán responsables del almacenamiento, manejo, transporte y destino final de los residuos sólidos que produzcan así como de los daños a la salud, al ambiente o al paisaje que ocasione; por lo que en forma preventiva deberán observar las siguientes disposiciones: I.- Estar separadas las áreas de producción, servicios, oficinas y acceso, a un mínimo de quince por ciento del área total de la instalación. II.- Contar con muros de contención, fosas de la retención y obras de captación y tratamiento de lixiviados. III.- Estar cubiertas y	Salud e impacto ambiental	Construcción y operación	La presente MIA, contempla un Plan de Manejo de Residuos el cual ha sido diseñado de acuerdo a los criterios normativos aplicables.

protegidas de la intemperie, con la suficiente ventilación y equipo de seguridad industrial. IV.- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y toxicidad de los residuos, así como de las medidas de contingencias en casos de fugas y derrames, V.- Cumplir con las medidas que señalen las disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo. VI.- Tener bitácora de mantenimiento del equipo de seguridad para evitar la contaminación ambiental. VII.- Los que en cada caso requiera la Dirección.			

III.3.4. Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con el artículo 3º, fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las NOM's son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Conforme al artículo 37-bis de la LGEEPA, las NOM's en materia ambiental son de naturaleza obligatoria en el territorio nacional, existen diferentes NOM's que regulan el ordenamiento ecológico, descarga de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, manejo y transporte de materiales y residuos peligrosos, manejo de recursos naturales, emisiones de ruido, etc.

El Proyecto Los Pericúes, cumplirá desde el diseño de los equipos y sus instalaciones y en cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción, y operación) con la normatividad aplicable a este tipo de proyectos, con la finalidad de prevenir y controlar cualquier emisión contaminante.

Para reforzar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, se desarrollaran planes, programas y procedimientos que permitan instaurar una política y cultura de protección ambiental, que pueda permear a comunidades vecinas.

A continuación, se presenta una relación de Normas Oficiales Mexicanas, aplicables a las diferentes etapas del Proyecto.

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales**.**	Descarga de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	Construcción y Operación	Las descargas de las aguas residuales que se generen durante la construcción y operación del desarrollo turístico, cumplirán con este instrumento normativo. Para lo que se realizarán pruebas y muestreo de manera periódica para garantizar el cumplimiento.
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Descarga de aguas residuales en sistemas de alcantarillado municipal.	Construcción y Operación	Las descargas de las aguas residuales que se generen durante la construcción y operación del desarrollo turístico, cumplirán con este instrumento normativo. Para lo que se realizarán pruebas y muestreo de manera periódica para garantizar el cumplimiento.
Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Emisiones a la atmósfera	Preparación del Sitio, Construcción y Operación	El promovente se asegurará, mediante contratos e inspecciones periódicas, que los vehículos autorizados de los contratistas no liberen emisiones superiores a los límites máximos permisibles establecidos en la norma.
NOM-045-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que	Emisiones a la atmósfera	Preparación del sitio, construcción y operación	Los responsables de los vehículos empleados en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación deberán apegarse al cumplimiento de la norma. Se

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.			exceptúa la maquinaria equipada con motores diesel.
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	Residuos peligrosos	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	El PLP no considera la generación de residuos peligrosos no obstante contará con un plan de manejo de hidrocarburos y las instalaciones para realizar dicho manejo y garantizar su disposición final. Aquellos residuos peligrosos que se generen, se les dará el tratamiento y disposición final conforme a lo establecido en la LGPGIR y en las NOMs aplicables. El cumplimiento de esta norma está vinculado al Programa Interno de Manejo de Residuos Peligrosos.
NOM-054-SEMARNAT-1993. Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Residuos Peligrosos.	Construcción, operación y mantenimiento	Los residuos peligrosos generados en esta etapa del proyecto serán separados y acopiados en contenedores diferentes a los utilizados para los residuos sólidos urbanos, estos serán dispuestos en contenedores color rojo y con la etiqueta correspondiente. Así mismo, los contenedores para disponer estos residuos deben estar en sitios separados de los contenedores para los residuos sólidos urbanos. Únicamente en los talleres se colocarán contenedores para los residuos peligrosos, por lo que si se llegan a generar residuos peligrosos en otro sitio, deberán ser llevados a los talleres y dispuestos en los contenedores colocados para este fin. Para el almacenamiento temporal de los residuos

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
			peligrosos se construirá con un Acopio Temporal de que contará con las características que solicita la Ley General para la Prevención y Manejo Integral de residuos. Los residuos peligrosos generados y depositados en los talleres serán llevados al acopio todos los días al terminar la jornada de trabajo y deberá llenarse la bitácora correspondiente. Se contratará una empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos, tal como lo marca la legislación ambiental vigente en la materia.
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.	Biodiversidad (Flora y Fauna)	Preparación del sitio y construcción	La norma ha sido utilizada para determinar las especies de flora y fauna presentes en el área que tienen algún tipo de status. Dada la importancia que tienen las especies de tortugas en la zona, el presente proyecto, con el objetivo de propiciar la protección y conservación de las especies de tortugas marinas, ha elaborado el Plan de manejo de Tortugas Marinas, el cual contiene todas las disposiciones aplicables a nivel nacional e internacional. Dentro de las actividades a destacar del proyecto se encuentra la instalación de un campamento tortuguero que propiciará la protección de las tortugas que lleguen anidar asimismo se evitará el saqueo de los nidos que se localicen en el área de playa correspondiente al proyecto.
Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites	Emisiones de ruido	Operación	Las características de la maquinaria que será empleada en el Proyecto, garantiza que la

Artículo	Factor Ambiental Considerado	Etapa del Proyecto	Vinculación
máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.			emisión de ruido se dentro de lo límites permisibles por esta disposición En cualquier caso, durante las diferentes etapas del Proyecto, se llevarán a cabo mediciones periódicas para asegurar que en todo momento las actividades se desarrollen conforme a la Norma. Adicionalmente, la población más cercana se encuentra a aproximadamente seis kilómetros de distancia, con lo cual la percepción .de cualquier ruido se verá mitigada por la lejanía.

CAPITULO IV

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

El presente capítulo da cumplimiento a lo dispuesto en el inciso IV del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), el cual establece que: "La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá incluir la siguiente información:

…

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;…"

Derivado de lo anterior, se tiene que es necesario realizar una delimitación y descripción del sistema ambiental regional, no solo en cumplimiento a la legislación ambiental, si no como parte fundamental para el entendimiento del funcionamiento de los procesos ecosistémicos que se presentan en la zona del proyecto y con base en ello poder determinar la sustentabilidad del mismo.

Ya que de conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 3° se define al desarrollo sustentable como:

"El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras".

Por lo que el desarrollo sustentable se refiere a la utilización de forma racional e inteligente de los recursos naturales como patrimonio de las sociedades, cuidando que no sean agotados, sobre todo con la lógica de la maximización de las ganancias a corto plazo, para que las futuras generaciones puedan hacer uso de ello igual que hemos hecho nosotros, es decir, sin que nuestras prácticas, fundamentalmente económicas, imposibiliten el futuro de la vida humana en la Tierra.

De esta manera el enfoque actual de este tipo de desarrollo es la búsqueda sistemática de compatibilizar los aspectos ambientales, con los económicos y los sociales, desde una perspectiva solidaria tanto intergeneracional como intrageneracional.

IV.1. Criterios de definición del Sistema Ambiental Regional

En la actualidad la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental está basada generalmente en el análisis de la Evaluación del Impacto Ambiental de proyectos a nivel predios, obviando las estrategias de desarrollo sustentable sectorial y regional, así como la falta de interacción de las políticas de conservación y desarrollo sustentable, tal y como se ejemplifica en la siguiente figura:



Figura IV. 1. Evaluación en Materia de Impacto Ambiental actualmente.

Fuente: Elaborado por fuente propia de QVGestión Ambiental a partir de la LGEEPA (DOF, Ultima reforma 2012).

De acuerdo con lo anterior, la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental está dirigida y sustentada a partir de los lineamientos de las estrategias de desarrollo sustentable sectorial y regional, así como de las políticas de conservación y desarrollo sustentable, a través de planes y programas de ordenamientos ecológicos y planes de desarrollo regionales y locales, que permitan que el proyecto una vez cumplidas dichas directrices embone dentro de los proyectos que buscan la sustentabilidad ambiental.

Por lo que bajo el mismo contexto, el Sistema Ambiental propuesto para el proyecto, se pretende definir desde un enfoque ecosistémico considerando las características de los procesos y componentes ambientales que potencialmente interactúan con el proyecto**,** tal y como lo refiere el Artículo 30 de la LGEEPA, que establece que:

"…Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente…"

Lo anterior se considera relevante toda vez que una evaluación de impacto ambiental a nivel regional permite identificar una gama mayor de impactos ambientales, como pueden ser el recurso agua; sin embargo, dichos impactos pueden ser significativos a escala regional, pero no a nivel del predio del proyecto y mucho menos a nivel del área utilizable.

IV.1.1 Criterios de definición y escalas de información requerida

Tomando como punto de partida el enfoque ecosistémico, esta aproximación conceptual-metodológica define que el ambiente es un sistema complejo (García, 1998) el cual se caracteriza principalmente por la confluencia de procesos que funcionan como una totalidad organizada, esto es que está conformado por subsistemas, cuyas relaciones e interacciones definen una estructura que funcionan como un conjunto que a su vez presenta diferentes niveles de organización y manifestación espacio temporal y los cuales pueden ser observados de acuerdo a la escala de estudio.

De esta manera se parte de que el Sistema Ambiental Regional forma parte de un entorno más extenso, es decir, se inscribe dentro de una área de referencia, la cual se considera como uno de los niveles jerárquicos más altos de organización funcional y donde el conjunto de componentes ambientales así como el tipo de procesos e interacciones entre éstos se presentan en arreglos únicos y diferenciables vinculándose de manera jerárquica y taxonómica hacia niveles inferiores; estos últimos, de acuerdo a su propia naturaleza y dinámica, se expresan en dimensiones espaciales diferentes y también requieren de distintos tiempos para evolucionar.

Así, la consideración del área de Referencia permite partir de un marco general que explique los procesos físicos existentes en los ecosistemas y los componentes bióticos que le otorgan el carácter y la configuración actual a la estructura y conformación de dichos ecosistemas en los diferentes niveles de organización incorporando las características regionales y locales y permitiendo la articulación del Sistema Ambiental, las unidades ecológicas funcionales y el predio, tal como se indica en la siguiente figura:

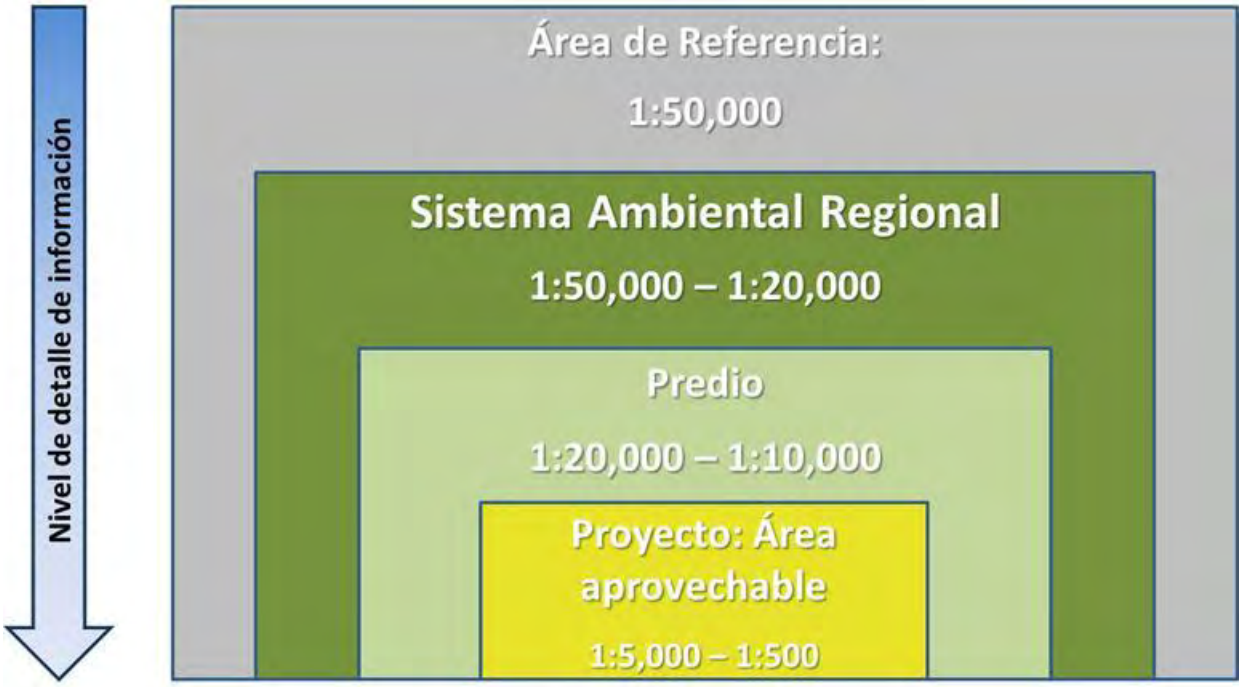


Figura IV. 2. Marco de referencia empleado para la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2010), García Romero (1998.

Cabe señalar que el Área de Referencia que se muestra en la figura anterior no indica que sea el área de influencia y mucho menos el área que va a ser impactada por el proyecto. El área de referencia solamente apoya en la identificación de grandes sistemas ambientales que existen a un nivel mucho más amplio que el SAR y el mismo proyecto y sirven de base para establecer los diferentes procesos ecosistémicos que existen a un nivel regional.

Considerando lo anterior, es necesario mencionar que la regionalización de la CONABIO (2008) cuyo objetivo es establecer áreas de relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con valor ecológico, a continuación se muestra las regiones prioritarias de la CONABIO con respecto a la ubicación del proyecto.

Regiones Prioritarias (CONABIO)

En México se han identificado áreas que poseen características biológicas y ambientales que las hacen prioritarias para la conservación de la biodiversidad del país. Esta regionalización se ha hecho para el ámbito terrestre (Regiones Terrestres Prioritarias), marino (Regiones Prioritarias Marinas) e hidrológico (Regiones Hidrológicas Prioritarias, Sitios RAMSAR). La generación de esta información es de la CONABIO (2008), que tienen como objetivo mostrar aquéllas áreas que se distinguen por su relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con mayor nivel de integridad ecológica. Así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función de los aspectos sociales, económicos y ecológicos.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's)

Las Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al sitio del proyecto es la **RTP 1 "Sierra de La Laguna"** (ver la siguiente figura).

Se localiza en los municipios de La Paz y Los Cabos.

Esta región es prácticamente una región aislada de vegetación en el entorno seco y árido predominante de la península de Baja California. Como resultado directo de los procesos geológicos, la región presenta características de endemismos y se le considera como un centro de evolución reciente. La sierra alberga la gran mayoría de las especies descritas y la mayor diversidad biológica del estado de Baja California SurPor su aislamiento, la flora y la fauna de esta zona presentan una alta incidencia de especies y subespecies endémicas.

La Sierra de La Laguna contiene el único bosque de pino-encino de y la única selva baja caducifolia de toda la península. La riqueza de especies es muy alta. Se ha determinado que de un total de 694 especies de plantas vasculares, 86 son endémicas de la Sierra de La Laguna. Respecto a la fauna, se ha determinado un total de 108 especies de artrópodos, 2 de anfibios, 27 de reptiles, 74 de aves y 30 de mamíferos.

Esta Región Terrestre se encuentra a una distancia de 14 km con respecto al Sistema Ambiental Regional.

Tal y como se puede observar en la siguiente figura, el proyecto se encuentra fuera de la Región Terrestre Prioritaria por lo que el proyecto no incidirá sobre el mismo.

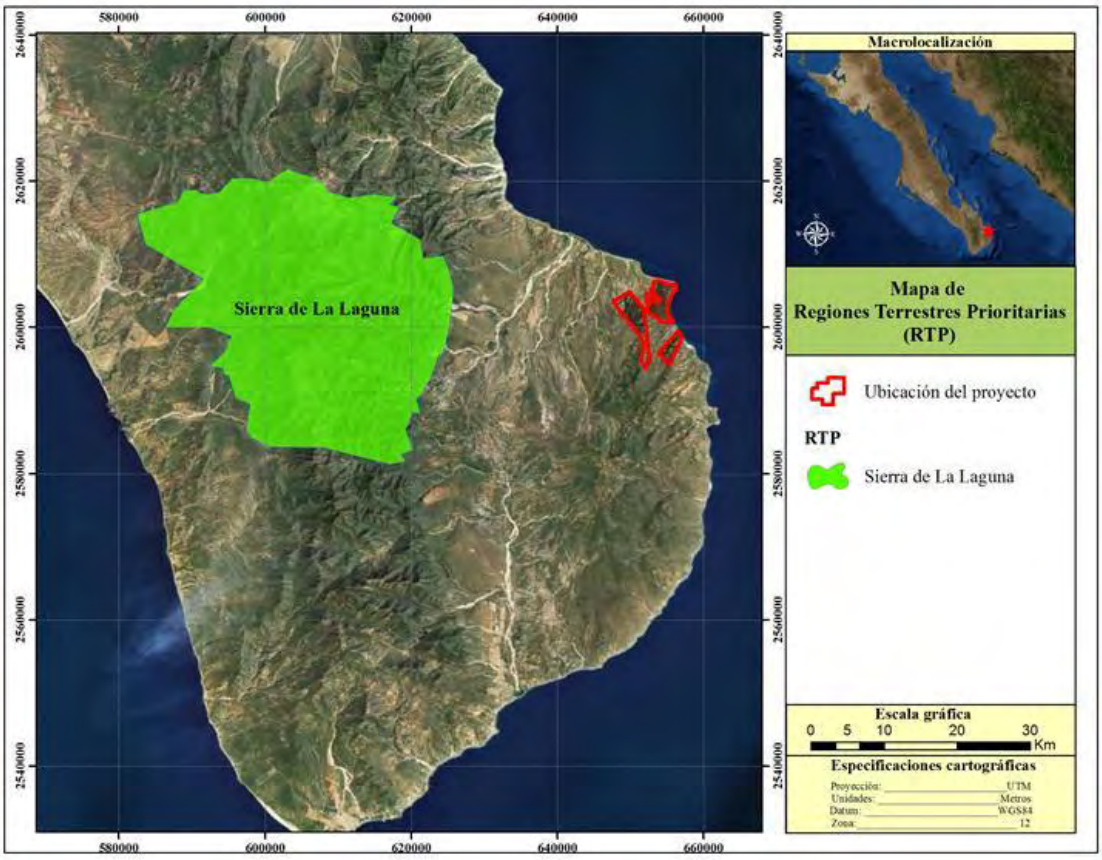


Figura IV. 3. Ubicación del Proyecto con respecto a la Región Terrestre Prioritaria.

Regiones Marinas Prioritarias (RMP's)

La Región Marina próxima al proyecto, es la 9. Los Cabos, adyacente a esta última RMP, se localiza la otra RMP denominada Boca del Golfo.

- **RMP 9 "Los Cabos"**

Esta región se presenta las siguientes coordenadas latitud 23°39' a 30°55'48" a 22°49'48" longitud 109°57'36" a 109°21'36''. Los diferentes tipos de relieve que se presentan en esta región son acantilados, playas, arrecifes en franja, bahías, médanos, lagunas, costas y tulares.

Entre los principales problemas que se presentan en esta zona son la modificación al entorno por problemas de erosión. También existe contaminación por desechos sólidos y aguas residuales así como un mal manejo de los recursos.

Tal y como se puede observar en la siguiente figura, la RMP-9 abarca una considerable superficie a lo largo de la zona costera del sur de la península de Baja California.

- **RMP "Boca del Golfo"**

Se localiza entre las coordenadas 22°51' a 20°22'48'' y a una longitud de 109°56'24'' y 107°14'24''.

Esta región se localiza en la parte oceánica y se caracteriza por conforman un ambiente oceánico con alta integridad ecológica. Entre los principales organismos que se encuentran en esta zona son moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces. Cabe señalar que en esta región no se conocen endemismos.

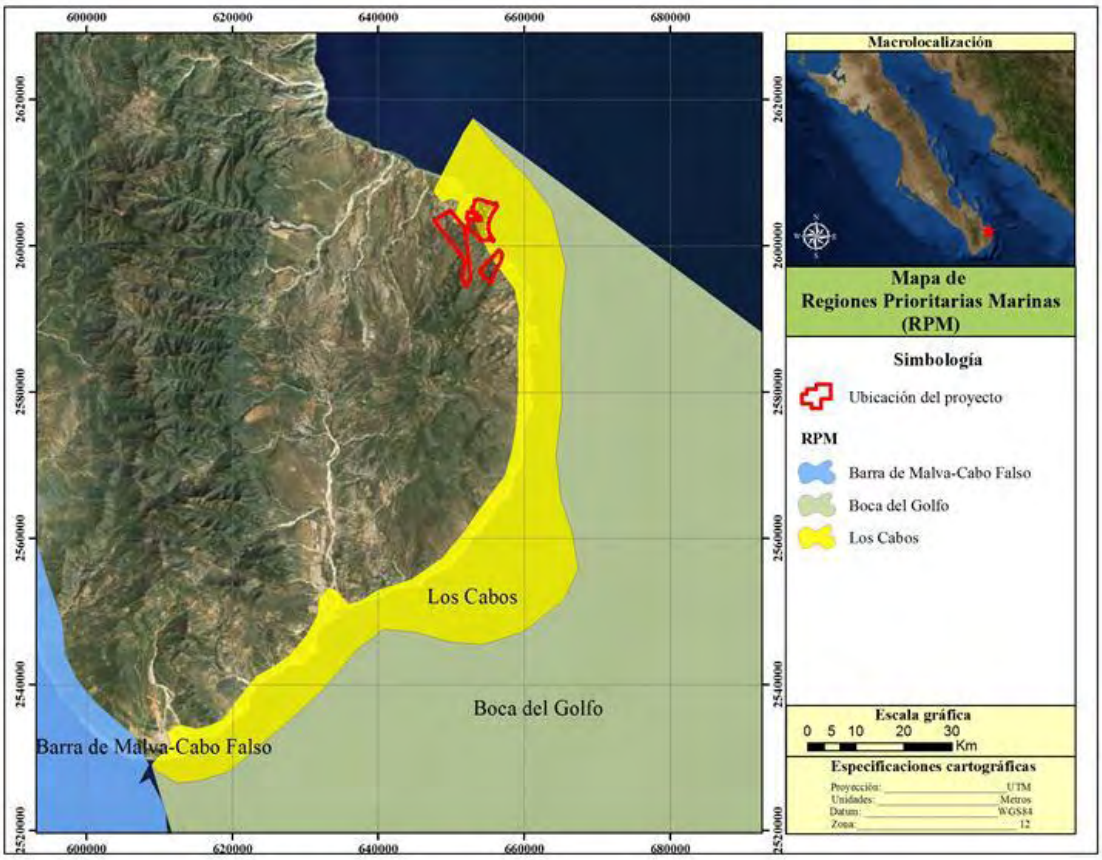


Figura IV. 4. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP´s)

La Región Hidrológica sobre la cual se inserta el proyecto es la **RHP No. 10 "Sierra de la Laguna y Oasis aledaños"**.

- **RHP No. 10 "Sierra de la Lagua y Oasis aledaños"**

Esta región representa una superficie considerable en la porción sur de la península de Baja California Sur.

Debido a la extensión de la superficie que cubre tiene una variedad de características definidas por los componentes macroestructurales tales como el clima y la geología, y su interacción con los componentes de tipo mesoestructurales (suelos, vegetación). De acuerdo con la CONABIO (2012), definen a esta región como una isla de vegetación rodeada de desierto, la cual alberga a la mayor biodiversidad del estado.

Las principales problemáticas que se presentan son la modificación del entorno por actividades antrópicas tales como la modificación del entorno por obras de ingeniería, asentamientos humanos, ganadería extensiva, deforestación. Se presentan problemas de contaminación debidas a las actividades turísticas, así como a la descarga de afluentes domésticos.

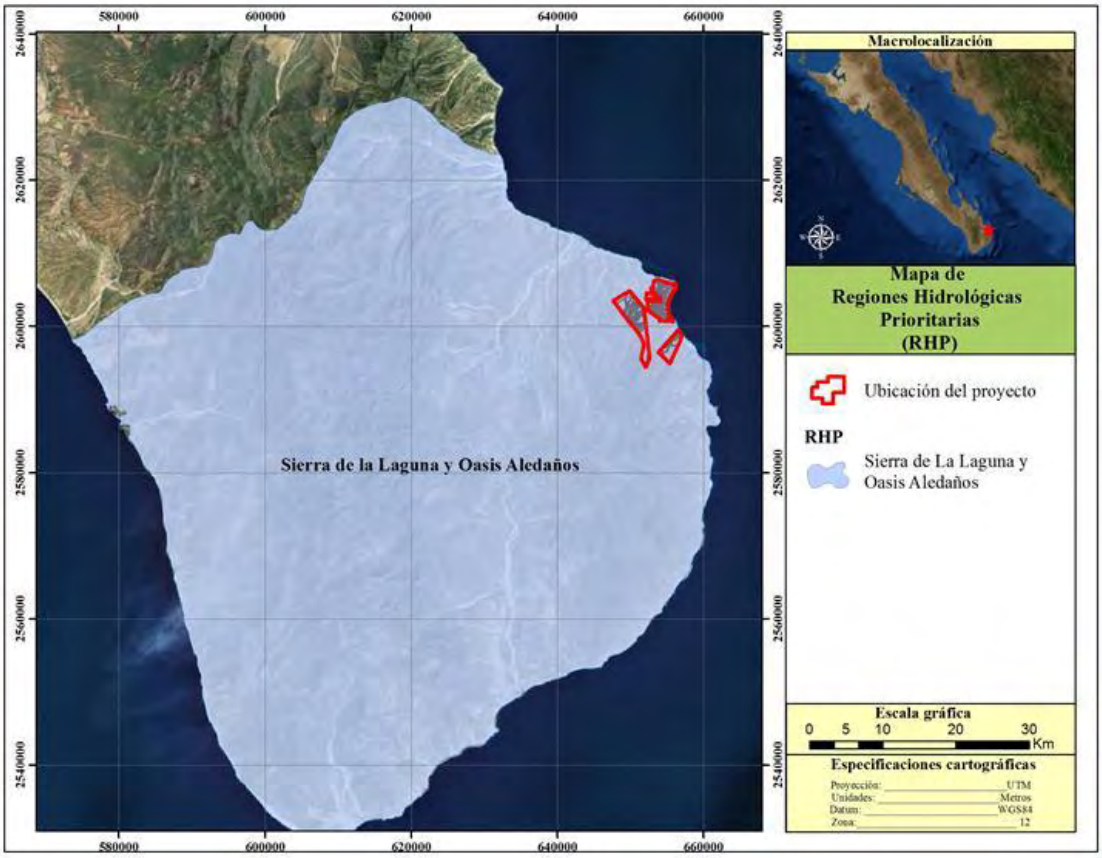


Figura IV. 5. Ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA´s)

Las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves más cercanas al sitio del proyecto son las **AICA´s No. 59 "Estero de San José" y la No. 01 "Sierra de La Laguna".**

- **AICA No. 59 "Estero de San José"**

Se localiza dentro de los municipios de Los Cabos y se localiza a una distancia de 20 km con respecto al SAR del proyecto, en las localidades de San José del Cabo cercano a El Salto.

Esta área se caracteriza por ser una cuenca hidrográfica con oasis y laguna costera rodeada de Matorral desértico Sarcocaule.

La Reserva se encuentra en el extremo sur de la Cuenca del arroyo San José y está separada del mar por una barra de arena de 1,000 m de longitud por unos 50 m de ancho.

El arroyo San José termina en una laguna litoral de agua dulce, solo separada del mar por la barra mencionada. En épocas de lluvia la barra se rompe, y genera una gran cantidad de arrastre de materia orgánica hacia el mar, a la vez que penetra agua marina. La laguna tiene una superficie aproximada de 50 ha y su profundidad media es de 1.4 m.

La importancia de este estero de San José es que mantiene una comunidad de aves terrestres y acuáticas prácticamente exclusivas del extremo sur de la Península. La comunidad de aves se forma de especies residentes, migratorias y transeúntes. Es la última estación de descanso para aves acuáticas y playeras migrando hacia zonas del sur de México, Centroamérica o Sudamérica.

La problemática que presenta es que actualmente es un área muy alterada y aparentemente han habido cambios drásticos en la composición de su avifauna. El plan de manejo aún no se implementa, pero ya ha sido aprobado por el Congreso Estatal.

Tal y como se mencionó en los párrafos anteriores, esta AICA se localiza a una distancia de 20 km, por lo que el proyecto no incidirá sobre esta área.

- **AICA No. 01 "Sierra de La Laguna"**

Esta área se caracteriza por presentar un relieve cuya morfología del relieve es de una cadena montañosa con dirección de norte a sur. Su longitud máxima es de 70 km y 20 a 30 km de ancho. Su altura máxima llega a ser de 2,090 msnm y representa el parteaguas que divide el Golfo de California y el Océano Pacífico. El gradiente altitudinal a lo largo de esta cadena montañosa define una gradación de los tipos de vegetación que varían desde Bosques de Encino-Pino en las porciones más altas hasta encontrar Matorral Xerófilo Sarcocaule en las porciones más bajas del relieve.

El límite de esta AICA más cercana al proyecto tiene una distancia de 15 km, por lo cual el proyecto no incidirá sobre esta AICA.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las AICAS más cercanas al proyecto.

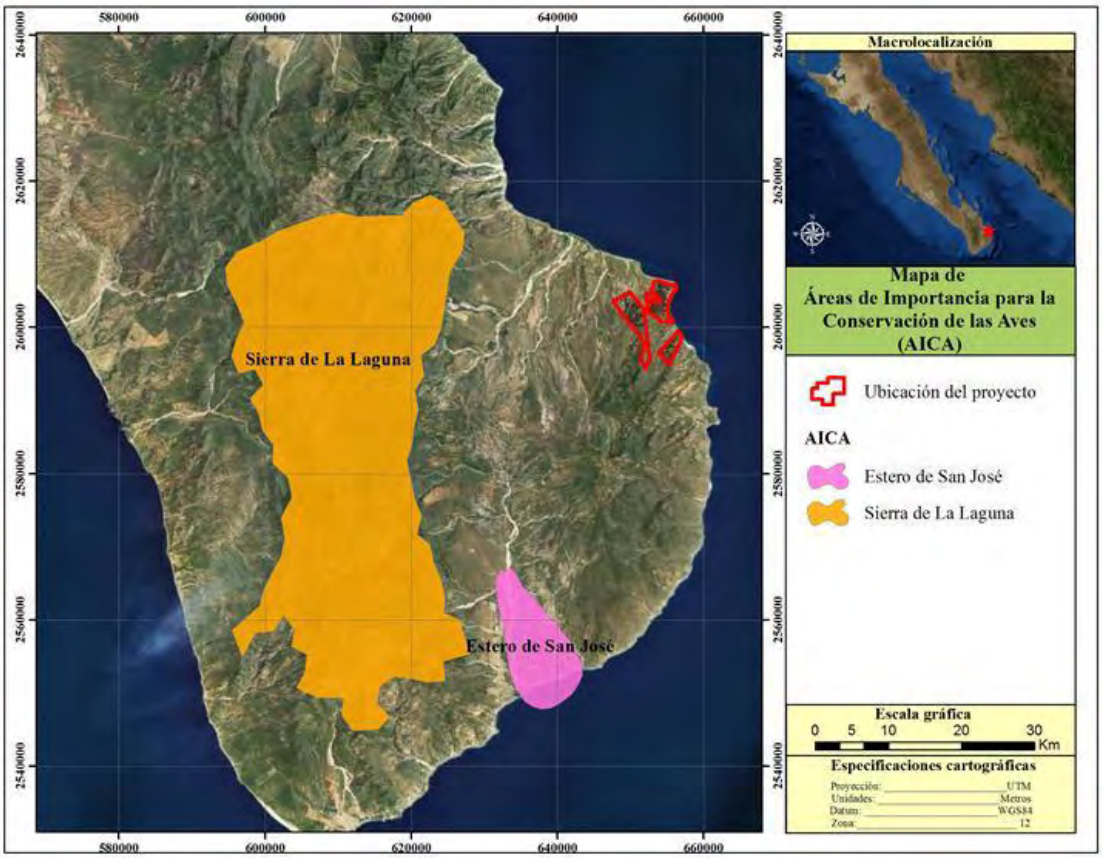


Figura IV. 6. Ubicación del proyecto con respecto a las AICA´s.

Siguiendo con el tema de los criterios de definición y escalas de información requerida, para la definición de los diferentes niveles de análisis es importante mencionar que el esquema se ha diseñado para definir y delimitar los componentes y procesos ecosistémicos que configuran los sistemas ambientales involucrados en el proyecto tomando como punto de partida dos aproximaciones conceptuales-metodológicas: la ecosistémica y la geosistémica. Estas dos propuestas se complementan entre sí ya que tienen como origen el enfoque sistémico. Éste permite, por un lado, el eslabonamiento de escalas espaciales y temporales y, por otro la articulación de niveles de integración espacial y funcional de manera jerárquica; siendo entonces la aproximación ecosistémica la base conceptual de los procesos regionales, mientras que el enfoque de cuencas hidrográficas permita la delimitación espacial del territorio donde se desarrollará el proyecto y por último, la identificación de unidades ecológicas funcionales (unidades naturales) se dan al interior de una cuenca al definirse las relaciones e interacciones de los distintos componentes abióticos y bióticos caracterizados por combinaciones únicas y con procesos que las diferencian entre sí.

Desde el planteamiento geosistémico García Romero (2002) señala que los componentes de mayor escala de manifestación, denominados como macroestructuras se caracterizan por ser de grandes dimensiones y requieren de mayor tiempo para evidenciar las transformaciones propias de su evolución, por lo que se les puede considerar como los más estables e independientes del sistema. En este grupo se encuentran el clima y las morfoestructuras.

Mientras que los componentes de escala media o mesoestructurales se manifiestan en menores dimensiones espaciales que requieren para evidenciar su funcionamiento de períodos de tiempo más cortos, por lo que son, comparativamente con los anteriores son más dinámicos, cambiantes y dependientes. Este otro grupo lo conforman, en orden decreciente en términos de estabilidad, el relieve, el agua –superficial y subterránea- , los suelos y por último la vegetación.

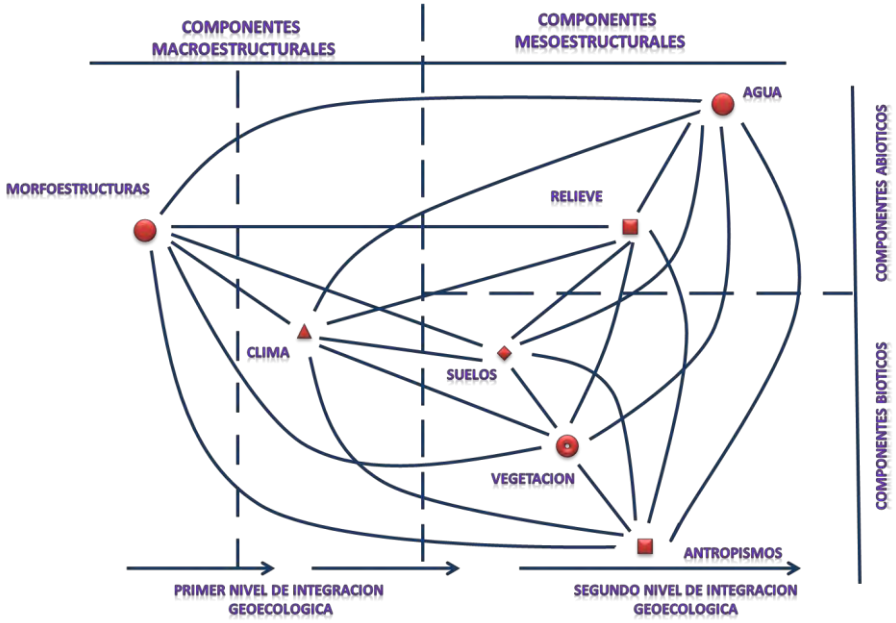


Figura IV. 7. Modelo de la integración natural de los componentes según García Romero (1998).
Fuente: Tomado de García Romero, A. 1998.

García Romero señala que esta diversidad espacio-temporal de los componentes ambientales tiene dos implicaciones muy importantes para comprender la forma que se interrelacionan al interior y entre sí para definir la estructura y dinámica de los sistemas naturales o ecosistemas:

- La integración de los componentes ambientales debe realizarse partiendo de dos niveles escalares básicos que permiten reflejar la estructura y configuración del sistema natural.
- La escala de manifestación de cada componente se encuentra altamente relacionada con su estabilidad y susceptibilidad para ser influenciado por otros componentes, estableciéndose de esta forma la jerarquía natural entre ellos y diferenciándose los que son claves del funcionamiento del sistema natural y aquellos de menor importancia que están subordinados a los primeros.

La profundidad en el tratamiento otorgado a cada componente y subcomponente va a depender del grado de influencia que tenga sobre el comportamiento de otros componentes que le estén subordinados, así como del significado de su rol dentro del sistema ambiental. Desde esta perspectiva García Romero plantea la existencia de “agentes”, es decir, componentes que desempeñan una función sobresaliente para el mantenimiento de la

estructura ecosistémica y que le confieren el carácter de unicidad con respecto a los ecosistemas aledaños.

Con base en esta aproximación se describen las principales actividades para la definición y caracterización del SAR y consecuentemente se tiene un modelo de funcionamiento ecosistémico adaptado a la escala y tipo de proyecto en análisis.

Para tal efecto se presenta en la siguiente figura el modelo de estructura y funcionamiento del Sistema Ambiental Regional, mismo que será la base del trabajo realizado en el capítulo IV de la MIA:

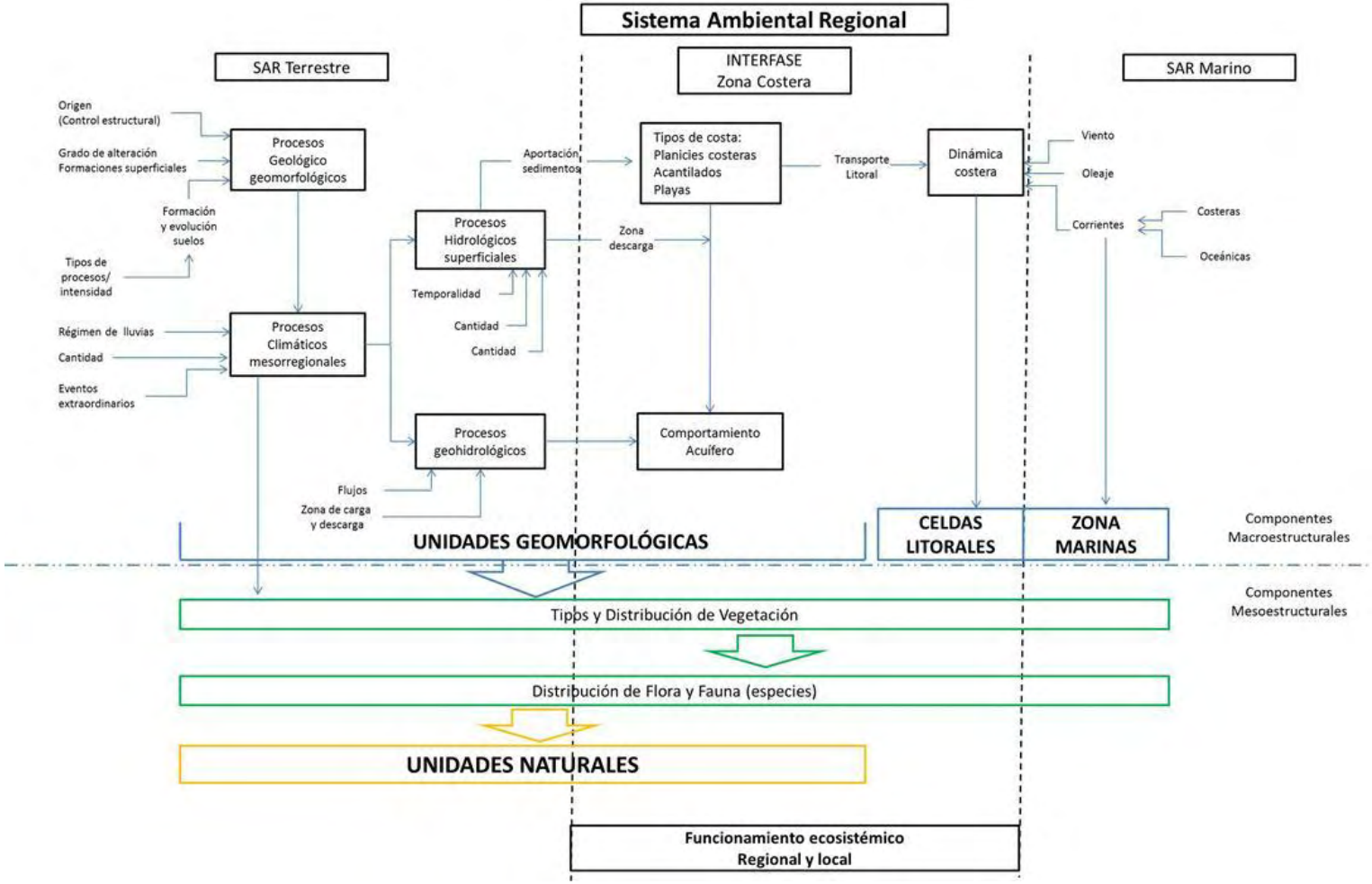


Figura IV. 8. Funcionamiento ecosistémico del SAR.
Fuente: Elaboración propia

IV.1.2.Criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional se toma como punto de partida que el proyecto que se pretende desarrollar esta conformado por un conjunto de obras y actividades cuyo arreglo y disposición urbana-arquitectónica en la zona costera interactúan tanto con el medio terrestre como con el medio marino. Razón por la cual, el SAR se plantea con base en la consideración de que ambos medios son de naturaleza distinta por lo que los criterios para su delimitación espacio-temporal son diferentes entre sí.

De este modo, el SAR se divide en dos grandes sistemas ambientales a su vez:

- Sistema Ambiental Regional Terrestre.
- Sistema Ambiental Marino.

Otro aspecto de gran relevancia es que entre el medio terrestre y el medio marino existe una zona de interfase donde confluyen una serie de condiciones y procesos específicos que le confieren un sello distintivo que lo diferencia de ambos ambientes.

Así, la zona costera se constituye como una zona de transición entre ambientes, la cual y dependiendo de su propio origen y morfología, un medio u otro puede ejercer mayor influencia en su configuración, en algún componente ambiental específico y/o en algún proceso puntual.

Debido a que la zona costera mantiene una expresión espacial predominantemente terrestre y su estructura y procesos se pueden abordar desde la geomorfología esta se incluirá como parte del Sistema Ambiental Terrestre.

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional Terrestre se emplearon dos criterios:

1. Identificación y delimitación de microcuencas hidrográficas.
2. Identificación y delimitación de geoformas costeras.

IV.1.2.1 Delimitación del Sistema Ambiental Terrestre

El criterio principal para la delimitación espacial del *Sistema Ambiental Terrestre y de la Zona de transición* es a partir de la definición de microcuencas hidrográficas ya que acuerdo con Garrido, Pérez Damián, *et. al.* (2010) y Toledo (2006), éstas son la aproximación conceptual más utilizadas para el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo, ya que la delimitación y análisis de éstas permiten comprender el comportamiento y dinámica del espacio geográfico a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos, así como los flujos de nutrientes, materia y energía que se establecen en el complejo mosaico que conforman el conjunto de paisajes terrestres, acuáticos y sus interfaces, es decir, la expresión espacial de los ecosistemas.

Dicho entonces, la Cuenca Hidrográfica se considera como un sistema dinámico y abierto, donde el agua es el principal elemento integrador, el cual al interactuar con la atmósfera, la superficie de la tierra, la cobertura vegetal, los suelos y el sustrato geológico, entre los componentes ambientales constituye un complejo mecanismo de interconexión y

transferencia de materia, energía e información que se distribuye desde las partes altas hacia las bajas. Y de esta manera establece procesos de transferencia y regulación que caracterizan a cada sistema, definiendo su funcionamiento y su dinámica particular.

El análisis de una Cuenca Hidrográfica comprende los aspectos estructurales y funcionales tanto geomorfológicos, biológicos, ecosistémicos, etc., que caracterizan al Sistema Ambiental Regional así como su dinámica.

Para su delimitación se tomo como punto de partida la identificación y clasificación de órdenes de corriente que conforman la red de drenaje. El método empleado es la aplicación de la clasificación propuesta por Horton (1945), modificada por Strahler (1957), considerando las corrientes de primer orden, las que no presentan ramificación; las corrientes de 2° orden, cuando reciben a los de 1er orden; y las corrientes de 3er orden cuando reciben a los de 2° orden de corrientes y así sucesivamente. Con base en el análisis de la configuración topográfica y la hipsometría del relieve, se identificaron los interfluvios y se señalaron las divisorias de aguas elementales (parteaguas locales) que delimitan a cada microcuenca. Para lo cual se empleó la información topográfica de INEGI a escala 1:50,000 con curvas de nivel a cada 20 metros auxiliándose de modelos de terrenos generados en un sistema de información geográfica.

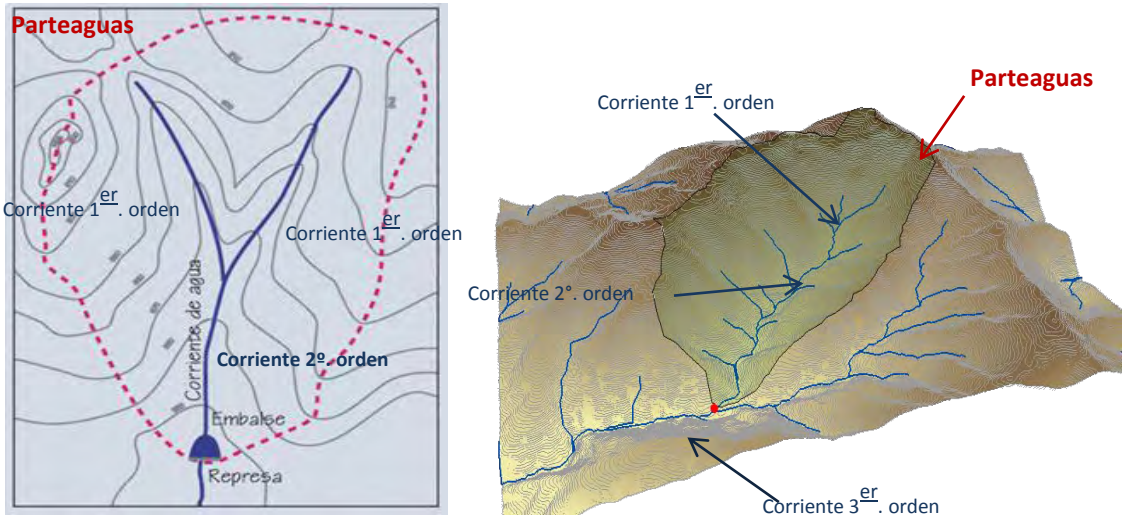


Figura IV. 9. Delimitación de parteaguas a partir de órdenes de corriente
Fuente: Elaborado por QV Gestión Ambiental a partir de Horton (1945) y Strahler (1957).

Criterios de Identificación y delimitación de microcuencas hidrográficas

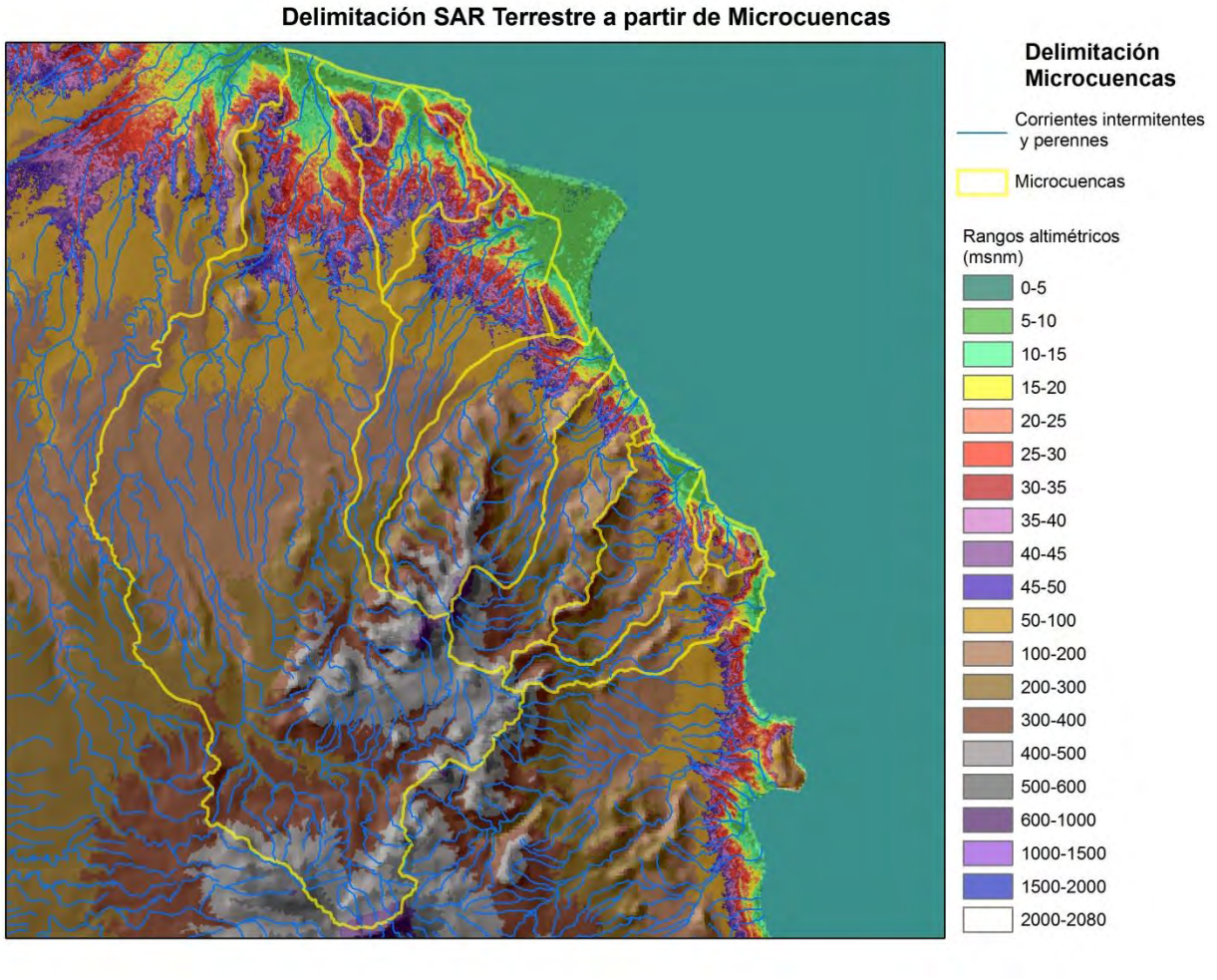


Figura IV. 10. Delimitación del Sistema Ambiental Regional Terrestre a partir de microcuencas hidrográficas.

Para la delimitación de microcuencas se siguió un criterio geomorfológico-geográfico de reconocer e identificar los patrones de relieve (Montañoso, premontañoso, llanuras, mesas, abanicos de desplayamiento, etc), a la par también se va identificando los patrones fluviales y se sigue su curso de escurrimiento natural desde la parte montañosa, hasta la desembocadura en el mar.

A partir de este conocimiento, se delimitó el parteaguas, primero de las grandes cuencas, para posteriormente obtener el de las microcuencas, es decir, se siguió el principio geográfico de ir de lo General a lo Particular y viceversa.

Identificación de Geoformas costeras

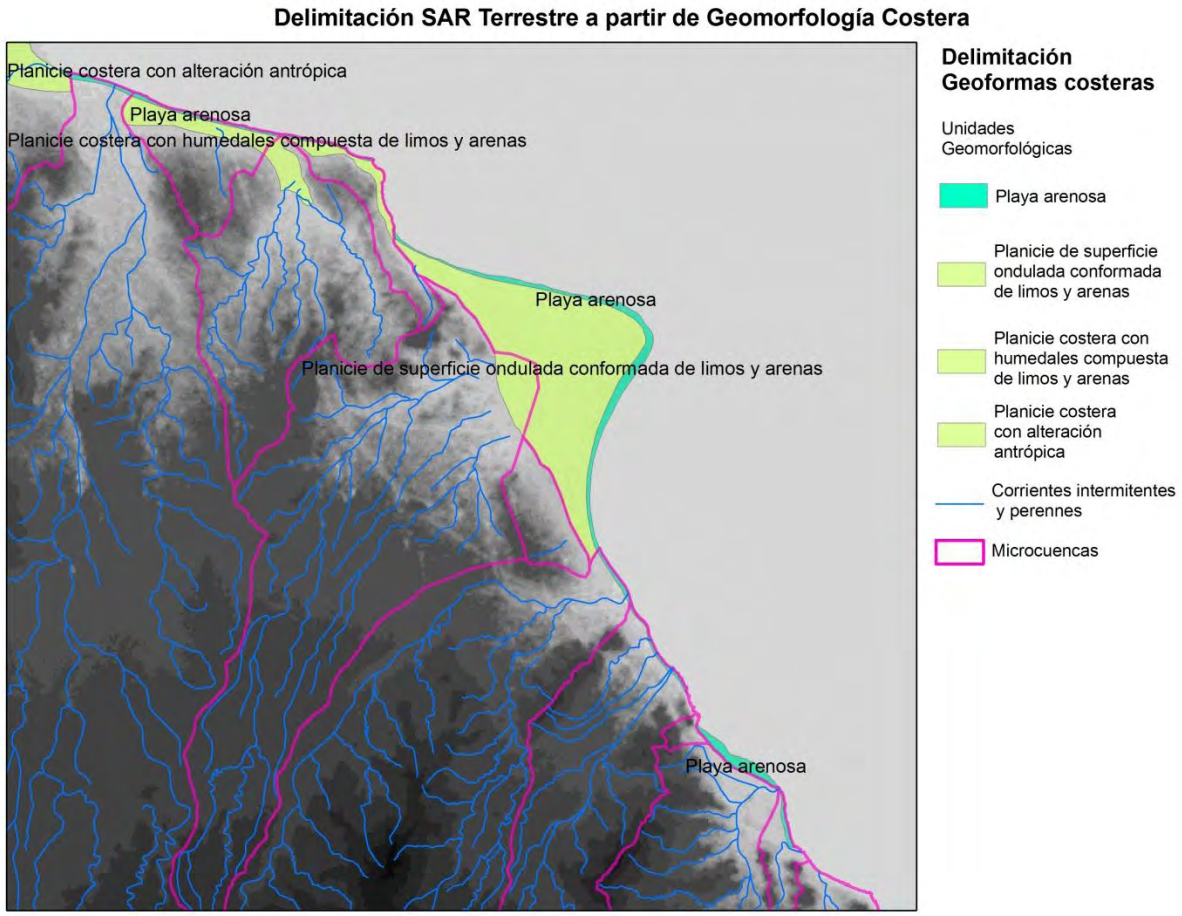


Figura IV. 11. Delimitación del SAR Terreste a partir del criterio geomorfológico costero.

Debido a que no todas las microcuencas desembocan en el mar, y uno de los predios del proyecto se ubica en la zona costera, se decidió utilizar el criterio geomorfológico, es decir, se reconocieron y delimitaron las geoformas costeras ya que éstas funcionan como interfase entre el medio terrestre y el medio marino.

En el SAR se identificaron Playas arenosas y tres tipos de planicies: de superficie ondulada conformada por limos y arenas (Punta Arena), Planicie costera con humedales y planicie costera con alteración antrópica.

Con base en estos dos criterios se determinó el Sistema Ambiental Regional Terrestre

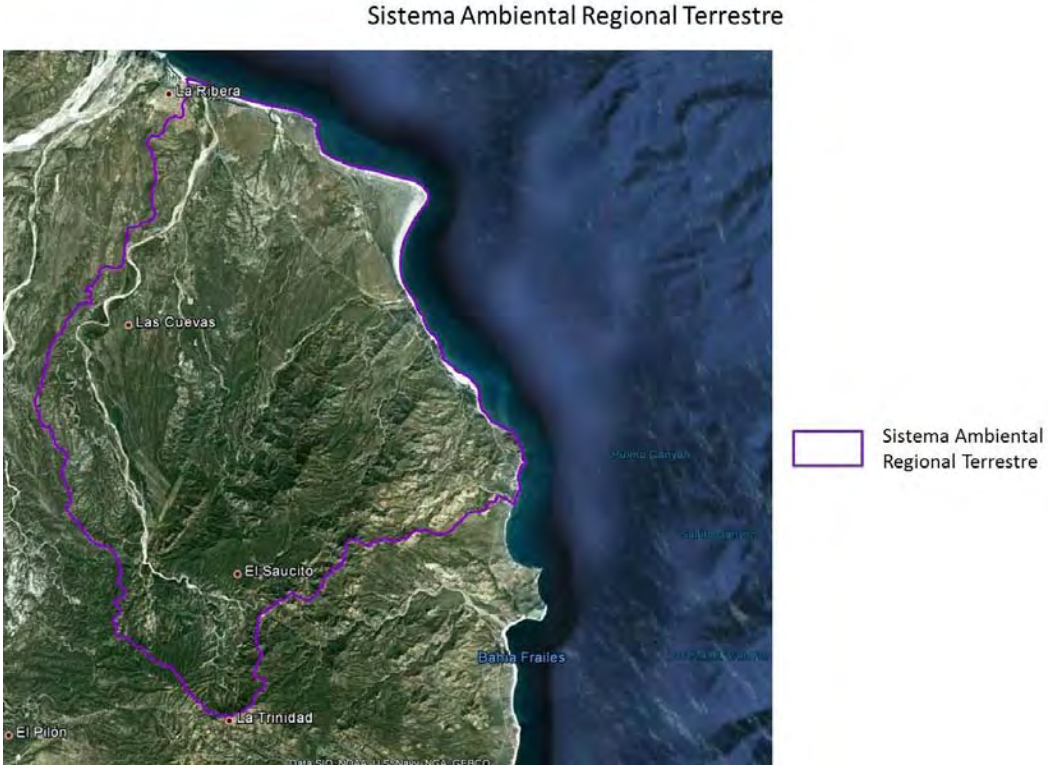


Figura IV. 12. Delimitación del Sistema Ambiental Terrestre.

Una vez delimitados ambos Sistemas Ambientales: SAR terrestre, el cual incluye la zona de interfase (zona costera), y el SA Marino, se tiene el Sistema Ambiental Regional, sin embargo, y debido a la complejidad y dinámica de cada uno de ellos, se decidió realizar la caracterización y diagnóstico de cada uno de ellos de manera separada.

Delimitación del Sistema Ambiental Regional Terrestre y Sistema Ambiental Marino

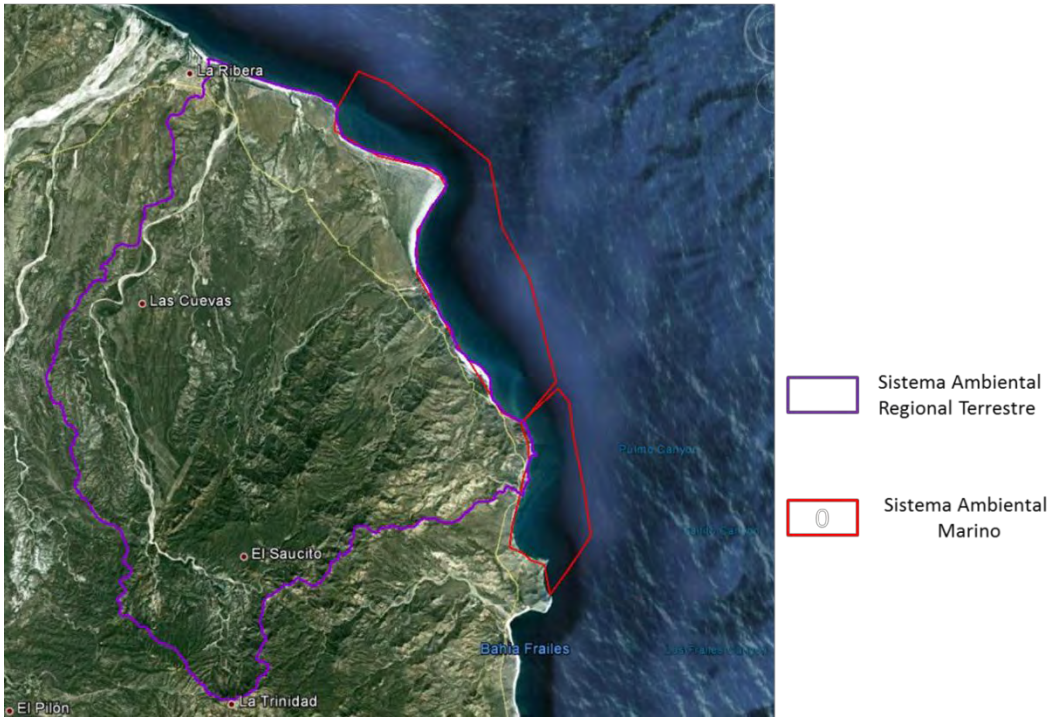


Figura IV. 13. Delimitación del Sistema Ambiental Regional Terrestre y Sistema Ambiental Marino.

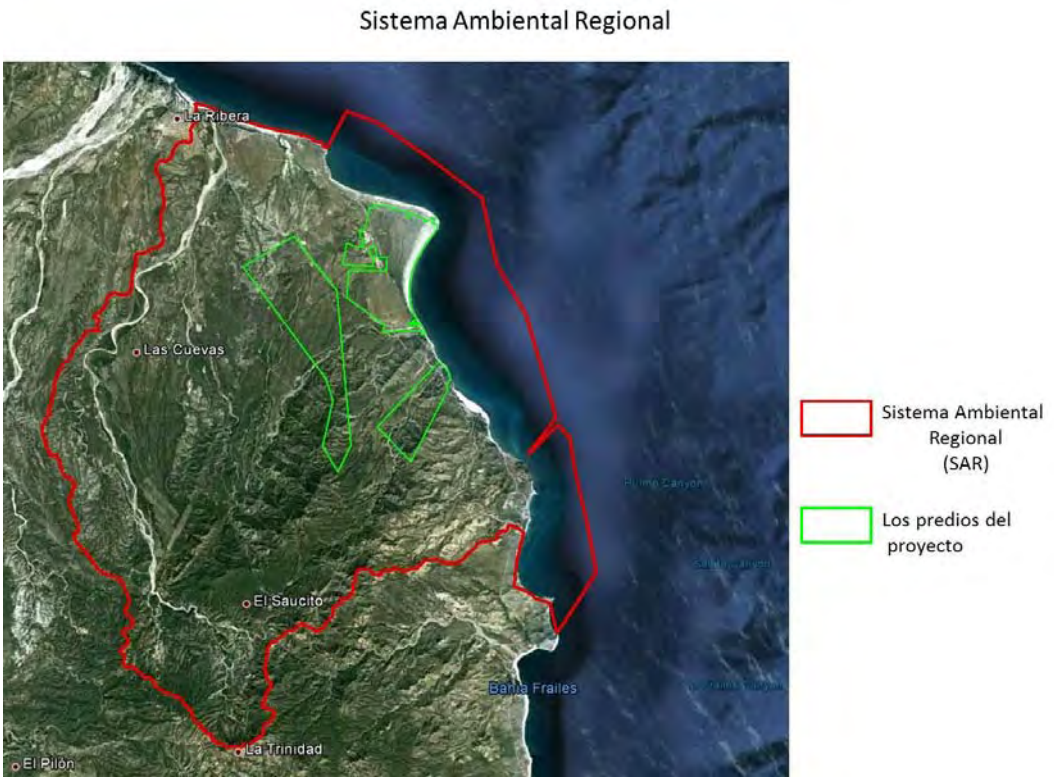


Figura IV. 14. Límite del Sistema Ambiental Regional.

V.1.2.2 Delimitación del Sistema Ambiental Marino (SAM).

Con la finalidad de caracterizar a las comunidades de fauna marina (bentónica e íctica) en las inmediaciones del proyecto, se considero relevante delimitar un Sistema Ambiental Marino.

Para la delimitación del Sistema Ambiental Marino se reconocieron dos zonas. La zona A, corresponde al Área de Referencia de la zona marina y se localiza en la porción norte, específicamente en las inmediaciones de Punta Arena. Esta Región se caracteriza por presentar una menor diversidad biológica en comparación con la zona marina donde se localiza Cabo Pulmo.

La zona B se consideró relevante incluirla por constituir el Área Natural Protegida de Cabo Pulmo, la cual es importante por su diversidad biológica.

El principal criterio de delimitación del SAM fue a partir de identificar las zonas de mayor biodiversidad, siendo la geomorfología uno de los componentes que definen el establecimiento de los hábitats. Al respecto, a lo largo de la línea de costa frente a Cabo Pulmo se presentan tres crestas dispuestas de forma paralela a la línea de costa, lo que permite una mayor heterogeneidad y por lo tanto una mayor biodiversidad de microhábitats.

Esta morfología del relieve costero-marino permite que el arrecife presente muchas de las características de un verdadero arrecife coralino, particularmente por la alta presencia de cobertura coralina. Aproximadamente de entre el 20% y el 30% del área está cubierto por especies de coral de los géneros *Pocillopora*, *Porites*, *Pavona* y *Psammocora*; son las especies del género *Pocillopora* las que mayor cobertura presentan formando "super colonias" en algunas secciones del arrecife (Rielg *et al*., 2007).

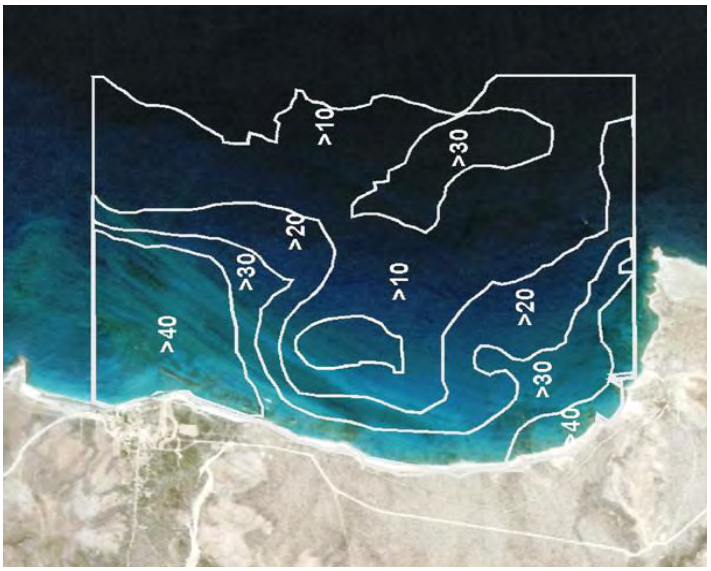


Figura IV. 15. Distribución del porcentaje de sedimento de origen coralino en el arrecife Cabo Pulmo.Tomado de Rielg *et al*., 2007.

En la siguiente figura se indica la delimitación del Sistema Ambiental Marino para el presente proyecto.

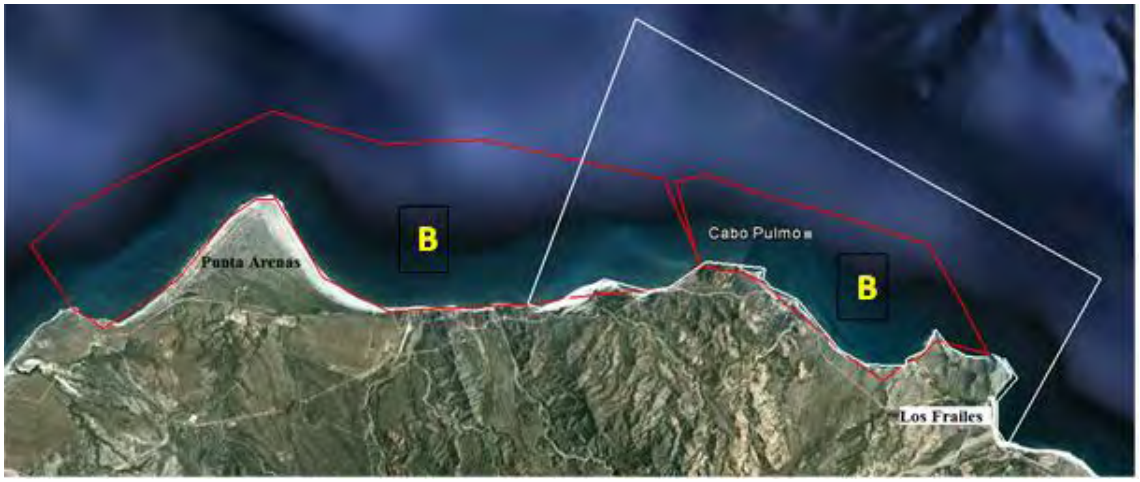


Figura IV. 16. Polígonos que delimitan el SAM del Proyecto.

IV.1.3. Descripción de la estructura y función del Sistema Ambiental Regional

La estructura del sistema se constituye por un conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí con los individuos y su comunidad. Este sistema se encuentra sub-constituido a su vez por dos subsistemas, el medio natural y el socioeconómico (ver la siguiente figura). Los elementos y procesos del ambiente natural se proyectan en dos subsistemas principales: Medio físico con los componentes aire, suelo y agua; y Medio biológico: vegetación terrestre y fauna. El socioeconómico está conformado por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas del área de influencia; que sustentan un grupo de parámetros o factores que subsecuentemente se conforman por diversos componentes del medio ambiente.

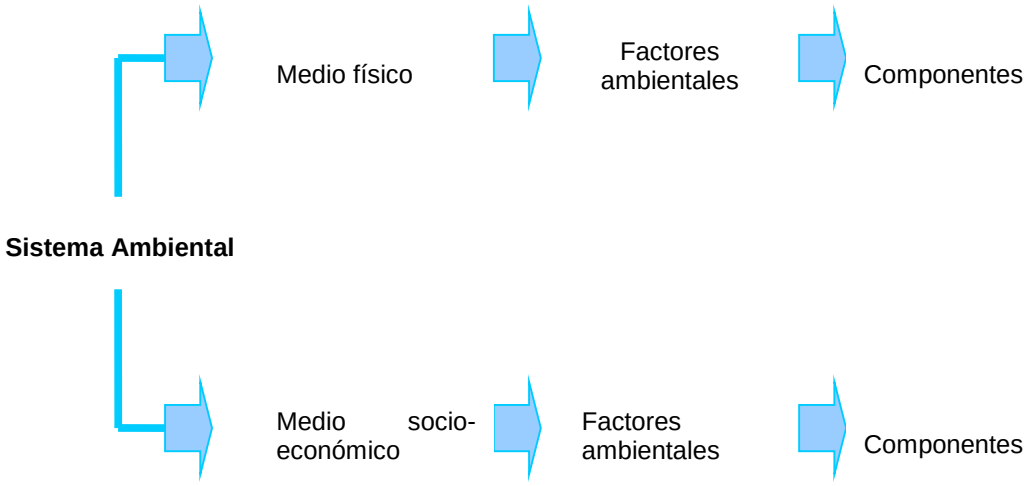


Figura IV. 17. Diagrama general de la estructura del Sistema Ambiental.
Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración del Diagnóstico Ambiental se ha tomado como punto de partida la descripción de los diferentes componentes ambientales, los procesos que le dieron origen así como también de aquellos que actúan en la configuración actual, en una primera escala de estudio, a nivel del Sistema Ambiental y en un segundo nivel de análisis a nivel de predio. Esta aproximación conceptual permite reconocer de manera coherente y articulada, la organización y dinámica tanto vertical como horizontal de la arquitectura espacial y funcional de la envoltura geográfica comprendida en ambos niveles de aproximación.

Para ello, la caracterización se realizó en dos grandes etapas: la primera de índole eminentemente descriptiva, en la cual se analizó de manera individual cada uno de los componentes ambientales y sus patrones de distribución espacial. Mientras que la segunda fase tuvo como objetivo la integración, es decir, de carácter sintético a partir de la diferenciación en unidades ambientalmente homogéneas bajo una estructura espacial jerárquica y taxonómica, denominadas como Unidades Naturales.

Esta regionalización permite la integración espacial de los procesos que lo configuran y que se ligan desde los rangos superiores, en dirección hacia los niveles menos complejos

de integración. Así, los niveles mayores son más complejos y asimilan a cada uno de los rangos de menor jerarquía; no obstante, los niveles mayores dependerán de los rangos inferiores.

La caracterización de cualquier categoría de la superficie terrestre esta basada en el arreglo fisiográfico, el cual tiende a presentar características definidas o aproximadamente homogéneas al poseer una combinación similar de los distintos componentes (litología, relieve, suelos, vegetación, etc.) y fisonómicamente es una entidad territorial reconocible y diferenciable de las circundantes.

Así, la delimitación de unidades homogéneas, también denominadas como unidades naturales, unidades ambientales o unidades ecológicas funcionales presentan como característica fundamental homogeneidad interna con respecto a ciertas variables ambientales. Por tanto, es necesario el reconocimiento de éstas para delinear los límites de regularidad y con ello realizar la diferenciación del territorio por su diversidad.

Para este trabajo se toma como punto de partida el enfoque geomorfológico, ya que a través de la detección de las formas del relieve es posible inferir homogeneidad en el resto de los componentes ambientales, aunque es importante señalar que esta relación no siempre es tan directa en todos los casos. El relieve, el clima y la geología son factores físicos que se modifican en tiempo geológico (García Romero, 2005), es decir, muy largo, de modo tal que podría considerarse como relativamente estables con respecto de otros componentes. Mientras que en el caso contrario se encuentra la vegetación y el suelo, siendo la primera la más dinámica ya que más susceptibles a recibir una mayor influencia de la actividad antrópica y cuyos cambios en su estructura son indicadores de la estabilidad o estado de conservación de una determinada unidad ecológica funcional.

La diferenciación en unidades naturales responde a un patrón recurrente de arreglos geomorfológicos que presentan una combinación u asociación de procesos complejos genéticamente análogos que definen la regularidad del relieve con un mismo carácter mesoclimático. En la delimitación también se consideran el origen, toda vez que es resultado de la interacción de las fuerzas y procesos endógenos y exógenos.

Debido a que el SAR se construyó con base en la delimitación de microcuencas por las que atraviesa el proyecto, esta segunda escala de análisis permite incorporar los procesos regionales con la dinámica de las zonas funcionales de cada microcuenca. Con ellos es posible determinar el tipo e intensidad de las interacciones y procesos en la estructura vertical y horizontal de manera local de cada región natural permitiendo reconocer el grado de estabilidad de dichas unidades ecológicas funcionales a nivel de paisajes geomorfológicos (también denominadas geofacies, según Bertrand, 2006). Este último nivel jerárquico permite definir los flujos de materia, energía e información a una escala y con ello la identificación de impactos ambientales así como la elaboración de escenarios.

Así, el diagnóstico ambiental parte de la caracterización de cada unidad natural y su clasificación como medio estable o dinámico (Tricart, 1982).

IV.2 DESCRIPCIÓN DEL SAR

Aspectos abióticos

IV.2.1.Clima

A nivel regional, el SAR presenta dos tipos de clima predominantes. El clima predominante del SAR es el BW(h')hw(x'), lo que indica que es un clima seco desértico (el más seco de los secos) de temperatura cálida (la temperatura promedio anual es mayor de los 22°C), con régimen de lluvias de verano e invierno y lluvias escasas el resto del año. La precipitación total anual de mes es menor a 33 mm.

El segundo tipo de clima en donde se localizan las unidades de mayor elevación (premontaña y montaña) es el BS0hw, lo que corresponde a seco estepario (menos seco de los secos) semicálido con lluvias en verano e invierno. El porcentaje de lluvia invernal es menor al 5%, con una precipitación mayor a 300 mm. La temperatura promedio anual es de 20°C.

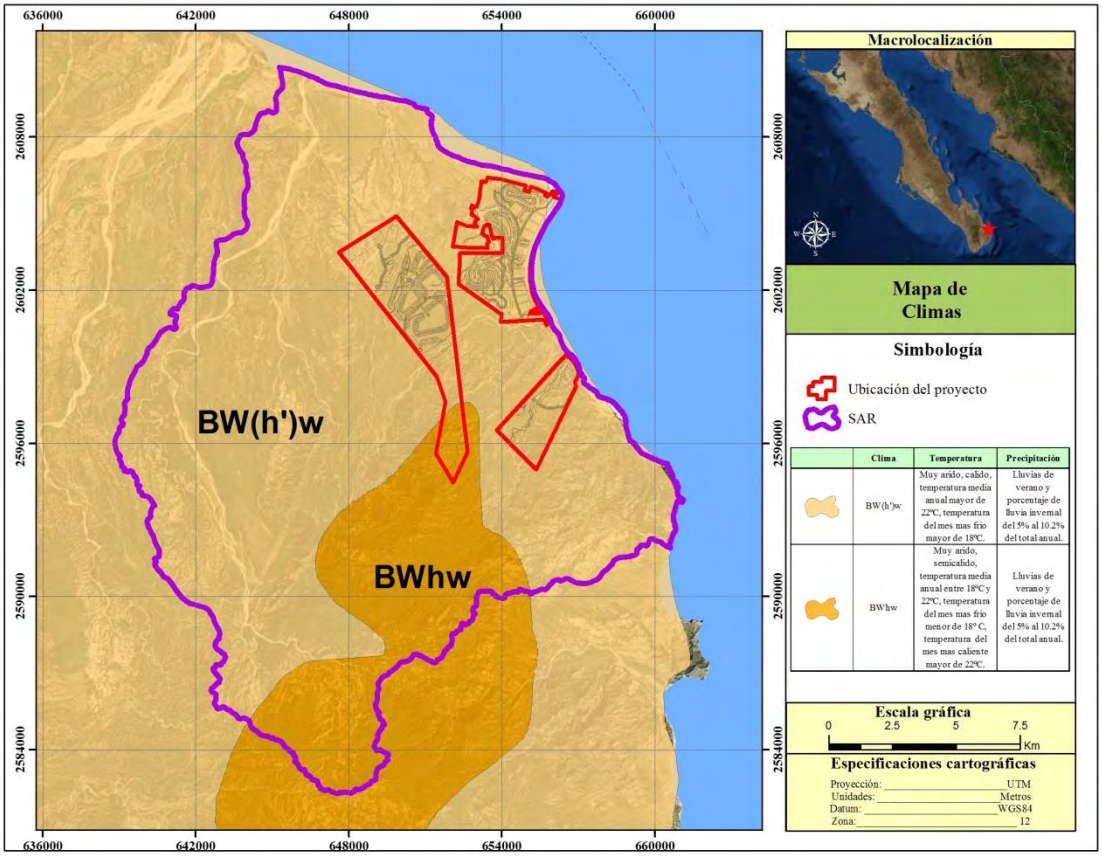


Figura IV. 18. Distribución de los climas a nivel del SAR del proyecto.

Temperatura y Precipitación

Los siguientes datos se retomaron del Servicio Meteorológico Nacional, y se seleccionó la estación climatológica denominada “Las Barracas”, dicha estación es operada por la CONAGUA-GDE, y es la que se encuentra dentro del Sistema Ambiental Regional.

En la siguiente figura se indica la ubicación de la estación Las Barracas.



Figura IV. 19. Ubicación de la estación climatológica “Las Barracas”.

La precipitación máxima diaria a partir del análisis de 5 años (1960, 1970, 1980, 1990 y 2000) arrojó que la mayor cantidad de precipitación fue durante el año 2000. En este mismo año es cuando se registró la máxima precipitación en 24 horas, la cual ocurrió durante el mes de septiembre rebasando los 350 mm.

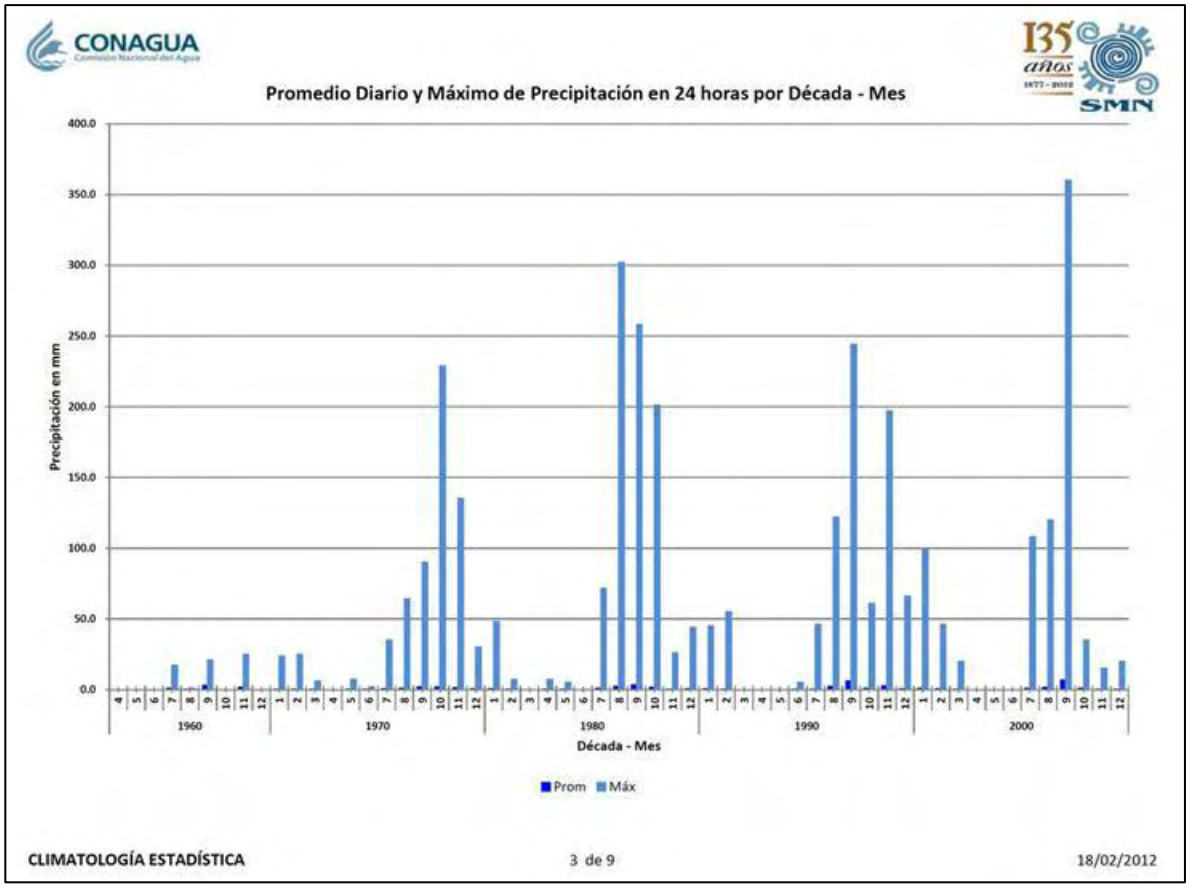


Figura IV. 20. Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por década-mes.

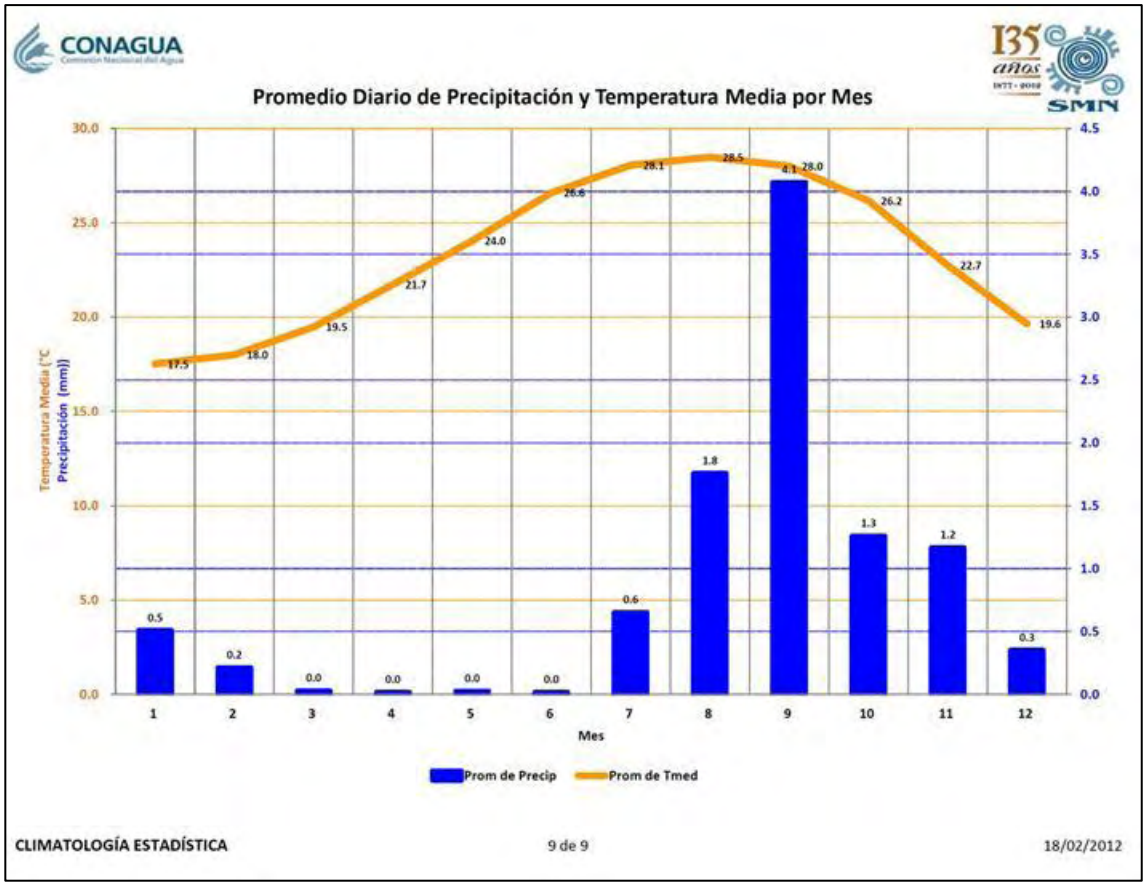


Figura IV. 21. Comportamiento de la precipitación promedio diaria y de la temperatura media mensual.

Al comparar los valores de precipitación máxima en 24 horas con respecto a los valores promedio diarios resulta que existe una diferenciación importante.

El promedio diario de precipitación mensual en mm, indica que los meses que tienen una precipitación mayor a 1 mm es a lo largo de 4 meses (agosto a noviembre), sin embargo estos valores no rebasan los 4.1 mm de precipitación promedio mensual, a menos de que ocurra algún evento ciclónico, tal y como se evidenció en la gráfica anterior en donde se han rebasado los 300 mm en 24 horas. El resto de los meses el valor promedio diario es menor a 0.5 mm.

Con respecto al promedio de temperatura media mensual se observa que los valores máximos se registran durante tres meses julio, agosto y septiembre con 28.1, 28.5 y 28.0 respectivamente.

Eventos meteorológicos

- Huracanes

Los huracanes que afectan a la península de baja California se forman en aguas tropicales de la cuenca oriental del Pacífico Norte. La productividad de esta área para iniciar y generar depresiones tropicales, tormentas tropicales, y huracanes, es mayor que de la cuenca occidental del Atlántico Norte, y es la segunda después del Océano Pacífico Occidental. La mayoría de los huracanes inician como perturbaciones tropicales entre las latitudes 10°N y 18°N y entre las longitudes 95° W y 110°W (Martínez G., 2002).

Varias de las tormentas tropicales que se generan en la cuenca oriental del pacífico Norte con una trayectoria hacia el norte pueden virar, ya sea hacia la península, al macizo continental, o al suroeste de los Estados Unidos.

En la siguiente gráfica se indica un registro de las tormentas tropicales y huracanes generados en la cuenca oriental del Pacífico Norte durante el periodo de 1949 al 2001.

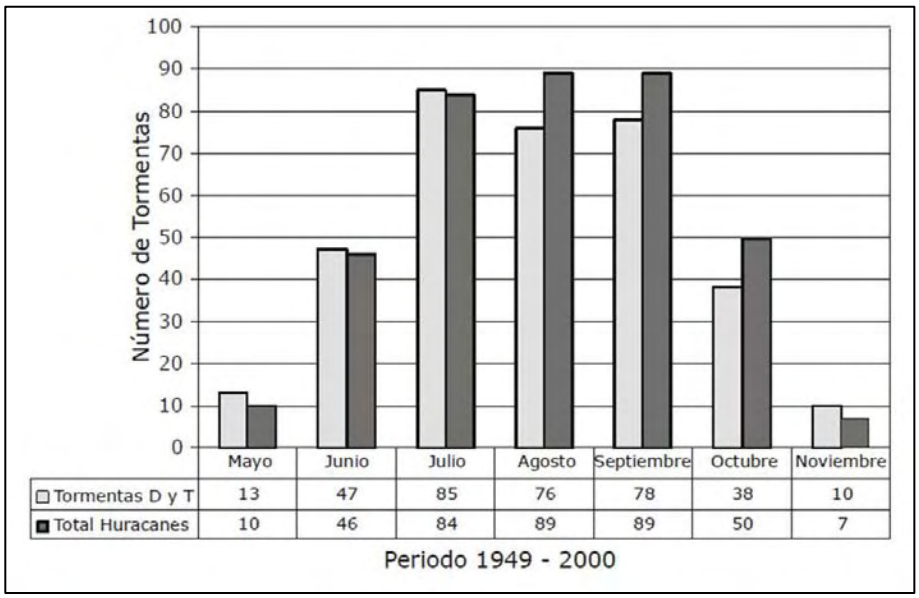


Figura IV. 22. Registro de tormentas tropicales durante el periodo de 1949 al 2001 en la cuenca Oriental del Pacífico Norte.

En la figura anterior, la mayor frecuencia de huracanes ocurre durante los meses de septiembre, así mismo es en este mes con la mayor probabilidad de que un huracán siga hacia el norte con dirección hacia la península de Baja California.

En la siguiente figura se indica la frecuencia de huracanes en la cuenca oriental del Pacífico.

Año	1949-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000
1		2	2	12	8	10
2		3	2	8	12	15
3		2	4	7	12	11
4		4	1	11	13	10
5		2	1	9	13	7
6		7	7	9	9	5
7		9	7	4	10	9
8		5	6	14	7	9
9	2	5	4	6	9	
0	6	5	4	7	16	
Total	8	52	38	87	109	76
250 km		9	10	15	13	13
Porcentaje		17	26	17	12	17

Figura IV. 23. Frecuencia de tormentas tropicales durante el periodo de 1949 al 2001.

De acuerdo con el análisis de los huracanes de Martínez G. (2002), se indica que el número de huracanes esperado en una año cualesquiera puede tener una variación alta; esta característica se evidencia por las altas fluctuaciones que ocurren cada diez años, de ahí que el porcentaje de huracanes que se dirigen hacia la península pueda tener una estadística ascendente. Entre el 12 y 16% de los huracanes formados en la cuenca oriental del Pacífico Norte afectan a la península de Baja California (es decir, pasan cerca de una distancia de 250 km de la península).

Por otro lado, la cantidad de precipitación vertida por los huracanes en la península es un factor determinante para que exista transporte de sedimentos hacia el Golfo de California y modelación del paisaje. Se estima que las precipitaciones mayores a 100 mm han producido estos efectos de sedimentación.

Los escurrimientos extraordinarios generados por las tormentas monzónicas y tropicales de la península de Baja California han contribuido en la sedimentación del Golfo de California. De tal forma que el volumen de material dependerá de las características hidrológicas de la cuenca donde ocurra la precipitación. Ejemplo de ello, es que en cuencas muy intemperizadas aportan mayor cantidad de sedimentos. De acuerdo con estimaciones se indica que una subcuenca de aproximadamente 21 km^2 puede suministrar 4,833 m^3 de sedimentos, por lo que cuencas de mayores dimensiones que la cuenca de San José del Cabo, podrían aportar mayor volumen de sedimento al Golfo de california (Martínez G., 2002).

IV.2.2. Geología del SAR

Es necesario señalar que el origen geológico del Sistema Ambiental Regional del proyecto no se puede entender sino solo a partir de un nivel de análisis espacial más amplio, es por ello que se retoma la descripción geológica de la Carta Geológico-Minera San José del Cabo, F12-2-6 Baja California Sur, a escala 1:250,000.

A nivel regional San José del Cabo se ubica dentro de la provincia fisiográfica de Baja California y en las subprovincias Discontinuidad Llanos de la Magdalena y Discontinuidad del Cabo (INEGI, 1984). La red hidrográfica está conformada por un drenaje denso y de

carácter intermitente, con un modelo predominante de semidendrítico a dendrítico en las porciones altas y en las partes bajas predomina un drenaje paralelo dicotómico.

De acuerdo con la columna geológica está representada por una unidad de sedimentos de posible edad del Jurásico, afectadas por un metamorfismo regional, que originó meta-areniscas, filitas, esquistos, gneis y calizas recristalizadas.

Durante el cretácico ocurren sucesos de emplazamiento principalmente de rocas ígneas intrusivas y durante el Mioceno la depositación de ignimbritas y dacitas pertenecientes posiblemente a la formación Comondú, distribuidas en la inmediación de Cabo Pulmo.

Durante el Mioceno medio ocurrieron una serie de transgresiones y regresiones que se prolongaron hasta el Plioceno. A mediados del Mioceno, el extremo oriental del bloque de Los Cabos, estuvo expuesto a una fuerte erosión asociada a un activo tectonismo que originó el depósito de areniscas y conglomerados polimícticos (TmAr-Cgp), denominadas Capas Rojas Coyote o Formación Calera; esta unidad se presenta sobreyaciendo en discordancia original erosional a rocas graníticas del Cretácico superior. En la misma época en la porción oriental de la Sierra de la Laguna, se depositó sobre la Formación La Calera, La Formación Trinidad, constituida por areniscas, lutitas y limonitas TmplAr-Lu) (SGM, 2002).

En el siguiente mapa se puede observar que el sistema que emerge se comporta como un conjunto de fosas y pilares, originados por las fallas de rumbo NE-SW y NW-SE. Siendo entonces las estructuras regionales más importantes el Pilar tectónico La Laguna-La Victoria (Bloque Los Cabos), delimitado por las fallas normales La Paz y San José cuya longitud es de 65 y 100 km respectivamente, cada una con sus respectivas fosas.

La península de Baja California es una masa de corteza continental elongada con longitud aproximada de 1,200 km, que ha sido tectónicamente transferida de la placa Norteamericana a la placa Pacífica desde el Mioceno.

Los eventos magmáticos están íntimamente relacionados con los regímenes tectónicos de una subducción del Terciario medio (entre 16 a 12.5 millones de años) y un rifting de continental a oceánico que comenzó aproximadamente hace 13 millones de años. La evolución tectónica del Golfo de California se explica en tres fases: la primera, de 12 a 6 millones de años, consistió de un esfuerzo tensional-regional entre la falla Tosco-Abreojos en el lado oeste de la península y la extensión este-noreste del golfo a lo largo del actual margen del Golfo de California. Esta fase de rifting-protogolfo provocó la subsidencia de la cuenca de San José del Cabo, la cual registra para este tiempo una secuencia transgresiva, que constituye a la Formación Trinidad. Hubo escaso aporte de depositación volcanogenética en el Bloque de Los Cabos, al sur de la península, después de los 12.5 millones de años (SGM, 2002).

La segunda fase, es un periodo transicional de 6 a 3.5 millones de años, durante el cual se desarrollaron una serie de fallas transformantes y cuencas “pull apart” con orientación tendiente al norte, desarrolladas en el Golfo de California. Es en este periodo cuando se deposita la Formación Refugio de origen marino.

La tercera fase de 3.5 millones de años al presente, la península se ha convertido en una parte de la Placa Pacífica. El movimiento de la placa fue realizado por el sistema de “rift” transformante en el Golfo de California. La evolución estructural y tectónica del oriente de

Baja California Sur, ha sido controlada por procesos dinámicos de “rifting” continental oblicuo (Dorsey y Umhoefer, 1995). La actividad tectónica que se manifiesta en las estructuras del Bloque de Los Cabos puede estar relacionada con una de las principales fases del “rifting” del Neógeno en el Golfo de California, siendo esta la fase de extensión ortogonal este-oeste durante el Mioceno tardío (Stock and Hodges, 1990, Wallace et al., 1992, en Martínez y Sethi, 1997). La cuenca de San José del Cabo registra una variedad de ambientes depositacionales y tectónicos que son característicos de cuencas de “rift”, incluyendo ambiente fluvial, intermareal y marino, todos ellos relacionado a fases extensional.

En la siguiente figura se muestra un perfil geológico que pasa muy cercano al área de estudio del proyecto.

El perfil muestra que el principal basamento geológico de la península, por lo menos en el tramo del proyecto es granítico y de forma superficial a este basamento granítico se presenta la acumulación de sedimentos, tal y como se muestra en el mapa geológico en la cuenca de San José del Cabo. Es de vital importancia conocer el material que subyace a los sedimentos pues a partir de ello, se conoce el comportamiento del acuífero presente en la zona.

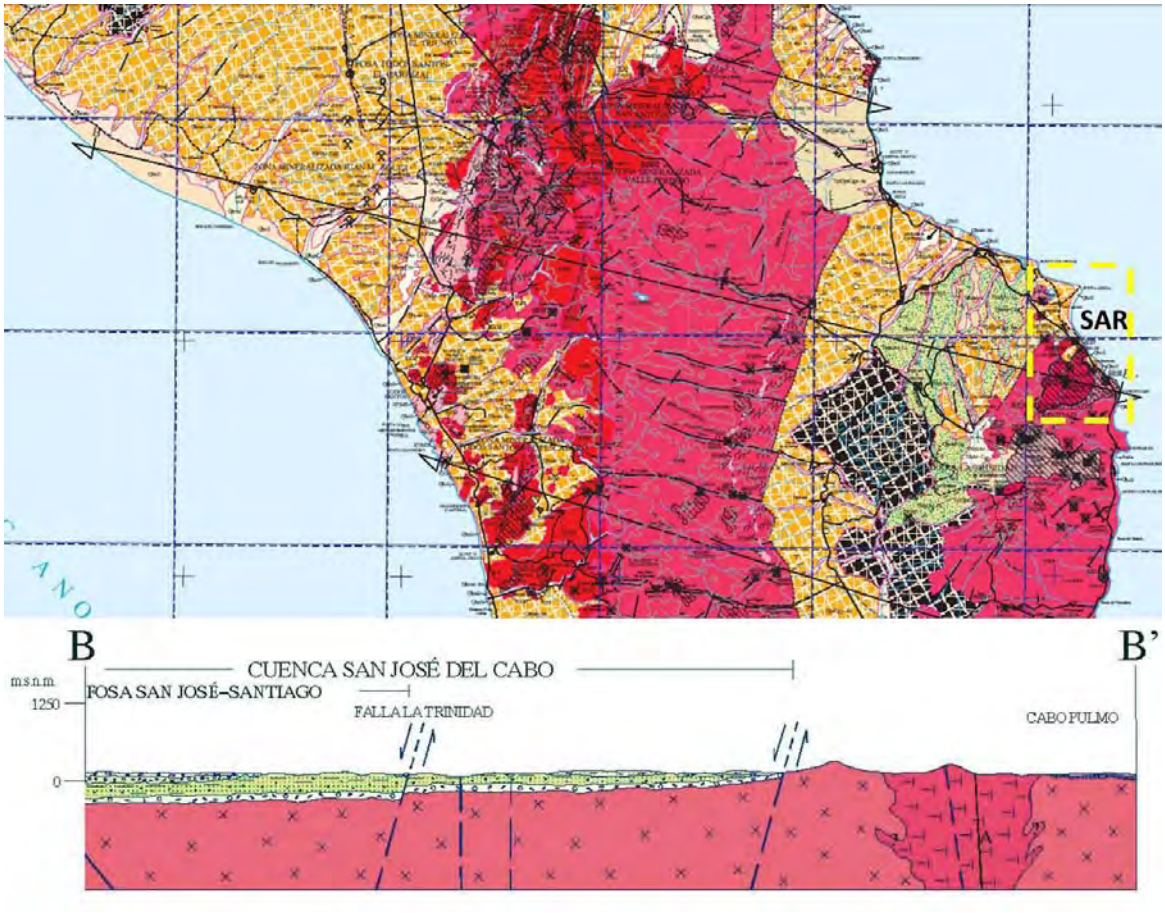


Figura IV. 24. Perfil geológico que cruza la península de Baja california desde el extremo de la Fosa tectónica San José Santiago y Cabo Pulmo.

En resumen, en San José del Cabo predominan las rocas ígneas intrusivas de edad del cretácico y rocas metamórficas del Triásico-Jurásico que son intrusionadas por las rocas anteriores.

Las planicies están constituidas básicamente de material aluvial de la era Cuaternaria. Gran parte del aluvión esta hecho de arenas estratificadas y de gravas. En las áreas más planas es muy común encontrar arenas finas y limos los cuales constituyen los mejores suelos para uso agrícola de la región.

En la siguiente figura se muestra la distribución de la litología predominante a nivel del SAR.

De forma superficial, predominan tres tipos de litologías: el granito el cual se encuentra en un estado de mayor conservación y se localiza en las unidades altas del relieve (montañas). Aledaño al granito, en las unidades de rampas de piedemonte se presenta el material de limo y arena, y las partes más bajas del relieve están constituídas de areniscas y lutitas, siendo el material predominante en los valles aluviales.

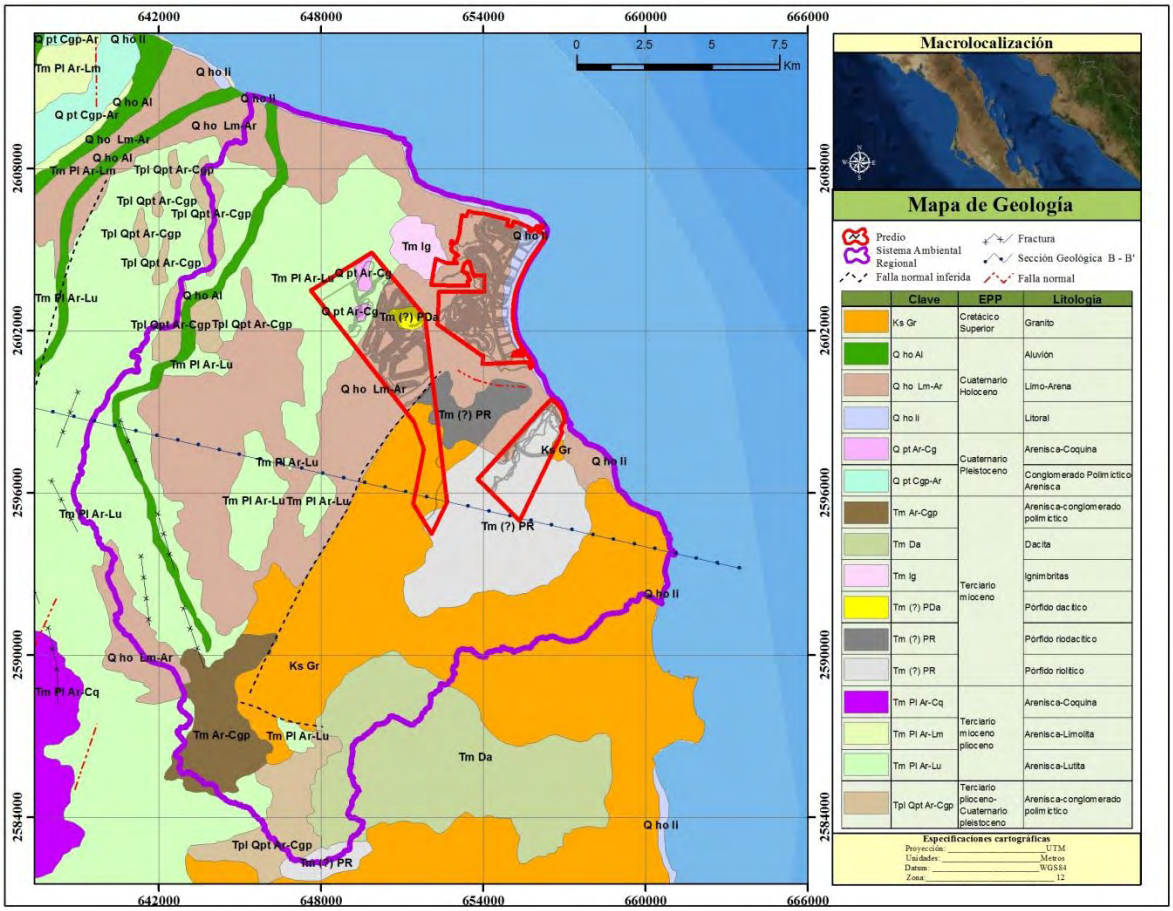


Figura IV. 25. Geología del Sistema Ambiental Regional.

IV.2.3. Geomorfología

Geomorfología de la península de Baja California

Existen algunas referencias sobre las características geomorfológicas de los Cabos Baja California Sur. De acuerdo con Lugo y Córdova (1992) plantearon que en la región de los Cabos pertenece a la subprovincia Geomorfológica de Montañas de Rocas Cristalinas del Sur de Baja California.

Los principales tipos morfológicos que se presentan a nivel regional son: Montañas bloque de rocas cristalinas, principalmente granitos del Cretácico al Paleógeno. En esta unidad están incluidas las sierras de la Laguna y La Trinidad. Transversalmente a la sierra de la Laguna existen cauces intermontanos encañonados, controlados estructuralmente con dirección oeste-noroeste a este-sureste (López y Villers, 1998).

La porción baja de la Sierra se le denomina Montañas bajas de rocas volcánicas del Neógeno, en la porción extrema noreste de la Sierra de la Trinidad, al poniente y sur de Cabo Pulmo (López y Villers, 1998). Y es precisamente en esta unidad donde se localiza el SAR del proyecto.

Geomorfológicamente el SAR del proyecto se localiza dentro de dos etapas: una de juventud y otra de madurez temprana la primera con una topografía abrupta con altitudes que llegan hasta los 880 m en la Sierra La Trinidad y la segunda destaca por planicies y una serie de masas y lomeríos suaves.

El área se caracteriza por presentar un relieve complejo definido a escala regional por una estructura principal inferida de rumbo NE-SW denominada falla La Trinidad el cual presenta un desplazamiento normal con inclinación al NW, limitando la fosa de San José-Santiago.

A nivel regional destacan elementos morfológicos como terrazas escalonadas, así como los depósitos de abanicos aluviales y las secuencias marinas miosénicas, demuestran que han ocurrido denudación, depositación y levantamiento en el área.

Las Sierra La Trinidad representa el relieve más pronunciado del lugar, presenta una altura aproximada de 800 m y su ladera desciende a este sobre la cual se desarrolla un piedemonte compuesto por suelo no consolidado derivado de la erosión de los macizos montañosos intrusivos de la sierra adyacente. Los suelos del piedemonte presentan disección por pequeños arroyos.

Con respecto a la zona litoral colinda con las áreas más bajas del piedemonte que se componen básicamente por aluvión, es decir, un suelo inmaduro compuesto de gravas, arenas y limos. En la porción sur de esta región existen rasgos distintivos representados por vegetación que forman médanos extensos, terrazas marinas pleistocénicas que indican antiguas líneas de costa elevada y pequeñas lagunas costeras relictas azolvadas por el levantamiento tectónico.

IV.2.3.1 Geomorfología detallada del área de estudio

Contando como base la información anterior, se generó el análisis de las unidades geomorfológicas. La metodología aplicada fue la siguiente:

A partir de la imagen de radar, se obtuvo un modelo digital de terreno (MDT), con un pixel de 30 metros. Con base en el MDT se clasificó al relieve de acuerdo a la altitud estableciendo 17 clases de intervalos y calculando con ello la superficie respectiva de cada clase, así como su porcentaje (ver la siguiente tabla).

Se consignaron en tres principales grupos como siguen: Un primer grupo, los intervalos se separan cada 5 metros en las primeras 10 clases. El segundo grupo, cada 100 metros en las siguientes 6 clases, y finalmente se designó la última clase en un intervalo de 400 metros.

Esta división se estableció de acuerdo a un criterio geomorfológico, ya que la zona de estudio es predominantemente montañosa. De tal manera que para las porciones montañosas no es necesario dar un nivel detallado de intervalos altitudinales.

Contrariamente, las porciones que corresponden a las zonas llanas y de piedemontes, se decidió detallar en cada 5 metros los intervalos, para poder hacer una clara descripción del relieve y por ser la zona de mayor interés para los fines del presente trabajo.

En la siguiente figura se muestra el resultado de los intervalos altimétricos.

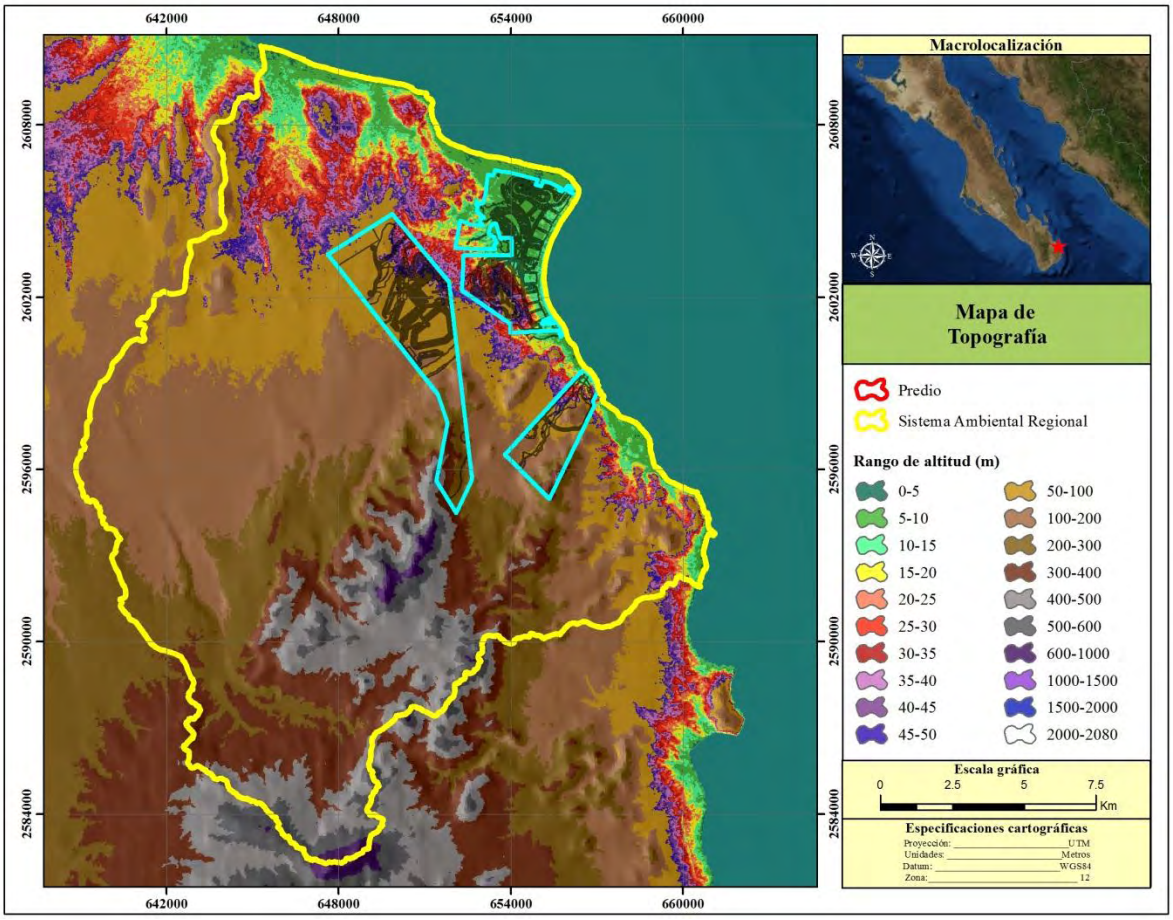


Figura IV. 26. Mapa hipsométrico del área de estudio.

Tabla IV. 1. Clases e intervalos de relieve, la superficie y el porcentaje correspondiente.

Clases	Intervalos en metros	Area km^2	%
1	0 a 5	2.68	0.42
2	5 a 10	24.67	3.84
3	10 a 15	17.11	2.66
4	15 a 20	15.03	2.34
5	20 a 25	13.94	2.17
6	25 a 30	14.58	2.27
7	30 a 35	15.41	2.40
8	35 a 40	15.20	2.36

Clases	Intervalos en metros	Area km^2	%
9	40 a 45	13.59	2.11
10	45 a 50	12.17	1.89
11	50 a 100	100.47	15.63
12	100 a 200	139.62	21.72
13	200 a 300	112.29	17.47
14	300 a 400	74.53	11.60
15	400 a 500	48.22	7.50
16	500 a 600	19.09	2.97
17	600 a 1000	4.08	0.63
	TOTAL	642.68	100.00

Cabe señalar que la superficie total indicada en la tabla anterior, no corresponde a la superficie total del SAR. La superficie considerada en el presente estudio geomorfológico presenta una superficie mayor a la del propio SAR del proyecto.

A partir de la tabla anterior, se obtuvo un histograma de altitudes, el cual permite observar la distribución del relieve.

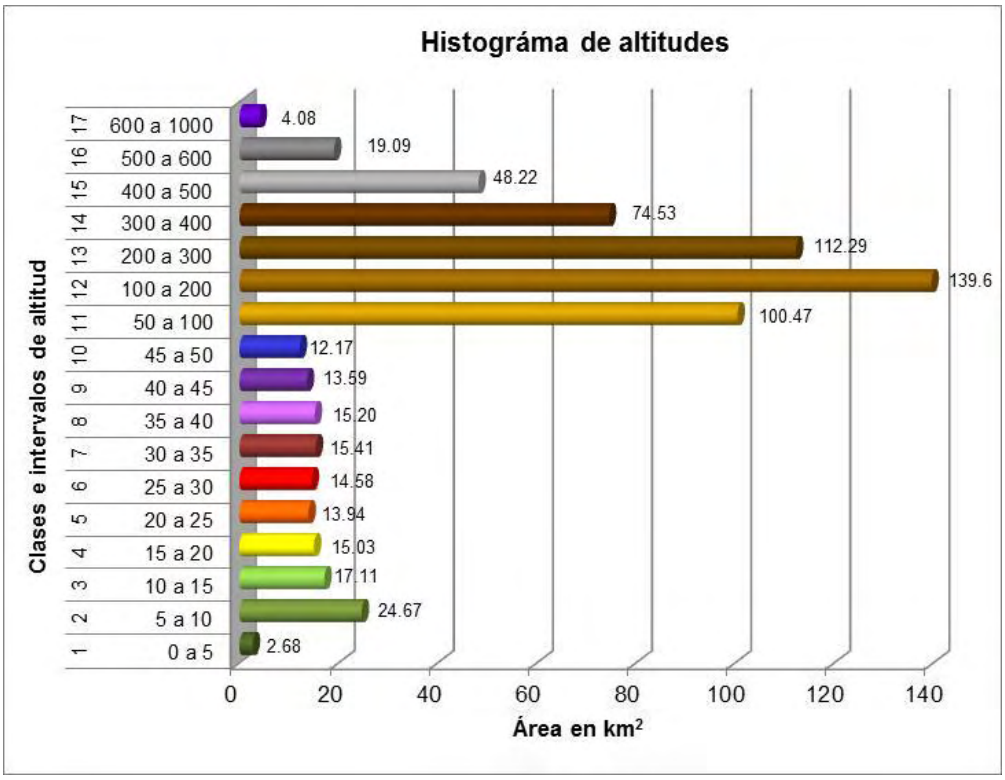


Figura IV. 27. Histograma de altitudes que muestra los intervalos altitudinales del relieve en relación con la superficie que cubre en km^2.

De forma complementaria se generaron una serie de perfiles topográficos del relieve, lo que permitió dar una descripción más detallada del relieve.

En la siguiente figura se muestra la distribución de los perfiles topográficos.

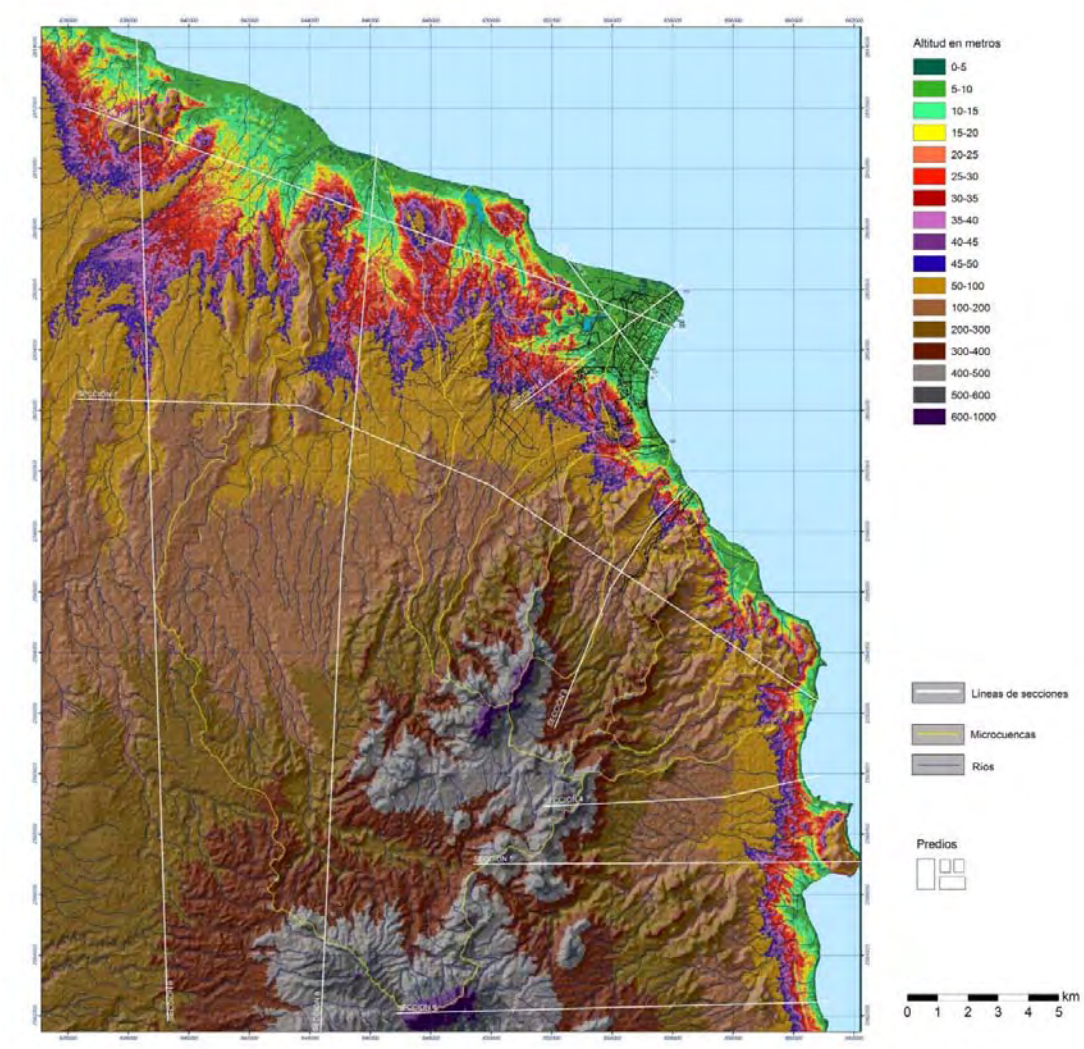


Figura IV. 28. Mapa en donde se ubican los perfiles topográficos.

A partir de todos los elementos ya mencionados en los párrafos anteriores es posible describir las características de cada una de las unidades del relieve:

La 1er clase que comprende el intervalo de 0 a 5 metros se obtuvo una superficie de 2.68 km^2 lo que representa el 0.42 %. Corresponde a un relieve en su mayoría resultado de los procesos acumulativos de las corrientes fluviales y escurrimientos debidos a pequeños cauces formados en la llanura.

El resto de las formas de relieve se refiere a una micro-topografía de pequeños montículos de arena, médanos pequeños de escasos centímetros de ancho y alto, bordos de sedimentos producto del acarreo fluvial, y relictos de cordones costeros.

La 2ª clase del intervalo de 5 a 10 m, la superficie es de 24.67 km^2 y un porcentaje de 3.84 %.

En este intervalo altitudinal, destaca una zona en particular que es la de "Punta Arena" (ver la siguiente figura), y que vista en planta da la apariencia de un abanico deltáico o abanico de depósito aluvial. Sin embargo se trata de una forma de relieve acumulativo que debe su origen al parecer a procesos de acumulación de sedimentos costeros debido al constante acarreo de los mismos por efecto del oleaje y las mareas.



Figura IV. 29. Ubicación de Punta arena. Imagen retomada de Google Earth (2012).

Al confeccionar los perfiles topográficos (Perfil 1 y 2), se denota claramente una superficie irregular que no sobrepasa los 10 metros de altitud sobre el nivel del mar.

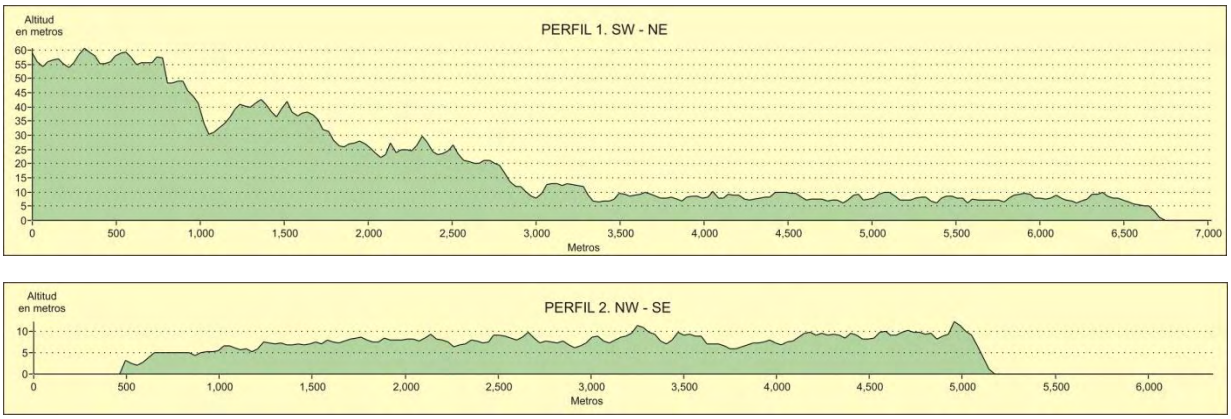


Figura IV. 30. Perfiles topográficos 1 y 2.

Como unidad geomorfológica se trata de una planicie de origen costero de superficie ligeramente ondulada compuesta de limos y arenas (Unidad geomorfológica 4). En la parte superior ha sido modelada por la acción del viento y en la porción frontal (porción de la costa), se presenta un micro-relieve de médanos en etapa embrionaria de escasos centímetros de anchura y altura. Esta última corresponde con la unidad geomórfica 1. Playa arenosa (ver la siguiente figura).

El resto de la planicie se encuentra cubierta de vegetación de matorral espinoso y algunos pastos halófitos, principalmente cuando la presencia de humedad en el subsuelo aumenta. Esto es importante destacar, ya que el papel de la vegetación es el de impedir que la acción del viento remueva el material arenoso superficial.

2. Planicie costera con humedales compuesta de limos y arenas.

Se han formado debido a las fluctuaciones del frente costero debido al oleaje y las mareas, así como a las variaciones en los aportes fluviales de los valles aluviales.

Pueden cambiar en tamaño y forma, sobre todo en eventos extraordinarios (Huracánes), pero generalmente se mantienen sin perturbación. Los procesos predominantes son de carácter lénticos (lagunares).

3. Planicie costera con alteración antrópica.

Son unidades totalmente modificadas y que son irreversibles en cuanto a su recuperación ecológica.

Simplemente se destaca el hecho de que se encuentran circundadas por el resto de las unidades geomorfológicas que no han sido alteradas y que estas últimas les siguen aportando materiales, en el caso de los valles aluviales.

La clase 3 a 10 que comprende los intervalos de 10 a 50 metros se establece un total de 117.03 km^2, dando como resultado un porcentaje del 18.21 %.

Al observar la gráfica se aprecia que existe un nivel homogéneo del relieve en términos de altitud y superficie.

Sin embargo en términos de diversidad del tipo de relieve, se presentan las siguientes unidades geomorfológicas:

Unidad Geomorfológica 5. Valles aluviales. (Principalmente se presenta en la desembocadura).

De relieve llano, pendientes suaves y fondo plano. La mayoría de las veces no desembocan al mar ya que se encuentran de manera directa con los humedales de la planicie costera (Unidad 2).

Los cauces son muy anchos (entre 500 m y 2 km) y de mayor longitud (más de 30 km) en aquellos valles que se presentan en la porción occidental.

Mientras que los valles de la porción oriental son más estrechos y de menor longitud (menor de 8 km). Esta asimetría es una evidencia clara de la misma asimetría de la sierra, siendo de laderas más cortas en la porción oriental y de laderas más tendidas hacia la occidental.

Por consiguiente, el aporte de sedimentos de los ríos es de grandes cantidades en los primeros por hacer un recorrido más largo, mientras que en los segundos es de menor cantidad pro presentar un recorrido menor.

Cabe destacar que solamente en época de lluvias considerables y/o en eventos extraordinarios, estos valles aluviales llevan un caudal importante, así como el arrastre de sedimentos. Pero el resto del año se consideran prácticamente inactivos.

Unidad Geomorfológica 7. Lechos mayores de inundación con terrazas (aluviones). Se encuentran asociados a los valles aluviales. Son en algunos sectores, relictos o vestigios de antiguos cursos del río principal y que ahora solo se caracterizan por presentar una serie de terrazas en forma de escalones. Presentan depósitos de aluviones y en algunos casos estos se encuentran fuertemente compactados.

Solamente en eventos meteorológicos extraordinarios (Huracánes), estos sectores pueden ser reactivados.

16. Relieve mesiforme residual de limos y arenas.

Son depósitos de arenas principalmente con capas intercaladas de limos y conglomerados.

Se encuentran en los valles aluviales.

Unidad Geomorfológica 8. Elevaciones bajas de conglomerados polimícticos y areniscas

Son pequeñas elevaciones que sobrepasan incipientemente los 20 metros. Compuesta principalmente de materiales acarreados por antiguos escurrimientos fluviales y que se depositaron dando origen a lomeríos de escasa altura.

Unidad Geomorfológica 9. Superficie estructural de limos y arenas litificados

En apariencia no destaca esta unidad, sin embargo al hacer un proceso de filtrado en el MDT (con base en la imagen de radar), resaltan estas formas del relieve.

Al Parecer se tratan de relictos de antiguas superficies de depósito de la llanura que precedía a los depósitos actuales de sedimentos.

Tanto la unidad 8 como la 9 son importantes porque algunos escurrimientos nacen aquí. También estas unidades sirven como obstáculos naturales al desviar el aporte de sedimentos de los ríos alóctonos que provienen del sistema montañoso.

Esto es debido a que los sedimentos que las conforman ya se encuentran litificados, confiriéndole una estructura más rígida. Esto se aprecia sobre todo en la superficie estructural que se encuentra en el costado inferior "Punta Arena". Destaca su altitud de 60 metros.

En ambas unidades el proceso de modelado es el denudativo y solamente se presenta un ligero proceso erosivo superficial provocado por el viento.

La unidad 9 llega a presentar en algunos sectores, plegamientos en sus estratos, llegando a aflorar en algunos sectores.

13. Rampa erosiva-acumulativa compuesta de conglomerados polimícticos y areniscas

Como unidad casi no está presente en la zona de estudio, sin embargo es la única que se encuentra en contacto directo con la playa arenosa. Presenta elevaciones de 20 metros en sectores aislados y los procesos dominantes son de denudación.

En el perfil 10, se muestran los contrastes topográficos (relieve-altitud) entre las unidades geomorfológicas ubicadas en el sector norte.

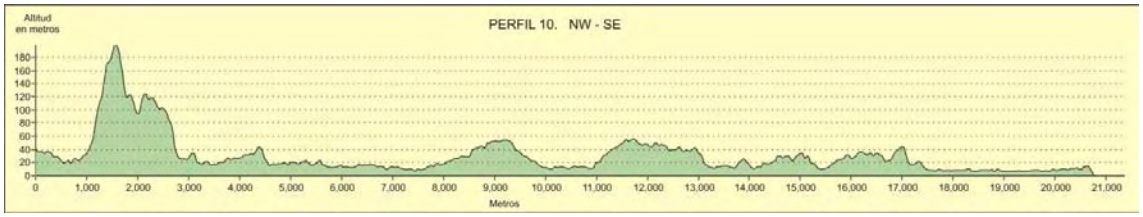


Figura IV. 31. Perfil número 10.

En la clase 11 que corresponde a los intervalos de 50 a 100 m., la superficie se dispara notablemente dando 100.47 km^2 y un porcentaje del 15.63 %.

Esto se debe al relieve que presenta una serie de mesas y lomeríos, pero también a la serie de procesos erosivos y denudativos presentes en las laderas de las premontañas y montañas.

10. Elevaciones bajas y/o lomeríos de plegamiento de areniscas y limolitas

A diferencia de las anteriores, esta unidad se caracteriza por presentar una topografía más irregular, que presenta cimas más acusadas con elevaciones locales de hasta 200 metros. Es importante el proceso erosivo por los escurrimientos fluviales de sus laderas.

La clase 12 es la de mayor superficie con 139.62 km2 y un porcentaje del 21.72 %. Los niveles altitudinales están comprendidos entre los 100 y 200 metros.

Es a partir de aquí que el relieve en relación con la superficie altitudinal que ocupa, comienza a disminuir hasta la cima de las montañas.

11. Premontañas de arenisca y conglomerado polimíctico

12. Lomeríos de arenisca y conglomerado polimíctico

Su morfología es alargada con una dirección preferencial norte-sur.

Son relictos de antiguas superficies que se encontraban a un mismo nivel y que han sido fuertemente erosionadas hasta dejar los restos aislados de toda la unidad que alguna vez fue. Su altitud es menor en relación con la anterior. Destaca la unidad 11, llegando a alcanzar los 200 m.

14. Rampa erosiva con procesos de socavación conformados por areniscas, lutitas, limos y arenas

Es prácticamente una rampa muy alargada producto del constante acarreo y depositación de las corrientes fluviales.

Los procesos denudativos son presentes en toda la zona pero es en el sector occidental en donde se intensifican los barrancos y valles.

Esta unidad se encuentra asociada con la siguiente, ya que el proceso de erosión de los barrancos ha llegado a un nivel específico estableciendo un límite que bordea a las mesas.

15. Relieve mesiforme (mesas), conformado por areniscas y lutitas

Su topografía destaca de entre todas las demás unidades, ya que se trata de verdaderas mesas con ligeras ondulaciones en la parte superior.

El nivel que presentan se debe principalmente a que los procesos erosivos han actuado sobre estratos de rocas más blandas, llegando al contacto entre las rocas más duras que se encuentran en la parte superior. Esto impide que continúe el proceso erosivo de los valles y barrancos, dejando un borde bien definido.

El perfil 8 muestra con claridad las rampas erosivas que se extienden desde las porción montañosa, premontañas, lomeríos y relieve mesiforme localizados en el sector occidental.

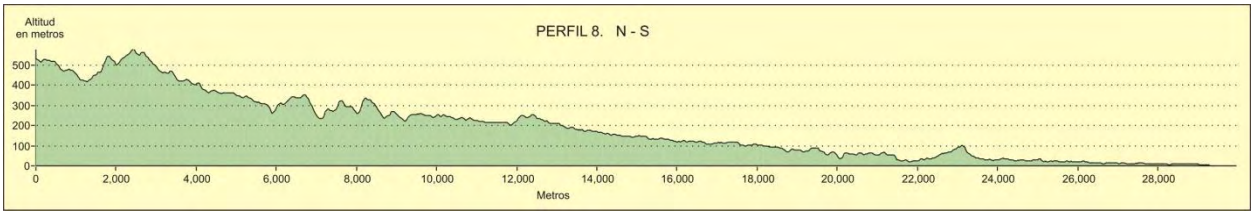


Figura IV. 32. Perfil número 8.

El perfil 9 destaca por su extensa convexidad desde el extremo izquierdo (arriba de los 300 m), hasta la altitud de los 50 metros. Son claras, las incisiones fluviales a los 50, 150, 200 y 250 metros.

Este es un clásico perfil que demuestra el levantamiento tectónico regional de toda la sierra.

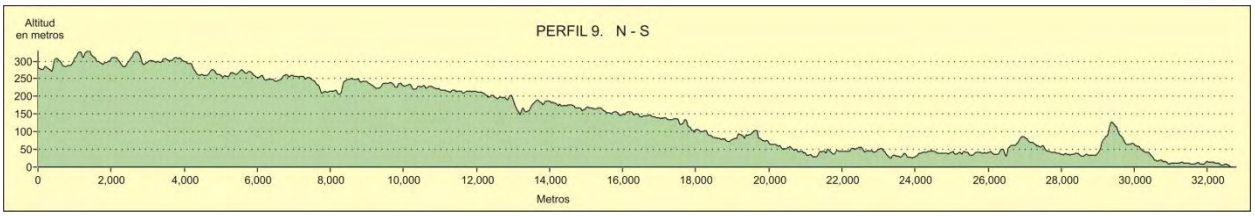


Figura IV. 33. Perfil número 9.

21. Rampas premontañosas con procesos denudativo-erosivos con afloramientos de granito

22. Rampas denudativas de limos y arenas

La diferencia entre ambas es el material y localmente que en algunas porciones afloran rocas graníticas principalmente en la unidad 21.

Pero los procesos de formación de ambas, ha pasado por varios estadios de diferente intensidad.

En la unidad 21 se presentaron primero los procesos de acumulación conformando grandes rampas o bajadas de varios kilómetros de longitud desde la cima de las montañas hasta la porción costera.

Posteriormente comenzaron los procesos erosivos favorecidos por la formación de barrancos. De tal forma que los escurrimientos fluviales han dado inicio a una fase de erosión remontante cercana al sector montañoso mientras que la porción más distal y cercana a la costa presenta un proceso de denudación y depósito de materiales.

Contrariamente en la unidad 22, se presenta en la actualidad todo un proceso de denudación en toda la superficie de la rampa y solamente de manera muy localizada se comienzan a presentar incisiones fluviales de pocos metros de profundidad.

Es decir que la superficie de la rampa prácticamente se encuentra con una topografía plana con ligeras ondulaciones.

Las clases 13 y 14 con altitudes que van de los 200 hasta los 400 metros, cubren una superficie de 112.29 y 74.53 km2 con el 17.47 y 11.60 % respectivamente.

Después de los 400 metros en adelante y hasta alcanzar los 600 metros, el relieve disminuye en superficie a tan solo 48.22 y 19.09 km^2 con el 7.50 y el 2.97 % respectivamente. Ambas corresponden a las clases 15 y 16.

Estos niveles altitudinales muestran un relieve que ha sido erosionado y que muestra diversos niveles de incisión de las corrientes fluviales así como de levantamientos tectónicos graduales.

En el perfil 7 se destacan los contrastes entre el relieve mesiforme, los procesos erosivos de los principales valles aluviales y el sector montañoso. Cabe destacar los diferentes niveles de incisión en que se encuentran los principales valles aluviales.



Figura IV. 34. Perfil número 7.

6. Valle intermontano.

Juegan un papel muy importante porque son los principales conductos que ayudan a canalizar todos los sedimentos y materiales rocosos que se desprenden de las montañas y que llegan hasta las planicies.

Son los que comunican directamente a todos los valles aluviales.

El fondo del valle contiene material mixto, es decir, tanto rocoso como acumulativo proluvial.

La pendiente de sus cauces supera en tramos a los 45º y se forman rápidos y cascadas.

17. Premontaña o elevaciones de plegamiento de areniscas y coquina

18. Premontaña o elevaciones de plegamiento de areniscas y lutitas

19. Premontañas de plegamiento de areniscas, lutitas y conglomerado polimíctico

23. Premontañas o elevaciones en bloque conformadas por granito

Se trata principalmente de un relieve en su mayoría plegado pero que ha sido fuertemente triturado por las fuerzas tectónicas presentes en la región. Esto ha provocado una serie de fracturamientos en las rocas, que se extienden varios kilómetros y que aunado a los plegamientos de las mismas, han favorecido su desprendimiento debido a la erosión fluvial de valles y barrancos.

Las premontañas pueden ser consideradas como “zonas” de transición entre los desprendimientos rocosos que ocurren en las montañas y las zonas de depósito que se presentan en las rampas.

En algunos sectores se presentan de manera aislada a manera de promontorios de fuerte pendiente en sus laderas y de alturas considerables.

Los procesos erosivos varían de moderados a intensos.

20. Montañas bloque compuestas de dacitas y granitos

Es prácticamente la unidad que da origen a todo el contexto geomorfológico que la rodea.

Es en esta en donde nacen todos los escurrimientos de la región y que conforman las microcuencas de las mismas.

Su composición litológica es principalmente de rocas graníticas y dacitas que van desde el cretácico superior hasta el mioceno, es decir, se trata de rocas muy viejas y que son susceptibles a los procesos erosivos presentes en las laderas de las montañas, principalmente los provocados por la acción fluvial.

21. Rampas premontañosas con procesos denudativo-erosivos con afloramientos de granito

22. Rampas denudativas de limos y arenas

Son consideradas las zonas que cumplen con la misión de transportar todos los materiales que provienen de las montañas y premontañas.

En eventos extraordinarios, estas unidades geomorfológicas pueden ser más peligrosas incluso que la montaña, porque es aquí en donde se da el tránsito de materiales tanto arenosos como rocosos. Cubren superficies de topografía generalmente plana, pero con pendientes que facilitan el acarreo de lechos fluviales. En algunos sectores se llegan a construir obras de protección, pero deben de ser correctamente planeadas.

El perfil 3 corresponde a la rampa erosiva que se encuentra entre los dos ejes montañosos que tienen un rumbo generalizado SW-NE. Nótese como el perfil mantiene una constante del declive con ligeras variaciones.

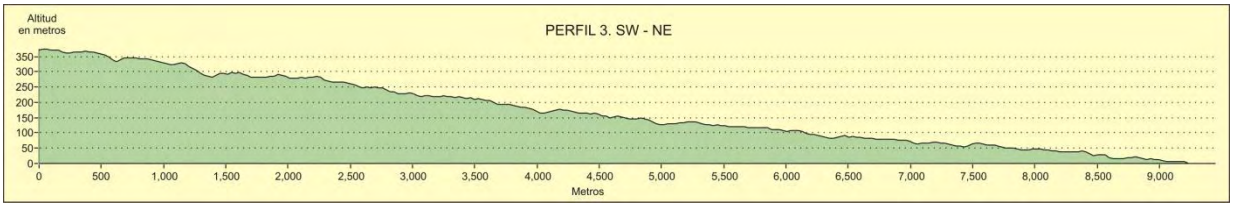


Figura IV. 35. Perfil número 3.

Los perfiles 4, 5 y 6 muestran la extensión de las rampas erosivas que nacen al pie de las montañas y llegan a la porción costera en el flanco oriental de la zona de estudio.

Se demuestra u relieve totalmente acumulativo y con pocos indicios de erosión, a excepción de los valles fluviales y barrancos localizados entre las montañas

El extremo derecho del perfil 4 muestra la ubicación de Cabo Pulmo.

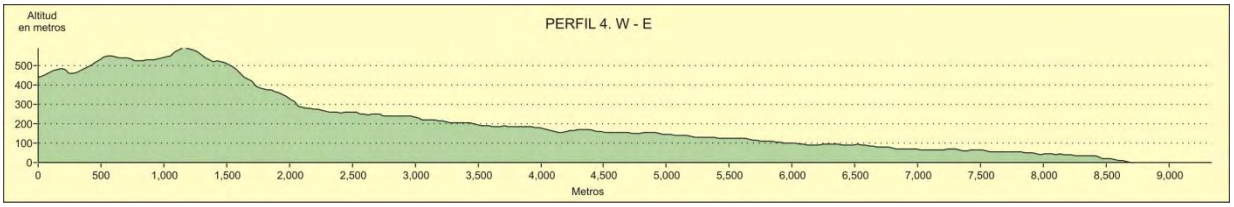


Figura IV. 36. Perfil número 4.

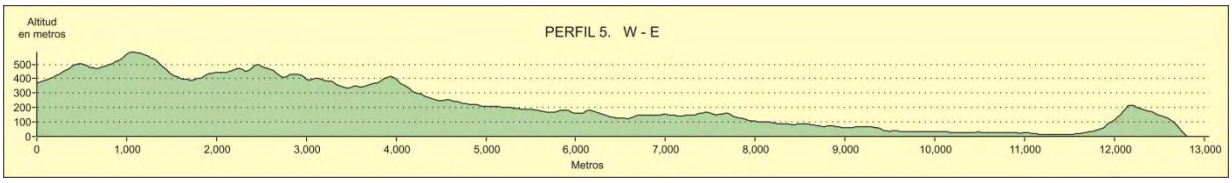


Figura IV. 37. Perfil número 5.

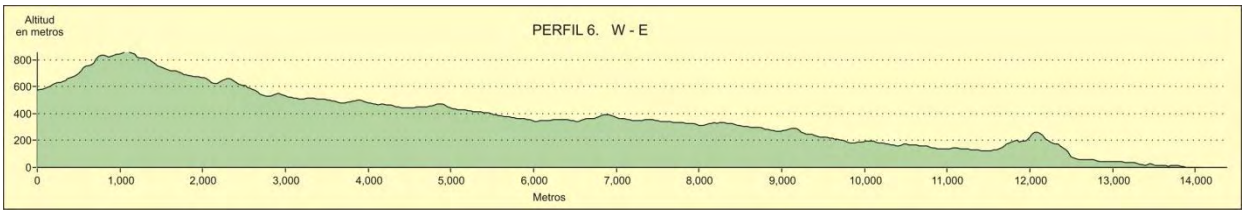


Figura IV. 38. Perfil número 6.

Finalmente en la clase 17 se distingue la cúspide de las montañas, que solo representa una superficie de 4.08 km^2 y dando por consiguiente un 0.63 %, haciendo evidente esta cima que representa el último relicto del cuerpo central de toda la estructura montañosa y que ha quedado al descubierto por efecto de los procesos de erosión fluvial.

En la siguiente figura se muestra el mapa de las unidades geomorfológicas del área en estudio.

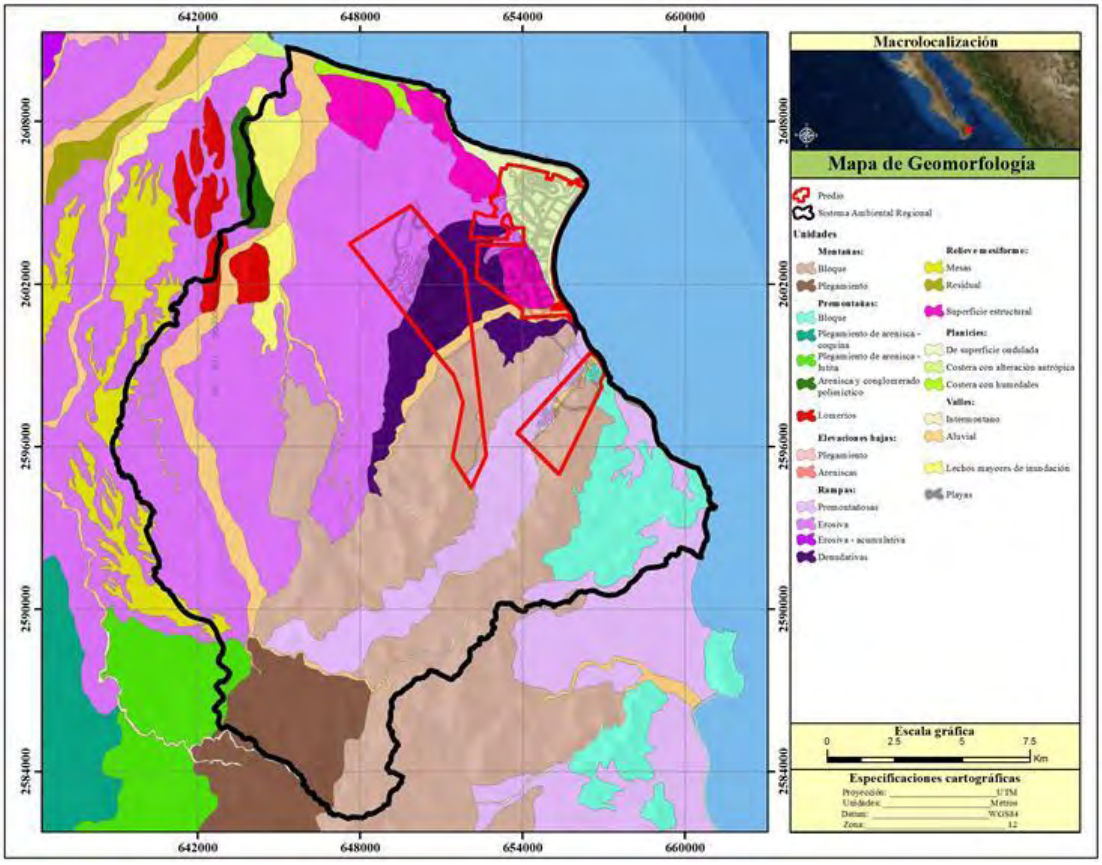


Figura IV. 39. Mapa de unidades geomorfológicas del área del proyecto.

IV.2.4. Edafología

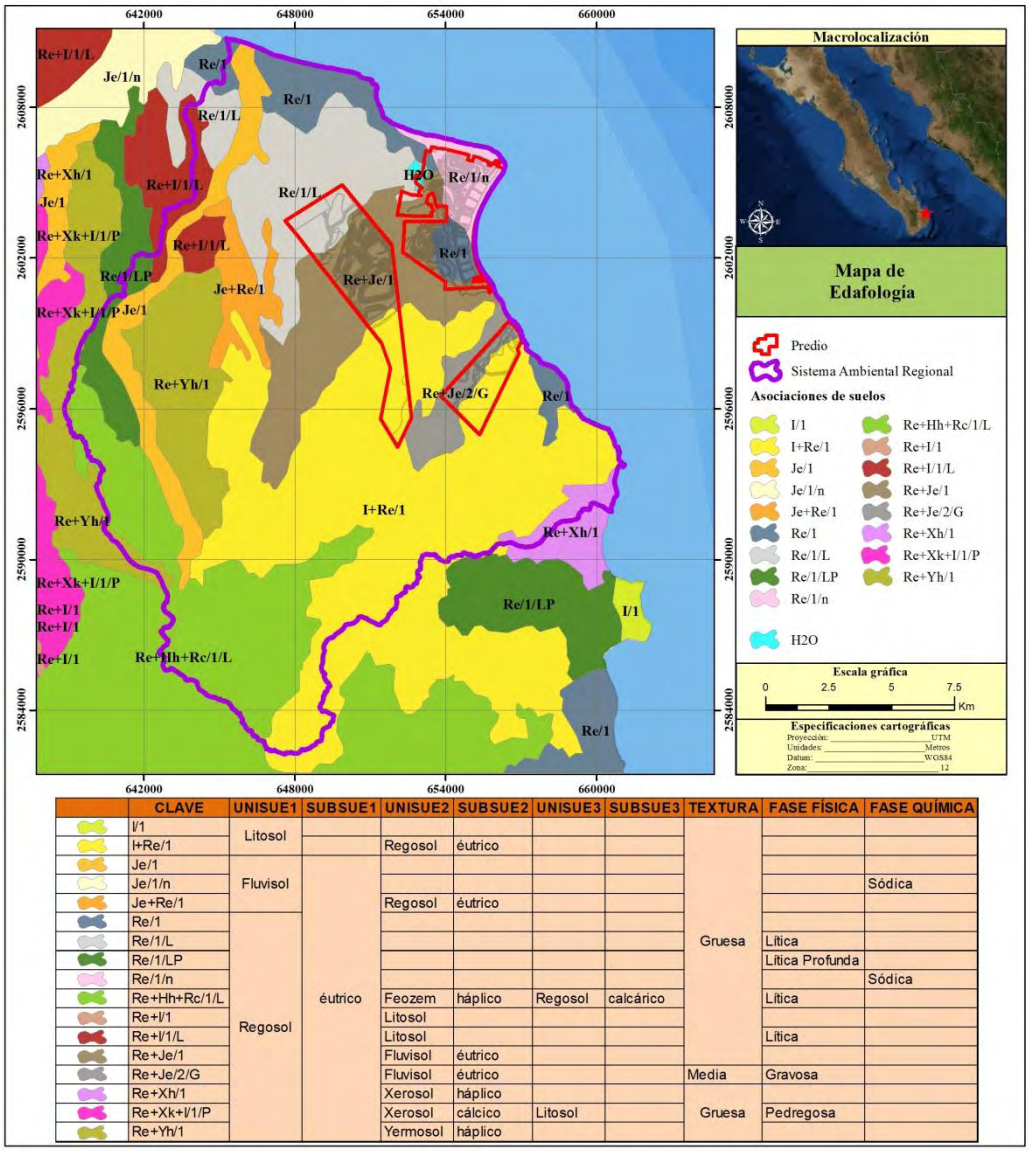
Los suelos son producto de la interacción de los componentes macroestructurales tales como el clima y la geología. El clima seco que prevalece en la Península de Baja California Sur y su interacción con el material, han dado lugar a la formación de suelos. El relieve ha sido clave en el grado de desarrollo de estos suelos, de tal forma que en aquellos relieves de fuerte pendiente es más difícil que el suelo alcance un desarrollo por lo que suelen ser suelos delgados.

En el área de estudio se puede observar que la distribución de los suelos tiene una estrecha relación con las unidades del relieve.

Gran parte de los suelos se han formado principalmente de la rocas del tipo de areniscas, ígneas ácidas y graníticas cuyo contenido de cuarzo es alto, las areniscas presentan altos contenidos de carbonato. Estas rocas al estar sometidas a procesos de intemperización generan suelos de textura gruesa o media, de consistencia suelta o muy porosa, por lo que presenta alta permeabilidad, sobre todo en los horizontes superficiales y no tienen capacidad de retención de agua o de nutrientes solubilizados, de ahí su baja fertilidad. El clima seco genera que la disgregación de los materiales sea el proceso de intemperismo físico dominante en la formación de los suelos, dando lugar al agrietamiento y

fragmentación de las rocas. Posteriormente se llevan acabo procesos de transporte, depositación y adición.

A grandes rasgos se presentan tres tipos de suelos a nivel del SAR: suelos Regosoles, Litosoles y Fluvisoles.



	CLAVE	UNISUE1	SUBSUE1	UNISUE2	SUBSUE2	UNISUE3	SUBSUE3	TEXTURA	FASE FÍSICA	FASE QUÍMICA
	I/1	Litosol						Gruesa		
	I+Re/1			Regosol	éutrico					
	Je/1	Fluvisol	éutrico							
	Je/1/n									Sódica
	Je+Re/1			Regosol	éutrico					
	Re/1	Regosol								
	Re/1/L								Lítica	
	Re/1/LP								Lítica Profunda	
	Re/1/n									Sódica
	Re+Hh+Rc/1/L			Feozem	háplico	Regosol	calcárico		Lítica	
	Re+I/1			Litosol						
	Re+I/1/L			Litosol					Lítica	
	Re+Je/1			Fluvisol	éutrico					
	Re+Je/2/G			Fluvisol	éutrico			Media	Gravosa	
	Re+Xh/1			Xerosol	háplico					
	Re+Xk+I/1/P			Xerosol	cálcico	Litosol		Gruesa	Pedregosa	
	Re+Yh/1			Yermosol	háplico					

Figura IV. 40. Distribución de los suelos a nivel del SAR.

Los suelos ***Regosoles*** son los suelos predominantes a nivel del SAR y representan el 58% del SAR.

Estos suelos se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son claros y se parecen bastante a la roca que los subyace, cuando estos no son profundos. Este tipo de

suelo se presenta sobre las unidades del relieve de rampas erosivas y denudativas. En menor medida se presenta como suelo secundario en las elevaciones mayores de montañas bloque. Los suelos regosoles se encuentra asociados en algunas porciones con los suelos Xerosoles, Litosoles, Yermosoles y Feozem.

La asociación de los suelos Regosoles y los suelos Feozem se localizan en la parte alta de una de las microcuencas delimitadas. Esta microcuenca se caracteriza por presentar una zona de captación que se encuentra confinada por el control estructural generando con ello, por un lado, que los sedimentos se intercepten justamente en estos bordes y por otro lado, que la mayor cantidad de humedad se concentre en esta porción. Dicho lo anterior, es la única porción del SAR en donde se llega a localizar los suelos con un relativo desarrollo (Re+Hh+Rc/1/LP).

El segundo tipo de suelo que domina son los ***Litosoles***. Este tipo de suelos se caracteriza por tener una profundidad menor a los 10 cm hasta la roca, tepetate o caliche duro. Se localizan en todas las sierras de México, en mayor o menor proporción, en laderas, barrancas y malpaís, así como en lomeríos y en algunos terrenos planos. Tienen características muy variables en función del material que los forma.

Los suelos litosoles representan el 34% del SAR (ver la siguiente figura), y se localiza sobre las mayores elevaciones de Montañas en bloque. Se localiza sobre las laderas de fuerte pendiente. El suelo litosol se encuentra asociado en menor medida son los suelos Regosoles éutricos. Su textura es de tipo gruesa.

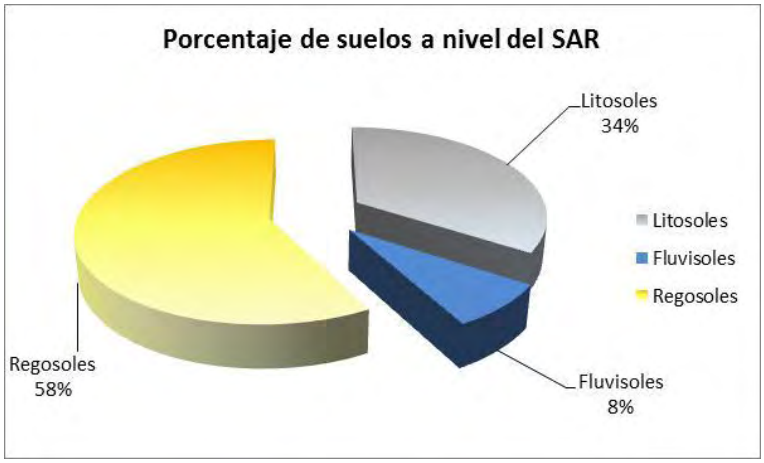


Figura IV. 41. Distribución de los suelos a nivel del SAR.

Este tipo de suelo es susceptible a erosionarse debido a que las montañas sobre las que se presenta este suelo están muy disectadas y las pendientes son pronunciadas. De tal forma que durante cada evento meteorológico extraordinario existen las condiciones propicias para erosionarse y originar procesos de sedimentación hacia las porciones bajas, siendo las rampas las zonas de mayor depositación.

Finalmente los suelos ***Fluvisoles*** se localizan en las unidades de los valles fluviales. En algunas porciones de los valles fluviales este suelo se encuentra asociado con los suelos Regosoles eútricos.

De acuerdo con la descripción general de estos suelos elaborada por el INEGI (1990), se caracterizan por estar formados siempre por materiales acarreados por agua. Estos suelos están formados por materiales disgregados que no presentan estructura en terrones, es decir son suelos muy poco desarrollados. Muchas de las veces este tipo de suelos presenta una alternancia de arenas, arcillas o gravas que son producto de dichos materiales por inundación n o crecidas muy antiguas.

IV.2.5. Hidrología superficial

El Sistema Ambiental Regional del proyecto se inserta dentro de la Región Hidrológica No. 26 (RH26), esta región tiene una superficie de 11,623.20 km^2.

Retomando la delimitación existente del INEGI, las cuencas que conforman el SAR son 6A "La Paz – Cabo San Lucas", 6B "Loreto-Bahía de la Paz" y 6C "Arroyo Frijol Arroyo – Arroyo San Bruno".

El Sistema Ambiental Regional pertenece a la cuenca 6A "La Paz – Cabo San Lucas", a su vez al interior de esta unidad hidrográfica existen una serie de subcuencas, siendo la subcuenca denominada Arroyo Santiago (ver la siguiente figura) cuya superficie es de 1,616.12 km^2, la cual forma el Valle Santiago- Rivera-Cuevas y se encuentra al norte de San José del Cabo.



Figura IV. 42. Subcuencas que conforman el SAR del proyecto.

Debido a que las rocas que conforman este valle son de depositación fluvial como conglomerados del Terciario, gravas, arenas, y limos del cuaternario, se presentan condiciones altas de infiltración, por lo que los afluentes que se llegan a observar al interior del sistema Ambiental Regional del proyecto son prácticamente incipientes.

Aunado a lo anterior, las características ya descritas en el apartado del clima, en el cual se estima que las precipitaciones promedio no rebasan los 4 mm. Y que solamente durante eventos extraordinarios si se han llegado a rebasar los 100 mm de lluvia. Esto define que las características hidrológicas no sean importantes. Y por lo tanto el funcionamiento del SAR en términos hidrológicos se debe principalmente a la hidrología subterránea.

A continuación se muestra los resultados más importantes que se obtuvieron del estudio hidrológico que se llevó a cabo para la presente MIA-R.

Para el desarrollo del análisis fue necesario retomar los datos del Servicio Meteorológico Nacional sobre la información hidrológica de estaciones climatológicas e hidrométricas cercanas a la zona del proyecto. Se identificaron tres estaciones climatológicas cercanas a Punta Arena, de las que se obtuvo la información de máxima precipitación en 24 horas,

Con respecto a la información topográfica fue necesario retomar la información generada por el INEGI a escala 1:50,000 en versión de imagen y vectorizadas. Las cartas utilizadas

fueron: F12B24 Las Cuevas, F12B25 La Rivera, F12B34 Santiago, F12B35 Cabo Pulmo. Esta información permitió definir las cuencas hidrográficas que aportan a los arroyos que descargan sus aguas en la zona de estudio y las cuencas aledañas a esa zona.

A lo largo del estudio hidrológico que se incluye en la siguiente MIA-R, se describe la metodología así como cada uno de los parámetros hidráulicos más significativos: área de las cuencas, longitud del cauce y la pendiente. Todos estos parámetros permitieron definir las características fisiográficas de las cuencas y subcuencas en estudio.

IV.2.5.1 Gastos máximos para diferentes periodos de retorno en las microcuencas que aportan sedimentos en la zona de estudio.

Así mismo a partir de la información hidrométrica se determinaron los periodos de retorno de cada una de las cuencas en estudio.

Los cinco arroyos más importantes que drenan las cinco microcuencas en estudio se denominan: Los Mangles, Miramar, Los Tesos, La Querencia y Las Lagunas. De los arroyos mencionados solamente el Arroyo Querencia y Las Lagunas son las que descargan directamente a las lagunas existentes.

Tabla IV.2. Descripción de las microcuencas delimitadas a nivel del SAR.

Clave	Nombre de las microcuencas	Has
A	Arroyo Cuentascuaves	1278.98891
B	Arroyo Los Mangles	1845.36291
C	Arroyo Miramar	2399.64857
D	Arroyo Los Tesos	3748.55108
E	Arroyo Las Lagunas y La Querencia	3439.66563
F	Arroyo La Salina	1458.44741
G	Arroyo El Torote	18564.421

Cabe mencionar que las microcuencas H, I, J, K, L y M, no se muestran en la tabla anterior ni durante el resto del estudio debido a que por su dimensión son demasiados pequeñas, y por otro lado la dinámica que muestran no es representativa para el presente estudio.

En la siguiente figura se muestra la delimitación de las microcuencas que aportan sedimentos a la zona de estudio, así mismo se indican las zonas de muestreo.

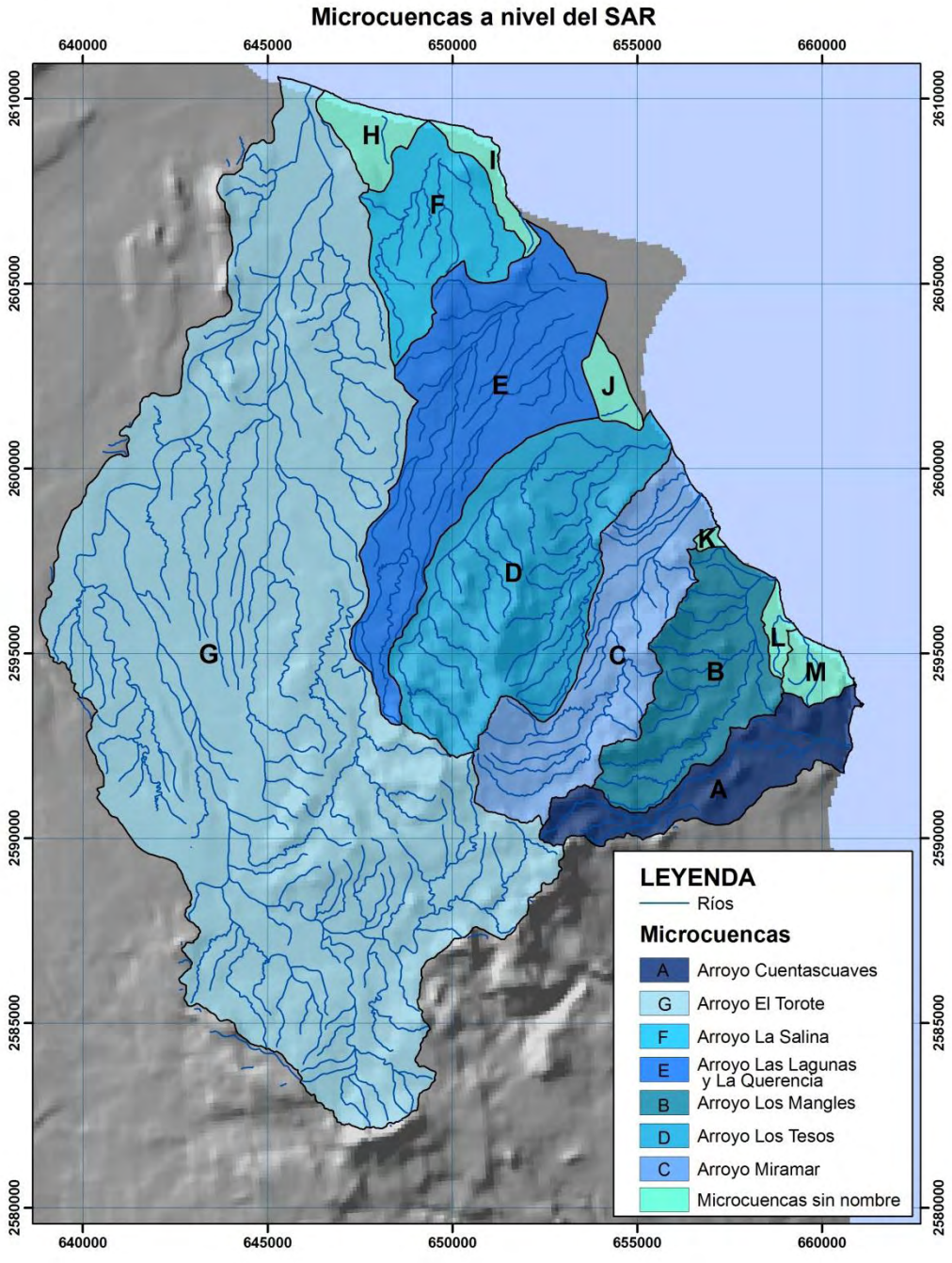


Figura IV. 43. Microcuencas delimitadas a nivel del SAR.

En las siguientes tablas se muestran los gastos máximos para diferentes periodos de retorno en los diferentes arroyos.

Tabla IV.3. Gastos Máximos para diferentes Periodos de Retorno en el Arroyo Los Mangles

T_r	h_p para 1 hr (mm)	h_p para 1.81 hr (mm)	i (mm/hr)	Q (m^3/s)
5	43	47	26	49.0
25	81	88	49	91.8
50	106	116	64	120.3
100	139	152	84	157.7
200	182	199	109	206.6
500	260	284	157	295.3
1000	341	372	205	387.0

Tabla IV.4. Gastos Máximos para Diferentes Periodos de Retorno en el Arroyo Miramar

T_r	h_p para 1 hr (mm)	h_p para 1.81 hr (mm)	i (mm/hr)	Q (m^3/s)
5	43	47	26	58.7
25	80	88	49	109.9
50	105	115	64	144.0
100	138	151	84	188.8
200	181	197	110	247.3
500	258	282	158	353.6
1000	339	370	207	463.3

Tabla IV.5. Gastos Máximos para diferentes Periodos de Retorno en el Arroyo Los Tesos

T_r	h_p para 1 hr (mm)	h_p para 1.81 hr (mm)	i (mm/hr)	Q (m^3/s)
5	47	53	24	80.5
25	89	100	44	150.7
50	116	131	58	197.5
100	152	171	76	258.8
200	200	225	99	339.1
500	285	321	142	484.7
1000	374	421	186	635.2

Tabla IV.6. Gastos Máximos para diferentes Periodos de Retorno en el Arroyo La Querencia

T_r	h_p para 1 hr (mm)	h_p para 1.81 hr (mm)	i (mm/hr)	Q (m^3/s)
5	41	44	28	29.0
25	77	83	52	54.3

50	100	109	68	71.2
100	131	142	89	93.3
200	172	187	117	122.3
500	246	267	168	174.8
1000	323	349	220	229.0

Tabla IV.7. Gastos Máximos para diferentes Periodos de Retorno en el Arroyo Las Lagunas

T_r	h_p para 1 hr (mm)	h_p para 1.81 hr (mm)	i (mm/hr)	Q (m^3/s)
5	48	54	23	46.8
25	90	102	43	87.7
50	118	133	56	114.9
100	155	175	74	150.6
200	203	229	97	197.3
500	291	327	138	282.0
1000	381	429	181	369.6

En la siguiente tabla se indican los resultados de un estudio que se llevó a cabo en la zona, este estudio muestra el riesgo de erosión en algunas microcuencas en estudio.

Este estudio consideró para su análisis criterios hidrológicos, así como parámetros morfométricos del relieve, tales como la pendiente, la longitud de la pendiente,y la litología. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.8. Riesgo de erosión por microcuencas delimitadas.

ARROYO	Riesgo de Erosión (Toneladas/año)
Los Mangles	40,099
Miramar	49,608
Los Tesos	78,749
Laguna I (Querencia) y Laguna II (Las Lagunas)	44,331
Cuentascuaves	Sin datos
La Salina	Sin datos
El Torote	Sin datos

De lo anterior, se puede observar que la microcuenca con mayor riesgo de erosión, es la microcuenca denominada “Los Tesos”. Sin embargo, el valor alto se debe a que es una de las microcuencas de mayor dimensión con respecto a las restantes. Por otro lado, es necesario considerar que no existen mediciones para el resto de las microcuencas señaladas en la tabla anterior, por lo que no sería extraño encontrar que algunas microcuencas sin datos de medición resultarán tener un mayor riesgo de erosión a las ya evaluadas. Ejemplo de lo anterior, es la microcuenca El Torote, cuya superficie de captación es mucho mayor que el resto de las microcuencas, esto sería un parámetro

importante para definir su vulnerabilidad ante procesos de erosión ante eventos meteorológicos exraordinarios.

Considerando solo las microcuencas cuantificadas, Los Tesos, Arroyo Miramar y el Arroyo de las Lagunas son los que tienen mayor riesgo de erosión del suelo.

El arroyo denominado Las Lagunas drena sus escurrimientos en las lagunas antes de llegar a “Punta Arenas”.

Cabe señalar que para el presente estudio no se considera a la unidad de Punta Arenas como una unidad hidrográfica debido a que los escurrimientos que provienen de las microcuencas aledañas desembocan en las lagunas, y a partir de este punto con dirección hacia la costa (Punta Arenas) el control estructural, así como el predominio de sedimentos no permite la formación o presencia de cuerpos de agua, ni de escurrimientos superficiales. Debido a la capacidad de infiltración de Punta Arenas el funcionamiento de esta pequeña unidad es mediante la hidrología subterránea.

Con respecto al resto de los arroyos denominados Los Mangles, Los Tesos y Miramar estas desembocan con dirección hacia el mar con una dirección NE.

IV.2.5.2. Proceso de sedimentación a nivel de microcuencas

Para determinar el nivel de aportación de sedimentos provenientes de las diferentes microcuencas que conforman el Sistema Ambiental Regional hacia la zona costera, se realizó un análisis de varios aspectos morfométricos y geomorfológicos a nivel de cada microcuenca y los cuales se enlistan a continuación:

1. Predominio de alguno de los tres grupos de formas del relieve:
    a. Montañas y premontañas.
    b. Lomeríos bajos y rampas.
    c. Valles aluviales y lechos mayores de inundación.

    En este caso se asocia la forma del relieve con mayores porcentajes de pendiente y por lo tanto con una mayor intensidad en los procesos de ladera, es decir, por un lado presentan una energía potencial mayor de movilización de sedimentos a través de los cauces que se han formado en el interior de cada geoforma. Y por otro, implica que los procesos erosivos de mayor intensidad generalmente están asociados al primer grupo de geoformas y con ello se constituyen como una zona emisora de sedimentos que se trasladará aguas abajo.

    En este apartado también se analizó si la morfología del relieve en conjunto con la geometría del cauce conforman zonas de acumulación de sedimentos que dificultan la transferencia de estos aguas abajo.

    Es importante señalar que el relieve presenta un fuerte control estructural derivado de su origen endógeno así como por el predominio de rocas intrusivas como el granito, el cual se constituye como el basamento de las diferentes formaciones

litológicas que conforman el SAR. La influencia de este control estructural también se observa en la configuración interna de las diferentes microcuencas, sobretodo en las que forman parte de la Sierra La Trinidad, ya que éstas presentan laderas asimétricas, es decir, una de las vertientes presenta mayor altura relativa y pendiente mientras que la otra porción es más baja y con inclinación más tendida.

2. La amplitud de las diferentes zonas funcionales de la microcuenca:
    a. Zona o cuenca alta.
    b. Zona o cuenca media.
    c. Zona o cuenca baja.

    Este factor se asocia con las formas del relieve, ya que la cuenca alta generalmente esta conformada por el relieve de morfología más conspicua y conforme se desciende hacia la cuenca baja predominan las geoformas de carácter acumulativo, menos pendiente y mayor amplitud en general. Entonces existe una correlación directa entre el tamaño de la zona funcional y las geoformas que la constituyen y depende de la configuración y el tipo de combinación de formas del relieve por zona funcional para identificar el potencial de generación y transporte de sedimentos hacia las zonas de descarga dentro de la misma microcuenca y hacia el mar.

    De esta manera, si la cuenca alta es muy amplia y esta configurada por montañas o premontañas, el potencial de formación de sedimentos es muy alta resultado de la intensidad de los procesos fluvio-erosivos que modelan esas geoformas.

3. La longitud y la pendiente del cauce de las corrientes principales determinan las zonas de depositación de sedimentos a lo largo del mismo. En este caso, el aspecto principal de influencia para el traslado de sedimentos es el número de rupturas o cambios de pendiente, el valor de la pendiente en si misma y la longitud de cada tramo. De este modo, entre el perfil del escurrimiento presente un mayor número de cambios en la pendiente, los sedimentos se depositaran en estos puntos. Y la longitud de cada sector con diferente inclinación coadyuvará a determinar el potencial de traslado de cada uno de éstos aguas abajo hasta desembocar a un cuerpo de agua o hacia el mar.

Microcuenca A

Arroyo Cuentascuaves

Para esta microcuenca solo se consideran los dos primeros aspectos ya que no existen datos de pendiente del cauce. Esta microcuenca se caracteriza por el predominio de premontañas y montañas con una extensión de un poco más del 50% de la superficie total de la vertiente; éstas forman parte tanto de la cuenca alta, media y baja. El resto de la microcuenca esta conformada por una rampa premontañosa la cual presenta afloramientos de granito que le confiere un aspecto ligeramente ondulado. Este primer factor establece como primera condición que es una vertiente con niveles altos a moderados de energía así como un alto potencial de sedimentos derivados de la zona montañosa.

El segundo factor evaluado se refiere a la amplitud de las zonas funcionales; en este caso la cuenca alta se restringe hasta la cota 200 msnm abarcando un 30% de la superficie total de la microcuenca. El límite entre esta zona y la cuenca media se caracteriza por el control estructural tanto del relieve como del patrón de drenaje ya que en este sector la sección se angosta y justo en este sector el escurrimiento cambia de dirección hasta formar un ángulo de 90°. De esta manera la mayoría de los sedimentos potenciales de esta porción de la cuenca alta permanecen en su interior y sólo una pequeña proporción logra pasar junto con el agua subsuperficial, este obstáculo permite que este sector mantenga condiciones de humedad, la cual se incrementa aún más en las laderas norte.

La cuenca media comprende un porcentaje aproximado también del 30% de la extensión total de la microcuenca y conforme desciende la sección se va ampliando. Sin embargo, es en la cuenca media donde se presentan una serie de elevaciones alargadas que condicionan el diseño de la red fluvial y nuevamente encajonan a las corrientes de agua influyendo en su curso y con pocas zonas de depositación.

La cuenca baja abarca el 40% restante de la superficie total y coincide con la cota de 50 msnm. La pendiente es muy suave y en esta zona tanto la microcuenca como el cauce del escurrimiento se amplían.

Esta microcuenca presenta dos escurrimientos, los cuales la atraviesan desde la cuenca alta hasta confluir en la cuenca baja donde confluyen para volver a separarse. En este caso, INEGI (2012) marca un solo curso el cual desemboca hasta el mar, a un costado de la localidad Cabo Pulmo. A través de un reconocimiento visual apoyado por imágenes de Google, es posible observar el segundo curso de agua, el cual incluso muestra una mayor cantidad de sedimentos que el que INEGI señala como oficial. No obstante, este cauce no alcanza el mar y su trazo se muestra obstruido por la carretera que bordea la zona costera.

En conclusión, la microcuenca del Arroyo Cuentascuaves presenta un potencial bajo a muy bajo de aportación de sedimentos hacia el mar ya que la mayoría de éstos quedan confinados en la cuenca alta y media debido a la morfología de la cuenca misma. Mientras que el resto logra descender a la cuenca baja hasta llegar al mar.

En caso de una avenida máxima por un evento extraordinario, el agua incrementa su velocidad sobretodo en las zonas de transición entre zonas funcionales como resultado del control estructural que ejerce el basamento de granito que subyace a toda la zona. Estos cambios en el patrón de la red fluvial provoca que los sedimentos que logran pasar desciendan con fuerza pero el último tramo de la rampa al ser muy plano permite disipar la velocidad de salida.

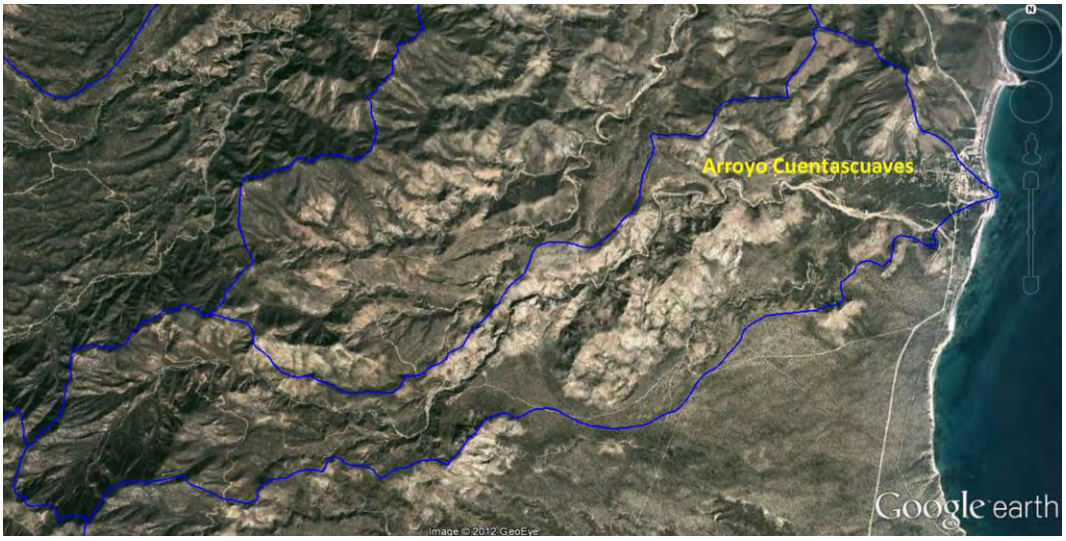


Figura IV. 44. Localización del Arroyo Cuentascuaves.

Microcuenca B

Arroyo Los Mangles

Las formas del relieve dominantes son las premontañas seguidas de las montañas ocupando el 90% de la superficie total de la microcuenca. Al igual que en la microcuenca A conforman la zona alta, media y baja de la cuenca, no obstante al ocupar una mayor extensión, el potencial de aportación es más significativo. El restante 10% de la superficie esta ocupada por una rampa premontañosa que se extiende hasta la línea de costa y en cuyo borde se desarrolla un cordón de playa arenosa.

En este caso, la ladera noroeste es más alta y más larga a diferencia de la sureste que es más corta y con menor diferencia altitudinal. Los contactos entre formas del relieve responden a morfoalineamientos, los cuales también delimitan a las tres zonas funcionales de la microcuenca así como los cambios en el patrón de drenaje.

La cuenca alta ocupa un tercio del área total de la microcuenca y se caracteriza por niveles de energía altos a muy altos ya que el altura relativa entre el parteaguas y el nivel base del escurrimiento es de 400m de diferencia. Los cauces muestran una disección vertical significativa lo que es un indicador de su poder erosivo pero también es una evidencia del proceso de emersión de la península en su conjunto. En este caso, el relieve en esta zona funcional no se constituye como un obstáculo para el traslado de sedimentos aunque corren por valles muy estrechos y accidentados.

La cuenca media es la de mayor extensión y ocupa el 50% de la superficie total pero aunque descienden los valores de altitud, predominan las elevaciones en bloque de granito por lo que también se considera con valores altos de energía En ambas zonas funcionales la red de drenaje también presenta fuerte control estructural ya que curso del escurrimiento principal se localiza sobre dos morfoalineamientos principales los cuales forman un ángulo casi de 90° cuando éste desciende a la cuenca baja.

El límite entre la zona media y baja es realmente la zona de descarga de sedimentos, los cuales se acumulan en la confluencia de tres corrientes. En este punto se arremolinan ya que la forma de salida de la cuenca media a la baja es muy angosta, se da de forma lateral y la presencia de dos salientes propician la acumulación conformando un pequeño abanico que sólo se distingue por un cambio en la textura de la cubierta vegetal. La cuenca baja sólo ocupa un 20% de superficie y es de morfología angosta y alargada siguiendo la línea de costa, lo que denota nuevamente el control estructural del basamento granítico que los subyace.

El arroyo presenta una longitud total de 10.9 km y presenta tres tramos con valores de pendientes diferentes: el primero es el de mayor longitud e inclinación y comprende más del 50% de la longitud total y queda comprendido entre la cuenca alta y media, mientras que los otros dos presentan longitudes y pendientes similares, donde estas dos últimas son más suaves y tendidas y se localizan en la zona funcional baja.

Por lo que se puede concluir que esta microcuenca presenta un potencial de aportación de sedimentos de moderado a alto, principalmente hacia a la cuenca baja y después hacia el mar. Los depósitos de concentran en la zona de transición entre la cuenca media y baja sobre la rampa estructural donde la pendiente longitudinal del arroyo también cambia lo que reduce la velocidad de transferencia. Como en este punto también se concentra la humedad que desciende del resto de la microcuenca se ha desarrollado una cubierta vegetal densa que también reduce el tránsito de los sedimentos atrapándolos. El último tramo del cauce presenta una pendiente ligeramente mayor lo que propicia que los sedimentos lleguen al mar y se incorporen al transporte litoral. En este caso, la base de la microcuenca casi coincide con los límites de la celda litoral definida para este sector de la zona costera.



Figura IV. 45. Localización del Arroyo Los Mangles.

Microcuenca C

Arroyo Miramar

En esta microcuenca se presentan dos formas del relieve: premontañas en la vertiente sureste mientras que en la vertiente norponiente se presenta una rampa premontañosa y las cuales ocupan por partes iguales el 95% de la superficie total. En el restante 5% se desarrolla un valle aluvial cuyo nacimiento se localiza en el sector central de la cuenca media y cuya sección se amplia en el límite entre la cuenca media y baja.

El parteaguas alcanza valores de altitud de hasta 600 msnm en la cuenca alta y 400 en la cuenca media por lo que mantienen niveles de energía de altos a muy altos siendo la cuenca alta la que concentra la mayor energía. La rampa conforma la otra vertiente de la microcuenca y aunque no presenta fuertes contrastes altitudinales ni pendientes escarpadas también contribuye con niveles de energía moderados a bajos ya que en principio, su energía potencial proviene del macizo montañoso que bordea. Por lo que en general, presenta niveles altos de transferencia de sedimentos.

Los límites entre zonas funcionales también están controlados estructuralmente ya que el cambio en la dirección de la red fluvial indica también rupturas de pendiente, configuración topográfica y pisos altitudinales.

La cuenca alta abarca el 40% de la microcuenca, los cauces de los escurrimientos denotan una estructura semicircular, el escurrimiento principal muestra una significativa profundidad de disección lo que implica altos niveles de energía y transferencia. En los límites con la cuenca media, el cauce principal se encajona y retiene sedimentos aguas arriba aunque por otro lado incrementa la humedad ya que esta queda atrapada por lo accidentado del cauce, la profundidad del valle y un menor asoleamiento. La cuenca media es la de mayor extensión ocupando el 50% de la superficie total de la microcuenca y abarca hasta la cota 50 msnm.

Nuevamente en este sector la zona limítrofe entre zonas funcionales media y baja esta definida por un morfoalineamiento. A partir de este cambio, el valle aluvial amplia su sección pero su curso también esta controlado estructuralmente hasta desembocar directamente a la zona costera sin presentar obstáculo de origen geomorfológico y a pesar de que la carretera atraviesa por el último tramo de la corriente no impide su paso. Cabe señalar que sobre la rampa se presenta un conjunto de escurrimientos que no se integran al arroyo principal que le da nombre a esta microcuenca ya que tienen su origen en un bloque que forma parte de la sierra que originalmente bordea y aun cuando no presentan altitudes mayores a 200m. si presentan un cauce bien definido hasta la zona costera aunado a esta condición al tener un recorrido muy corto y sin ningún impedimento hacen aportaciones locales de sedimentos ampliando la base de la microcuenca.

El perfil longitudinal del arroyo señala tres cambios en los valores de inclinación: el primero corresponde casi al 60% de la longitud total del escurrimiento y abarca tanto la zona alta y media de la microcuenca; el arroyo en esta sección se caracteriza por presentar una pendiente moderada que alcanza los 6.1% por lo que la velocidad de desplazamiento es alta. El siguiente tramo se desarrolla sobre la parte baja de la cuenca media con una pendiente de 2.8% y una longitud de 3.6 km por lo que la mayoría de los sedimentos se depositan en esta zona para después movilizarse por el último segmento, el cual corre sobre la cuenca baja con una pendiente muy suave de 1.1% hasta la línea de costa.

En conclusión esta microcuenca tiene un potencial de aportación moderado a alto ya que aun cuando no presenta obstáculos en la transferencia y transporte de sedimentos al estar controlada estructuralmente, los cauces tienden a encajarse más lo que limita el movimiento de sedimentos aguas abajo.

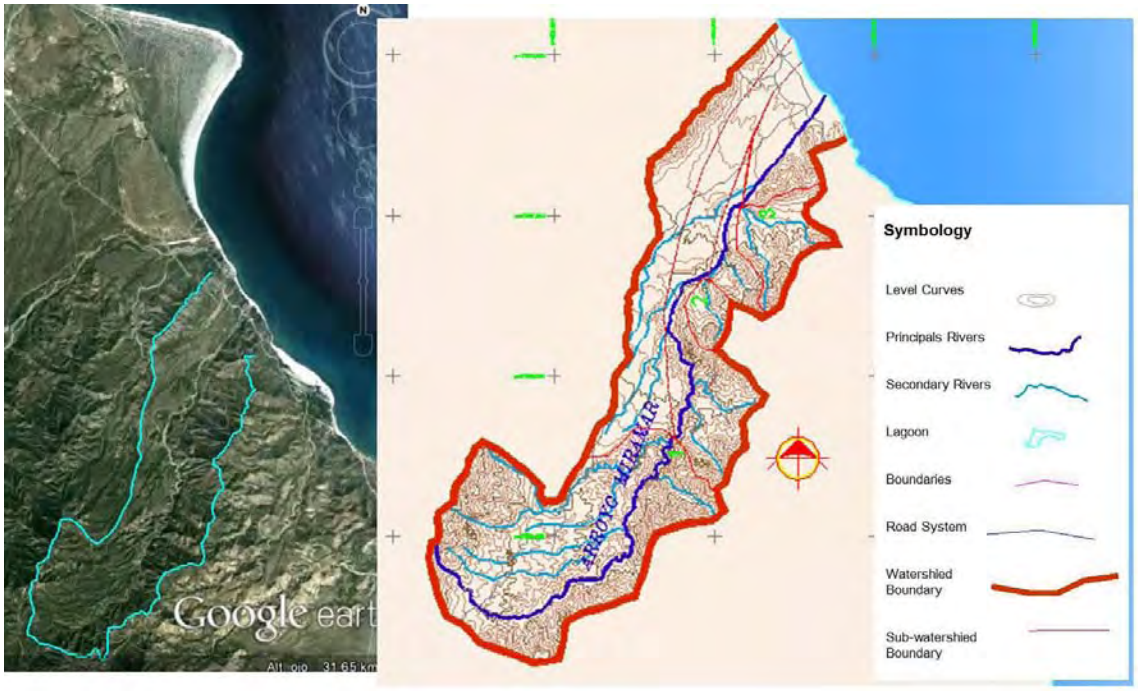


Figura IV. 46. Localización del arroyo Miramar.

Microcuenca D

Arroyo Los Tesos

Esta microcuenca presenta una condición que caracteriza a la península y que se ha mencionado de manera reiterada a lo largo de este apartado y es el control estructural. En el caso de esta microcuenca esta formada en realidad por un bloque o macizo montañoso que esta delimitado por dos corrientes fluviales las cuales en realidad conforman dos microcuencas al interior de ésta pero que se unen en el extremo noreste en lo que podría denominarse como cuenca baja para drenar al mar.

Esta microcuenca esta conformada principalmente por una montaña bloque de dacitas y granitos con superficie total del 75%. El 15% esta ocupado por rampas premontañosas que bordean principalmente a este macizo montañoso. En el extremo norponiente se desarrolla un valle aluvial que descarga directamente a la línea costera.

La presencia de una montaña con sus dos vertientes y con altitudes de hasta 600m. representa niveles de energía muy altos ya que la intensidad de los procesos de ladera son muy intensos derivados de las pendientes escarpadas.

Así, en esta microcuenca la asimetría de laderas es más conspicua y las mayores aportaciones provienen a lo largo de toda la montaña y en las tres zonas funcionales. En este caso, la delimitación de las zonas funcionales también esta condicionada por la montaña misma ya que al tener una forma alargada forma parte de los tres sectores y sus límites también estan influenciados por morfoalineamientos. La cuenca alta es la de mayor extensión y abarca el 50% de la superficie total; la cuenca media ocupa el 20% y la cuenca

baja el restante 30%. Las aportaciones de sedimentos provienen de la montaña bloque y se concentran en el valle aluvial ubicado en la porción noroeste ya que es una zona de contacto litológico.

La cuenca media es solo un área de transporte y la cuenca baja es la zona de confluencia y descarga de sedimentos.

En lo que se refiere a la pendiente longitudinal del arroyo, ésta presenta cinco segmentos siendo el primero el de mayor longitud (6.4) con una inclinación de 7.8%; los dos siguientes tramos presentan pendientes aproximados de 2% y los últimos tres sectores la pendiente se reduce a 1.5%. Sin embargo, la presencia de la montaña a todo lo largo de las tres zonas funcional incrementa la velocidad de transporte de sedimentos.

Entonces en este sector, el potencial de aportación es alto a muy alto y la amplitud de la zona de descarga del valle aluvial es un indicador de esta contribución.

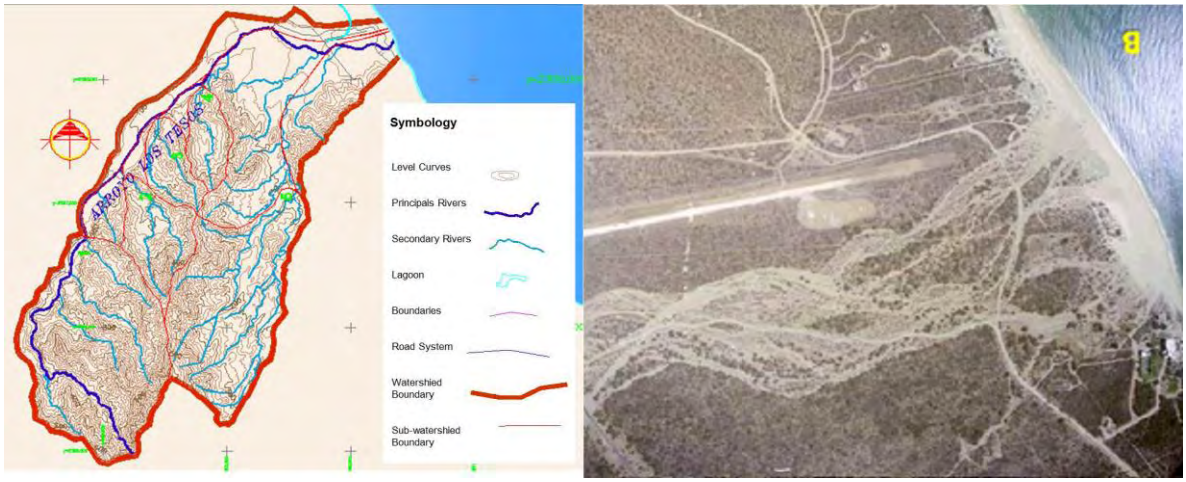


Figura IV. 47. Localización e imagen del Arroyo Los Tesos.

Microcuenca E

Arroyo La Querencia – Las Lagunas.

Esta microcuenca se caracteriza porque los escurrimientos no descargan directamente al mar sino que desembocan en un sistema de lagunas ubicadas en la planicie costera que se conoce como Punta Arenas. La microcuenca esta conformada principalmente por una amplia rampa denudativa, la cual ocupa el 95% de la superficie total mientras que el restante 5% se divide entre una porción de montaña bloque y planicie costera de superficie ondulada. Esta geoforma no presenta un fuerte contraste altitudinal y debido a su longitud los procesos predominantes son los denudativos, es decir, de carácter areal lo que reduce los niveles de energía de moderados a bajo, ya que hay algunos sectores donde los procesos de ladera se intensifican sobre todo a lo largo de las riberas de los escurrimientos pero en general son de baja energía.

La cuenca alta es muy angosta y ocupa aproximadamente el 25% de la superficie total de la microcuenca, en esta porción los escurrimientos se encuentran encajonados y tienen un carácter erosivo. La cuenca media es la más amplia y comprende el 50% del área total, si

bien se reconocen dos arroyos, los cuales le dan el nombre a esta microcuenca, sólo el Arroyo Las Lagunas conforma una red de drenaje mas densa que le transmiten material y energía por lo que la sección del cauce es mayor y se aprecia con una mayor cantidad de sedimentos. La amplitud de esta zona funcional absorbe la energía potencial con la que descienden tanto los sedimentos como el agua por lo que éstos se movilizan muy lento hacia la cuenca baja.

La cuenca baja ocupa el restante 25% del área de la microcuenca y su límite, al igual que en el resto de las microcuencas analizadas y que conforman el SAR, esta definido por un morfoalineamiento por lo que la dirección de las corrientes cambia de norte a noreste para desembocar hacia la planicie. El control estructural de los cauces provoca que en esos puntos de inflexión, los sedimentos y la energía se acumulen en esas zonas. En este caso, el cambio en el patrón de drenaje se da en la cuenca baja razón por la cual la humedad se retiene al interior de este sector. Es importante señalar que aun cuando la rampa presenta pendientes muy tendidas los escurrimientos tienden a encajarse por lo que a pesar de estar en la zona baja de la microcuenca en realidad no se interrelacionan con el resto de la red de drenaje y son los lagos los receptores de la humedad, materia y energía proveniente de las otras dos zonas funcionales. En el caso del Arroyo Las Lagunas alimentan al lago que se emplaza en la porción norte de la planicie ondulada mientras que el Arroyo La Querencia alimenta al lago ubicado en la porción sur.

En lo que se refiere a la longitud y pendiente de ambos arroyos, éstos presentan características muy similares entre si, ya que solo tienen dos tramos con inclinaciones distintas y de dimensiones también semejantes. La longitud del primer tramo en ambos escurrimientos es ligeramente menor que el segundo sector. En el caso de la pendiente, el valor del primer tramo es obviamente mayor pero no supera los 2.5% y el segundo tramo presenta inclinaciones alrededor a 1.4% por lo que la velocidad de descarga es bajo.

En conclusión, esta microcuenca presenta un potencial bajo a muy bajo para la transferencia de sedimentos debido a lo tendido del relieve, la amplitud de la cuenca media que reduce la velocidad de los procesos y disipa los niveles de energía provenientes de aguas arriba. Y por último, la cuenca baja es una prolongación de la rampa pero no conforma una verdadera área de descarga concentrándose en un solo sector y que alimenta a un cuerpo de agua.



Figura IV. 48. Localización del Arroyo Las Lagunas y el Arroyo La Querencia.

Se estima que es precisamente en la zonas de las laguna donde existe el riesgo de inundación, debido a la elevación del nivel del agua, lo cual puede ocurrir en un perímetro de 100 m, lo que representa una superficie del orden de 120 Ha.

En la siguiente figura se puede observar el aspecto que guardan las lagunas tanto en temporada de lluvias, así como en temporadas de estiaje.



Figura IV. 49. Imagen de las lagunas de descarga. A) temporada de lluvias y B) temporada de estiaje.

Microcuenca F

Arroyo Lago La Salina

Esta microcuenca es una de las de menores dimensiones y esta conformada por una rampa erosiva de arenisca, lutitas, limos y arenas en la parte sur mientras que el límite norte esta definida por un conjunto de superficies estructurales de arenas y limos litificados ubicados en cada uno de los costados que cierran la salida de la corriente principal.

Si bien es cierto que la dimensión de la microcuenca es reducida., en principio implicaría un desplazamiento rápido de material y energía, sin embargo, debido a que el relieve no presenta fuertes contrastes altitudinales, los niveles de energía en general de bajo a muy bajos.

A partir de esta microcuenca la dirección general del patrón de drenaje de las subsecuentes microcuencas es hacia el norte franco también como resultado del control estructural del basamento de granito que subyace a esta porción de la Península. La cuenca alta comprende solo el 25% de la superficie total de la microcuenca mientras que la cuenca media es la de mayores dimensiones ocupando el 60%. La configuración de la cuenca media es semicircular en cuyo fondo se emplaza la cuenca baja. El límite entre la cuenca alta y baja es donde se registra un cambio en la dirección del escurrimiento principal lo que reduce el descenso de material y energía aguas abajo. En la cuenca media, los cauces de las corrientes presentan cobertura vegetal a diferencia del resto de las microcuencas por lo que la transferencia de sedimentos se reduce ya que la vegetación intercepta un gran porcentaje de sedimentos.

La cuenca baja es una zona de depositación donde el agua y los sedimentos se acumulan conformando un humedal que desemboca a la zona costera, cuya presencia se pueda correlacionar con los sustratos litológicos litificados, los cuales no permiten la salida de la humedad y permiten su concentración.

Entonces esta microcuenca se caracteriza por presentar niveles de transferencia es bajo a muy bajo ya que los sedimentos son atrapados a lo largo de las zonas funcionales media y baja y en la cuales la vegetación juega un papel importante en su retención.



Figura IV. 50. Localización de la microcuenca Arroyo La Salina.

Microcuenca G

Arroyo El Torote

Esta microcuenca es la de mayor dimensión a nivel SAR y esta conformada principalmente por amplias rampas erosivas de areniscas, lutitas, limos y arenas, las cuales abarcan el 60% de la superficie total; el 30% esta ocupado por montañas bloque y algunos lomeríos y el restante 10% de la superficie se desarrollan un largo valle aluvial, lechos mayores de inundación y algunas superficiales estructurales de limos y arenas. Las pendientes más escarpadas están asociadas a las elevaciones mayores presentando niveles altos a muy altos de energía ya que las laderas alcanzan hasta los 45° de inclinación pero se concentran básicamente en la cuenca alta.

Las rampas, en general, presentan pendientes más tendidas por lo que generalmente son zonas receptoras de la energía y debido a su amplitud se encargan de disiparla, por lo que los niveles de energía en esta forma del relieve son de moderados a bajos ya que al interior se pueden reconocer sitios con procesos de ladera de mayor intensidad asociados al control estructural.

La cuenca alta tiene una extensión equivalente a un tercio de la superficie total de la microcuenca y esta controlada por una serie de morfoalineamientos que definen el curso de los escurrimientos. En esta zona predomina los procesos fluvio-erosivos por lo que se generan una gran cantidad de sedimentos y humedad, los cuales en su gran mayoría se quedan atrapados en la zona límite con la cuenca media ya que las montañas en este punto generan una especie de embudo.

La cuenca media se caracteriza por presentar mayores dimensiones tanto en longitud como en amplitud y abarcan el 45% de la superficie total de la microcuenca. El arroyo

principal se alimenta de sedimentos provenientes de las rampas erosivas y corre a lo largo de un valle aluvial de fondo plano. La sección del cauce también se amplia, sin embargo, el arroyo y el valle en su conjunto presentan un fuerte control estructural y en los puntos de inflexión es donde se van depositando los sedimentos y la energía se disipa ya que se registran cambios de hasta 90°. Así, y a pesar de que la pendiente generalizada es de moderada a tendida, las formaciones superficiales en general muestran un fuerte grado de alteración por lo que se incrementa la presencia de sedimentos derivados de la actuación de procesos erosivos denudativos y de socavación. Asimismo esta microcuenca también se caracteriza por presentar valores altos de densidad de disección lo que implica un patrón de drenaje más complejo y actuando sobre toda la superficie. Esto en conjunto incrementa la cantidad potencial de sedimentos dentro de la microcuenca y que se ve reflejada en el cauce del arroyo principal.

En la zona de transición hacia la cuenca baja esta marcada por la presencia de un conjunto de lomeríos y premontañas aisladas que modifican la geometría del cauce provocando un angostamiento de la sección del valle aluvial, por lo que parte de los sedimentos quedan atrapados en estos puntos.

La cuenca baja ocupa el 25% de la superficie total y esta flanqueda, por un lado por la porción final de una rampa erosiva y por el otro una superficie estructural de limos y arenas estratificados lo que no le permite interactuar directamente con la playa en la zona costera.

Las rampas en realidad constituyen un límite topográfico que no permite que la cuenca baja sea una zona de depositación de amplias dimensiones por lo que los sedimentos se reparten a lo largo del valle aluvial y se desplazan aguas abajo.

En el caso de esta microcuenca, el valle aluvial muestra cambios de sección muy drásticos entre la cuenca alta y cuenca media, sin embargo, esta ampliación esta correlacionada con el control estructural que ejerce el basamento de granito sobre los rasgos geomorfológicos, hidrológicos, entre otros. Un indicador de este control es que el fondo plano o ligeramente inclinado así como la geometría casi perpendicular de las laderas que delimitan el valle.

En síntesis, esta microcuenca presenta una dinámica más compleja debido, entre otros aspectos, a su tamaño. Así, la amplitud de la microcuenca permite apreciar como en la zona funcional media, el relieve esta siendo remodelado como resultado del proceso de emersión que activa e intensifica los procesos erosivos y de socavación.

De esta manera, se puede concluir que esta microcuenca presenta un potencial alto de transferencia y transporte de sedimentos, los cuales provienen principalmente de la cuenca media y en gran parte descienden a la cuenca baja y de ahí al mar.



Figura IV. 51. Ubicación de la Microcuenca Arroyo El Torote.

En conclusión, las microcuencas D - Arroyo Los Tesos, G – Arroyo El Torote, las cuales se ubican en la porción sur y norte de Punta Arenas respectivamente, son las que presentan un mayor potencial de transporte y transferencia de sedimentos hacia la zona costera y de ahí el mar tanto en condiciones normales como durante eventos extraordinarios, en éstos últimos, el potencial de movilización se incrementa.

En el caso de las microcuencas B - Arroyo Los Mangles, C - Arroyo Miramar presentan un nivel potencial de moderado a alto.

Y por último las microcuencas A - Arroyo Cuentacuaves, E - Arroyo la Querencia-Las Lagunas, F - Lago La Salina presentan un nivel potencial bajo a muy bajo.

Otra parte de los estudio fue determinar posibles zonas con riesgo de erosión del suelo. El principal parámetro analizado fue el hidrográfico. Para un mejor manejo de la información se analizó la información a nivel de microcuencas, lo que permitió reconocer el comportamiento de cada uno de los arroyos principales que le dan el nombre a cada una de las microcuencas.

Por lo anterior, las zonas de depósito se localizan a lo largo de los cauces en donde ocurren cambios en la pendiente de mayor a menor pendiente. De tal forma que el material se depositará en mayor cantidad en el sitio donde ocurra el cambio mencionado de las pendientes e irá disminuyendo conforme se avance en el arroyo.

Los criterios que se consideraron para el presenta análisis fueron el procentaje de pendientes, la longitud total de cada uno de los arroyos, desde la naciente hasta su desembocadura, el gasto máximo de cada uno de los arroyos, así como la morfología a lo largo de cada uno de los cauces.

IV.2.6. Hidrología subterránea

Con la finalidad de obtener un mayor conocimiento acerca del funcionamiento del Sistema Ambiental Regional y dado que la hidrología subterránea es uno de los mayores indicadores que explican su dinámica actual se consideró importante integrar en la presente MIA-R, información relacionada con la disponibilidad del agua subterránea,

Los objetivos de este apartado son mostrar las características de la geohidrología de la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, por otro lado, describir el funcionamiento del acuífero, y una descripción de la cuña salina, todo lo anterior permite reconocer las zonas con mayor disponibilidad del agua.

Cabe señalar que también se recurrió a estudios geofísicos previos ya realizados en la zona.Los insumos necesario para dicho estudio fueron la recopilación de la información topográfica, geológica, geofísica, hidrogeoquímica e hidrológica.

Con respecto a la información cartográfica, se utilizaron cartas topográficas del INEGI a escala 1:50,000, cuyas claves fuero las siguientes: La Rivera F12B25 y Cabo Pulmo F12B35. Del Servicio Geológico Mexicano (SGM), se trabajó con la Carta Geológica Minera: Cabo Pulmo F12B35 a escala 1:50,000, así como la Carta de San José del Cabo F12-2-3-5-6 a escala 1:250,000.

Los resultados más importantes que se retoman de algunos estudios realizados en la zona se muestran en los siguientes apartados.

IV.2.6.1. Funcionamiento del acuífero (zonas de recarga y descarga).

Las evidencias geológicas muestran que el área está formada por un marco geológico de constituido por unidades con diferentes características físicas, pero que le confieren permeabilidades de baja a muy baja. Estas unidades se relacionan con rocas graníticas que se encuentran distribuidas tanto en superficie como en el subsuelo a lo largo de las zonas de captación serranas. Estas rocas están afectadas por algunas fracturas secundarias de carácter semiregional con dirección NE-SW. Estas rocas enmarcan a los sedimentos aluviales donde se presentan las principales zonas de recarga de los acuíferos y en los litorales, donde están en contacto con sedimentos principalmente médanos arenosos los cuales cubren discordantemente a las rocas graníticas y se localizan en

dirección al este del acuífero, en donde presentan espesores de 10 a 20 m consituyendo pequeñas zonas acuíferas de bajo rendimiento.

Por lo tanto, con apoyo en sus expresiones topográficas, el acomodo estratigráfico y efectos estructurales, se puede decir que las unidades consideradas como permeables (limos, arenas y gravas) actúan como acuíferos o zonas de recarga, ya sea en las zonas de taludes en las serranías, en las planicies costeras y sobre los cauces. Mientras que las unidades impermeables en cambio, sirven como de barrera al flujo del agua subterránea (*CONAGUA, 2010)*.

Unidades permeables

Depósitos de relleno aluvial
Esta unidad incluye a los depósitos de arenas y gravas con detritos de rocas ígneas y areno-arcillosas derivadas del retrabajamiento de los depósitos del Pleistoceno y como relleno de los valles intermontanos (ver la siguiente figura).

Depósitos eólicos
En esta unidad compuesta de arena de grano medio a fino, que forman médanos cercanos a la línea de costa, se localizan algunas norias de escasa profundidad, dando lugar a la formación de un manantial en su contacto con las rocas cristalinas, ambos de gastos reducidos pero aprovechables casi todo el año para diferentes usos. Se considera que actúa más bien como transmisora de agua a las unidades permeables sobre las que descansa.

Depósitos lacustres
Esta unidad se encuentra formada en capas delgadas de arcillas y arenas depositadas en lagunas marginales, con afloramientos restringidos al noreste del área.

Depósitos litorales
La unidad de referencia se encuentra reducida a las delgadas zonas de playa comprendida entre la alta y baja marea y formada por arenas de cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca, retrabajados por las olas del mar.

Depósitos de arenas y gravas
A esta unidad corresponden los sedimentos fluviales compuestos de arenas y gravas sin consolidar ni cementar, que constituyen los antiguos depósitos aluviales del Pleistoceno y cuyo espesor puede ser mayor a los 100 metros.

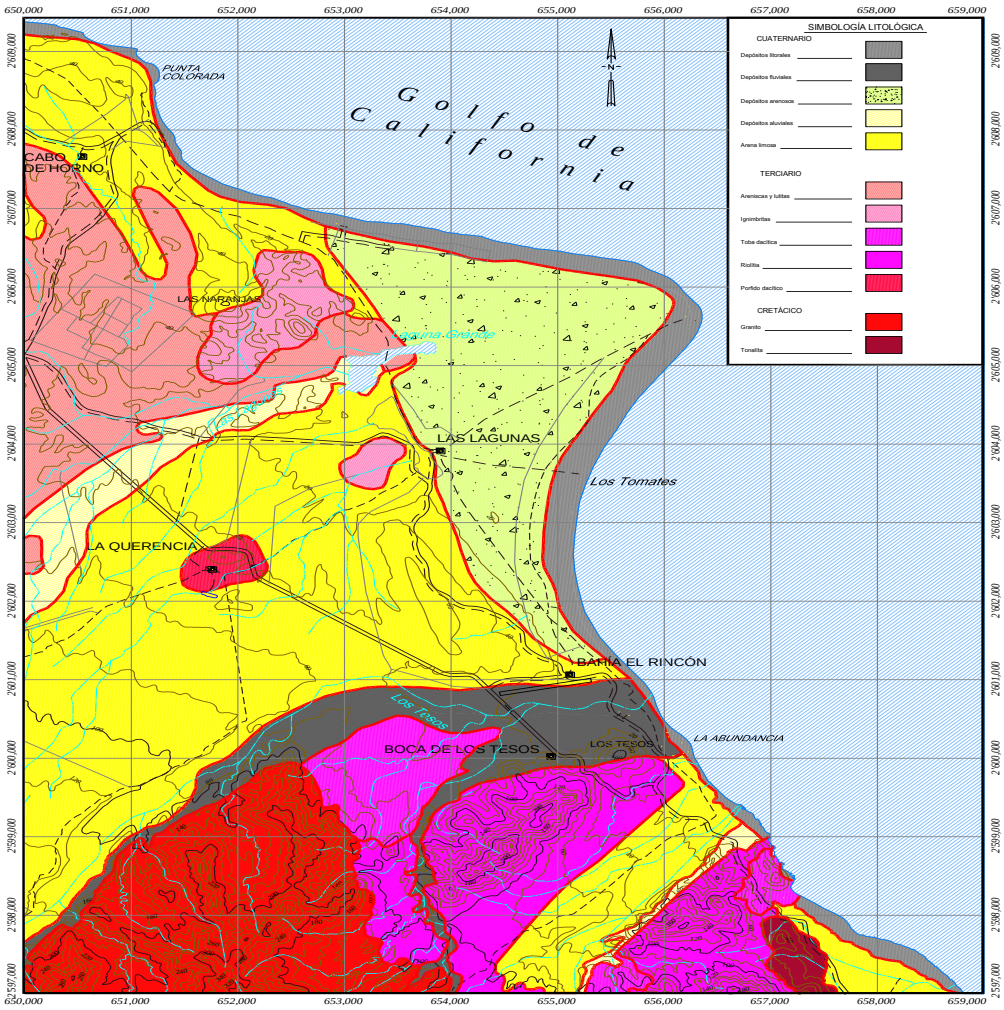


Figura IV. 52. Mapa Geológico de la zona El Rincón, B.C.S.

IV.2.6.2. Tipo de acuífero (caracterización de áreas de recarga y descarga a través de perfiles).

Acuífero Cabo Pulmo

Con base en la descripción previa de las unidades hidrogeológicas establece que los medios poroso y fracturado constituyen una sola unidad hidrogeológica y se comportan hidráulicamente como un acuífero de tipo libre heterogéneo y anisótropo (en los sentidos horizontal y vertical). En el área de los abanicos aluviales, el medio poroso sobreyace al medio fracturado, y en las partes elevadas topográficamente, el medio fracturado se encuentra directamente en la superficie.

Con apoyo en sus expresiones topográficas, acomodo estratigráfico y efectos estructurales, en el área de estudio se exponen nueve unidades litológicas, las unidades consideradas como permeables actúan como acuíferos o zonas de recarga; las unidades impermeables en cambio sirven como de barrera al flujo del agua subterránea. La

distribución y composición de estos sedimentos es muy variada y presenta espesores diferentes, de acuerdo con su ubicación. La permeabilidad de los materiales es media a alta; sin embargo la precipitación en la zona es muy baja en la zona.

La zona de recarga por lo tanto queda claramente definida como los lugares en donde se originan las entradas de agua al subsuelo, estas son en las sierras que lo limitan así como en las regiones a piedemonte, la recarga que recibe el acuífero procede de la infiltración directa de la lluvia, así como por la infiltración del agua superficial que escurre a través de los arroyos intermitentes durante la época de lluvias. La descarga se produce de manera natural por flujo subterráneo hacia el mar y por evapotranspiración.

En el acuífero Cabo Pulmo, se han definido valores de transmisividad que varían de 0.016203 a 19.6759 $x10^{-3}$ m^2/s, con un valor promedio de 5.7903 $x10^{-3}$ m^2/s, típicos de acuíferos libres a semiconfinados, en tanto que los valores de de conductividad hidráulica varían de 8 x 10^{-7} a 9.8 x 10^{-4} m/s con un valor promedio de 2.9 x 10^{-4} m/s. Estos rangos definen el carácter de los acuíferos del área de estudio, tipo multicapa, con granulometrías variables que van de arenas medias gruesas, arenas finas a medias intercaladas con limos arcillosos. Estos escenarios de multicapas con intercalación variable de texturas en sus perfiles litológicos son propios de acuíferos costeros, con una historia geomorfológica que ha presentado evolutivamente inundaciones de zonas bajas en las planicies, en donde se forman lagunas con comunicación marina y lagos temporales durante la estación de lluvias. Profundidad al Nivel Estático.

La configuración de la profundidad al nivel estático presenta valores que varían desde algunos metros, a lo largo de arroyos y en la planicie costera hasta los 38 m, esta profundidad aumenta gradualmente de la zona costera hacia las estribaciones de las sierras que delimitan el acuífero, conforme se asciende topográficamente. Los valores más someros se ubican en la zona Boca de Las Palmas, en tanto que los más profundos se encuentran en la zona Los Tesos (ver las dos siguientes figuras).

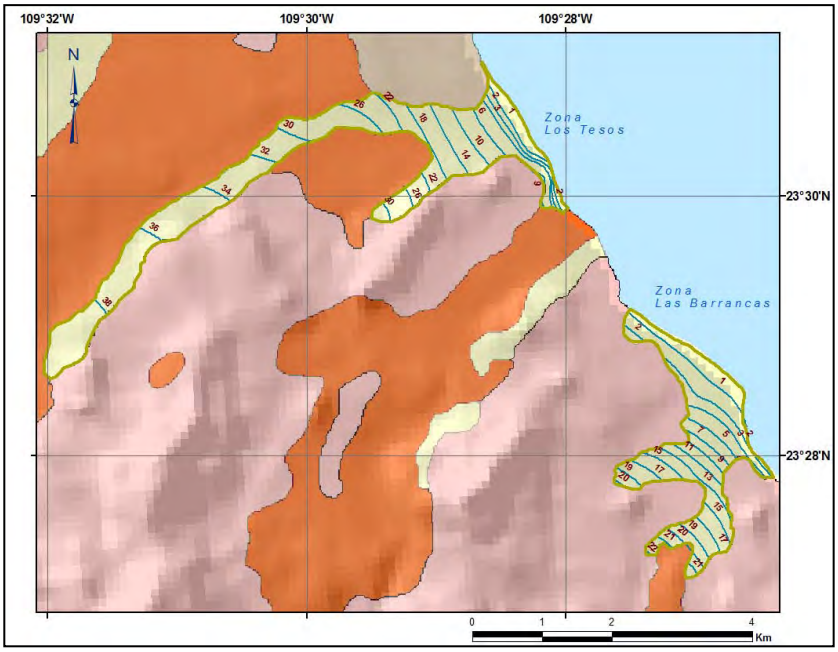


Figura IV. 53. Profundidad al nivel estático en la zona Los Tesos y Las Barrancas en m (2010).

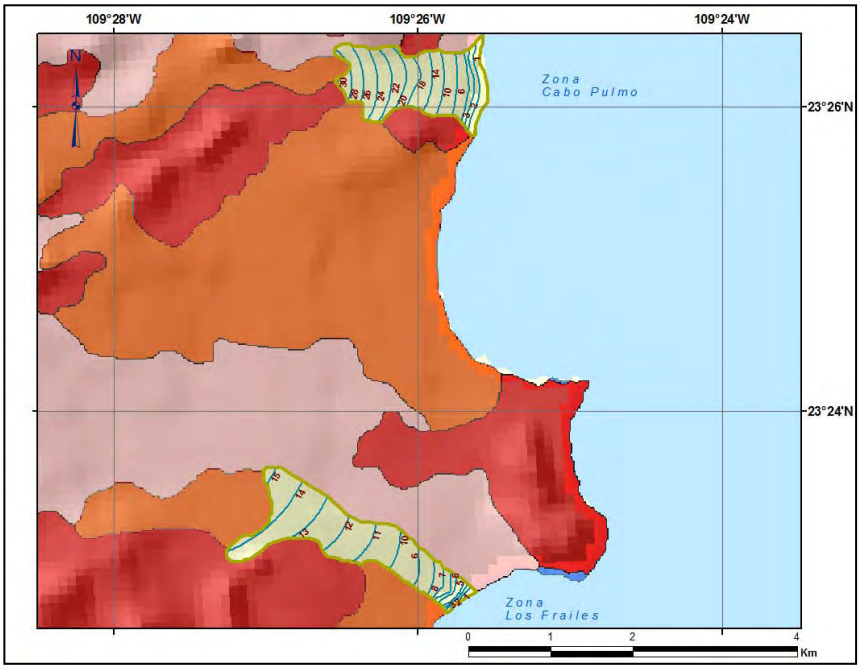


Figura IV. 54. Profundidad al nivel estático en las inmediaciones del extremo Sur de Cabo Pulmo en m (2010).

Elevación al Nivel Estático

De acuerdo con la configuración de elevación del nivel estático se observa que los valores varían entre 0 y 190 msnm, mostrando el reflejo de la topografía, al igual que los valores de profundidad, indican que el flujo subterráneo no ha sufrido alteraciones causadas por la concentración de pozos o del bombeo, la dirección de flujo continua siguiendo el sentido de la corriente de los arroyos, las extracciones son muy puntuales en las diferentes subcuencas y no se modifica el sentido de la dirección y continua la descarga hacia el Golfo de California y hacia el Océano Pacífico.

Los valores más bajos se localizan en la porción costera, donde se incrementan gradualmente por efecto de la topografía hacia la zona centro del acuífero (ver las dos siguientes figuras).

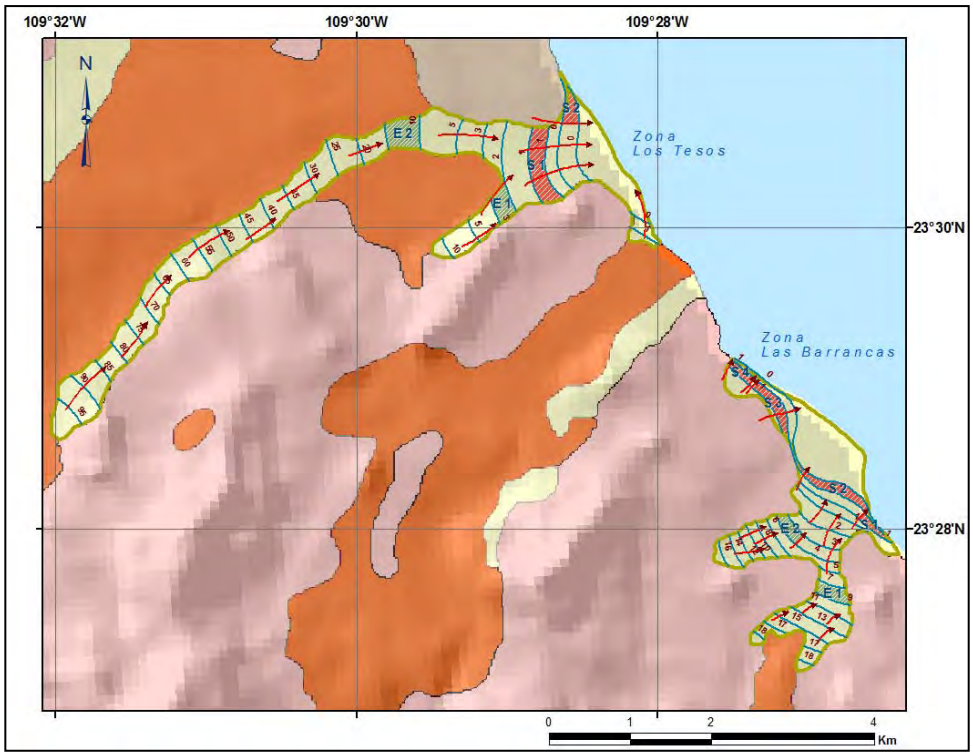


Figura IV. 55. Elevación del nivel estático para la zona Los Tesos y Las Barrancas en msnm (2010).

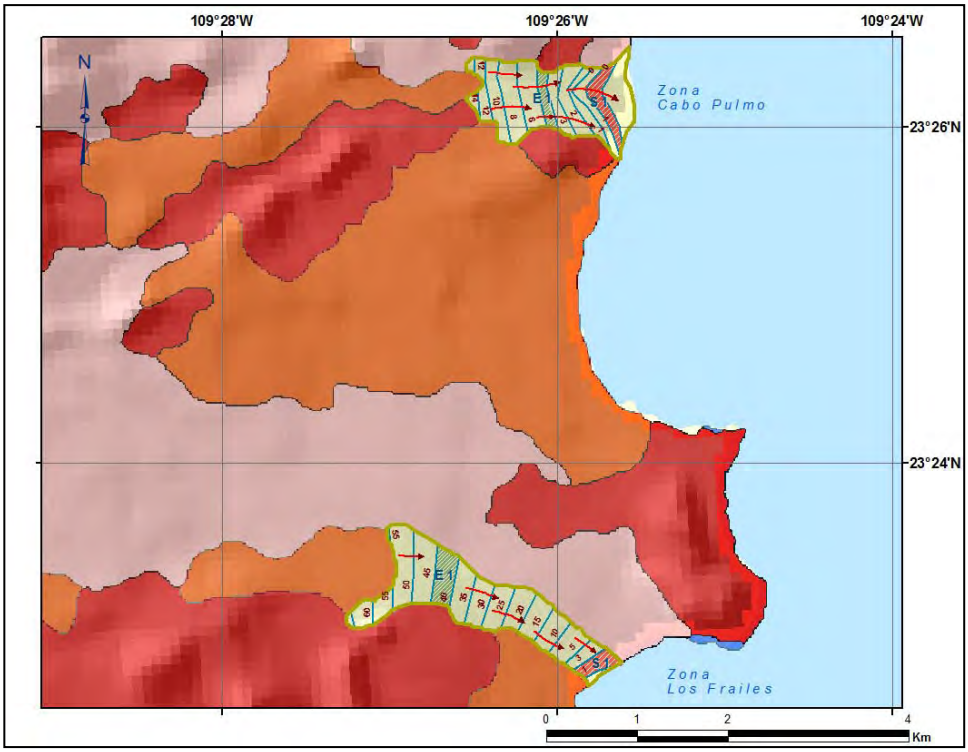


Figura IV. 56. Elevación del nivel estático en las inmediaciones del extremo Sur de Cabo Pulmo en m (2010).

Acuífero Santiago

En el acuífero Santiago el principal acuífero los constituye los sedimentos fluviales permeables que se encuentran restringidos a los cauces de los arroyos Santiago y Las Cuevas. De estos, el Arroyo Santiago por su desarrollo geológico es el que contiene el acuífero fluvial objeto del presente estudio. Los sedimentos fluviales permeables se componen de arenas sueltas y gravas bien graduadas cuyo espesor varía de 65 a 160 metros.

Pudiendo observarse que los mayores espesores de estos materiales, corresponden a los atravesados por los pozos 64, 58 y 56; de los cuales, los pozos 64 y 56 se ubican frente a la desembocadura de los arroyos de San Gregorio y Las Cuevas, respectivamente, los cuales al hacer su unión con el arroyo Santiago labraron más profundo sobre los materiales arcillosos impermeables, con caudales del orden de 110 l/s. Hacia aguas abajo, el espesor de los materiales fluviales disminuye a 66 metros; sin embargo, esta disminución de espesor queda compensada con la anchura del cauce que en esta zona alcanza hasta los 3 kilómetros.

Aguas arriba del Arroyo Santiago se presenta un estrechamiento de su cauce corriendo encajonado entre materiales arcillosos, ya en las proximidades del contacto entre estos últimos y las rocas intrusivas a la altura del poblado de Agua Caliente. En esta zona existen

4 pozos y 6 norias con bajas producciones, debido probablemente a la predominancia de materiales finos sobre los fluviales de mayor granulometría y a la menor profundidad a la que se encuentra el basamento regional granítico. Por esta razón, a la altura del poblado de Agua Caliente, el flujo del subalveo del arroyo aflora en forma de manantial debido a la disminución del espesor de materiales fluviales y por tanto a la Presencia de poca profundidad de rocas arcillosas que funcionan como levantadores del flujo.

Ante estas condiciones hidrogeológicas descritas, el análisis cuantitativo del Arroyo de Santiago se llevó a cabo en el tramo comprendido desde la confluencia con el Arroyo de Las Cuevas hasta su desembocadura, cubriendo una superficie de 31 km^2. Bajo esta superficie acuífera se encuentra un espesor promedio de sedimentos saturados de 45 metros, que tienen un rendimiento especifico del 14%, donde se almacena un volumen de agua subterránea de 283 millones de m; de los cuales los 169 que se encuentran sobre el nivel medio del mar, se drenan subterráneamente como descarga hacia el Golfo de California en una razón de 450 litros por segundo. Este drenado natural del almacenamiento subterráneo se manifiesta por el abatimiento progresivo de los niveles estáticos desde 1971 a la fecha, que en promedio descienden 0.475 metros por año (CONAGUA, 2002).

Piezometría

La posición de los niveles estáticos está controlada principalmente por la topografía y en menor grado por el bombeo de los pozos: el agua prácticamente aflora en el litoral y en la laguna de Santiago, aumentando su profundidad hacia los cauces y hacia los bordes hasta alcanzar valores máximos de 20 m.

El comportamiento de niveles muestra claramente que la recarga de los acuíferos varía sustancialmente a lo largo del tiempo: años de alimentación pobre (1970 a 1974), que alternan con otros de recarga relativamente abundante (1976 a 1980) y que la recarga es originada principalmente en la parte alta de los valles, con el consiguiente ascenso de los niveles del agua.

La distribución de los abatimientos revela que durante los años secos el acuífero se descarga por evapotranspiración y por drenado natural hacia el mar, y que el bombeo o descarga artificial solo tiene cierta influencia entre los poblados de Santa Cruz y La Rivera, las direcciones del flujo superficial es principalmente hacia el noreste.

IV.2.6.3. Modelo hidrogeológico regional.

La región que enmarca el área de estudio puede dividirse en dos grandes zonas: a) Zona El Rincón y, b) Zona Los Lagos-El Faro.

a) Zona El Rincón, en B.C.S.

Se ubica en una planicie costera arenosa limitada al Occidente por subzonas más elevadas presentes como geoformas denominadas “Lomas” y “Cerros”. En la porción central existen

áreas planas de baja elevación topográfica que permiten en puntos más bajos, una serie de lagos con tirantes de agua estaciónal generada por eventos extraordinarios (ciclones).

En el subsuelo, el agua subterránea circula y se almacena en materiales permeables constituidos por arena, grava y limo, que forman un acuífero de tipo libre que cubre una superficie de aproximadamente 1,500 Ha. El acuífero está limitado por la línea de costa, con excepción de la parte continental, en donde existe una separación en la mayor parte de las porciones acuíferas sólo comunicadas por los materiales someros que las cubren y que funcionan como vertederos (manantiales) en los períodos de lluvias ocasionales.

Hacia las zonas costeras los espesores saturados son menores a 40 m. Mientras que en la porción más cercana a la línea de costa, se tienen alrededor de 90 m, lo que sugiere relleno de zonas de colapso. Los acuíferos están limitados por macizos rocosos de rocas volcánicas intrusivas de baja permeabilidad que actúan como fronteras y que funcionan como límite al acuífero.

Debido a las condiciones de aridez, la recarga al acuífero se origina únicamente por el escurrimiento de la precipitación causada por la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos, como los huracanes que generan lluvias intensas de corta duración.

La infiltración del agua de lluvia se distribuye principalmente en los flancos de las zonas altas. La presencia de material granular se manifiesta solamente a partir de la cota 5.0 msnm, en dirección de la línea de costa. La profundidad del espesor en la porción Noreste es de apenas 2.64 m, a una elevación de 1.36 msnm. Las elevaciones del nivel freático muestran una dirección del flujo subterráneo siguen la pendiente del terreno desde la parte continental hacia la línea de costa.

La calidad del agua subterránea fluctúa de acuerdo con la distancia a la línea de costa, la profundidad y la estación del año. En la zona de médanos la conductividad eléctrica (CE) del agua tiene valores de 1,500 (µs/cm) en la parte somera y de hasta 25,400 µs/cm a 25 m.

La posición de la cuña salina bajo condiciones naturales es proporcional a la conductividad hidráulica del acuífero (k) e inversamente proporcional al flujo de salida del agua dulce hacia el mar (Q); de tal forma que cuando el flujo de agua dulce (Q) disminuye, la longitud de la cuña salina aumenta. Esta consideración es básica para evaluar la dinámica del fenómeno, no obstante que las variaciones estacionarias como mareas y cambios piezométricos también modifican la y frontera entre el agua dulce y salada. Por otro lado, cuando no existen extracciones de importancia cerca de la línea de costa que alteren dicho balance, éste límite se considera en un estado de semi-equilibrio.

Debido a su cercanía con el mar en la zona tiene la presencia de agua salina, cuya intrusión se manifiesta hacia la parte continental del área entre 2 y 4 km tierra adentro. Condiciones tales como el bombeo pueden modificar la carga hidráulica del agua dulce, y cambia el potencial del agua salina para que se establezca una nueva condición de equilibrio. Por lo tanto es muy importante considerar la observación sistemática si se lleva a cabo una extracción de agua en este tipo de acuíferos, estableciendo una red de monitoreo que dé certidumbre a la extracción a largo plazo.

b) Zona Los Lagos – El Faro (Norte del desarrollo)

Con base en las características hidrogeomórficas, esta zona se ha dividido en cuatro subzonas Hidrogeológicas (ver la siguiente figura).

La **Zona I** comprende la porción más interna está compuesta por elevaciones topográficas de rocas ígneas de tipo riolítico – dacítico, las cuales se encuentran muy fracturadas por lo que representan las áreas de recarga de mayor importancia para los acuíferos. Hacia el Sur, a poca profundidad existen areniscas continentales que las cubren.

Hidrogeológicamente en esta región se tiene una unidad acuífera aislada de baja productividad con agua salada desde la superficie y que sostiene a Los Lagos. En la siguiente figura se muestra en color verde la ubicación de sondeos de geofísica que corroboran las condiciones hidrogeológicas del subsuelo y en círculos rosas la ubicación de perforaciones exploratorias con las que se verificó la litología, profundidad de niveles y calidad del agua. Con líneas en amarillo se marcan las cuatro zonas hidrogeológicas identificadas con números romanos.



Figura IV. 57. Zona Recomendada para la Extracción de Agua Subterránea.

La **Zona II** es una transición entre la I y la III; se caracteriza porque se tiene una cobertura muy delgada de arenas costeras, que cubren indistintamente a las rocas volcánicas y/o a las areniscas continentales. En esta porción se encuentra un pequeño acuífero de agua salobre limitado a profundidad por las riolitas y/o areniscas menos permeables; recibe en parte la limitada descarga estacional del acuífero de la Unidad I y en temporada de lluvias podría alimentar las zonas bajas adyacentes en la Zona I.

La **Zona III**, es una región de arenas costeras acrecionadas caracterizada por la presencia de cordones de médanos paralelos a la línea de costa con topografía abrupta formando altos y bajos alineados. Litológicamente se tienen arenas de cuarzo con fragmentos de conchas de moluscos y restos de otros fósiles, lo que sugiere claramente la presencia del

mar hasta estas áreas en tiempos geológicos pasados. Las arenas incrementan su espesor hacia la línea de costa.

En esta porción se encuentra un cuerpo de agua de baja salinidad (< 10,000 µS/cm); en las profundidades más someras e incrementa la salinidad a profundidad. A mayor profundidad se encuentran materiales de baja permeabilidad, que corresponden con las rocas ígneas muy alteradas superficialmente. Este conjunto de materiales conforman la principal unidad acuífera con agua salobre.

La **Zona IV**, comprende la franja litoral en donde se tienen arenas finas y gravas formando las playas; se tienen los mayores espesores de arenas y agua altamente salina desde la superficie.

De lo anterior se deduce que existe separación, entre las dos zonas acuíferas y entre ambas se encuentra una *zona de transición o interfase*. En la parte somera se se sugiere una comunicación a manera de una renovación estacional; o más propiamente una renovación presente de eventos extremos (ciclones).

La poca elevación topográfica de la base del Lago Sur (0.50 msnm) y la poca profundidad del nivel del agua, provoca que en presencia de lluvias ocasionales la escasa agua que es captada sature rápidamente la zona de aireación y dado que a profundidad se tienen materiales de baja permeabilidad que limitan la infiltración y se genera un ascenso de los niveles de saturación hasta sobresalir por encima del terreno natural, dando lugar a la aparición de cuerpos de agua superficial de escaso tirante (< 1,0 m).

En el Lago Norte, se tiene una condición más apegada a la condición natural de la formación de cuerpos de agua superficial; es decir, materiales de baja permeabilidad que limitan la infiltración en temporada de lluvias, en este caso extraordinarias u ocasionales. En este lago la base se encuentra a una mayor cota (+ 5 msnm), por lo que no se presenta la saturación de la zona no saturada; esto lo demuestran los valores de baja salinidad del agua superficial aflorante. Este lago penetra más en la planicie arenosa, por lo que es de esperar una mayor continuidad hacia la zona acuífera costera.

Con base en lo anterior, se plantea que el Lago Sur se comportará en función de la cercanía del nivel de saturación e inclusive posiblemente dependa de la fluctuación de los niveles del acuífero costero, oscilando fácilmente su nivel de agua; probablemente debido a su baja elevación topográfica. El Lago Norte dependerá más de las precipitaciones ocasionales.

Por otro lado, el acuífero constituido por las arenas de la planicie costera tiene agua subterránea predominantemente salina y solo una pequeña porción de acuífero, la más alejada de la línea de costa, presenta condiciones para almacenar agua de baja salinidad temporalmente a nivel somero.

Áreas Recomendadas para extracción de agua subterránea.

Las zonas con mayores probabilidades de constituir un acuífero que suministre agua salobre de baja a mediana salinidad se ubica en la Planicie Costera, en la zona de médanos, ubicada al Oriente del sitio denominado “Las Lagunas”, y en la Zona Hidrogeológica III, en donde se tienen los mayores espesores de arenas y salinidades medias a bajas. El perfil litológico probable en el subsuelo estará compuesto por arenas y

los materiales fracturados que les subyacen. unos 18 metros de arenas esta puede variar hasta unos 26 m de profundidad y rocas fracturadas hasta los 25 m, bajo este se reportan materiales de alteración de granulometría fina.

El perfil de salinidad del agua subterránea indica que la probabilidad de encontrar agua de baja salinidad (< 1200 mg/l de STD) en los primeros 10 m; posteriormente la salinidad se incrementaría conforme la profundidad, a los 15 m bajo el nivel freático las salinidades serían de 6,000 mg/l de STD y a 20 m de profundidad alcanzarán 12,000 mg/l. Entre más cercano a la costa es de esperar que la salinidad se incremente

En la zona de Los Tesos ubicado en la zona de playa, las salinidades al nivel freático del orden de 7,000 mg/l de STD, por lo que se espera obtener agua con una salinidad, entre 3,000 a 10,000 mg/l de STD; esta salinidad conforme se incremente el tiempo de extracción tenderá a incrementarse ya que la tasa de renovación (recarga de agua dulce) de la zona es muy baja. Por ello la importancia del monitoreo del acuífero durante la operación de pozos.

Para determinar el volumen de extracción factible de obtenerse se deberán realizar pruebas de bombeo hidrogeoquímico, no hidráulicas. Se recomienda que los pozos de bombeo se perforen primero en diámetros exploratorio 8 ½" ó 12 ¼" y hasta los 30 m de profundidad; posteriormente se deberá correr un registro eléctrico para determinar el diseño definitivo.

Una vez concluida la fase exploratoria se deberá definir el diseño correcto con un filtro tal que evite el ingreso de materiales de granulometría fina tales como loess. Se deberá realizar un aforo hidrogeoquímico para determinar el gasto optimo y con este gasto realizar una prueba de bombeo de larga duración a caudal constante y aprovechando los pozos exploratorios construidos como pozos de observación; se determinarán los parámetros hidráulicos del acuífero Conductividad Hidráulica (K) y Coeficiente de Almacenamiento (S), con los que se podrá diseñar el campo de pozos necesario para el desarrollo, dado que se obtendría el radio de influencia del bombeo.

Las perforaciones exploratorias indican que los principales materiales acuíferos corresponden a arenas medias a finas; esto indica, con base en valores teóricos asociados con el tipo de roca, conductividades hidráulicas entre 1 m/día a 4 m/día que dado un espesor entre 15 a 25 m proporciona transmisividades entre 20 m^2/día de 100 m^2/día con las que se podrían esperar, en principio, modo gastos promedio de 20 a 30 L/s, los cuales se verificarán mediante las pruebas de bombeo señaladas. En los acuíferos costeros existe durante el bombeo la presencia de un cono inverso que es el ascenso de agua salina, por lo tanto no necesariamente los resultados hidráulicos de una prueba serán los definitivos, sino la calidad de agua que se desee obtener con la mezcla del cono ascendente y el cono hidráulico del abatimiento del pozo.

Importancia regional de la descarga

En el acuífero Cabo Pulmo, la configuración de la elevación del nivel estático del año 2010, muestra que el flujo del agua en el subsuelo tiene una semejanza con el hipotético flujo natural de una cuenca exorreica, con dirección de flujo que obedece las fronteras

topográficas e hidrogeológicas donde el flujo que proviene de las zonas de recarga confluye en las corrientes principales y se dirige hacia el mar y a pesar del bombeo la configuración de niveles no muestra deformación por sobre bombeo. Lo que define qwue existe descarga de flujo hacia el mar.

Para el acuífero Santiago en el intervalo 1970-1975 el flujo subterráneo se considera de la siguiente manera: se deduce que el caudal del flujo subterráneo decreció gradualmente de 0.3 ^{m3}/s en 1970 a 0.1 m^3/s en 1975, el promedio de ambos aplicado al intervalo de 5 años resulta en una descarga subterránea al mar de 9.5 millones de m^3.

Para el intervalo 1975-1980 el flujo subterráneo se considera de la siguiente manera: El caudal de flujo subterráneo hacia el mar fue de 0.1 m^3/seg en 1975 y no varió apreciablemente en todo el intervalo, resultando de 3 Mm^3. (CONAGUA, 2002).

La descarga natural está constituida por la evapotranspiración y por el flujo subterráneo que escapa al Golfo de California. La evapotranspiración se considera constante, siendo del orden de los 16 millones de m^3/año y el flujo subterráneo que descarga al mar es cada vez menor, siendo en el periodo 1970-1975 de 9.5 millones de m^3/año y 1975-1980 de 3 millones de m^3/año. Por tanto se considera que en este acuífero es recomendable llevar a cabo extracción de agua subterránea y darle uso ante la alta pérdida por evapotranspiración y descarga al mar.



Figura IV. 58. Dirección del flujo superficial.

IV.2.6.3. Modelo Hidrogeológico Regional

Retomando los resultados de estudios previos en la zona, en cuyo análisis tuvo como objetivo generar información sobre las características del subsuelo y en particular de la posible presencia de cuña salina en el área de estudio, se obtuvo que la cuña salina bajo en condiciones naturales es proporcional a la conductividad hidráulica del acuífero (k) e inversamente proporcional al flujo de salida de agua dulce hacia el mar (Q); de tal forma que cuando el flujo de agua dulce (Q) disminuye, la longitud de la cuña salina aumenta. Estas características son clave para evaluar la dinámica del fenómeno, sin embargo también es necesario considerar las mareas y los cambios piezométricos los cuáles son capaces de modificar la frontera entre el agua dulce y la salina.

En el subsuelo, se registra la presencia de agua subterránea alojada en materiales permeables constituidos por arena, gravas y limos, que forman un acuífero de tipo libre que cubre una superficie de aproximadamente 1,500 Ha

El acuífero esta acotado por la línea de costa, con excepción de la parte continental, en donde los resultados de las perforaciones, los sondeos electromagnéticos y el perfil hidrogeoquímico revelan una separación en la mayor parte de las porciones acuíferas solo comunicadas por los materiales someros que las cubren y que funcionan de una u otra manera como vertederos en los periodos de lluvias ocasionales.

Hacia la zona costera, específicamente en la parte cercana a la línea de costa se presentan espesores saturados a menos de 40 m.

La recarga del acuífero solamente ocurre durante cada evento de lluvia extraordinario como es el caso de la presencia de los huracanes. Esta infiltración se genera en las pendientes de la elevaciones mayores (unidades naturales de montaña).

La exploración geofísica de resistividad permitió identificar que en el subsuelo existe una continuidad en los materiales impermeables profundizándose consistentemente hacia la costa, lo que restringe el espesor de la zona permeable tierra adentro.

La calidad del agua subterránea fluctúa de acuerdo con la distancia a la línea de costa, la profundidad y la estación del año.

De acuerdo con lo valores de resistividad en las secciones, a una mayor profundidad se observa un predominio de valores de resistividad muy bajos (<1m-ohms), lo que indica la presencia de agua dulce y salina a profundidad. A lo anterior, cabe señalar que si no existen extracciones importantes cerca de la línea de costa que alteren el balance, este límite se considera que se encuentran en un estado de semi-equilibrio.

Debido a la cercanía con el mar existe intrusión salina que se manifiesta en la zona continental. En estas condiciones cuando se modifica la carga hidráulica de agua dulce, también cambia el potencial del agua salina para que se establezca una nueva condición de equilibrio.

Cabe señalar que los resultados generados a partir del modelo hidrogeológico regional, así como los estudos geofísicos ya existentes en la zona de estudio, fueron de vital importancia para entender una parte del funcionamiento del Sistema Ambiental del medio terrestre y su interacción con la parte litoral. Dicho funcionamiento del sistema se incluye en el diagnóstico de la presente MIA-R.

IV.2.6.4 Zona de interface en los acuíferos del área de estudio.

Relevancia de la cuña salina.

En todo acuífero costero la descarga del acuífero hacia el mar es el elemento más importante ya que permite mantener el equilibrio entre la descarga de aguas subterráneas y la penetración de agua marina al continente. Entre ambas zonas, este equilibrio se establece con un frente de intrusión que mezcla su agua con el agua de descarga continental, formándose una zona de interface que se mantiene como zona de agua de mezcla, cuya amplitud del pie de la cuña (frente de intrusión), puede evitar la descarga de agua dulce y con ello la intrusión marina, si se mantiene en equilibrio la mezcla (ver la siguiente figura).

Este ha sido un problema que se ha presentado en forma muy grave en otros acuíferos en el mismo estado de Baja California Sur, debido a la sobre explotación de acuíferos. En el área de estudio se encuentra una zona de interface que se distribuye geométricamente y depende de la granulometría del medio granular que constituye el acuífero, su espesor y las condiciones de fronteras de rocas de baja permeabilidad. Su carácter es más de origen natural que antropogénico. En ocasiones como el caso del área de estudio, la retracción hacia su posición original de la cuña de intrusión se recomienda con la combinación del uso del agua salobre de los acuíferos costeros, extrayéndola para desalinización y posterior al uso del agua, realizar inyección de las aguas residuales tratadas utilizando pozos de inyección que de esta forma apoyen al acuífero en su equilibrio hidrodinámico e hidráulico (ver la siguiente figura).

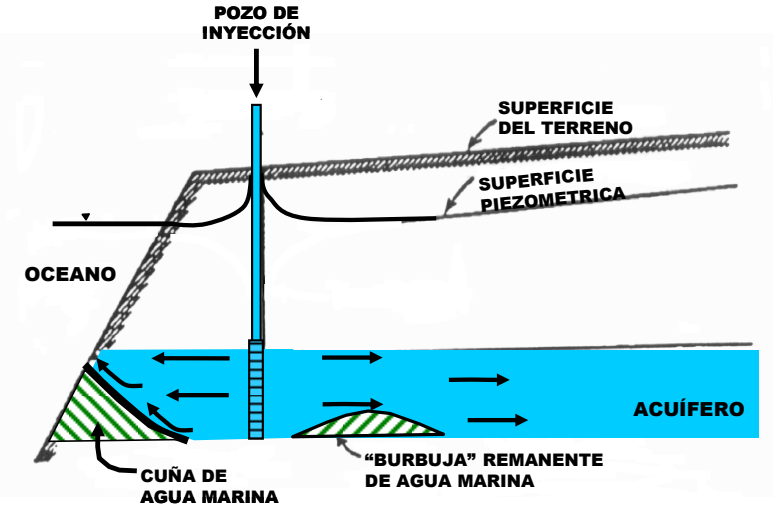


Figura IV. 59. Mecanismo de inyección y dispersión del agua en un acuífero costero. En este caso el flujo superficial inyectado ingresará agua dulce al subsuelo mejorando su calidad y dando sustentabilidad al recurso.

De aquí que en el área de estudio existe esta posibilidad de toma de agua salobre e inyección de agua residual tratada, aunado al uso de agua dulce del acuífero, ya que el acuífero Santiago cuenta con Disponibilidad para extraer hasta 4.15 millones de m^3 anuales de agua subterránea, lo que indica que su recarga total y descarga subterránea, están por encima del bombeo registrado por la Conagua. Esta condición no es así con el acuífero Cabo Pulmo, el cual no cuenta con Disponibilidad, si bien casi se encuentra en equilibrio, ya que el volumen negativo es de apenas 0.72 millones de m^3/año.

Con base en lo anterior y en las perforaciones exploratorias realizadas del estudio que se llevó acabo en la zona, se confirmó la existencia de los materiales permeables referidos anteriormente y la salinidad del agua en ambas zonas acuíferas, se puede decir que, existe oportunidad para que el proyecto pueda solicitar y obtener agua dulce del acuífero Santiago hasta el límite de la Disponibilidad citada y bajo otro mecanismo de administración y gestión del agua es posible obtener igualmente agua salobre (salinidad baja menor a 10,000 μS/cm), para desalinizarla ya que se establece la factibilidad de extraer agua subterránea salobre en la zona del proyecto y alcanzar el volumen requerido

para abastecimiento del proyecto, sin impactar negativamente a los ecosistemas de la región, ni dañar la condición natural de ambos acuíferos.

Para entender claramente el perfil de agua existente en la región, se muestra el criterio de clasificación de agua salobre que se considera representativo para la interpretación de la calidad del agua en función de la medición de la CE, que es el establecido por la American Public Health Asoc. APHA (1995), que clasificó la calidad del agua de acuerdo con los criterios siguientes:

a) 100 a 2000 μS/cm a 18° C Agua dulce
b) 2000 a 5000 μS/cm " Agua salobre
c) 5000 a 45,000 μS/cm " Agua de mar
d) 45,000 a 100,0000 μS/cm " Salmuera

Zona de interface acuífero-Mar de Cortés.

La fisiografía costera está definida con la presencia de zonas lacustres de baja elevación topográfica, por ejemplo la base del denominado Lago Sur es de 0.50 m.s.n.m. con un tirante de agua de escasa profundidad, el cual es temporal mente sostenido por las lluvias ocasionales de la región. No existe certidumbre sobre la infiltración de agua en las lagunas costeras dado su carácter arcilloso, de ahí que esta condición sugiere que al menos el agua almacenada sature la zona de aireación y que a profundidad esta alcance materiales de baja permeabilidad que limitan la infiltración. Por tanto el mecanismo de ascensión capilar predomina con ascenso de los niveles de saturación hasta sobresalir por encima del terreno natural, dando lugar a la aparición de cuerpos de agua superficial de escaso tirante (< 1,0 m).

Con base en lo anterior, y considerando que las lagunas forman parte del mecanismo de escurrimiento superficial, la descarga del acuífero presenta las siguientes condiciones:

1. La permanencia temporal del cuerpo de agua en las lagunas, sometido a la evaporación de la zona, acelera precipitación de sales sobre la superficie del terreno incrementando paulatinamente la salinidad del agua; los valores de conductividad medidos durante el mes de octubre, cuando afloraba el agua en los lagos o lagunas, alcanzó para el denominado Lago Sur 10,000 μS/cm, equivalentes a un orden de 6,000 mg/l de STD.
2. El escurrimiento superficial a su paso por las lagunas toma de su mezcla con el agua de las lagunas una parte importante que circula aguas abajo, hacia zonas donde se encuentran los médanos arenosos, cauces de arroyos y bancos aluviales que conforman las zonas de mayor permeabilidad, induciendo la infiltración de agua de alta salinidad que se mezcla con el agua subterránea de menor salinidad y la enriquece en sales. Este mecanismo natural, ayuda en la presencia de agua salobre del acuífero.
3. El mecanismo anterior, permite que casi en donde inicia la zona de descarga, se presente una recarga temporal hacia el acuífero, un esquema de este mecanismo se aprecia en la siguiente figura.

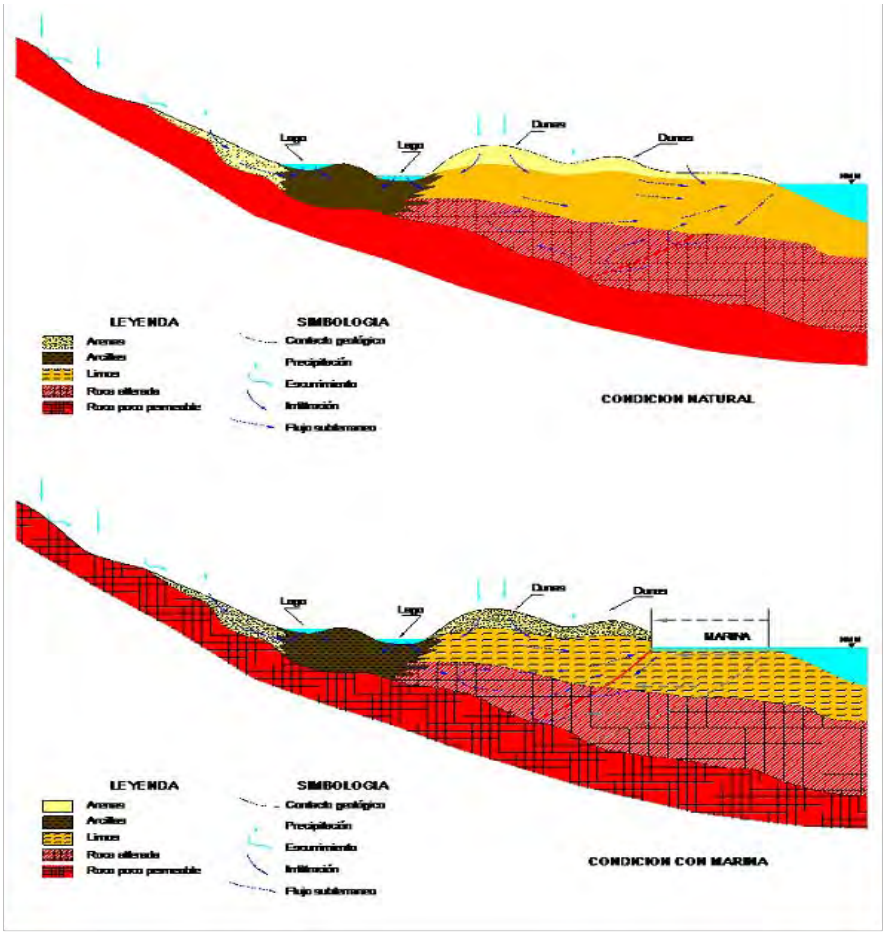


Figura IV. 60. Secciones Hidrogeológicas Esquemáticas

IV. 2.6.5. Conclusiones y recomendaciones.

- Con la información del subsuelo se pueden definir la intrusión salina en las porciones arenosas costeras y determinar los sitios factibles para ubicar las exploraciones directas con lo que se pudo integrar el modelo hidrogeológico de la región.
- Las perforaciones exploratorias permiten identificar los materiales permeables y determinar la salinidad del agua en las zonas acuíferas por lo que se establece la factibilidad de extraer agua subterránea salobre en la zona del proyecto.
- En la zona de la desembocadura del Arroyo Los Tesos, no se presentan condiciones muy atractivas para la extracción significante de agua salobre; sin embargo, hay condiciones que se podrían evaluar en un futuro, sobre todo para requerimientos de bajo gasto.

- En la zona de Los Lagos, la conformación geológica en el subsuelo indica una zona de baja permeabilidad asociada a materiales de alteración de las rocas ígneas sepultadas aisladas hidrogeológicamente de zonas más cercanas a la costa.
- Los resultados de las exploraciones indican que las zonas con mayores probabilidades de constituir un acuífero que suministre agua salobre de baja a mediana salinidad, se ubica en la Planicie Costera, zona de médanos, localizada al Oriente del sitio denominado “Las Lagunas”, y en la Zona Hidrogeológica III, en donde se tienen los mayores espesores de arenas y salinidades medias a bajas.
- Hacia las zonas costeras internas se tienen espesores saturados menores a 40 m, en la parte cercana a la línea de costa, en cambio se tienen alrededor de los 90 m. A mayor profundidad la ocurrencia macizos rocosos de menor permeabilidad funcionan como límite al acuífero.

IV.3. DESCRIPCIÓN DE LA INTERFASE – ZONA COSTERA

El presente apartado tiene como objetivo describir las características de la zona litoral o también denominada *zona de transición* por ser el sitio en donde confluyen los dos tipos de ambientes: terrestre y marino, dicha interacción va a determinar sus características y funcionamiento actual.

Para el presente apartado se retomó la información de estudios previos realizados en la zona con la finalidad de caracterizar la zona costera.

La información que se incluye a continuación describe las siguientes temáticas:

- La evolución de la línea de costa
- Morfología de la costa a partir del análisis de perfiles de playa
- Análisis de celdas litorales
- Transporte litoral

IV.3.1. Evolución de la línea de costa

El tipo de costa comprende el litoral oriental de la península de Baja California, el cual presenta plataforma continental muy estrecha o casi nula. Tectónicamente es una costa de arrastre neo-eje (Inman y Nordstrom, 1971) definido de esta forma por su asociación con las áreas de expansión del piso oceánico que produce el desplazamiento de la península. De acuerdo con Ortíz –Pérez y Espinoza Rodríguez (1991), el tipo de costa para este sitio es de tipo abrasivo – acumulativo (mixtas) con avance de la línea de costa hacia el mar por emersión y/o sedimentación acrecional.

Para intentar comprender los fenómenos que se presentan en las inmediaciones del área de estudio, se consideró necesario hacer una comparación de las formaciones costeras existentes en la zona costera de Punta Arena y sus inmediaciones.

Esta comparación se consideró necesaria para saber si con el paso de los años se ha visto afectada la zona costera por el arrastre de sedimentos provenientes de las corrientes generadas por el oleaje en la costa, así como por la descarga de sedimentos por parte de los arroyos existentes, las cuales al penetrar al mar pudiesen provocar cambios en la morfología de la línea de costa.

Esta comparación, se realizó en base a fotografías aéreas tomadas en diferentes tiempos.

En los sistemas costeros un obstáculo que modifique o impida el transporte litoral, produce depósitos y/o erosiones, que se traducen en modificaciones de las formaciones costeras.

De acuerdo con Laval (1961), se pueden considerar cuatro categorías de obstáculos al transporte litoral:

- Obstáculos naturales (cabos) o artificiales (rompeolas, escolleras, espigones) sensiblemente perpendiculares a la línea de costa.
- Obstáculos naturales (islotes, arrecifes, campo de algas) o artificiales (diques) sensiblemente paralelos a la línea de costa.
- Cauces naturales (cañones submarinos, desembocaduras de ríos y arroyos) o artificiales (canales de comunicación).
- Interrupciones bruscas de la alineación de la costa (bahías).

A partir de la interpretación defotografías aéreas se realizaroncomparaciones históricas de imágenes de satélite y/o fotografías aéreas.

Para el sitio en estudio el análisis del comportamiento de la costa reviste especial importancia, debido a las características especiales que reúne, como son:

1. Existe la descarga de dos grandes arroyos en la costa que, aunque sus escurrimientos son intermitentes, cuando se presentan lluvias relativamente importantes, acarrean grandes cantidades de sedimentos (principalmente arenas, arcillas y boleos o gravas). Estos sedimentos una vez en la costa son acarreados por el oleaje incidente a lo largo de ella, así como modelan las secciones transversales.
2. Al Norte de predio existe una península arenosa (Punta Arena) que, todo parece indicar, es de acreción de la costa; es decir, probablemente formada por el acarreo litoral a lo largo de la costa, ya que en ese punto ésta cambia drásticamente su dirección para orientarse hacia Noroeste.

Para el análisis por realizar se obtuvieron las fotografías aéreas que se mencionan a continuación, observándose que cubren un lapso de prácticamente 24 años, desde 1973 hasta el año de 2007.

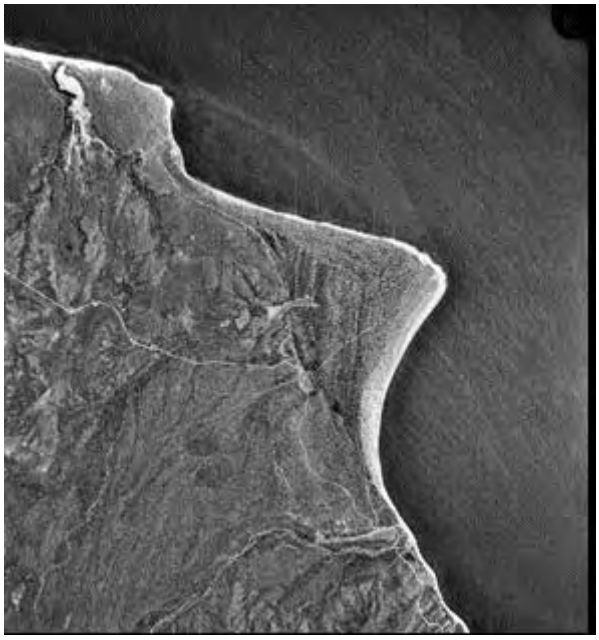
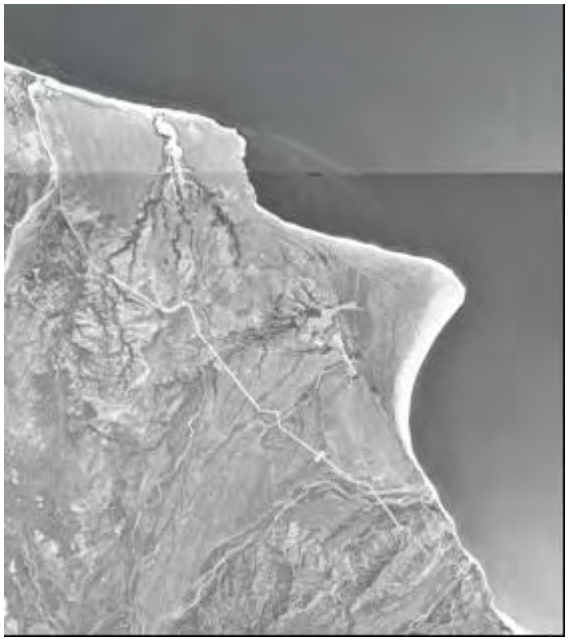
Por otro lado, la geomorfología costera para el SAR, fue el factor que definió tres sectores de la franja costera de 22 km para el presente estudio, con fronteras físicas naturales por las puntas rocosas acantiladas cuyas pendientes son superiores a los 30°, que a su vez fueron frontera del transporte de sedimentos entre ensenadas que presentaron ambientes particulares.

Los tres sectores de la franja costera que se delimitaron fueron:

- Punta Arena
- Las Barracas
- Cabo Pulmo

Punta Arena

Específicamente en la zona de Punta Arena, como se aprecia en las siguientes figuras, se ve claramente que la línea de costa se ha modificado por el arrastre de los sedimentos de dirección NW; esto es, en 1973, la playa no era tan grande ni prolongada, la cual con el paso de los años se ha incrementado al grado en que la fotografía de 2007, se muestra una playa mas grande y prolongada.

	
Fotografía de 1973	Fotografía de 1993

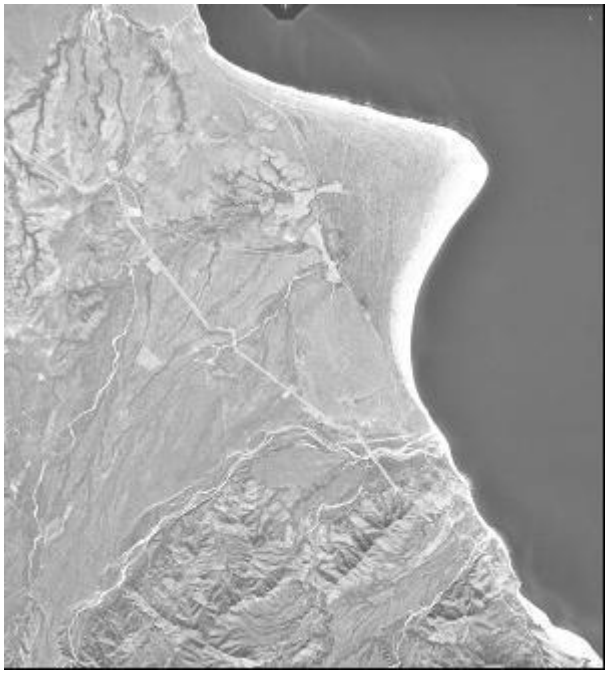
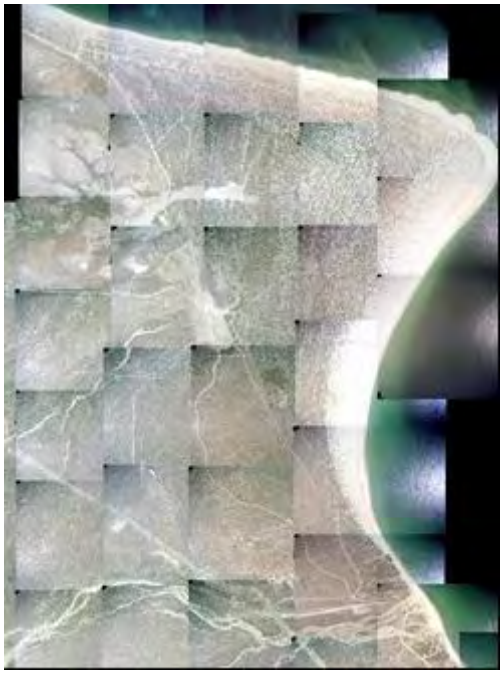
	
Fotografía de 1999	**Fotografía de 2007**

Figura IV. 61. Análisis histórico de fotografías aéreas

Retomando algunos datos realizados en la zona de estusio se indica que Punta Arena tuvo una retracción de 75 m en la cota 0.00 (nmm) en primavera (2011) ubicado en los primeros 500 m de la poligonal de apoyo, seguida por una expansión hacia el mar entre los 500 y 1,000 m de playa de 35 m hacia el mar, seguido por otra retracción y expansión sucesivas.

En la época de invierno (2010-2011) se observó un avance en la línea de costa en los primeros 600 m., y una retracción en el último segmento de 400 m hacia el cerro “Las Tachuelas”. Ya durante el verano se observó una recuperación de sedimentos litorales con respecto a lo retraído durante la primavera, y en términos de la configuración de la línea de costa las diferencias con respecto a la línea original fue menor que en primavera e invierno.

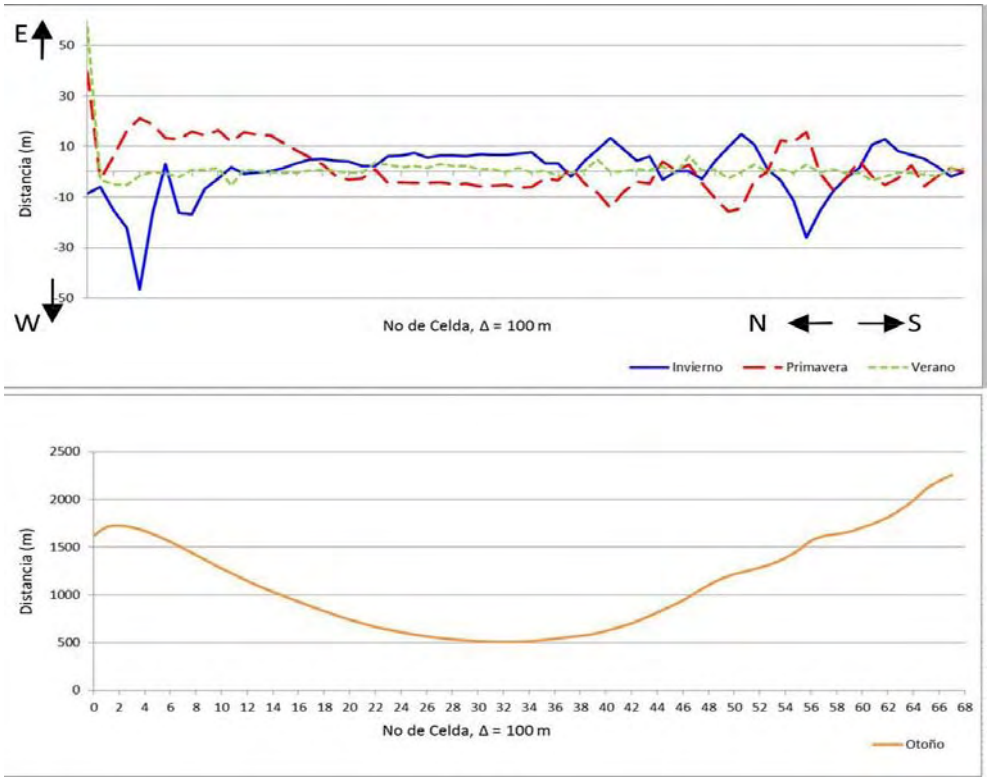


Figura IV. 62. Comportamiento de la línea de costa en una condición anual en "Punta Arena". El eje "x" corresponde a la dirección longitudinal, positivo hacia la derecha que corresponde al sur y negativa hacia la izquierda (norte).



Figura IV. 63. Evolución de costa en "Punta Arena" (1) Pendiente de playa en la porción norte; (2) Hacia el sur del sector los cambios fueron graduales.

En la zona Sur de Punta Arena se presenta un azolvamiento con la formación de una playa mas prolongada, debido al transporte litoral, la cual para fines de comparación se estima en 80 m. promedio de azolve en un periodo de 34 años, es decir implicaría una tasa de corrimiento o crecimiento de 2.35 m por año. Esta tasa, si bien existe, se puede considerar de relativo bajo valor e impacto.Como conclusión, se puede mencionar que la morfología se ha modificado relativamente.

Sector Las Barracas

La evolución de la línea de costa tuvo una variación significativa en los primeros 1000 m a partir del norte en la falda del cerro Las Tachuelas.

Estacionalmente, las variaciones más significativas se identificaron durante el otoño (2010) y primavera (2011) con un retroceso diferencial de aproximadamente 70 m y un avance o transgresión de la costa de 30 m (hacia el mar). Durante el invierno el comportamiento fue inverso aunque de menor magnitud.

La línea de costa diferencial media fue entre otoño (2010) y verano (2011) donde los cambios significativos fueron en el retroceso entre los 300 y 700 m que habían tenido avance en primavera y se mantuvo el avance entre los 600 y 800 m que había aparecido en invierno; el sector central tuvo poca variación y hubo una tendencia al retroceso

en el segmento final hacia el sur, perdiéndose el material acumulado en primavera (ver la siguiente figura).

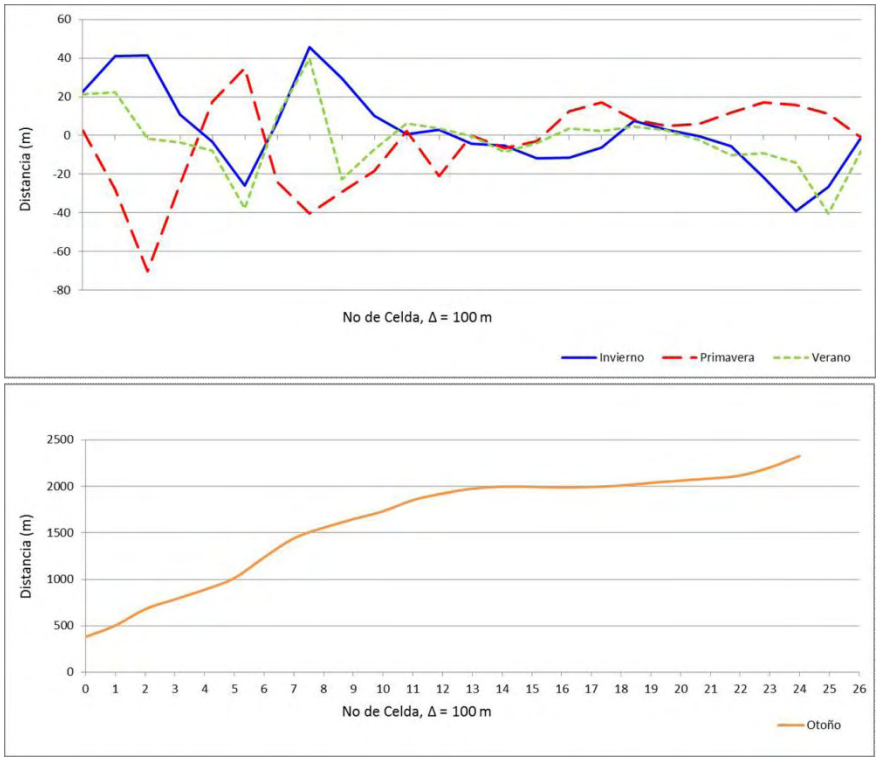


Figura IV. 64. Comportamiento de la línea de costa en una condición anual en "Las Barracas". El eje "x" corresponde a la dirección longitudinal, positivo hacia la derecha que corresponde al sur y negativa hacia la izquierda (norte).

El caso más severo de erosión costera se identificó a través de la comparación estacional de la evolución de perfiles y línea de costa en el extremo sur de la ensenada Las Barracas, ya que la base del acantilado corresponde a un conglomerado del Pleistoceno, con poco grado de compacidad. En la parte superior se encuentra un médano estabilizado del periodo reciente, lo cual indica que la erosión costera en este punto es la condición actual. Cabe mencionar que colindante a esta formación se ubica un desarrollo habitacional de la zona y se pudo apreciar al momento de realizar este estudio, por lo menos dos casas habitación dentro de la zona de erosión, por lo que presumiblemente están en un riesgo alto de colapso (ver la siguiente figura).

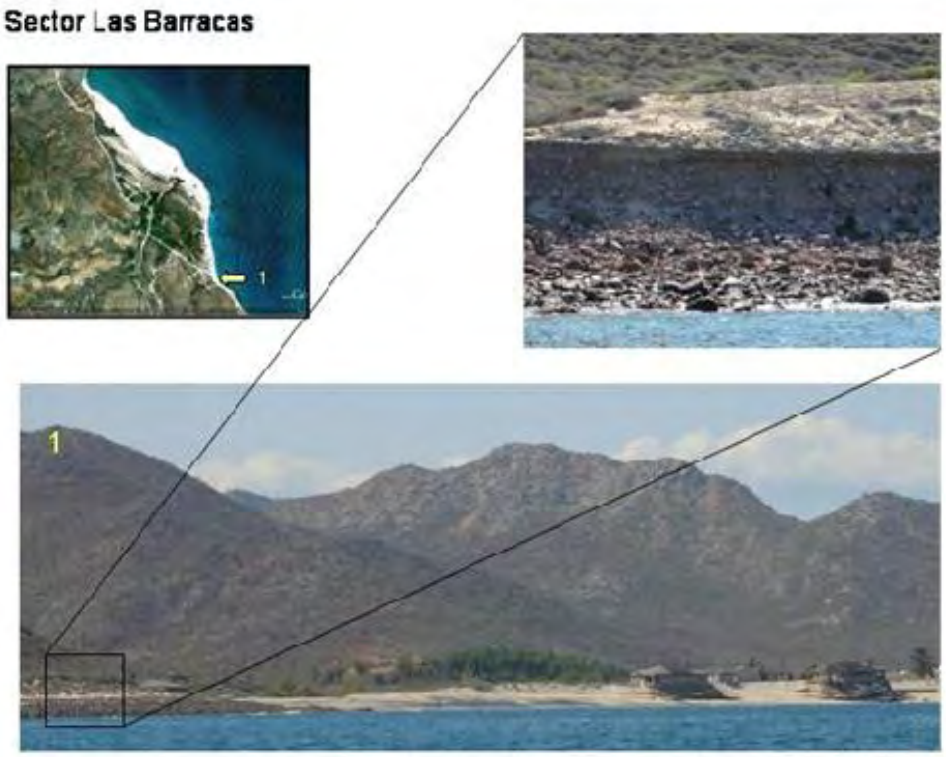


Figura IV. 65. Procesos de erosión en la porción sur de "Las Barracas". Cantil en retroceso cercano a una zona habitacional.

Sector Cabo Pulmo

En el sector de Cabo Pulmo se observaron variaciones significativas en la posición de la línea de costa a partir de la celda de 1,100 m hacia el centro de la ensenada hasta los 1,900 m en sentido longitudinal. La línea de costa base levantada durante otoño (2010) mostró dos zonas de berma hacia el mar, logrando diferenciar dos celdas de transporte. Con respecto a la línea base, los cambios mayores fueron en verano (2011) con un retroceso de hasta -18 m a la altura de la celda 17 equivalente a 1700 m desde el vértice inicial de poligonal abierta, y un avance hacia el mar de hasta 8 m en la celda 12. Mientras que en invierno las diferencias se observaron a partir de la celda de los 1600 m con un avance de 6 m que se mantuvo hasta el final del polígono levantada en esta ensenada. En primavera estos cambios fueron apreciables solo entre la celda 1300 m a 1700 m con un avance y retroceso mantenido a partir de esta celda y hasta el final (ver la siguiente figura).

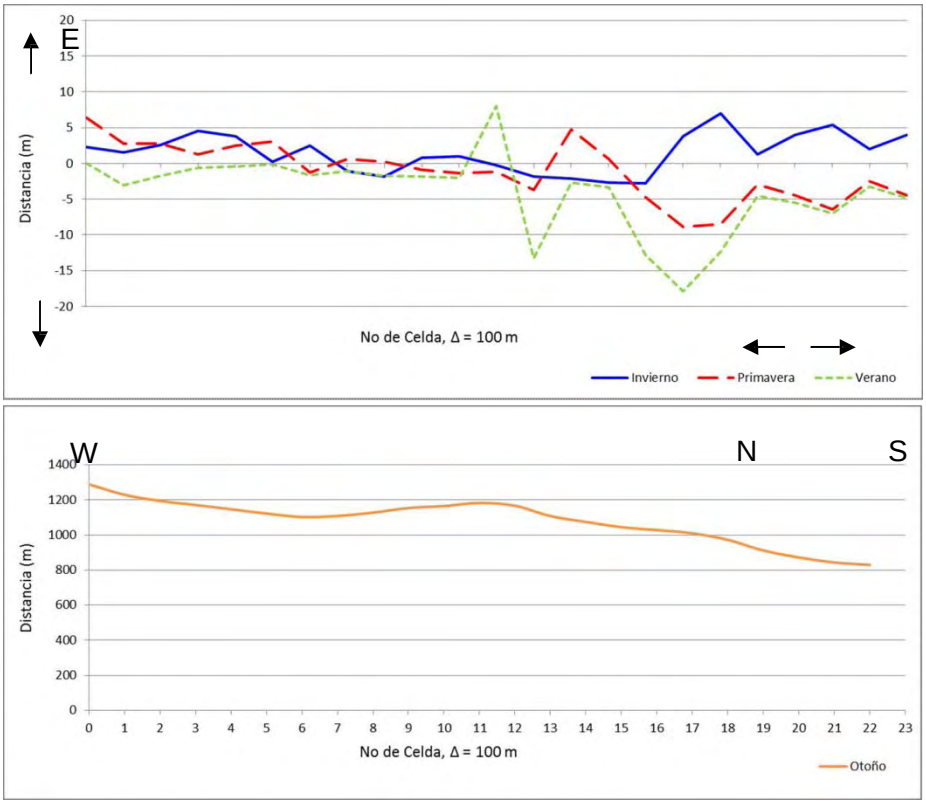


Figura IV. 66. Comportamiento de la línea de costa en una condición anual en "Cabo Pulmo". El eje "x" corresponde a la dirección longitudinal, positivo hacia la derecha que corresponde al sur y negativa hacia la izquierda (norte).

La parte central del sector de playa donde se ubica el poblado presentó signos más severos de erosión, por lo que es probable que algunas construcciones estén en riesgo moderado de daño. La parte norte del sector mostró condiciones de alta energía de oleaje probablemente amplificada por las barreras arrecifales sumergidas, este segmento de playa tuvo una pendiente fuerte y presentó únicamente gravas de tamaños desde guijarros hasta cantos rodados de más de 20 cm de diámetro. El segmento sur, a pesar de tener la misma orientación que el segmento del norte presentó playas con pendientes suaves y arenosas indicando condiciones menores de energía de oleaje (ver la siguiente figura).

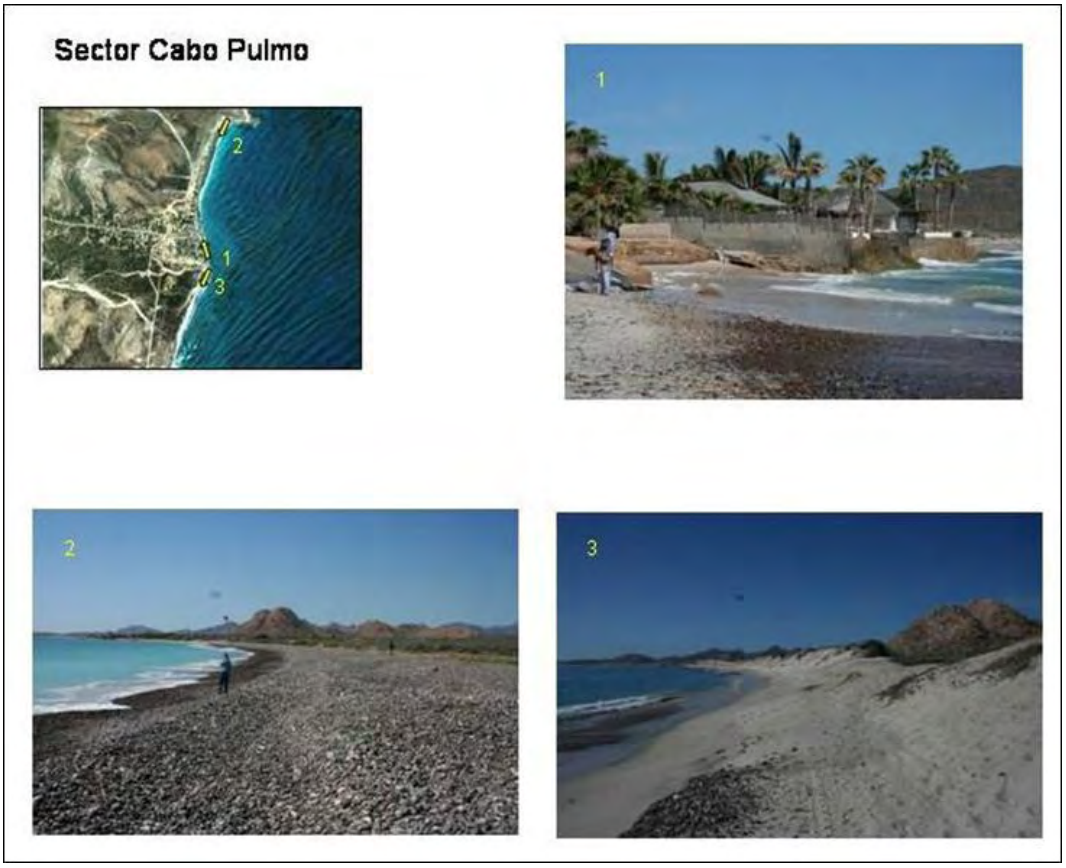


Figura IV. 67. Proceso de erosión costera en la ensenada "Cabo Pulmo": (1) zona de playa en el poblado; (2) zona norte compuesto de gravas gruesas y cantos rodados; (3) zona sur con pendientes de playa suaves.

IV.3.2. Morfología de la costa

Para conocer la topografía de la línea de costa se retomaron estudios ya realizados anteriormente en la zona, por lo que sepresenta a continuación la información más relevante.

IV.3.2.1. Perfiles de playa

La pendiente de playa en la zona fue abrupta y la batimetría fue modulada por la geomorfología de la línea de costa. En esta zona del Golfo, la isobata de los -1000 m se ubicó a una distancia variable entre 5 y 10 Km y la isobata de -100 m entre 2 y 2.6 km de la línea de costa. Los contornos batimétricos fueron paralelos en la costa, con la isobata de -100 m partiendo desde 800 m desde la cota 0.00 (respecto al nivel medio del mar) en "Punta Arena" y alejándose hasta 2.6 en las puntas al sur, "Cabo Pulmo".

A continuación se presentan los resultados de cambios en el perfil playero para cuatro condiciones del año (Octubre, 2010 –Septiembre, 2011). Todos los perfiles

mencionados en el presente tema pueden ser observados en el apartado de Anexos de la presente MIA-R.

Los levantamientos de datos se llevaron acabo a lo largo de una franja costera con inicio en el norte a sur en “Punta Arena”, “Las Barracas” y “Cabo Pulmo”.

***Sector Punta Arena*:**

En el área norte del sector se apreció una acumulación vegetación costera con un escarpe marcado en la zona de berma de hasta +1.0 m (nmm) en la zona norte, con una diferencia de nivel desde la cabeza del perfil hasta +4.00 m (nmm) respecto al nivel 0.00 m. La zona de berma fue la que presentó la mayor variabilidad, con erosión de otoño a invierno y acreción de primavera a verano, con una tendencia anual a la erosión. Mientras que en el estrán el comportamiento fue inverso entre las primeras tres campañas, sin embargo la tendencia a la erosión prevaleció.

En el área central de la ensenada “Punta Arena” el perfil no tuvo variaciones a lo largo del año sobre la vegtación costera, los cambios ocurrieron en la berma y estrán, con escarpe menos marcado en el área norte, con una tendencia a erosión de Otoño a Primavera y acreción hacia el Verano.

Por último, el área sur del sector tuvo una tendencia a la acreción en la berma y erosión en el estrán del perfil, la vegetación costera no manifestó cambios significativos. El balance de material sedimentario entre las épocas del año fue de erosión o perdida entre Otoño-Invierno, acreción de Invierno a Primavera y erosión hacia el Verano. El límite sur de en esta ensenada fue delimitado por el cerro “Las Tachuelas” que es una playa compuesta por cantil con inclinación $30° \leq m \leq 80°$ con presencia de rocas de diferentes tamaños (ver la siguiente figura).



Figura IV. 68. Franja litoral en Punta Arena: (a) Vista hacia el norte. Se muestran bermas de tormenta y la porción de playa intermareal muy inclinada indicando condiciones de alta energía en la zona; (b) Vista al sur. Se muestra el mismo patrón de zona intermareal muy inclinada y berma de tormenta en proceso de erosión; (c) Restos de vegetación arbórea de la zona depositada por oleaje intenso sobre la berma de tormenta; (d) Vista hacia el sur (hacia arroyo Las Barracas). La altura de la berma de tormenta es menor y la playa tiene pendiente más suave. El proceso de erosión de la berma es más evidente (Fotografía tomada en mayo de 2011); (e) Pendiente de playa en el escarpe de berma y estrán frente a perfil 56 en campaña de Verano (2011); (f) Escalón o escarpe de berma en perfil 3 en Verano (2011).

***Sector Las Barracas*:**

La extensión de los perfiles hacia la línea de playa fue de 40 a 90 m, siendo más cortos en el sector norte aledaño al cerro “Las Tachuelas” y en el centro de la ensenada, donde la convergencia de oleaje ha generado una saliente arenosa. En general, no se apreciaron cambios significativos en el inicio de perfiles, estabilizados por vegetación halófita, dado que los procesos costeros en este sector son altamente dinámicos y se apreció una tendencia global a la erosión de la línea de costa, comentado por los pobladores del lugar quienes han tenido retroceso del frente costero de sus propiedades. Al igual que en la ensenada “Punta Arena”, “Las Barracas” también se subdividió en tres áreas: norte (perfil 77 al 83), centro (perfil 84 al 89) y sur (perfil 90 al 99).

En el área norte los médanos no tuvieron cambios significativos en el ciclo anual medido, la zona dinámica se identificó de la berma al estrán. El cambio en la época fría fue a la erosión en el perfil 77 y hacia la acumulación en el límite de esta área en el perfil 83;

en el primero los cambios fueron iguales entre berma y estrán, con un cambio a erosión de Invierno a Primavera y nuevamente tendencia a la acumulación en Verano. Hacia el perfil 83 la tendencia anual fue a la erosión con un escarpe de berma de 1 m en promedio (Foto a de la siguiente figura).

El área central de ensenada "Las Barracas" actuó como frontera entre los extremos norte y sur, ya que la tendencia es la formación de una saliente o punta arenosa que se mantuvo a lo largo del año. En los meses de otoño e invierno se identificó acumulación de material litoral en los perfiles 85 y 87 y erosión en el 89 que delimita el final de esta saliente, hubo continuidad en el proceso entre la berma y el estrán. Una comparación anual mostró que en ésta área predominó la erosión (Foto b y c, de la siguiente figura).

En el sur de esta ensenada la comparación anual de perfiles de playa mostró una tendencia neta a la erosión, con ganancia solo en la berma de perfil entre invierno y primavera (2011) que se perdió en el cambio estacional a verano. El médano en esta área es inexistente, ya que la infraestructura habitacional se ha visto afectada por el retroceso de la línea de costa (Foto e, de la siguiente figura).



Figura IV. 69. Sector Las Barracas: (a) Vista desde el perfile 85 hacia el 77 al pie del Cerro "Las Tachuelas". (b) Vista hacia el sur de la saliente arenosa formada en la zona centro de la ensenada. (c) Vista hacia el Norte. Se muestra una extensión de médanos con vegetación halófita. (d) Vista hacia el Sur (Cabo Pulmo). De izquierda a derecha se observa la zona intermareal de pendiente moderada; la berma actual con cresta suave; una franja grava de un nivel previo más elevado de la marea; una segunda berma de una condición climática diferente o de nivel medio del mar distinto y médanos estabilizados por la vegetación con un talud de erosión. (e) Parte sur del sector, Vista al norte. Se observan médanos estabilizados con una edificación en riesgo y el talud de erosión sobre los médanos en regresión durante condiciones de tormenta. (f) Terraza de abrasión en la zona sur en octubre de 2010.

***Sector Cabo Pulmo*:**

Los perfiles de playa mostraron una dinámica variable entre la zona norte (perfil 101 al 110) y la zona sur (perfil 116 al 125), con una erosión marcada en la zona central donde se ubican el área de embarque y desembarque del poblado para las actividades recreativas permitidas dentro del polígono del Parque Marino Cabo Pulmo. El retroceso de la línea de costa se observó en la afectación a la infraestructura habitacional costera y correspondió a la serie de perfiles 111 a 115.

Durante condiciones de invierno-primavera y primavera-verano, los perfiles 101 a 110 se caracterizaron por presencia de médanos compuestos de cantos rodados que permanecieron durante la campaña de investigación (2010-2011). El perfil 101 se ubicó cercano a la punta que delimita la ensenada "Cabo Pulmo" de "Las Barracas" y tuvo tendencia a la acumulación los meses de otoño e invierno, erosión en el cambio a primavera y nuevamente acumulación hacia el verano, con uniformidad entre la berma y el estrán. La comparación entre la campaña inicial en octubre (2010) y la final en septiembre (2011) mostró una tendencia a la erosión en la berma pero se mantuvo la acumulación en la zona de estrán. El escarpe de berma tuvo una relación 2:1 y los cambios entre estación fueron perceptibles a partir de la berma del perfil a una distancia promedio desde la cabeza de 20 m (Foto a y b, de la siguiente figura).

Entre los perfiles 111 a 115 la comparación entre las campañas fue una línea de costa erosionada, la diferencia en elevación de los perfiles en la berma fue de -0.6 m, el material litoral fue compuesto de gravas a arena mal graduada con alto contenido de formaciones calcáreas (Foto c, de la siguiente figura).

El límite de la porción central con la sur la delimitó el arroyo que divide al poblado y a partir de aquí se presenta vegetación halófita de +10 m de elevación sobre el nivel medio del mar y hasta el límite extremo Sur de Cabo Pulmo la costa presentó perfiles con inicio en cantil de roca intemperizada y zona de berma con material variado desde gravas a arena mal graduada (Foto d, de la siguiente figura). En el perfil 122 se apreciaron cambios uniformes a lo largo del perfil con acumulación en los meses de otoño a invierno y erosión en los meses subsecuentes hasta el verano. Sin embargo, la comparación de la condición anual mostró que a pesar de la tendencia a la erosión entre invierno y primavera, hubo ganancia de material litoral entre otoño (2010) y verano (2011). De lo anterior, de las áreas identificadas se registró un patrón de pérdida de material en la zona norte acumulado hasta el perfil 106 y a partir de aquí una zona altamente erosionada hasta el perfil 115, de donde la acumulación vuelve a iniciar. Todos los perfiles se ubican en el apartado de Anexos de la presente MIA-R.



Figura IV. 70. Sector Cabo Pulmo: (a) Vista al Norte que muestra el perfil de playa en Cabo Pulmo. La pendiente de playa es la más inclinada y de mayor altura registrada desde Punta Arena a Los Frailes (área colindante del extremo sur de Cabo Pulmo). La presencia de grava es otro indicador de la alta energía del oleaje en este sector de playa al norte del poblado. (b) El tamaño de las partículas de grava en la playa varía de unos pocos centímetros hasta 10 cm. (c) Vista al sur. Frente al Pueblo la playa tiene pendiente baja y los sedimentos son mixtos con predominancia de arena y guijarros. (d) Vista al sur. Al sur de Cabo Pulmo la playa es corta y acantilada, la playa tiene pendiente baja y los sedimentos son mixtos presentándose la grava en franjas como evidencia de cambios en bruscos en el régimen de oleaje.

IV.3.3. Celdas litorales

Una celda litoral es la región en la cual los sedimentos fluviales que son descargados en la playa, proporcionan la entrada básica del flujo de materiales y, estos sedimentos playeros son transportados por la deriva litoral (corrientes litorales) y depositados en las profundidades de un cañón submarino, el cual constituye la salida del material (Strahler, 1987). Anfuso (2004) establece que con el fin de identificar la existencia o no de celdas en el litoral, se utiliza fundamentalmente las variaciones volumétricas observadas durante distintas campañas de seguimiento. Los perfiles se consideran representativos de un tramo de litoral de longitud variable, de forma que los límites entre celdas se ubican entre perfiles cercanos que muestran un comportamiento claramente diferente. Estos puntos no debe de presentan variaciones, bien porque el balance sedimentario neto transversal y longitudinal

es cero, o bien porque en ellos no se identifica un transporte sedimentario significativo. También se tienen que tener en cuenta los cambios morfológicos y las variaciones granulométricas de los sedimentos, relacionándolos con las observaciones sobre la dirección de aproximación del oleaje llevadas acabo durante el periodo de estudio. No obstante, estas observaciones, aunque sistemáticas, son puntuales y no siempre representativas del oleaje dominante entre campañas sucesivas.

Finalmente, hay que tener en cuenta que la determinación de celdas está claramente condicionada por el espaciado de los perfiles, de modo que es posible que existan celdas menores, o micro celdas, que se podrían detectar con un seguimiento espacial más detallado. Por lo que podemos decir que una celda litoral es un tramo de la costa que está aislado en cuanto a transporte de sedimentos de otras porciones de la costa adyacentes y, cuanta con fuentes propias de sedimentos. El aislamiento de la celda es generalmente causado por salientes o pequeños cabos que sobresalen de la línea de costa, cañones submarinos y algunas desembocaduras de los ríos que impiden que los sedimentos litorales de una celda pasen fácilmente a la siguiente. Las celdas pueden variar en tamaño desde algunos cientos de metros, lo que se conoce como playas de bolsillo, entre salientes rocosas, hasta decenas de kilómetros. Las celdas litorales o celdas costeras son áreas costeras que contienen compartimentos naturales que ayudan a definir la flexibilidad de las playas en cuanto a su estabilidad se refiere.

De manera general, las celdas costeras están constituidas por componentes de entrada y salida. Dentro de los componentes de entrada existen los aportes de sedimentos, ya sea por parte de un río, erosión de médanos, estrán o acantilados y transporte litoral. En los componentes de salida podemos considerar a los cañones submarinos, acumulación en médanos y estrán, bocas y lagunas, entre otros. Podemos encontrar también componentes de entrada y salida inducidos por el hombre, tal es el caso de rellenos y dragados. Para definir las diferentes celdas litorales en una áreas determinada, se debe identificar todos los componentes de entrada y salida; por ejemplo, se tienen que identificar todos los ríos que desembocan en esa área, el comportamiento de los deltas de los ríos, los médanos, los cañones submarinos, los acantilados, investigar la presencia de vientos y sus direcciones, si han existido en algún momento algún relleno o dragado, la existencia de obras de protección que han modificado el comportamiento de la línea de costa, las formas costeras, etc.

Podemos identificar una celda costera en la salida de un río, el cual tendrá como componentes de entrada, el sedimento que se arrastra desde el continente, y como salida, la siguiente celda o la presencia de un cañón submarino. En esa celda puede existir una depositación de sedimento en la zona que abarca el área de la celda o en su caso una erosión provocada por alguna corriente litoral o por la colocación de algún tipo de obra de protección. Se podría identificar otra celda litoral entre dos obras de protección perpendiculares a la línea de costa, en la que podremos identificar los componentes de entrada provenientes de los médanos, el transporte litoral, etc. y como componentes de salida, acumulación en médanos y estrán.

Desde una imagen de satélite, podemos identificar cuantas celdas sean necesarias, con todos los componentes de entrada y salida que podamos apreciar.
Así pues, podemos identificar en la línea de costa, las diferentes celdas litorales a través de imágenes satelitales o fotografías aéreas y considerando los diferentes componentes de

entrada y salida. La escala de las celdas está en función de la resolución de las imágenes satelitales.

IV.3.3.1. Delimitación de Celdas litorales

La delimitación de celdas litorales se estableció tomando en cuenta los resultados de los muestreos de perfiles litorales, corrientes, oleaje, transporte de sedimentos, forma de las playas, tipo de sedimentos, sedimentos en suspensión e imágenes satelitales, su representación se dara en imágenes de satélite de google por ser más didácticas. Con base en lo anterior, obtenemos una primera celda entre la punta norte saliente y la desembocadura de los arroyuelos (ver la siguiente figura); así como, por el tipo de sedimento y la configuración de la playa.



Figura IV. 71. Delimitación de la primera celda litoral.

La segunda celda se estableció considerando como frontera norte la desembocadura de los arroyos y como frontera sur el hecho combinado de la existencia de una saliente o pequeño cabo y el cambio en el patrón de oleaje. Otro aspecto que se consideró para la definición de la celda, fue el tipo de material de la playa, la dirección del oleaje en la zona y la formación de la playa (ver la siguiente figura).



Figura IV. 72. Delimitación de la segunda celda litoral.

La tercera celda se establece desde el límite al sur de la segunda celda, que es la pequeña saliente, hasta la segunda saliente. Nótese el cambio en el tipo y dirección del oleaje en las fronteras de las celdas, en la siguiente figura se puede observar que en ambos casos la rompiente está más alejada de la costa y que las olas tienen mayor amplitud, situación mostrada por los resultados de estudio de oleaje. La playa en esta celda tiende a ser uniforme, no obstante que se reportan diferencias en sus características, estas pueden deberse a la existencia de dos pequeños causes y una zona amplia de descarga de sedimentos en la parte sur de la frontera (ver la siguiente figura), estas características podrían dar origen a cuatro micro celdas estacionales.



Figura IV. 73. Delimitación de la tercera celda litoral.

La cuarta celda queda comprendida por una región cuyas características litorales son marcadamente diferentes de las antes mencionadas, se trata de una región de rocas afloradas que dejan la costa con poca o nada de playa (ver la siguiente figura).



Figura IV. 74. Delimitación de la cuarta celda litoral.

De igual forma que en caso de la cuarta celda, la celda cinco es notablemente diferente, ya que en esta celda se tiene una playa muy extensa (ver la siguiente figura); con una orientación de la línea de playa diferente de las mostradas por las celdas contiguas. Es interesante observar que la frontera sur, que es una saliente, condiciona la distribución de sedimentos que vienen del sur, formando corrientes costeras que se alejan de la costa, como se mostro en el estudio oceanográfico y, dando origen posiblemente un flujo de retorno que transporte los sedimentos a la playa, siendo esto el origen de la playa tan extensa que se observa en esta celda.



Figura IV. 75. Delimitación de la quinta celda litoral.

La sexta celda se establece de acuerdo al cambio de tipo de playa, esta va de la frontera de la quinta celda hasta la parte sur donde cambia notablemente el tipo de playa, dejando de ser una playa de arenas para transformarse en una zona de cantos (ver la siguiente figura). Es interesante notar que aunque pareciera tratarse una zona bahía, con una cierta continuidad en la línea de costa, la parte sur de la playa es marcadamente diferente y, esto es debido a que es parte de la formación rocosa que se continua hacia el mar, mientras que la parte norte, la celda sexta, es parte de una planicie.



Figura IV. 76. Delimitación de la sexta celda litoral.

La séptima celda esta conformada por la zona de cantos rodados que se mencionó anteriormente (ver la siguiente figura). En esta celda, no obstante la notoria diferencia de la configuración de la playa que la hace indiscutiblemente una celda, es importante mencionar que el patrón de oleaje es diferente; así como, el patrón de corrientes. Esta celda marca el punto de ruptura entre la dinámica de la zona norte y la zona sur, tanto por que muestra una dinámica completamente diferente a las de las dos regiones mencionadas, como por la existencia de un cañón submarino (Cañón Pulmo) que forma una barrera muy importante entre las dos regiones. A sub meso-escala se podría decir que al norte de Cañón Pulmo se tiene una celda y al sur otra. Los cañones submarinos se definen como una de las fronteras más importantes entre las celdas litorales.



Figura IV. 77. Delimitación de la séptima celda litoral.

A partir de esta celda, hacia el sur la forma de la playa cambia fuertemente, por un lado, debido a las estructuras geológicas que se continúan mar adentro, como por su orientación, dando como resultado que la octava celda sea también de material compuesto

de rocas y no de arena (ver la siguiente figura). El material que compone las celdas del sur refleja una condición altamente dinámica.



Figura IV. 78. Delimitación de la octava celda litoral.

La novena celda queda bien delimitada por las dos salientes que la contienen una al norte y la otra al sur (ver la siguiente figura). Es interesante mencionar que es a partir de esta celda que se presentan las formaciones coralinas ya que son las presentan el sustrato necesario para la fijación de los corales.



Figura IV. 79. Delimitación de la novena celda litoral.

La celda 10 corresponde ya propiamente a lo que es el sistema arrecifal de Cabo Pulmo. Esta región se ha considerado, históricamente, como una sola celda litoral, pero los resultados de este estudio muestran la posibilidad de que se trate de varias celdas litorales.

En primer lugar mostraremos la delimitación considerando el sistema como una sola celda que va desde la frontera de la celda nueve, hasta la saliente sur (ver la siguiente figura). Un detallado análisis de las formaciones arrecifales, de la batimetría y de los resultados este estudio permite ver que las bandas de formaciones del arrecife se separan de la costa sur hacia el norte, lo cual es en principio, resultado del patrón de corrientes condicionado por la forma de costa de bahía abierta y, por otro lado, por la existencia de los cañones Pulmo al norte y El Saltito al sur que delimitan esta región en una sola gran celda litoral. Sin embrago, a escala menor es posible identificar una serie de celdas litorales más pequeñas, las cuales se muestran a continuación.



Figura IV. 80. Celda 10 o Gran Celda Pulmo.

La celda 11, es la que se encuentra más al norte dentro de la celda 10 y se caracteriza por tener una playa angosta y que las bandas arrecifales esta separadas de la costa; así como, por un cauce en su parte centra, que recolecta agua en temporadas de lluvias que la descargan en el mar. En la parte sur, que es donde se encuentran la mayoría de los asentamientos humanos, es donde la playa es mas estrecha.



Figura IV. 81. Delimitación de la celda litoral 11.

La celda 12 muestra una configuración de playa con arenas, diferente a los casos de las celdas 7 a la 11, esto refleja un cambio en la hidrodinámica de la zona y la existencia de aporte de material que permite la formación de dicho tipo de playa. Esta celda termina en la formación de dos sistemas rocosos que afloran y, de un cauce que se muestra ligeramente al norte de las formaciones rocosas. Hacia tierra es posible ver otras formaciones de rocas similares, lo cual no se percibe en la batimetría, esto puede ser resultado del movimiento vertical ascendente de la península y podría evidenciar el que se trate de una micro zona de ruptura, lo que explicaría el porque las bandas arrecifales se separan de la costa en la parte norte de la celda Pulmo, esto la parte norte no asciende a la misma velocidad que la parte sur. En parte sur al ir quedando descubierto parte del sistema arrecifal este migra mar adentro, no ocurriendo esto en la parte sur ya que su velocidad de ascenso sería mucho menor.



Figura IV. 82. Delimitación de la celda litoral 12.

La celda litoral 13 se comporta como la celda litoral 12, solo que ésta está delimitada por dos afloramientos rocosos, en este caso se puede apreciar que hay formaciones en la zona próxima a la costa antes de la playa.



Figura IV. 83. Delimitación de la celda litoral 13.

La celda litoral 14 está compuesta por varias microceldas (ver la siguiente figura), divididas por formaciones de arrecifes, pequeñas salientes y un pequeño cauce que puede ser origen de los sedimentos que forma las playas de la región. Al sur esta delimitada por el inicio de una salida prominente o cabo, este cabo se divide en dos pequeños cabos y una pequeña bahía (ver la siguiente figura), dando origen a la celda 15, que queda contenida entre el cañón El Saltito.



Figura IV. 84. Delimitación de la celda litoral 14.



Figura IV. 85. Delimitación de la celda litoral 15.

IV.3.4. Transporte litoral

En conjunto, la franja de estudio tuvo una tendencia de transporte litoral neto hacia el norte en verano y hacia el sur en invierno. Dominó el mecanismo de transporte a lo largo de la costa, sin embargo en las ensenadas de “Cabo Pulmo” se infiere una celda de transporte en sentido transversal en los sectores norte de cada una de ellas.

Sector Punta Arena: En otoño (2010) y verano (2011) se observó una tendencia de transporte con dirección hacia el norte con volúmenes de 19,585.96 m^3 $año^{-1}$ y 30,306.26 $m^3 año^{-1}$. La dirección del transporte se invirtió en Invierno con una disminución del volumen de 1.40 veces del orden de magnitud que la época inicial y continuó disminuyendo hacia Primavera donde se identificó la transición entre el flujo de sedimento de sur a norte. La dirección neta de transporte en esta ensenada fue hacia el norte con un incremento desde la campaña inicial de 10720.30 m^3 $año^{-1}$.Las corrientes litorales entre las isobatas de -1 y -1.5 m tuvieron una dirección predominante hacia el NW y contribuyó a la acumulación de material en la porción norte. Las magnitudes umbrales fueron de 0.68 ms^{-1} hacia el norte y 0.27 ms^{-1} hacia el sur.

Sector Las Barracas: El volumen de transporte litoral neto tuvo una tendencia final a la acumulación en la porción norte de la ensenada. El transporte disminuyó de Invierno a Primavera, sin cambio en la dirección pero con una tasa volumétrica 16% menor. El volumen de transporte neto fue mayor en Invierno (54,721.89 m^3 $año^{-1}$) y Verano (56,508.31 m^3 $año^{-1}$) con una tendencia hacia el sur en el primer caso y hacia el norte en el segundo. Las corrientes litorales que contribuyeron en el acarreo del material litoral a lo largo de la costa tuvieron una dirección predominante hacia el NW, sin embargo hubo una interrupción en la parte central de la ensenada donde se infiere un cambio en el sentido de la corriente litoral asociado a la aproximación oblicua del oleaje desde los cuadrantes E - ESE. De Otoño a Primavera fueron dominantes desde el SE con magnitudes de hasta 0.31 ms^{-1} y de Primavera a Verano fueron dominantes hacia el NW con magnitudes de hasta 0.58 ms^{-1}.

Sector Cabo Pulmo: El volumen de material litoral transportado entre estaciones del año tuvo un incremento de 1% entre primavera y verano (2011), la tendencia en la primera época fue hacia el sur y hacia el norte en la segunda. En este caso, es necesario separar por celdas de transporte, ya que las acumulaciones de material solo fueron apreciadas entre las celdas 0 a 3 y de la 13 a la 15, puesto que en la celda central predominó el proceso de erosión. Las velocidades de corriente litoral tuvieron la misma magnitud (V_l=0.63 ms^{-1}) pero en sentido inverso en el eje NW-SE.

IV.3.4.1. Conclusiones del transporte litoral en el área del proyecto

Considerando que Punta Arenas y Las Barracas son las secciones que cubren el área del proyecto, se obtuvo una tendencia de transporte litoral hacia el norte en verano y hacia el sur en invierno*.* El transporte de mayor magnitud ocurre durante el verano, lo cual resulta en un transporte litoral neto anual con dirección norte.

Desde Punta Arena hasta la porcipon más sur de Cabo Pulmo, dominó el mecanismo de transporte a lo largo de la costa; sin embargo, en la ensenadas de “Cabo Pulmo” se infiere una celda de transporte en sentido transversal en los sectores norte de cada una de ellas (ver la siguiente figura). Estas celdas de transporte dividen oceanográficamente las masas de agua de Cabo Pulmo, al norte de la masa de agua ubicada desde Punta Arenas hasta Las Barrancas. Estas celdas de transporte son debidas a la suma de las corrientes inducidas por los agentes forzantes de marea y oleaje, por lo que esta condición permanece a lo largo del año.

El balance de transporte litoral en cada ensenada siguió tres mecanismos: (a) transporte a lo largo de la costa por la aproximación oblicua del oleaje; (b) transporte perpendicular por la suma de las componentes de la corriente por marea y la producida por la aproximación oblicua del oleaje que inciden normales a la costa a lo largo del año (de menor magnitud que las componentes a lo largo de la costa), con mayor importancia en el sector costero con perfil de playa compuesto, ya que como señala Kamphuis (2000), en costas con taludes compuestos de materiales gruesos (gravas, guijarros, cantos rodados), la energía de olaje se disipa y el material solo es transportado en sentido longitudinal, mientras que los sedimentos finos (arenas con alto contenido y finos) son puestos en suspensión y arrastrados hacia aguas profundas. (c) Aporte de material terrígeno por descargas de arroyos (ver la siguiente figura).

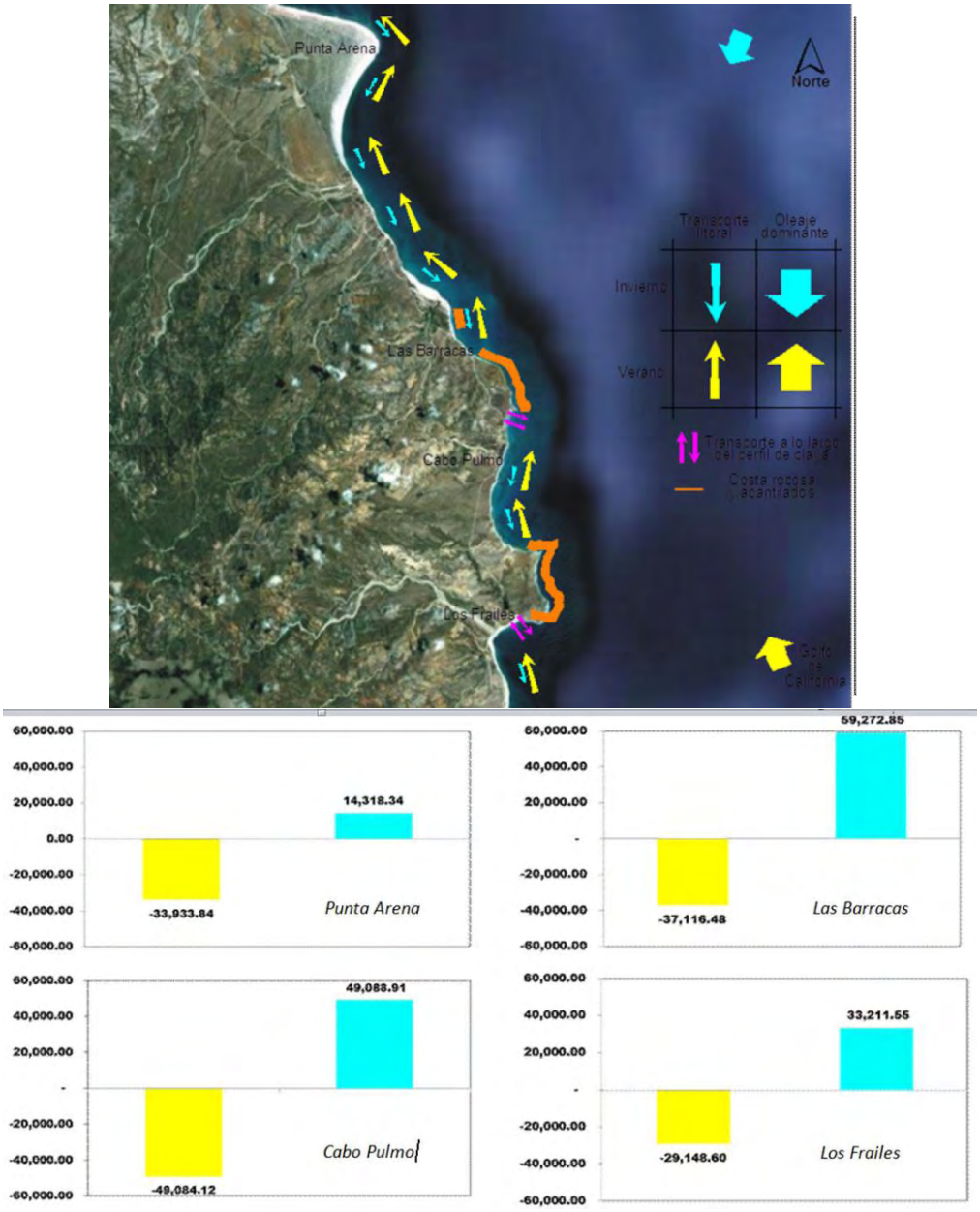


Figura IV. 86. Tendencia de transporte litoral neto en la franja costera de los 4 sectores analizados, para una condición anual. Las gráficas en el panel inferior muestran la magnitud del transporte neto hacia el sur (positivo) y hacia el norte (negativo).

IV.4. ZONA MARINA

IV.4.1. Mareas y corrientes

La zona de estudio se ubica en la costa occidental del Golfo de California dentro de la provincia oceanográfica sur, donde coinciden diferentes forzamientos atmosféricos y oceanográficos. Los patrones estacionales de mesoescala, tales como transporte de masas de agua y corrientes geostróficas tuvieron influencia sobre los procesos locales en la franja de estudio por tratarse de cuatro ensenadas abiertas al Golfo, con una dinámica compleja resultado de la interacción con la geomorfología y batimetría local.

Las corrientes costeras fueron forzadas por marea y viento, siendo estas últimas de mayor magnitud y con una alternancia en direcciones desde ENE-SSW, en función de la estacionalidad y con alta variabilidad semidiurna. En “Punta Arena” prevaleció la componente hacia el ENE en la época fría y un eje marcado hacia el SSE-SSW en la época cálida de menor magnitud a las observadas en la época fría. En “Cabo Pulmo” la dominancia fue hacia el ENE. El sentido de las corrientes registradas en la zona litoral (h<10 m) fue acorde al sentido estacional de las corrientes del Golfo.

La marea tuvo un comportamiento mixto con predominancia semidiurna con un rango menor a 2 m, con desfases entre las posiciones extremas “Punta Arena” y “Los Frailes” (este último se localiza fuera del SAR, en el extremo sur de Cabo Pulmo) del orden de minutos. La distancia entre el nivel medio del mar y el nivel de bajamar media inferior en este periodo fue en promedio de -0.5 m, congruente para la costa oriental de la Península de Baja California es una zona micromareal de acuerdo con la clasificación de Davies (1980). Ripa y Velázquez (1993) señalaron que las variaciones de la marea para esta latitud de la región sur del Golfo de California se deben principalmente a las variaciones del nivel mar en la entrada del Golfo o también llamado el proceso de co-oscilación de la onda desde el Océano Pacífico. El comportamiento ha sido reportado por varios autores, entre ellos Hendershott y Speranza (1971), así como Lavín y Marinone (2003), quienes determinaron que en el Golfo se absorbe el 70% de la energía de componente semidiurna de la marea (M_2); las amplitudes y fases de la serie anual presentada en este estudio coincidieron con lo descrito por estos autores, así como el factor de forma (entre 0.36 y 0.9) que definió el comportamiento de la onda.

Con base en las mediciones de la estación Punta Arena, las corrientes costeras principalmente forzadas por marea y viento, siendo las forzadas por viento las que presentaron una mayor magnitud con alternancia en direcciones desde ENE-SSW, en función de la estacionalidad y con alta variabilidad semidiurna.

En “Punta Arena” prevaleció la componente hacia el ENE en la época fría y un eje marcado hacia el SSE-SSW en la época fría. Las corrientes costeras caracterizadas en la ensenada de Punta Arena, fueron con dirección neta hacia el SE con variabilidad semidiurna, sin embargo,

después de extraer la señal de la marea se encontró que en Punta Arena las residuales estuvieron altamente influenciadas por el efecto del viento debido a la posición somera de medición /h<10) y fueron de mayor magnitud que las de la marea, encontrando una alternancia en direcciones sin un patrón definido de diciembre-enero, alineándose posteriormente hacia el SE y ENE durante febrero y marzo.

La comunicación abierta con el Golfo de California y la pendiente batimétrica abrupta con cercanía de la isobata de -1000 m a una distancia ~5-10 km fueron factores que determinaron que el patrón de corrientes fuese paralelo a la costa en dirección sur producto de la aproximación del viento sobre la superficie libre del mar. Por otro lado, la concentración de energía producto de la corriente litoral inducida por oleaje en esa franja litoral fue de mayor magnitud que las de marea y viento.

La bahía donde se ubican las cuatro ensenadas de estudio presentó una dinámica compleja en términos de las corrientes costeras que mostraron una respuesta a cambios estacionales (en escala de tiempo) y locales (escala espacial), moduladas por los canales profundos que comunican a las ensenadas entre ellas, y la geomorfología costera.

El viento como agente forzante de la circulación costera tiene un carácter monzónico y Marinone *et al.* (2004), mediante datos de QuikScat, encontraron que el viento se invierte aproximadamente en dirección noroeste, durante los meses de junio a agosto con gran variabilidad espacial. En verano, el viento está sujeto principalmente a causas termobarométricas como consecuencia de las diferencias de temperatura que existe entre tierra y mar, por lo que se ve influido por las brisas, ondas y ciclones tropicales, así como por las surgencias de humedad (Robles Gil-Mestre, 1998). En esta época del año, la incidencia de vientos tiene una componente del sur con intensidad media de 2 a 3 ms^{-1} y la frecuencia de calmas es mínima aunque aumentan a partir de septiembre. Las direcciones de aproximación de viento del este o del noreste, se presentan durante la aparición de eventos ciclónicos con rachas superiores a los 10 ms^{-1}. En otoño, la dirección predominante se encuentra en el cuadrante del nornoroeste, pues se manifiesta el anticiclón del Pacífico Septentrional en esta región y la frecuencia de calmas aumenta (Badan-Dangon *et al*., 1991; Bordoni *et al.*, 2004). Durante la temporada ciclónica mayo-noviembre (2011) no incidieron perturbaciones hasta ésta latitud del Golfo.

En general, las condiciones oceanográficas en la zona costera oriental del municipio de Los Cabos son muy sensibles a la variabilidad estacional del campo de vientos y a la ocurrencia de perturbaciones atmosféricas, así como eventos de naturaleza extraordinaria, ya que fue perceptible una señal débil de la difracción de la onda Kelvin que penetró al Golfo por el evento de tsunami en marzo de 2011 en el Pacífico Nororiental.

IV.4.2. Batimetría

La franja conocida como Cabo del Este presenta una batimetría de plataforma continental angosta, de contornos irregulares con cercanía de las isóbatas de los 50 m a la línea de costa. La zona se ubica en la parte Sur del Golfo de California y frente a la Cuenca Pescadero que modifica las pendientes hasta encontrar la isóbata de 3,000 m como profundidad máxima. En la zona costera, la pendiente de playa es menor a 10° y los contornos son paralelos a la línea de costa. En zonas de costa abrupta los contornos batimétricos son irregulares, mientras que en aquellas con pendiente menor a 30° los contornos batimétricos se alinean con la costa. Particularmente en el área de estudio nuestros resultados arrojaron que la batimetría de la franja fue altamente cambiante, con profundidades de 100 m muy cercanas a la línea de costa (ver la siguiente figura), creando una caída abrupta del perfil batimétrico característico de la costa oriental de la península de Baja California, coincidiendo con lo reportado por Amador *et al.* (2003).

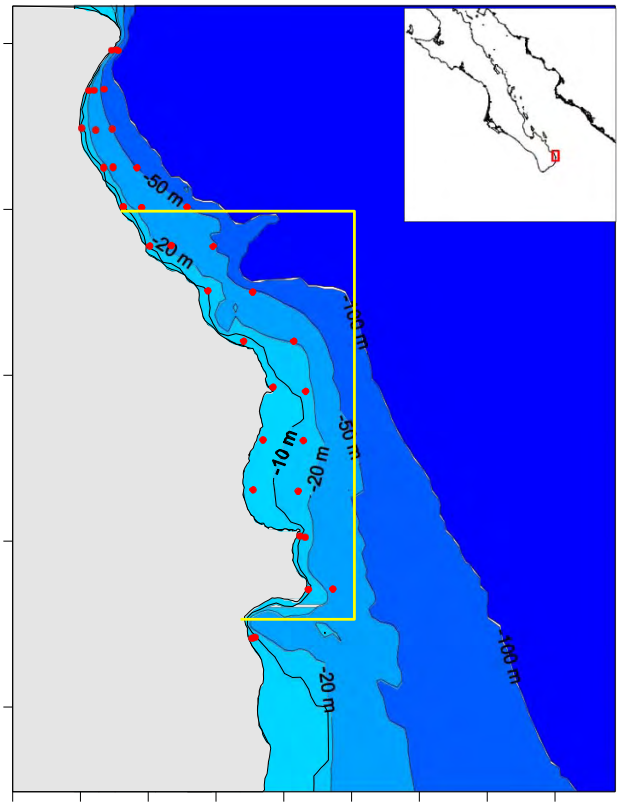


Figura IV. 87. Batimetría del área de estudio, mostrando las isobatas de 100, 50, 20 y 10 m. Los puntos rojos marcan las posiciones de las estaciones del muestreo, para la toma del resto de los parámetros y el rectángulo amarillo indica los contornos del área marina

IV.4.3. Oleaje

El oleaje en el mar es producido principalmente por la fricción que generan los vientos sobre la superficie libre de las aguas oceánicas. Las olas generadas por viento se producen con diferentes alturas y formas dependiendo de la dirección y magnitud de las fuerzas actuantes, tiempo, área de influencia y de las velocidades de impacto, lo cual indica, que tanto la fuerza actuante sobre la superficie libre del fluido, como la magnitud del desplazamiento son importantes en las variaciones de estas características (altura, longitud y periodo).

En condiciones meteorológicas ordinarias, el oleaje presenta diversas características en altura, periodo, y dirección, sin embargo, estas se ven alteradas e incrementadas bajo la presencia de condiciones extraordinarias como son tormentas tropicales es sus diferentes etapas de formación, las cuales forman olas de características extraordinarias dependiendo de la magnitud del evento meteorológico y de la cercanía con el punto de estudio, pero en periodos temporales muy cortos (exclusivamente durante la presencia del evento).

Debido a las formaciones de oleaje mencionadas, este fenómeno es analizado para condiciones normales y extraordinarias de forma independiente, ya que el diseño de las obras debe de resistir ambas condiciones durante su vida útil, con la importancia principal de identificar las condiciones hidrodinámicas en que funciona todo el sistema.

Uno de los objetivos del estudio, es determinar la magnitud, frecuencia y dirección del oleaje incidente a la zona de estudio, con la finalidad de tener parámetros para identificar las corrientes litorales que se generan en la zona costera, así como identificar cuál será el movimiento predominante de los sedimentos, y poder utilizar estos parámetros para el diseño de estructuras de protección.

Es importante identificar las variables que actúan sobre el oleaje incidente en la costa, el cuál experimenta una serie de modificaciones, el fenómeno de la refracción y de la difracción son dos de los más significativos fenómenos que modifican las características del oleaje.

Para contar con datos oceanográficos, fundamentalmente de oleaje, así como de vientos de la zona de estudio, se obtuvo información correspondiente a las mediciones realizadas por satélite (GEOSAT, TOPEX/POSEIDÓN y ERS-1) para un periodo de observación de aproximadamente 17 años.

Las alturas de ola y velocidades del viento registradas por el satélite Geosat, han sido comparadas con mediciones directas efectuadas con boyas en el Mar de Barents, en el Mar de Noruega y en una región del cinturón del Monzón Sub-tropical en el Sureste de Asia y se

observó una diferencia del orden del 10% entre las mediciones *in situ* y las del satélite (Atlas of the Oceans: Wind and Wave Climate by Ian R. Young & Greg J. Holland, 1996), lo cual representa una precisión suficientemente aceptable para este tipo de estudios considerando las variables tan complejas que actúan en estos fenómenos.

A su vez, las mediciones efectuadas por el satélite Topex/Poseidón son complementarias a las del Geosat, ya que sus trayectorias de vuelo fueron programadas en sentido contrario con el fin de cubrir conjuntamente zonas que uno u otro no pudieran registrar. Las mediciones Geosat-Topex/Poseidón abarcan el período de 1986 a 2004.

El satélite ERS-1, por su parte, registra las alturas de ola y vientos a partir del año 1997 y sus mediciones también se han validado con las reportadas por boyas oceanográficas instaladas en Europa, Asia y Norteamérica.

En la siguiente figura, se pueden identificar las frecuencias por dirección que se reportan del universo de datos de información de oleaje con que se cuenta.

Dirección	Frecuencia (%)
N	13
NE	3
E	1
SE	2
S	4
SW	4
W	15
NW	39

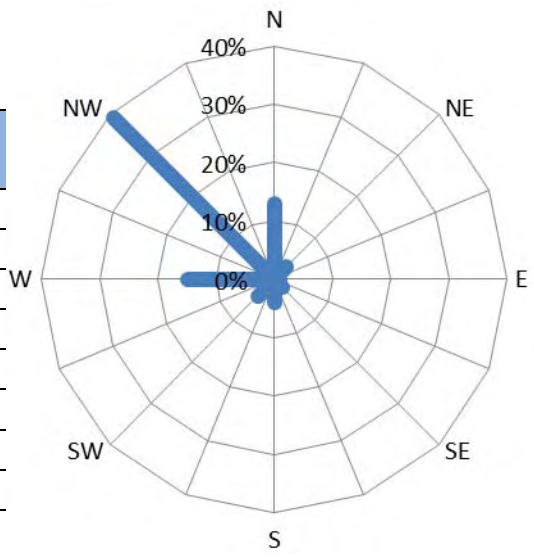


Figura IV. 88. Frecuencia de direcciones de oleaje, para la región de Punta Arena, BCS

De esta observación se puede identificar que la mayor parte del oleaje proviene de la dirección Noroeste, cabe señalar que la precisión de la información esta resuelta para la región de aguas profundas, por lo que se debe de identificar la morfología de la zona de estudio para comparar las dirección es que se identifican en el análisis descrito.

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que la dirección de mayores frecuencias de oleaje es proveniente del Noroeste, con 39 %, seguidas de las direcciones Oeste y Norte con 15 y 13 % respectivamente.

Si montamos la rosa de oleaje que ha resultado del análisis sobre la zona de estudios (ver las dos siguientes figuras), podemos observar que la presencia de la dirección Noroeste en la zona de estudio es de probabilidad casi nula de presencia debido a que en esta zona no se puede generar un fetch de condiciones favorables por la intervención de la región continental.

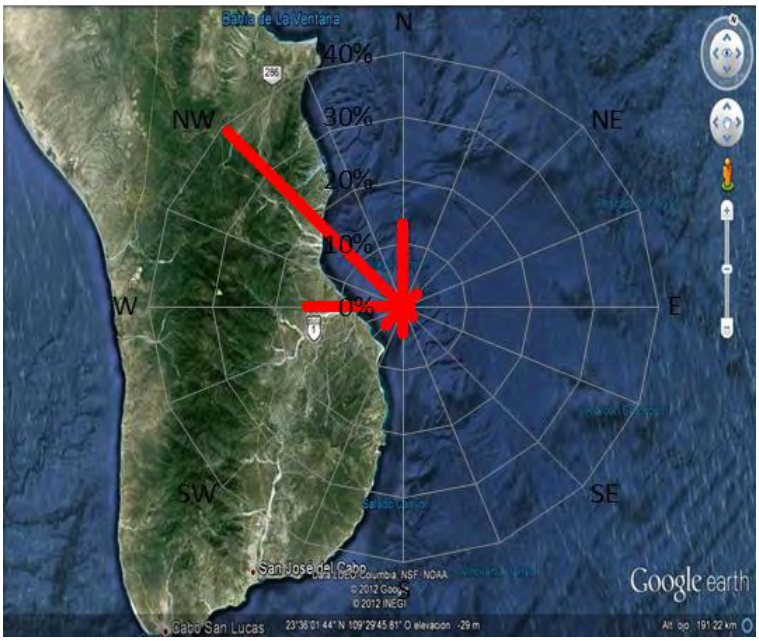


Figura IV. 89. Esquema de las direcciones de oleaje frente marítimo de Punta Arena, Baja California Sur.



Figura IV. 90. Esquema de las direcciones de oleaje que arriban a Punta Arena, Baja California Sur.

Con este nuevo criterio, podemos entonces establecer que el oleaje más significante para la zona de estudios (Punta Arena) es la dirección Norte con una frecuencia del 13 %, la dirección NW será considerada como un escenario a simular de acuerdo a la batimetría que se tiene con sus respectivas acepciones. La dirección Oeste no será considerada para los escenarios a simular.

El siguiente parámetro del oleaje a determinar es el periodo de la ola significante, el cual se define como: el tiempo que transcurre entre el paso de dos crestas o dos valles consecutivos por un mismo punto, el periodo de la ola determina otras características como la longitud de la ola, en la siguiente figura presenta los valores mensuales en promedio determinados del análisis correspondiente.

Los valores significantes para periodo ($T_{1/3}$) y altura ($H_{1/3}$) de ola se determinan identificando el valor medio del tercio de olas de mayor magnitud, es decir, para determinar el valor del periodo de ola significante ($T_{1/3}$), se obtiene el promedio del tercio de los valores más largos de que se tenga registro. Este análisis se puede hacer en los parámetros de tiempo que se requiera (anual, mensual, estacional, general, etc.), este mismo procedimiento es aplicable para los valores de altura de ola, es decir que la altura significante es la que mejor se ajusta a la altura del oleaje que una persona experimentada diría que existe por observación directa.

Un procedimiento común para determinar este valor es: ordenar los valores de forma decreciente, dividir el número de datos con que se cuenta entre 3 y obtener el promedio del tercio de datos de valores más grandes.

Del universo total de datos para el periodo significante de ola $T_{1/3}$ se presenta en la siguiente tabla, el análisis descrito para cada mes, de la información obtenida para la región de Punta Arena, B.C.S.

MES	$T_{1/3}$
Enero	10.29
Febrero	10.55
Marzo	10.85
Abril	11.36
Mayo	11.65
Junio	11.26
Julio	11.21
Agosto	11.22
Septiembre	10.87
Octubre	11.03
Noviembre	10.46
Diciembre	9.93

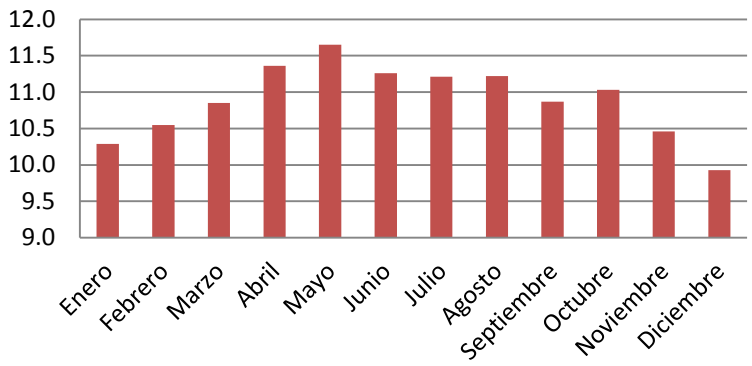


Figura IV. 91. Periodos significantes T_(1/3) mensuales para la región de Punta Arena, B.C.S.

En estos resultados se puede observar que los periodos de ola significantes, presentan un incremento gradual para alcanzar su nivel máximo en los meses de primavera, y los mas bajos entre otoño e invierno, con un máximo periodo significante de ola de 11.65 s en mayo y un valor mínimo de 9.93 s en Diciembre

Empleando el mismo criterio, se han identificado los valores estacionales (primavera, verano, otoño e invierno), obteniendo calores que oscilan entre un máximo de 11.43 s en verano y 10.45 s en invierno.

Tabla IV.9. Periodos significantes de Ola estacionales.

Estación	Período (seg)
Primavera	10.56
Verano	11.43
Otoño	11.11
Invierno	10.45

El siguiente parámetro de olaje que se debe determinar es la altura de ola significante, como ya se describió en el análisis de periodo de ola, la altura de ola significante representa el promedio de alturas del tercio de olas más alta respecto al número de datos con que se cuente.

En estos estudios se pueden identificar diferentes tipos de valores, como: Altura de ola significante, Altura significante debida a la mar de fondo, Altura significante debida a la mar de viento, Altura máxima; o valores similares, entre otros que se requiera de forma particular para el análisis especifico, sin embargo, para los fines del proyecto presente es importante identificar los valores significantes característicos del oleaje.

La altura de ola significante fue introducida por Sverdrup y Munk en 1947, habiéndose comprobado que este valor coincide aproximadamente con el valor imparcial observado y acostumbrado en que se presenta el oleaje en el mar por inspección.

Por su parte para el análisis de la altura de ola significante, se ha determinado la altura de ola significante para todo el universo de información con que se cuenta, obteniendo el valor de $H_{1/3}$ = 1.10 m.

En la siguiente figura, se observan las alturas de ola significantes de cada mes, el comportamiento de esta grafica presenta una tendencia similar a la observada para los periodos de ola, aunque no existe una relación directa entre la altura de ola y el periodo de ola, si se puede observar que durante los meses de otoño e invierno, las alturas de ola son de menor magnitud que durante los meses de primavera y verano, donde el oleaje que se presenta es de mayor magnitud en altura y periodo de ola

Durante el mes de septiembre, se presenta el valor mas grande de las alturas de ola significante (1.64 m), este incremento tan notable puede ser influenciado por las alturas de oleaje extraordinario que se haya presentado durante esta época, considerando además que temporalmente es época de huracanes.

Con la excepción de septiembre los meses en donde se presenta el oleaje significante de mayor magnitud son los meses de julio y agosto con 1.26 y 1.31 m respectivamente, mientras que es durante enero y diciembre cuando se presentan las alturas de ola de menor magnitud con valores de 0.71 y 0.8 m respectivamente.

Mes	Hs (m)
Enero	0.71
Febrero	0.96
Marzo	0.91
Abril	1.14
Mayo	1.24
Junio	1.19
Julio	1.26
Agosto	1.31
Septiembre	1.64
Octubre	1.19
Noviembre	0.9
Diciembre	0.8

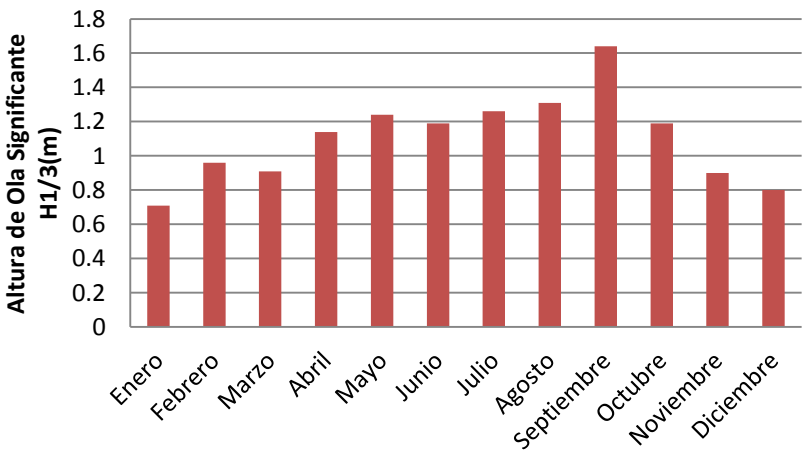


Figura IV. 92. Régimen Medio Anual, Altura de Ola por Mes para la región de Punta Arena, B.C.S.

En la siguiente figura, se muestran las alturas de ola significantes estacionales para la región de Punta Arena, B.C.S.

Estación	Hs (m)
Invierno	0.96
Primavera	0.85
Verano	1.20
Otoño	1.40

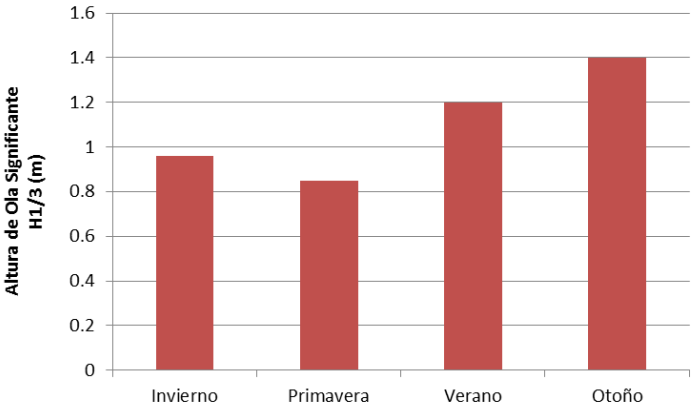


Figura IV. 93. Régimen Estacional de Altura de Ola Significante

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de valores que serán empleados para las simulaciones de los frentes marítimos, de análisis de oleaje para oleaje regular, de donde se ha considerado la altura y el periodo de ola significantes, y las direcciones más significantes.

Tabla IV.10. Datos para simulación de oleaje Normal.

Dirección	Altura de ola (m)	Periodo (s)
N 30 W	1.2	11
N	1.2	11
N 45 E	10.4	10.4
E	1.2	11

IV.4.3.1. Refracción y difracción del oleaje

El fenómeno de refracción, se presenta cuando un frente de olas pasa de aguas profundas a aguas poco profundas, es decir, cuando la relación de la profundidad d contra la longitud de ola L es menor a 0.5, ya que el oleaje se ve influenciado por el fondo marino, provocando que la velocidad de la onda se vea mitigada en función de la profundidad y consecuentemente la altura de ola disminuya.

El objetivo de este apartado es el de identificar la altura de ola que genera el oleaje en la zona de estudio, el cual, ayudara a identificar las características hidrodinámicas en el acceso a la boca y zonas adyacentes; así como determinar las características de oleaje a que están sometidas las obras de encauzamiento (escolleras), permitiendo determinar los parámetros y criterios en el diseño de las obras de protección; por lo que es importante identificar los factores dinámicos que se producen en las aguas oceánicas, ya que estos agentes son quienes determinan el movimiento la dinámica litoral y de los elementos que en ella se transporten. Existen diversos fenómenos que producen dinámica a la masa líquida, como la diferencia de densidades, los cambios de temperatura, el efecto de coriolis, la variación de los niveles producidos por la marea, sin embargo, el más significante en periodos cortos de tiempo es el oleaje.

$$\frac{d}{L} < \frac{1}{2}$$

La ecuación anterior determina el límite de aguas profundas.

Por otro lado, la difracción es un fenómeno característico de las ondas que consiste en la dispersión y curvado aparente de frente de olas cuando encuentran un obstáculo, la difracción es un fenómeno de interferencia y como tal requiere la superposición de ondas coherentes entre sí, los efectos de la difracción disminuyen hasta hacerse indetectables a medida que el tamaño del objeto aumenta comparado con la longitud de onda, la calidad de los resultados que arroja el modelo, están directamente relacionados con fidelidad de los datos de entrada.

Datos de simulación del oleaje

Para realizar las simulaciones del oleaje que incide a la zona de estudio, se requirió alimentar al modelo con diversos datos, como son:

- Batimetría.
- Características de oleaje

La batimetría que se empleó para la simulaciones es la composición de la batimetría obtenida en las campañas de campo, y niveles batimétricos del Portulano SM-300B editado por la SEMAR (Secretaria de Marina); la región de Punta Arena como ya se ha mencionado y en general la región marítima del Mar de Cortes, presentan una pendiente fuerte; por esta razón, durante las campañas de medición se cubrió directamente la zona de transición entre aguas profundas y aguas poco profundas.

En la siguiente figura se presenta el cuadro de profundidades que abarca la Carta SM-300B, cubriendo la región de Baja California Sur y gran parte del Mar de Cortes.

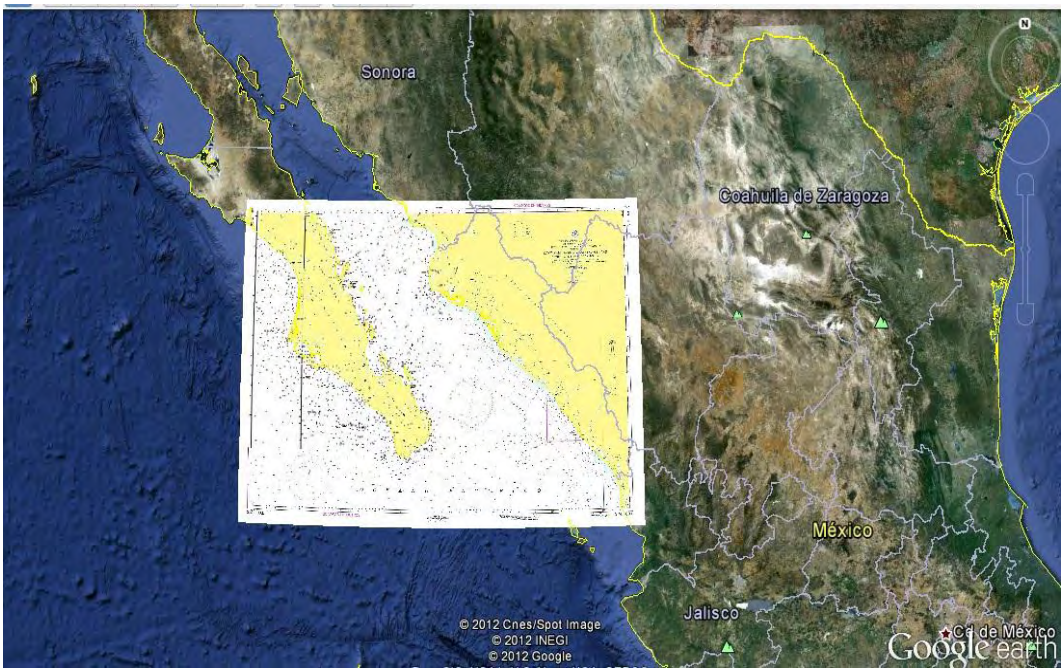


Figura IV. 94. Portulano SM300B para determinar las curvas batimétricas en aguas profundas.

En la siguiente figura se puede observar el plano batimétrico obtenido durante la campaña de medición de batimétrica, esta información abarca el frente marítimo de la región de Punta Arena.

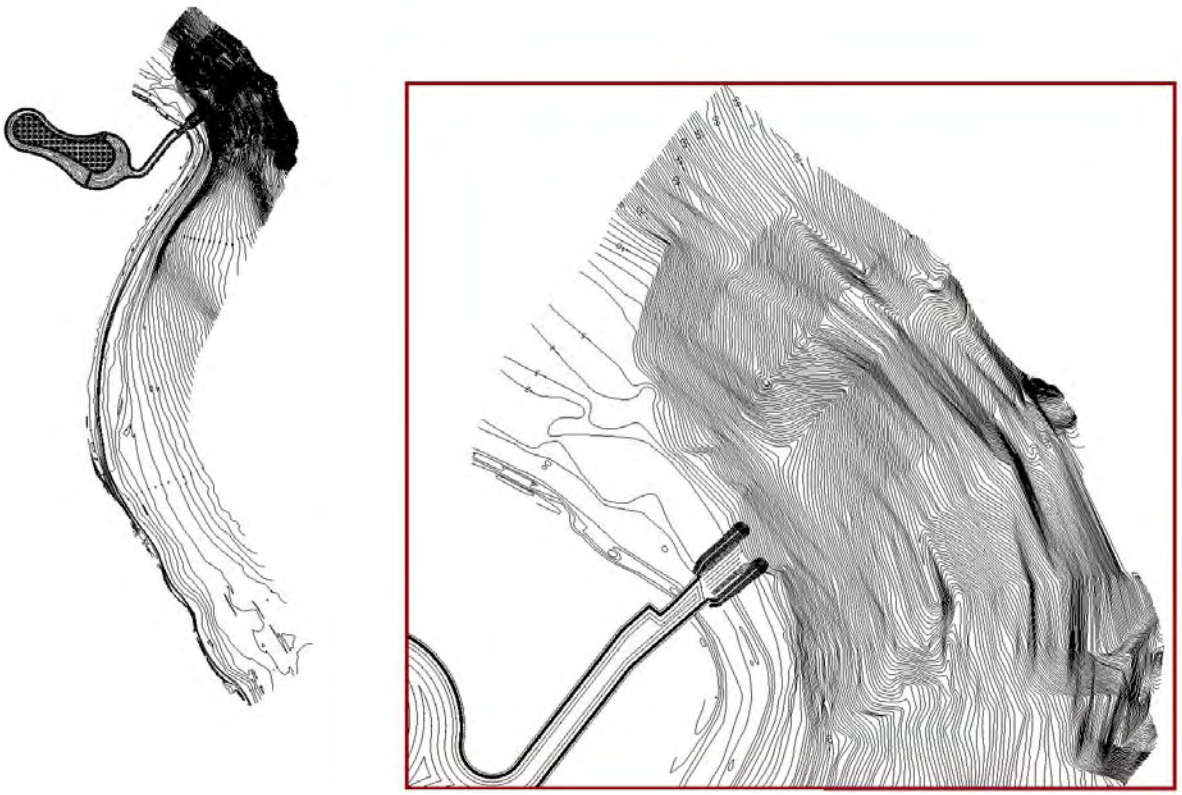


Figura IV. 95. Batimetría local de la zona de proyecto, Punta Arena, BCS.

La batimetría final empleada en las simulaciones de los efectos de refracción y difracción se realizó con la composición de la información batimétrica descrita anteriormente, la combinación de estas referencias batimétricas tiene por objeto conformar un solo plano en donde se abarque la zona de aguas profundas.

De acuerdo con la información, se definieron las condiciones de frontera del modelo matemático MOPLA (modulo del SMC), el nivel del mar y la información de las características de los oleajes representativos de la zona de estudio retomadas de la tabla anterior denominada *Datos para simulación de oleaje normal*, con los cuales se realizó la modelación matemática de la propagación del oleaje, obteniendo paralelamente las corrientes litorales (ver la siguiente figura).

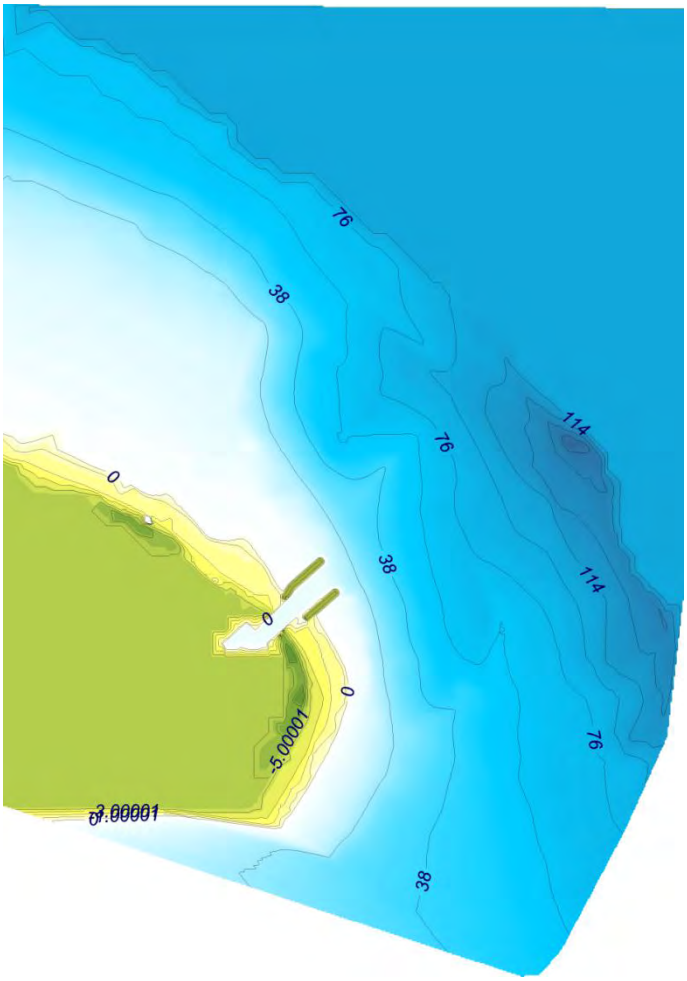


Figura IV. 96. Batimetría de la zona de estudio en la plataforma del modelo SMC

Se realizaron una serie de simulaciones de oleaje que están asociadas a la información obtenida en el análisis de oleaje de regular, de donde se obtuvieron alturas de ola, periodos y direcciones, que son de acuerdo al criterio, la más significante por su posición de arribo y su frecuencia.

En el apartado de Anexos se incluye el análisis completo de cada una de las direcciones del oleaje más representativas en aguas profundas.

De manera en general se puede observar que en la playa oeste del canal de acceso existen alturas de oleaje mayor, esto se debe a que en esa zona, la configuración batimétrica es de pendiente mas suave, lo que aunado a la fuerte pendiente que se tiene frente al acceso, se

genera una zona de cambio de pendiente brusca, lo que permite las características que se han descrito en los diversos escenarios.

IV.4.3.2. Oleaje Ciclónico

Otro factor que influye en esta región es la influencia de las tormentas tropicales, ya que si bien no se ubican dentro de la zona de mayor densidad de trayectorias del Pacífico, si es una región con un importante número de tormentas que pasan en sus cercanías, considerada como una región vulnerable al impacto de las tormentas tropicales, esto aunado a que su morfología, ubicación y exposición a mar abierto, incrementan las condiciones de riesgo ante el arribo de estos fenómenos.

En su fase inicial los ciclones se mueven hacia el oeste y el noroeste, un estudio elaborado por la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en conjunto con el IPN y el IMTA, a partir de un análisis histórico de los ciclones que se han generado durante los últimos 38 años (de 1966 a 2004) muestra que se presenta un promedio de 16.2 ciclones por año, consistentes en 8.8 huracanes y 7.4 tormentas tropicales. El análisis muestra una gran variabilidad geográfica en la trayectoria de los ciclones, de los cuales, cerca del 50% impacta las costas de México. Los ciclones rara vez pasan de los 30° de latitud norte debido a la corriente fría de California, la región de Los Cabos se ubica en los 23 grados Norte, ubicándose este sitio en un lugar con baja frecuencia de impactos, pero no nula.

Aun cuando la región de Baja California Sur no se encuentra en una zona de generación de eventos extraordinarios, su ubicación no esta resguardada morfológicamente hablando, el paso de los ciclones tropicales presentan una trayectoria en dirección hacia el Noroeste, con variaciones en función de las condiciones climáticas particulares de cada evento, sin embargo, esta trayectoria generalmente desarrollada por los ciclones, permite que un evento tenga que recorrer gran distancia para poder llegar a las cercanías de Baja California Sur, saliendo de las zonas mas cálidas, perdiendo energía, cuando un evento toca tierra, mitiga su fuerza al carecer del combustible que representan las aguas oceánicas para el Ciclón, por ello, los eventos que arriban a la zona de estudio por lo general han mitigado sus efectos destructivos.

Para conocer las alturas de oleaje que se presentan en la zona de estudio, así como el periodo del oleaje, se realizo un estudio con referencia de los ciclones que han impactado en la región o cercana a esta de acuerdo a la estadística de huracanes que han presentado trayectorias con influencia en la zona de estudio. En el apartado de Anexos de la presente MIA-R, se incluye la metodología y análisis que se llevó acabo de cada una de las trayectorias de los huracanes que pasaron cerca del área de estudio.

A partir de la información de cada uno de los huracanes cercanos al área de estudio se determinó la altura y periodo de ola que generan los ciclones tropicales el método que se llevó a cabo fue del Huracán Estándar.
Los resultados del análisis, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.11. Resultados del Cálculo de la Altura de Ola Ciclónica

Nombre	Radio (Km)	Presión Central (mb)	V_F Velocidad de Desplazamiento (m/s)	U_R Velocidad Sostenida de Vientos (m/s)	Distancia Mínima de Afectación (*Km*)	Altura H_O (m)	Periodo T_S (seg)
Liza	34	948	1.51	61.67	44	8.59	11.57
Newton	28	978	1.89	38.61	41	6.67	10.24
Kiko	31	955	2.02	53.89	20	8.02	11.28
Isis	30	988	2.16	33.33	23	6.58	10.35
Ignacio	33	968	1.76	46.39	44	7.46	10.86
Marty	32	970	1.82	43.61	36	7.31	10.76
John	35	949	2.31	51.39	16	8.92	11.98

Apoyados con los resultados arrojados por la aplicación del método del huracán estándar, y con la información de los datos de oleaje descritos anteriormente, se identifico el oleaje más representativo del oleaje huracanado, en donde se puede ver que el valor más alto es de 8.92 m por John, con un periodo de 11.98 s.

Si se consideran valores medios, la altura de ola promedio es de altura de 7.65 m y 11 s de periodo de ola.

IV.4.4. Temperatura del mar

Los registros de la temperatura superficial del mar tuvieron un promedio anual de 24.7°C con registros mínimos promedio de 18.01°C y máximos promedio de 32.04°C. El análisis de la información mostró un claro patrón estacional que se relaciona además con la entrada de masas de agua del Pacífico en las transiciones entre Invierno-Primavera y Primavera-Verano (ver la siguiente figura).

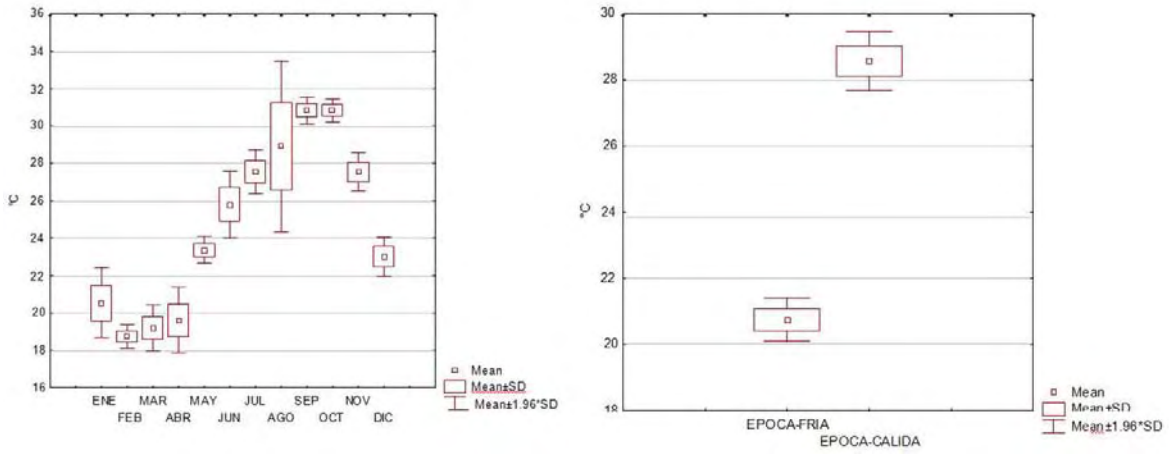


Figura IV. 97. (Panel izquierdo) Patrón estacional de la temperatura promedio registrada en la zona de estudio durante la campaña de muestreo. (Panel derecho) Diferencias de la temperatura promedio para la zona de estudio durante la temporada fría y la temporada cálida.

Con base en los resultados de un análisis de agrupamiento por el método de Ward, los meses de diciembre a mayo fueron agrupados como los representativos de la época fría mientras que los meses de junio a noviembre fueron agrupados para representar la época cálida, pero no se encontraron agrupamientos significativos en el dominio del espacio (ver la siguiente figura). De acuerdo con esta clasificación, la temperatura promedio registrada en el período cálido fue de 28.5°C mientras que para el periodo frío fue de 20.75°C (ver la figura anterior).

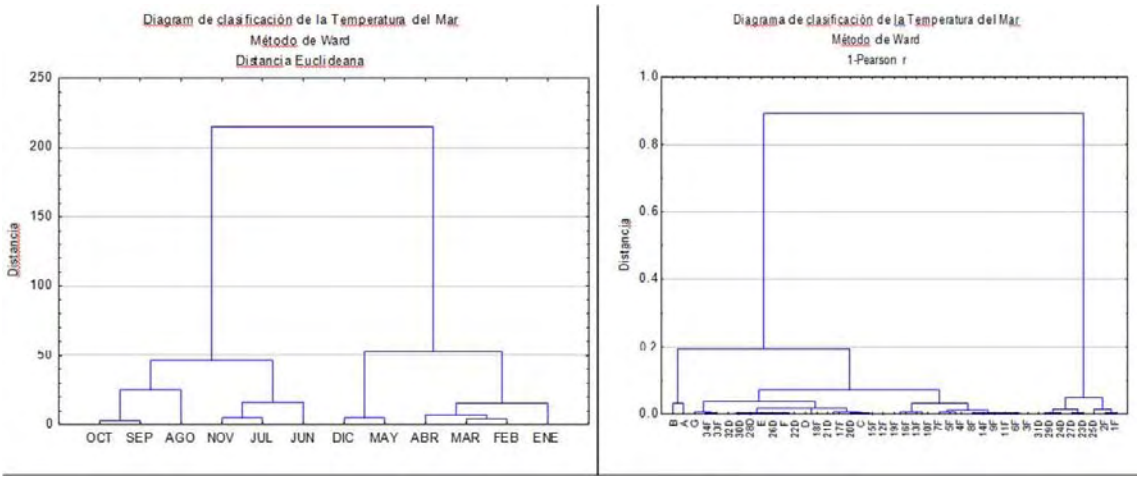


Figura IV. 98. (Panel izquierdo) Análisis de agrupamiento en el dominio del tiempo para la temperatura promedio registrada en la zona de estudio durante toda la campaña de muestreo. (Panel derecho) Análisis de agrupamiento en el dominio del espacio para la temperatura promedio registrada en la zona de estudio durante toda la campaña de muestreo.

Comparativamente con lo reportado por Hernández-Fonseca (2010) en "Cabo Pulmo", la tendencia de la temperatura media considerando un periodo desde 2002 a 2009 de datos de temperatura obtenidos de imágenes de satélite de la NOAA, de la presente campaña de investigación fue por debajo de la climatología del periodo analizado. La respuesta a este decremento es la influencia de la oscilación de onda Kelvin desde la zona ecuatorial por La Niña (2011) que de acuerdo con la NOAA (2011) la temperatura superficial del mar disminuyó por debajo del promedio en los 300 m superiores del océano (ver la siguiente figura).

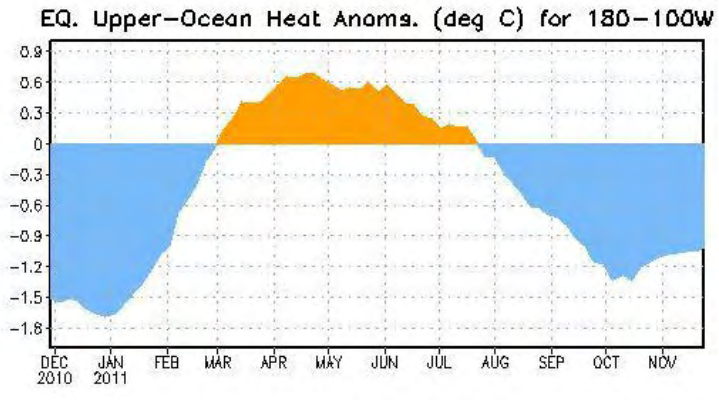


Figura IV. 99. Anomalías de la temperatura promedio superficial del mar en el Pacífico Centro y Oriental en la capa del océano de 0-300 m.

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory

En enero (2011) la magnitud de las anomalías negativas empezó a descender con evidencia de anomalías positivas de marzo a julio (2011) y a finales de julio fueron nuevamente negativas y se espera que nuevamente desciendan hasta el Invierno (2011-2012). Tal como lo señala el reporte de La Niña de NOAA (2011) la magnitud de la temperatura superficial del mar al menos disminuyó 0.5°C debajo del promedio en el transcurso de este año, y coincidió con la diferencia entre la presente campaña y lo reportado por Hernández-Fonseca (2010).

IV.4.5. Calidad de las masas de agua

Con respecto a la concentración de nutrientes en el área de estudio se observó de manera general que es un sistema muy dinámico en el cual la marea juega un papel importante en la distribución y la concentración de los nutrientes, no se observaron patrones consistentes en el dominio del espacio.

De acuerdo con los datos de otros ecosistemas similares y los observados en el arrecife de Cabo Pulmo, se puede inferir que es un ecosistema que rico en nutrientes que oscila entre un estado mesotrófico en el periodo cálido a un estado eutrófico en el periodo frío, pero que también muestra variaciones significativas relacionadas con el flujo de marea (ver la siguiente figura). Estas altas concentraciones coinciden con procesos físicos acoplados como las corrientes que advectan masas de agua con alta concentración de nutrientes desde zonas de surgencias en los cañones cercanos o por mezcla intensa por vientos locales de escala diurna (brisas) que llegan a mezclar la nutriclina con la capa superficial. Los ciclos biogeoquímicos al interior del arrecife son otra vía de enriquecimiento de nutrientes, pero que no pudo ser abordada en el presente estudio.

Considerando que los arrecifes de coral son oligotróficos, el arrecife de Cabo Pulmo tiene un comportamiento anómalo, es decir que por los resultados obtenidos, se sale de los estándares que comúnmente se manejan y que se han observado en otros sistemas similares, ya que solo los arrecifes que tienen influencia antropogénica importante presentan valores altos de nutrientes sin embargo, con los resultados obtenidos se puede observar que para el caso del arrecife de Cabo Pulmo estas altas concentraciones de nutrientes se presentan de manera natural, ya que los asentamientos humanos cercanos son demográficamente bajos.

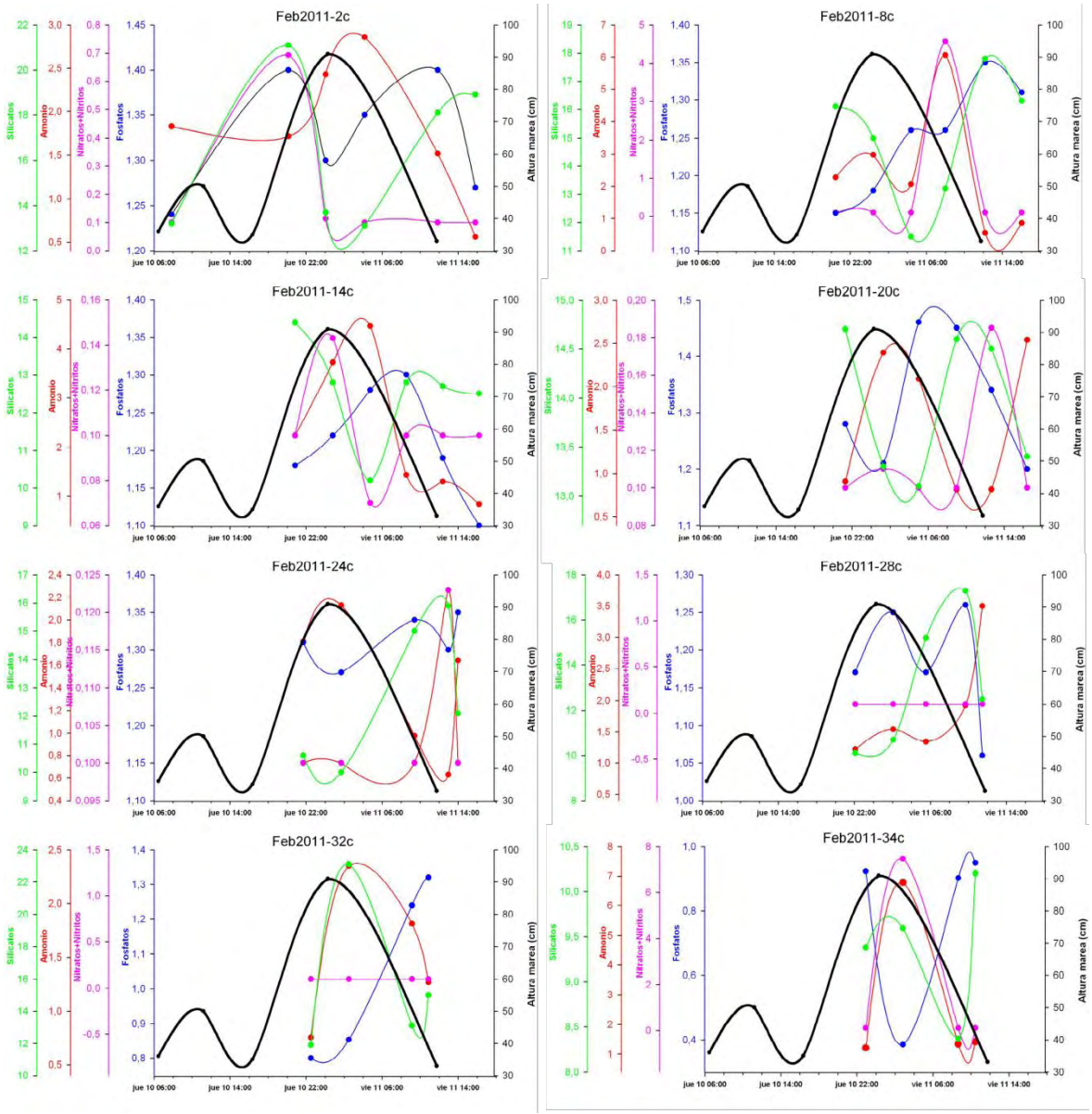


Figura IV. 100. Variaciones en las concentraciones de nutrientes para un mes frío relacionadas con el flujo de marea.

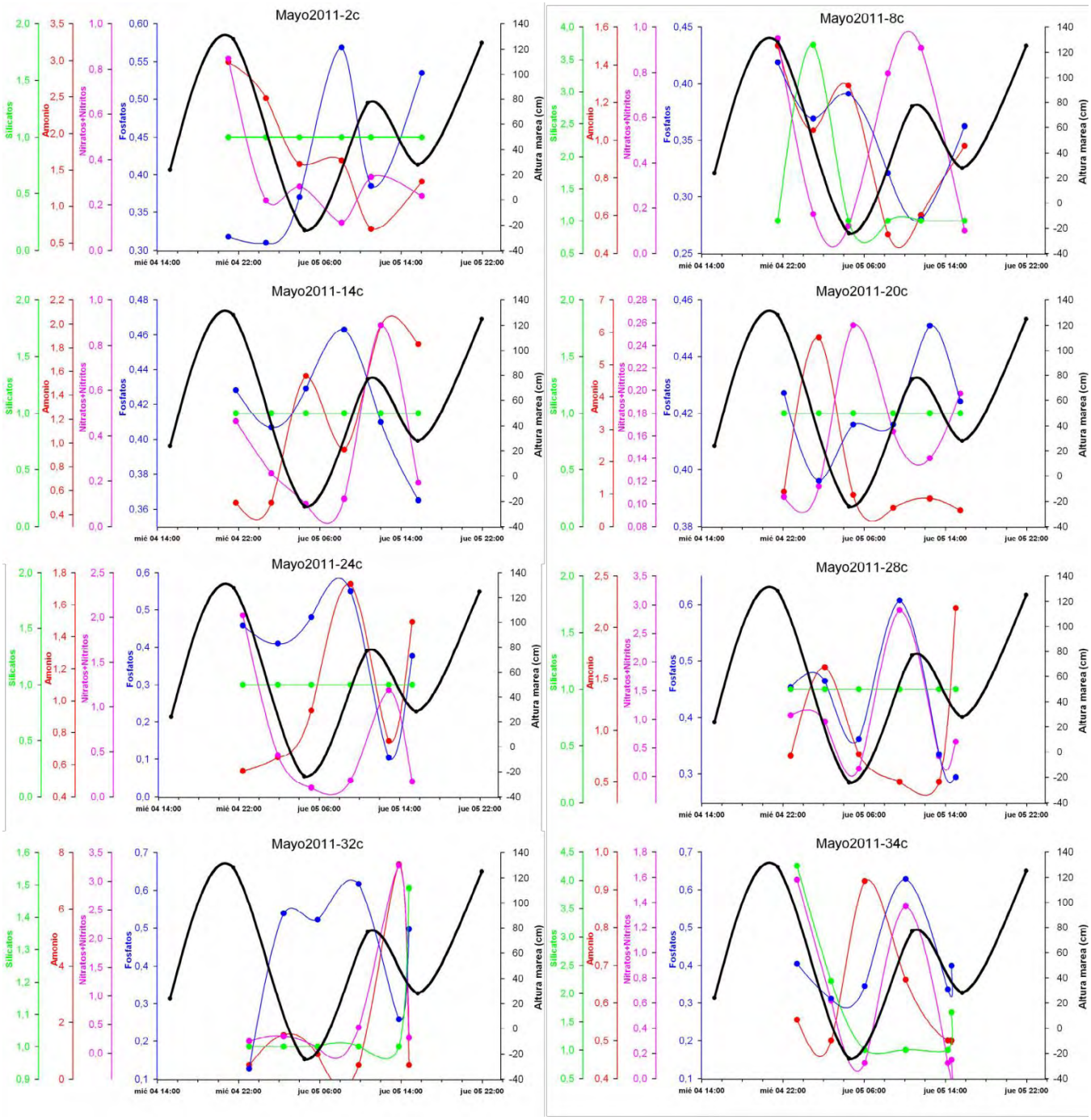


Figura IV. 101. (Continuación) Variaciones en las concentraciones de nutrientes para un mes cálido relacionadas con el flujo de marea.

Por su parte los análisis microbiológicos demostraron que existe una muy baja presencia de coliformes fecales en toda la zona de estudio, aun cuando hay presencia de población humana cerca de los puntos de muestreo. Cabe destacar que la presencia de coliformes fecales detectados también puede estar relacionada con la presencia de mamíferos marinos presentes en la zona. Sin embargo, los valores generados no representan ningún riesgo para la salud humana, animal o el ecosistema del área, ya que estos valores no sobrepasan los límites máximos permisibles por la NOM-001-SEMARNAT- 1996 que son de 1,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual en muestras simples.

Sin embargo, considerando la vida media de este género estudiado el cual es de 24 horas en agua de mar, es importante monitorear de manera permanente para detectar cualquier incremento que salga de los valores registrados durante el presente estudio.

Aunado a lo anterior los análisis químicos de SAAM (Sustancias activas al Azul de Metileno), realizados con incertidumbre al 95% de confianza, demostraron que el 100% de las muestras analizadas cumplen con lo establecido en la norma NMX- AA-039-SCFI-2001 ya que para el 100% de los casos oscilaron entre ND (No detectado) y 0,240, resaltando que el 100% de estos valores son estimados debido a que es mayor al límite detectado por el método y menor al límite de cuantificación del mismo.

La salinidad promedio en el sistema durante toda la campaña de muestreo fue de 35.04 ups (unidades estándar de salinidad) con una variación de ±0.30 ups, encontrándose en los valores normales reportados para la zona, con base en los análisis estadísticos encontramos agrupamiento tanto en el dominio del espacio como en el dominio del tiempo, como se puede apreciar en la siguiente figura; sin embargo las diferencias solamente fueron significativas en el dominio del tiempo. Las diferencias de salinidad en el tiempo pueden estar relacionadas con aportes de agua dulce durante los meses de lluvia o bien con la mezcla de masas de agua de densidades diferentes que coinciden con los cambios estacionales del año, mientras que las diferencias en el espacio a pesar de que no fueron significativas estadísticamente, muestran comportamientos diferentes fuera y dentro del parque de Cabo Pulmo demostrando que los patrones físicos dominantes en cada zona son disímiles, como ya se mencionó en el apartado de oceanografía.

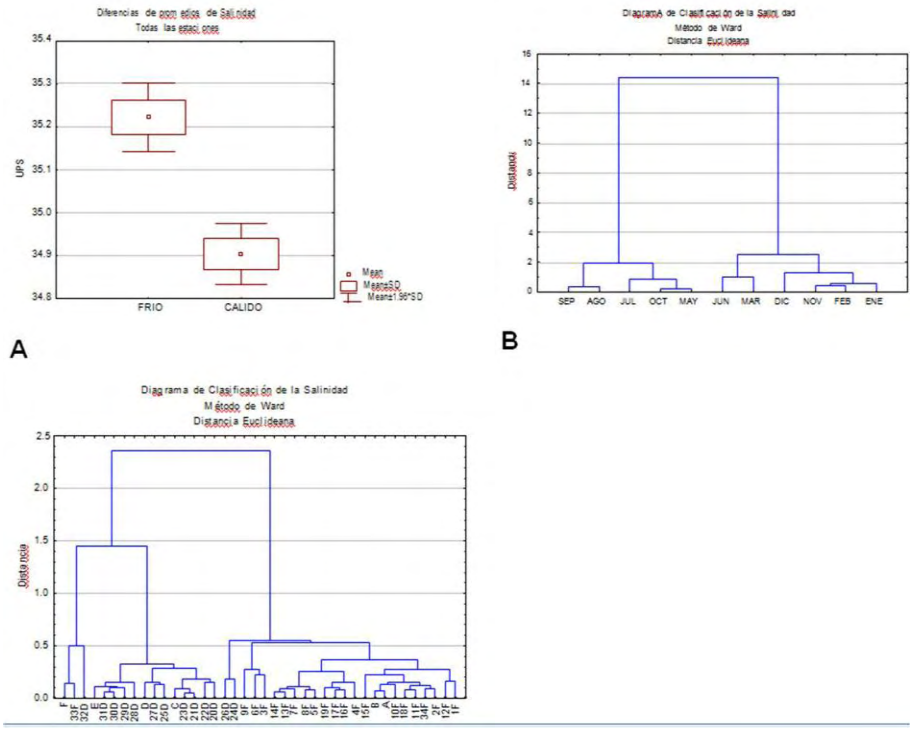


Figura IV. 102. Comportamiento de la salinidad en el área de estudio durante toda la campaña de muestreo. A) Diferencia de los valores de salinidad (ups) durante la temporada fría y cálida. B) Análisis de agrupamiento en el dominio del tiempo. C) Análisis de agrupamiento en el dominio del espacio.

Los resultados de la fluorometría como indicador de la concentración de clorofila a (chl-a) fueron consistentes con el resto de los parámetros encontrando diferencias significativas en el tiempo, particularmente entre temporada fría y cálida (ver la siguiente figura 103 A), siendo más alta en temporada fría que es cuando se reportan los valores más altos de productividad primaria debido al rompimiento de la termoclina lo cual permite una homogenización en la columna de gua, sin embargo los valores fueron representativos de aguas oligotróficas (<1 µg/L) durante todo el año confiriendo la peculiaridad de las aguas claras en el sistema. Cabe mencionar que a pesar de que en términos de concentración de nutrientes el sistema oscila entre un estado mesotrófico a uno eutrófico, en términos de productividad primaria (concentración de clorofila a por producción directa del fitoplancton) el sistema es oligotrófico, es decir que hay una muy baja producción primaria comprada con otros sistemas costeros. Esto es básicamente debido a que no se cumplen los tres procesos oceanográficos fundamentales que al combinarse resultan en condiciones favorables para la alta producción primaria y reproducción de muchos tipos de peces, incluidos los pelágicos menores. De acuerdo con Bakun (1996) los tres procesos fundamentales son: el enriquecimiento, como los procesos de aporte de nutrientes a la capa iluminada (surgencias, mezcla, etc.); la concentración de partículas (convergencia, formación de frentes, estabilidad de la columna de agua, etc.); y la retención en el

hábitat adecuado. Si bien, se cumple con el primer proceso, con los otros dos no, no se encontraron evidencias de ningún proceso oceanográfico de retención y/o concentración, por lo contrario los procesos observados son altamente dinámicos con tendencia a la dispersión.

Con respecto a las diferencias espaciales, no se encontró un patrón persistente en el orden latitudinal (ver la figura 103 B), pero si una relación con la profundidad, encontrando en el análisis de agrupamiento que las estaciones más someras tienen comportamientos semejantes con las estaciones de profundidades moderadas y más del 30% disímiles con las estaciones de mayor profundidad (estaciones 28 y 32), estos valores son consistentes si consideramos que en las zonas muy someras la productividad primaria puede verse mermada por un efecto de foto inhibición, mientras que a profundidades mayores este efecto se ve atenuado. El oxígeno disuelto presentó el mismo patrón que la salinidad aunque las diferencias fueron menos conspicuas (ver la siguiente figura 104), adicionalmente se observó que los valores mínimos de concentración de oxígeno se presentaron en los meses de diciembre y marzo con valores entre 1.09 y 1.5 mg/L. Estos valores son tan bajos que es necesario ampliar las observaciones sobre esta variable ya que se tienen registros de mortandades masivas de peces en el área, evento que ha sido recurrente pero no periódico (Nuñez-Vazquez E.J com pers.)

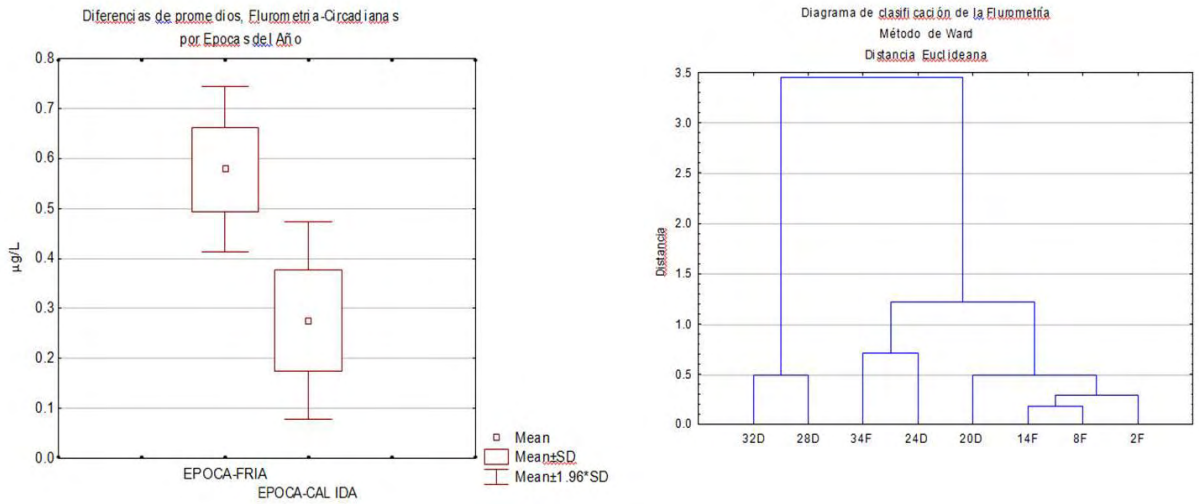


Figura IV. 103. Comportamiento de la fluorometría en el área de estudio durante toda la campaña de muestreo. A) Diferencia de los valores de fluorometría durante la temporada fría y cálida. B) Análisis de agrupamiento en el dominio del espacio.

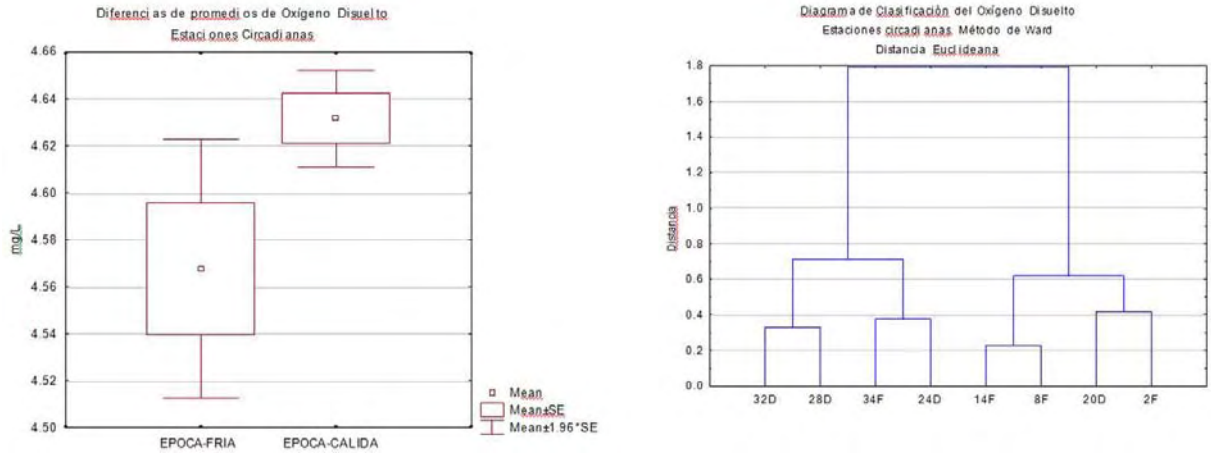


Figura IV. 104. Comportamiento del oxígeno disuelto en el área de estudio durante toda la campaña de muestreo. A) Diferencia de los valores de oxígeno disuelto durante la temporada fría y cálida. B) Análisis de agrupamiento en el dominio del espacio.

De acuerdo con lo establecido en los criterios de calidad de agua admisibles para uso recreacional, todos los parámetros medidos están por debajo de los límites establecidos, tanto para contacto secundario como primario (ver la siguiente tabla).

Tabla IV.12. Criterios de calidad admisibles del recurso hídrico para uso recreacional.

Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico para uso recreacional.		
Parámetro	Contacto primario	Contacto secundario
Coliformes Totales (NMP org/100ml)	2000	5.000
Coliformes Fecales (NMP org/100ml)	1.000	1.000
Oxígeno Disuelto (%)	70 % a la temperatura media	70 % a la temperatura media
Tensoactivos de SAAM (mg/l)	0,5	0,5

IV.4.6. Discusión de los resultados de la caracterización del medio marino

La zona costera estudiada fue abordada a partir de tres sectores desde “Punta Arena” hasta el extremo sur de “Cabo Pulmo” hacia el oeste la franja terrestre delimitada hasta la zona de médanos (elevación variable entre +3 m y +20 m sobre el nivel medio del mar) y

hacia el este el límite fue la isobata de -100 m. Donde los procesos oceanográficos físicos tuvieron una alta variabilidad estacional.

El control topohidrográfico fue la línea base en el estudio de la oceanografía costera de la zona, ya que aportó las características topohidrográficas para subdividir la franja de estudio en cuatro ensenadas separadas entre sí por costa acantilada.

La caracterización de la oceanografía costera mostró una interrelación entre parámetros forzados por la co-oscilación de la elevación del nivel medio del mar entrante desde el Océano Pacífico, el patrón de viento regional y la interacción con la geomorfología local.

La batimetría de la franja fue altamente cambiante, con profundidades de 100 m muy cercanas a la línea de costa, creando una caída abrupta del perfil batimétrico característico de la costa oriental de la península de Baja California, tal como señalan Amador *et al.* (2003).

IV.5. ASPECTOS BIÓTICOS

IV.5.1. Flora terrestre

El proyecto a gran escala está ubicado en el Norte de México, en la denominada región árida.



Imagen tomada de la CONANP.

La cubierta vegetal de las regiones de clima árido y semiárido de México es muy variada, desde el punto de vista fisonómico, que diversos autores reconocieron y denominaron

para esta parte del país una serie de tipos de vegetación caracterizados por su aspecto sobresaliente. Asimismo, se denomino a todas las comunidades áridas y semiáridas bajo el rubro colectivo de matorral xerófilo.

El matorral xerófilo cubre la mayor parte del territorio de la Península de Baja California. La flora xerófila de México se caracteriza por un número considerable de formas biológicas que constituyen aparentemente otros tantos modos de adaptación del mundo vegetal para afrontar la aridez. (Rzedowski, 1983)

Dentro del matorral xerófilo se incluyen a todas aquellas comunidades de porte arbustivo que se establecen en las zonas áridas y semiáridas de México. Fisonómicamente, estas comunidades son de porte variable por la gran cantidad de formas de vida que han adquirido las especies, como respuesta a la sequía, estas agrupaciones se establecen en climas cálidos con altos índices de insolación (Rzedowski, 1978).

La diversidad que presenta el matorral xerófilo es grande un ejemplo son las familias más representativas de este tipo de vegetación, ejemplo de ello son la familia Cactaceae, Chenopodiaceae, Euphorbiaceae, Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, asimismo, representativos de este tipo de vegetación es los géneros *Jatropha, Larrea, Lycium, Cylindropuntia, Agave, Fouquieria*. Su estructura se compone, principalmente de un estrato arbustivo. La altura fluctúa entre uno hasta tres metros.

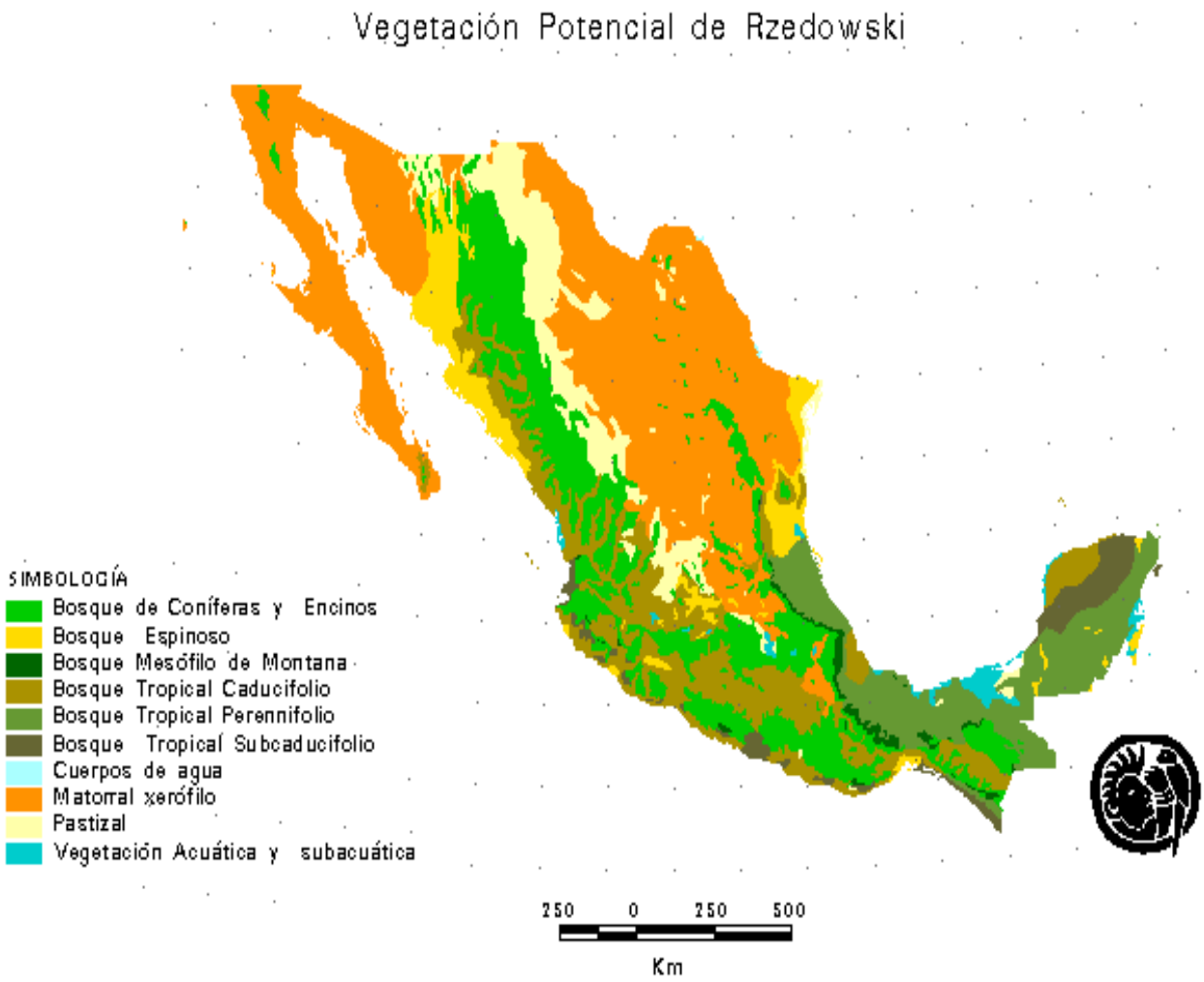


Figura IV. 105. Matorral xerófilo predominancia en las zonas áridas. CONABIO

A nivel de la Península de Baja California, la vegetación xerófila se divide en dos regiones fitogeográficas:

- ❖ Región fitogeográfica del Desierto Sonorense y
- ❖ Región fitogeográfica del Cabo (Shreve 1951).

La Región fitogeográfica donde se ubica el proyecto es la del Desierto Sonorense, a su vez, de acuerdo con criterios florísticos, geológicos, fisiográficos y climáticos, de Wiggins (1980), este dividió a la región del Desierto Sonorense en 8 subregiones:

- ✓ Desierto micrófilo,
- ✓ Desierto Sarcocaulescente,
- ✓ Desierto Sarcófilo,
- ✓ Región de Magdalena,
- ✓ Región Californiana,

- ✓ Bosque Conífero de Baja California,
- ✓ Región de Sierra de la Giganta y
- ✓ Región Árido Tropical

De estas subregiones la Región Costa Central del Golfo (Desierto sarcocaulescente) es donde se ubica el proyecto.

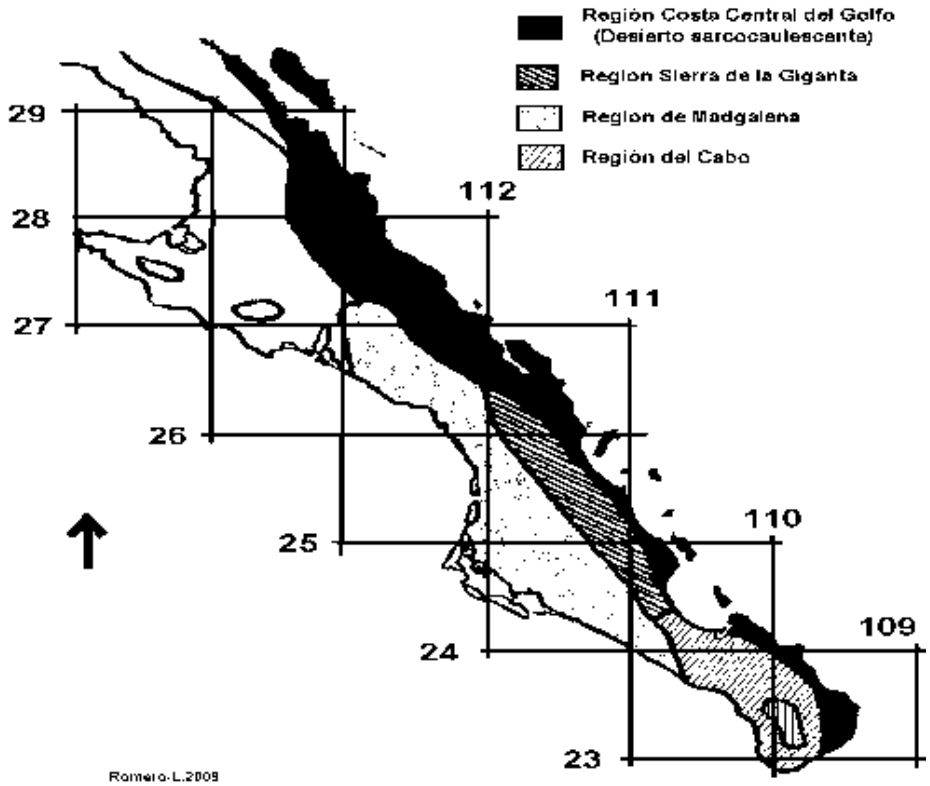


Figura IV. 106. Delimitación de subregiones del Desierto Sonorense.

Los aspectos florísticos de esta subregión son de acuerdo con Wiggins (1980) como una Región donde domina la Bursera-Jatropha, esta región forma una banda angosta a lo largo de la costa del Golfo de California y su límite al sur se ubica en los alrededores de la Bahía de La Paz. Las especies arbóreas dominantes tienen troncos que son gruesos, suculentos o carnosos como el palo verde *Cercidium microphyllum*, el copal *Bursera hindsiana*, el lomboy *Jatropha cinerea*, el cardón *Pachycereus pringlei* y diversas especies de Opuntia y biznagas *Ferocactus spp*.

IV.5.1.1 Metodología

La integración de información para la descripción de SAR en el componente de Flora, tiene como objetivo el tener una aproximación inicial del marco regional en un Espacio

Geográfico. Donde cada información de diferente nivel permite tener más detalle del tema a abordar enfocado a las Especies que concurren en la zona del SAR y el predio (Ver siguiente figura).



Figura IV. 107. Secuencia de análisis con referencia al Sistema Ambiental Regional y Especies.

La integración de información atiende a la condición de la flora a través del soporte de la normatividad existente, la bibliografía y los censos realizados en la región.

La información obtenida y las condiciones del ecosistema permiten el conocer la integridad y salud de la flora asociada al ecosistema, así mismo integrándose la información nos permite conocer la estructura de la comunidad y el poder guiar las decisiones de soporte al ambiente a través de entender la dinámica de interacciones entre la flora y el hábitat y como resultado el funcionamiento del paisaje como unidad integradora.

Es importante resaltar que la primera aproximación de análisis al espacio geográfico se ve limitada por el tiempo (t) inicial, lo cual deberá de ser continuado en consecuencia para atender la dinámica de tiempo y el detectar los cambios y presencia de otras especies.
Esta limitación es resarcida a través del diagrama antes presentado que presenta como la evaluación que requerirá de tener continuidad en términos de cumplimiento ambiental transferida como una medida de mitigación o compensación asociado a las especies, ecosistema y paisaje con el fin de llevar a cabo medidas de manejo en las políticas ambientales de protección, conservación o restauración.

IV. 5.1.2. Vegetación Terrestre en un contexto Regional (Región Central del Golfo)

Regionalmente (Baja California Sur) se desarrollan diversos tipos de vegetación, que van desde la vegetación costera (vegetación costera, manglares, salitrales y matorral costero), selva baja caducifolia, matorral sarcocaule, matorral sarcocrasicaule, matorral propiamente xerófilo, bosques de coníferas, bosques de pino encino y en mucho menor proporción bosque de galería y pastizal inducido (Wiggins 1980; León de la Luz *et al*. 1988).

Una gran superficie del estado de Baja California Sur está conformada por el Matorral Sarcocaule, un tipo de vegetación de transición cuya composición florística tiene influencia tanto de especies árido-tropicales provenientes de la selva baja caducifolia (Región del Cabo) como del Desierto Sonorense, asimismo, los bosques y la selva baja caducifolia se encuentran principalmente distribuidos en la Región del Cabo.

De acuerdo con el INEGI, en la región central de Baja California Sur en la Región Central del Golfo donde se ubica el proyecto, las comunidades vegetales más ampliamente distribuidas son el matorral sarcocaule subinerme, matorral sarcocaule asociación cardonal, matorral sarcocrasicaule, matorral crasicaule y el mezquital.

También se reconoce a La Región del Cabo como una región de importancia en toda la península porque en ella se confluyen cuatro formaciones vegetales: el bosque de coníferas y el bosque de encino típicos de la parte superior de la Sierra de La Laguna, el bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia en las laderas serranas bajas y las mesas, y el matorral xerófilo en las zonas de las mesas (León de la Luz et al. 1988). Y como ya se menciono el matorral xerófilo es el tipo de vegetación predominante en la península estando representado en el sur del estado de Baja California sur por el matorral sarcocaule, un tipo como vegetación intermedia entre la vegetación xerofítica y la selva baja caducifolia. El Matorral sarcocaule ocupa la mayor extensión de superficie en el estado y se exhibe bajo diferentes variantes dependiendo de las condiciones ambientales predominantes a nivel local (ver la siguiente figura).

La condición peninsular y la ubicación transicional de la zona austral de la Península de Baja California permite el establecimiento de diversas comunidades vegetales que van desde la vegetación costera (vegetación costera, manglares, salitrales y matorral costero), selva baja caducifolia, matorral sarcocaule, matorral sarcocrasicaule, matorral propiamente xerófilo, bosques de coníferas, bosques de pino encino y en mucho menor proporción bosque de galería y pastizal inducido (Wiggins 1980; León de la Luz *et al*. 1988).

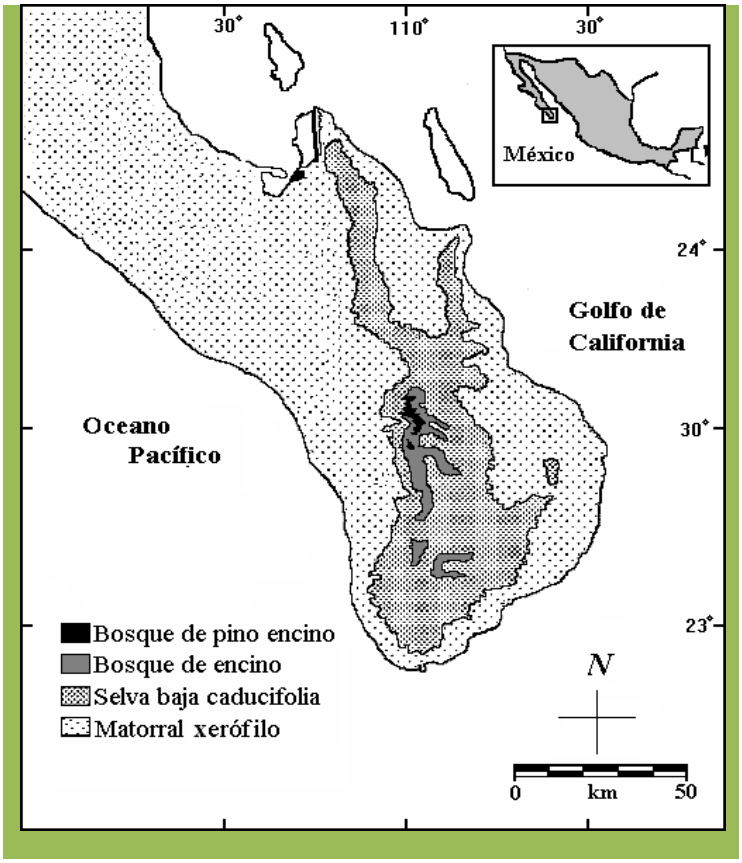


Figura IV. 108. Distribución de los tipos de vegetación que se presentan en la Región del Cabo, Baja California Sur, México. Tomado de Ortíz (2001).

IV.5.1.3. Vegetación Terrestre a nivel SAR

Con el recurso de la regionalización y ya habiendo establecido el Sistema Ambiental Regional para el proyecto, se puede establecer que a nivel de SAR, la vegetación predominante es el matorral sarcocaule en distintas fisonomías y estructuras, tales como matorral sarcocaule con vegetación secundaria, mezquital, asimismo dentro de la región establecida se ubica en la zonas más elevadas a la selva baja caducifolia que es apenas la parte final de la gran zona de selva de la parte central de la península de Baja California Sur, y en una proporción muy menor al pastizal cultivado para finalmente ubicar una pequeña zona sin vegetación aparente, tal y como se observa en los siguientes mapas (ver la siguiente figura).

Los tipos de vegetación que conforma el Sistema Ambiental Regional se basan, principalmente por las geoformas (topografía), esto, debido a la gran heterogeneidad topográfica que presenta el predio y a la influencia que estas tienen en el desarrollo y establecimiento de las especies vegetales; asimismo, los subtipos de vegetación

presentes se conforman principalmente por la dominancia (abundancia) y/o la forma de vida y la forma de crecimiento de las especies que conforman una comunidad vegetal (Rzedowski, 1978).



Figura IV. 109. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental Regional.



Figura IV. 110. Perfil de los tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.13. Superficies por tipos de vegetación presentes a nivel del SAR.

Comunidad	Superficie (ha)	Porcentaje de Ocupación del SAR
Área sin vegetación aparente	174.451	0.50%
Asentamiento humano	50.913	0.15%
Matorral sarcocaule	19,258.239	55.42%
Mezquital	3380.966	9.73%
Pastizal	290.072	0.83%
Selva baja caducifolia	11597.636	33.38%
Total	**34,752.327**	**100.00%**

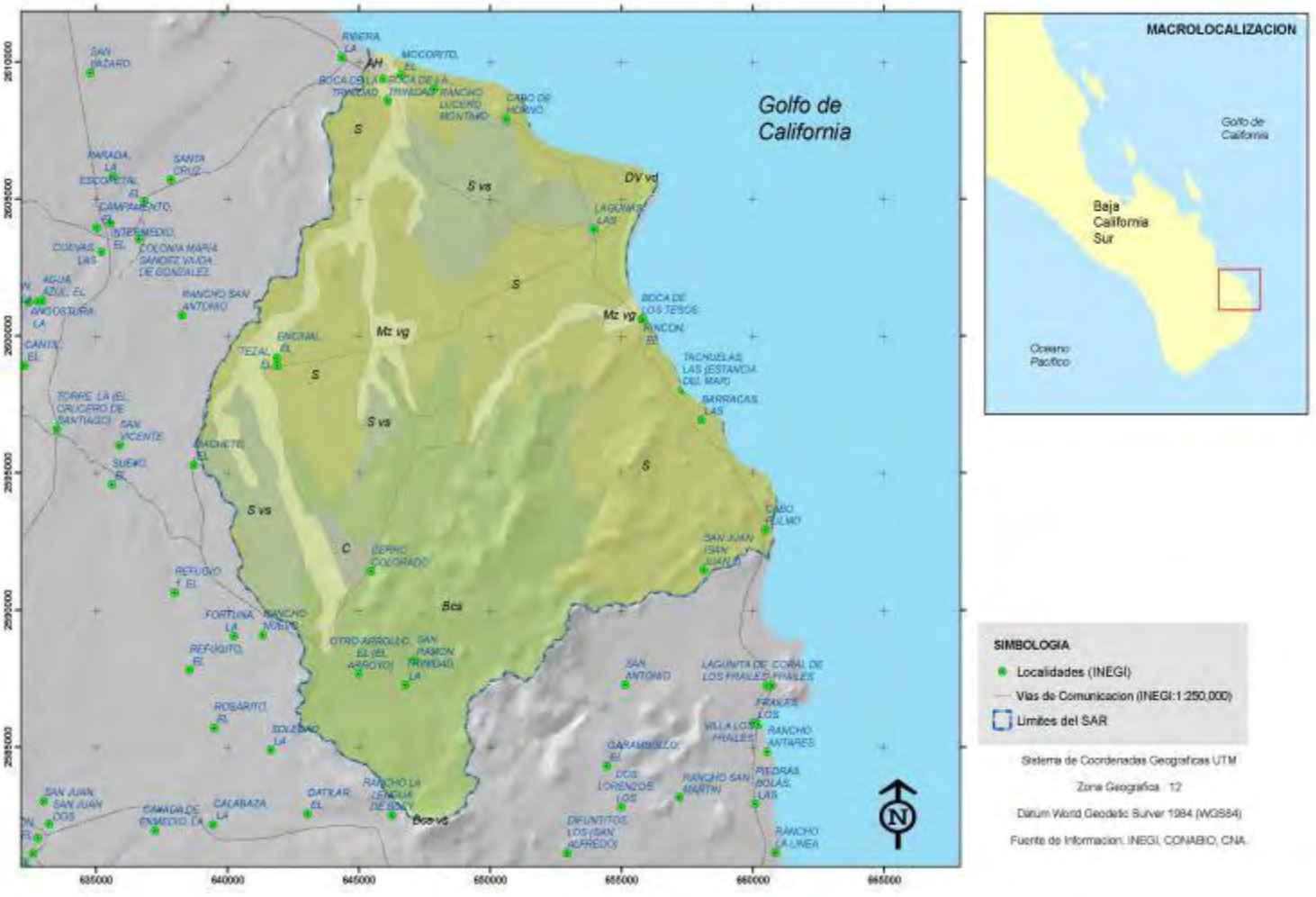


Figura IV. 111. Mapa de Vegetación a nivel SAR.

Matorral

- *Matorral Sarcocaule*



Figura IV. 112. Imágenes de vegetación de matorral Sarcocaule

El Matorral sarcocaule es el mejor representado en Baja California Sur y se distribuye en un intervalo altitudinal que va de 40 hasta 300 m.s.n.m (Morelos, 1988). Su composición florística tiene influencia de especies árido-tropicales provenientes de la selva baja caducifolia (Región del Cabo) y del Desierto Sonorense. Los elementos que lo componen suelen ser formas árboles y otras formas de vida con tallos carnosos, gruesos, a veces retorcidos y algunos con corteza papirácea (León de la luz, 1999; León de la luz et al., 2000). La composición florística del matorral sarcocaule corresponde con los rasgos señalados para la Región del desierto sarcocaulescente en donde se describen como elementos típicos a *Cercidium microphyllum*, el copal *Bursera hindsiana*, el lomboy *Jatropha cinerea*, el cardón *Pachycereus pringlei* y diversas especies de Opuntia y biznagas *Ferocactus spp.*

Al matorral sarcocaule se le puede observar en dos fisonomías matorral sarcocaule subinerme y cardonal dependiendo del porcentaje relativo de especies con espinas. De esta manera, se denomina matorral sarcocaule subinerme cuando se compone en más del 30% por plantas con espinas y menos del 70% son inermes. Por otro lado, los cardonales se caracterizan por fisonomías en donde resaltan cactáceas columnares arbóreas, en este caso, el cardón *Pachycreus pringlei*.

Es la vegetación predominante en el Sistema Ambiental Regional y se distribuye desde el límite con la playa hasta las zonas serranas que van más allá del SAR. Este matorral sarcocaule tiene una constante en las especies que lo conforman, teniendo como principales estructuras el estrato herbáceo y arbustivo en las cercanías de la costa, hasta incrementar el estrato ya en las zonas serranas.

El matorral sarcocaule se determina por a aquellas plantas de consistencia leñosa, cuyos tallos son gruesos por su alto contenido de agua; el matorral sarcocaule se ha considerado como un tipo de vegetación transicional entre las comunidades tropicales de la región del Cabo (como el propio bosque tropical caducifolio) y aquellas que se establecen en las regiones desérticas del Desierto Sonorense (León de la Luz et al., 2000), que caracterizan la mayor parte de la superficie peninsular.

Las especies representativas que fueron observadas para esta comunidad son:

- *Jatropha cinerea* (Lomboy blanco),
- *Jatropha cuneata* (matacora),
- *Bursera microphylla* (torote rojo),
- *Pachycereus pringlei* (cardón pelón),
- *Machaerocereus gummosus* (pitaya agria),
- *Stenocereus thurberii* (pitaya dulce),
- *Yucca valida* (datilillo),
- *Haematoxylon brassiletto* (palo Brasil),
- *Cyrtocarpa edulis* (ciruelo) y
- *Fouquieria diguetii* (palo Adán).



Figura IV. 113. Zona de matorral sarcocaule dentro del Sistema Ambiental Regional.

❖ *Mezquital*



El bosque de *Prosopis* o "mezquital" es una comunidad vegetal que por sus características cabe adscribir al bosque espinoso. Se encuentra muy difundida en México y es de distribución ecológica particularmente vasta, pues se le encuentra tanto cerca del nivel del mar, como a 2,000 m de altitud y aunque prefiere lugares moderadamente secos, prospera en climas que varían desde BW hasta AW y CW de la clasificación de Koeppen. Esta amplitud ecológica es tan grande como la del bosque espinoso en su conjunto, que a su vez constituye otro aspecto de la vegetación de México que no ha recibido explicación satisfactoria.

Este tipo de vegetación es dominado por *Prosopis articulata* (mezquite) y se establece sobre el cauce de arroyos, o bien sobre terrenos en donde el sistema radicular de los mezquites pueda alcanzar la humedad del subsuelo. Las especies que lo componen son el mezquite *Prosopis articulata*, palo blanco *Lysiloma candida*, palo brea *Cercidium praecox* y el palo verde *C. microphyllum*. Sin llegar a ser un estrato definido, entre las especies arbóreas se pueden encontrar además algunos arbustos como mangle dulce *Maytenus phyllanthoides, lomboy Jatropha cinerea, Vallesia glabra, Bourreria sonorae* y el garambullo *Lophocereus schotii var. schotii*, además de algunas hierbas como *Ruellia californica, Bebbia juncea, Matelea spp* y *Krameria erecta*.

En Baja California Sur los mezquitales y huizachales cubren una superficie de 75,387 hectáreas. Además existen alrededor de 528 unidades de producción rural con actividad de tipo forestal, de las cuales el 18% realizan aprovechamientos forestales de productos maderables; de estas, el 30% los utilizan para la elaboración de carbón, el 31% para leña, el 22% para postes y el resto para estos tres propósitos; el 65% de estas unidades de producción se localizan en los Municipios de La Paz y Comondú (INIFAP 2003, obtenido de INEGI, 1999; SARH, 1994).

El mezquite es un arbusto o árbol espinoso de hasta 10 m de altura; su sistema radical puede alcanzar más de 50 m de profundidad y hasta 15 m en sus laterales; los tallos son

de corteza oscura y ramas con abundantes espinas axilares o terminales. Las hojas son compuestas, bipinnadas con 12 a 15 pares de foliolos oblongos o lineares, de 5 a 10 mm de largo. Las flores son de color amarillo verdoso, agrupadas en racimos, miden de 4 a 10 mm, son bisexuales, actinomorfas, con 5 sépalos y 10 estambres. El fruto es una vaina de color paja o rojizo violáceo; con forma de lomento drupáceo, alargado, recto o arqueado y espiralado en algunos casos, indehiscente, de 10 a 30 cm de longitud, puede ser plano o cilíndrico en la madurez y contiene de 12 a 20 semillas (INIFAP, 2003, obtenido de CONAZA e INE, 2000).

De acuerdo con Turner *et al*. (1995), *P. articulata* es un arbusto o árbol pequeño, espinoso de más de 5 m de alto; presenta un simple par de pinnas (rara vez dos pares), tiene de 6 a 20 pares de foliolos finamente pubescentes a glabros de 2.5 a 12 mm de longitud, la distancia entre foliolos es menor que su ancho; las flores están en racimos y son de igual o de mayor tamaño que las hojas; los frutos son delgados, secos y amargos, miden de 10 a 24 cm de longitud y tienen márgenes ondulados (ver la siguiente figura).

Prosopis glandulosa var. torreyana es un arbusto o árbol pequeño de espinas grandes que alcanza una altura de más de 9 m; tiene de 8 a 20 pares de foliolos en un par de pinnas (rara vez dos pares), de linear a oblongos de 15 a 22 mm de longitud que es de 7 a 9 veces su ancho y generalmente están espaciados de 5 a 6 mm de separación, pueden ser glabros o ciliados con vellosidades cortas en los márgenes; las vainas son de 10 a 25 cm de longitud y de 1 a 1.5 cm de ancho, de color paja cuando maduran (ver la siguiente figura).



Figura IV. 114. Especies de mezquite presentes en Baja California Sur. P. articulata, P. glandulosa, P. palmeri.

Prosopis palmeri o palo fierro, es una arbusto o árbol espinoso de más de 8 m de alto, con 3 a 10 pares de foliolos sobre 1 par de pinnas, los foliolos de 4 a 8 mm de longitud, oblongos y finamente puberulentos a glabros, las hojas son fasciculadas sobre vástagos

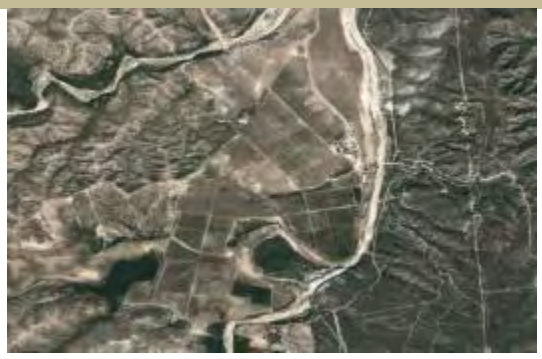
cortos; las flores están en espigas densas de 2 a 5 cm de longitud; el fruto mide de 5 a 12 cm de longitud y alrededor de 1 cm de ancho.



Figura IV. 115. Zona de Mezquitales dentro del Sistema Ambiental Regional.

Pastizal

- *Pastizal cultivado*



Las comunidades vegetales en que el papel preponderante corresponde a las gramíneas se reúnen aquí convencionalmente bajo el nombre de pastizal o zacatal. El conjunto de

esta manera delimitado incluye biocenosis diversas, tanto en lo tocante a su composición florística, como a sus condiciones ecológicas, a su papel en la sucesión, as u dependencia de las actividades humanas y aun a su fisonomía. Mientras la presencia de algunas está determinada claramente por el clima, muchas otras son favorecidas, a menos en parte por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por el hombre y sus animales domésticos (J.Rzedowski, 1978).

Es posible distinguir áreas de cultivo, que por el grado de abandono están siendo colonizadas por algunas gramíneas vivaces. De igual manera existen áreas que carecen de cobertura vegetal, ya sea por el uso como bancos de material, tiraderos, así como áreas de veredas y caminos internos.

- *Pastizal Halófilo*

Comunidad de gramíneas que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; aunque también se encuentran en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Su distribución en el SAR se localiza en algunas porciones de la planicie costera. Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas.

De los pastizales halófilos costeros más sobresalientes cabe mencionar a Distichlis spicata, Sporobolus virginicus y Monantochloë littoralis, que forman una carpeta de baja altura, y los de Spartina y de Uniola, que miden cerca de 1 m de alto. En general las gramíneas dominantes son más bien rígidas y sólo sus partes tiernas constituyen un forraje atractivo para el ganado. Desde luego que las gramíneas no son las únicas plantas que pueden crecer en tales condiciones, pero con frecuencia son las dominantes y las que definen la fisonomía de las comunidades vegetales que ahí habitan.



Figura IV. 116. Zona de Pastizal cultivado dentro del Sistema Ambiental Regional.

Selva

- *Selva Baja Caducifolia*



La vegetación tropical seca de México se ha denominado selva baja caducifolia (SBC) (Miranda y Hernández-X, 1963), mientras que Rzedowski (1978) la denomina bosque tropical caducifolio. Dicho concepto engloba a la vegetación de franca afinidad tropical

cuya principal característica consiste en que la mayor parte de los árboles y arbustos pierden sus hojas al menos durante seis meses debido a la prevalencia de un período sin lluvias (León de la Luz et al., 2012).

Según León de la Luz (2012) el botánico Rzedowski considera que en México dos de los principales factores abióticos que condicionan su distribución son la estacionalidad de la lluvia, predominante durante el verano, y la ausencia de temperaturas de congelamiento en el invierno.

También León de la Luz (2012), establece que según Barradas en 1991 manifestó que los niveles de incidencia de la radiación solar están decididamente controlados por la estacionalidad de la lluvia. De este modo, la radiación fotosintéticamente activa presenta el menor nivel de registro sobre el suelo durante el verano y el otoño (el período de mayor nubosidad y desarrollo del dosel superior), y es máximo en primavera, cuando no existe desarrollo del dosel ni nubosidad, aspecto que modula el crecimiento de anuales, trepadoras y el estrato de arbustivas.

Ahora bien, es importante hacer notar que de acuerdo a lo que establece León de la Luz (2012) la SBC de la península de Baja California ha sido soslayada históricamente por la comunidad de botánicos, según este autor la SBC se encuentra aislada de aquella presente en la vertiente del Pacifico Mexicano por dos barreras, el Desierto Sonorense y el Golfo de California. Esta comunidad vegetal se asienta en las montañas del extremo meridional de la península de Baja California, referida también como Región de Los Cabos y se encuentra bien representada en los cañones que ocupa la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna, por debajo la línea del trópico de Cáncer. Los mapas de vegetación a gran escala (por ejemplo, mayores de 1:1,000,000) señalan que la SBC peninsular no sólo cubre las montañas de la Región de los Cabos, sino se extiende 200 km más al norte, sobre la Sierra de La Giganta.

León de la Luz *et al*. (2000, 2008) indican que la SBC de la península de Baja California, en un gradiente latitudinal de sur a norte, se entremezcla florísticamente con los componentes del matorral desértico, dominante en la península de Baja california, existiendo dos áreas geográficas bien localizadas que marcan la transición entre ambos tipos de vegetación, la extensa planicie aluvial de la Región de Los Cabos y la Sierra de La Giganta.

Finalmente podemos comentar que según León de la Luz *et al*. 2012, la SBC inicia su presencia a 200 m en el extremo meridional de la península y 500 m en el extremo norte (ver la siguiente figura) y termina a los 1,200 m donde inicia el bosque de encinos. En este gradiente latitudinal se presentan dos pisos de vegetación. En el inferior se encuentran en co- dominancia con *Lysiloma microphyllum*, especies como *Albizia occidentalis*, *Bursera epinnata*, *B. microphylla*, *D.filicifolia, Chloroleucon mangense, Colubrina viridis, Cyrtocarpa edulis, Fouquieria diguetii, Jatropha cinerea, J. vernicosa, L. candidum, Pachycereus pecten-aboriginum y Stenocereus thurberi*, mientras que en el superior, a partir de los 700 a 800 m, se presenta la expresión más exhuberante de esta vegetación, y en donde también son comunes especies de géneros propios de las SBC del continente, como Brongniartia, Celtis, Diospyros, Erythrina, Havardia, Pisonia, Randia y Sideroxylon

(Lott y Atkinson, 2006; Salas-Morales *et al*., 2007). Algunas de las especies características de la SBC también se encuentran como dominantes en el matorral sarcocaule de la península de Baja California (INEGI, 1997; León de la Luz *et al*., 2000); por ejemplo, *Bursera microphylla, Fouquieria diguetii, Jatropha cinerea, Lysiloma candidum y Stenocereus thurberi*.

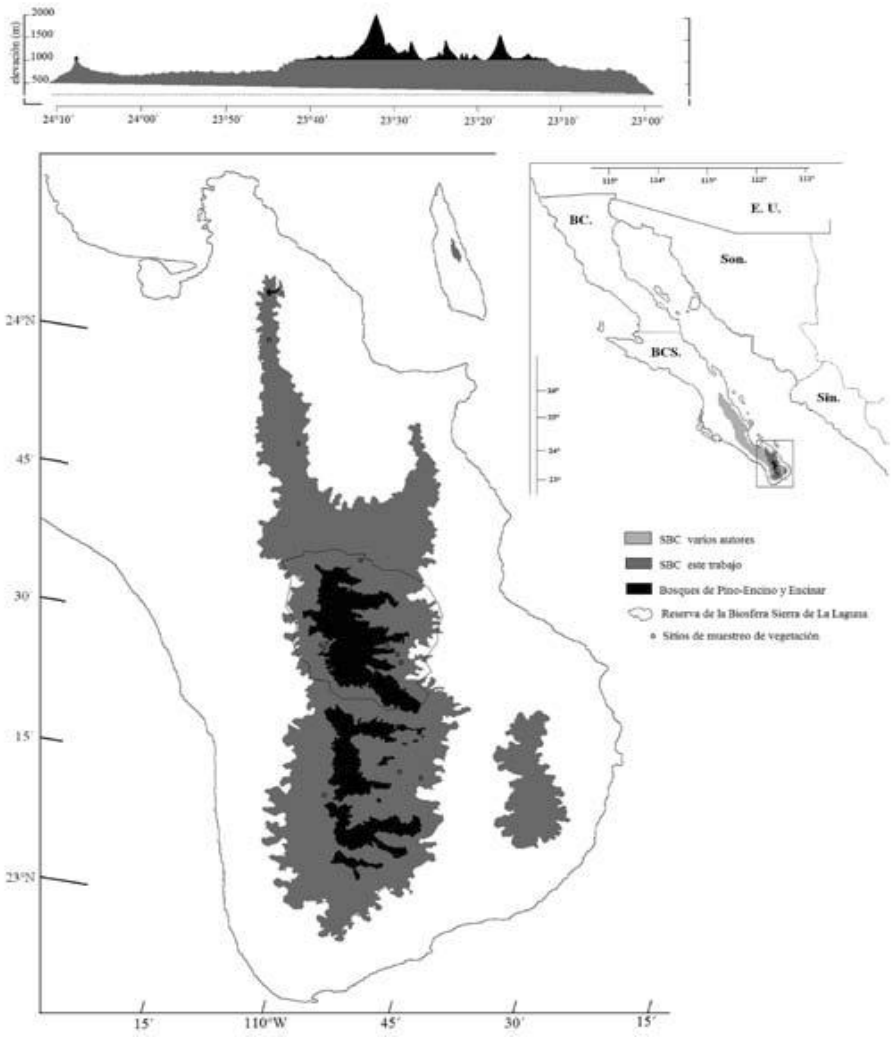


Figura IV. 117. Distribución de la selva baja caducifolia en Baja california Sur. Tomado de León de la Luz et al. 2012.

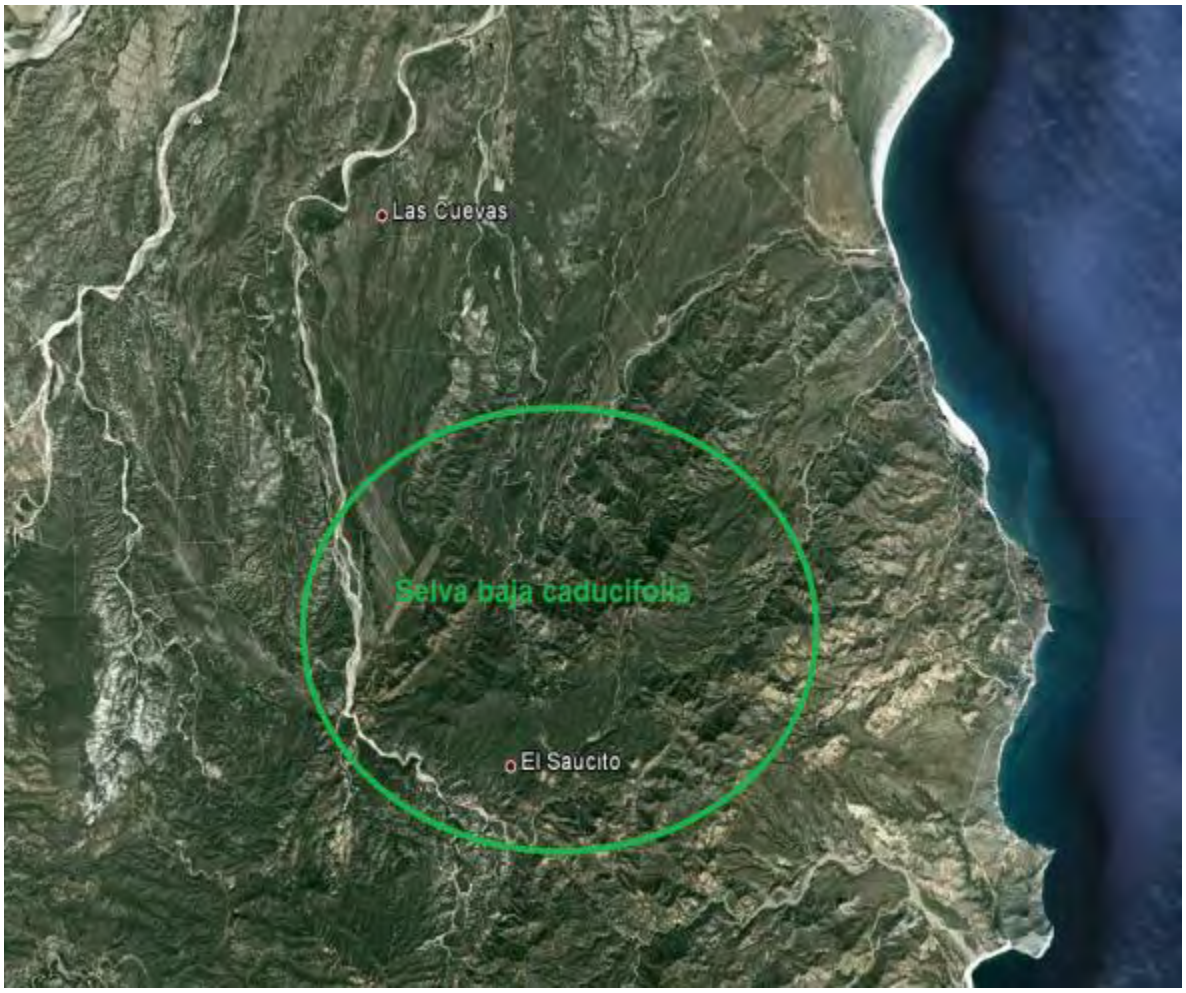


Figura IV. 118. Zona de Selva baja caducifolia dentro del Sistema Ambiental Regional.

Vegetación costera

- *Vegetación costera*



Este tipo de vegetación se establece en el margen costero, sobre acumulaciones de material no consolidado que es depositado a través de diversos procesos eólicos, por

transporte litoral y/o combinadamente por el arrastre de sedimentos a través de arroyos o corrientes superficiales.

La vegetación costeras presenta típicamente una zonación característica que representa diferentes estados de colonización vegetal relacionados con gradientes en las condiciones físicas y climáticas como velocidad del viento, topografía, salinidad en el sustrato, aspersión salina, tamaño de grano del sustrato, etc.

Para la zona central del Golfo donde se inserta el proyecto, no existen estudios específicos de la vegetación costera. Solo como referencia se cita la vegetación norteña de la costa Este de la Región del Cabo. La zona de playa y frente de playa se compone básicamente de *Abronia marítima*, pastos salados como *Sporobolus virginicus* y *Jouvea Pilosa*, además de *Palafoxia linearis* y *Atriplex barclayana*.



Figura IV. 119. Zona de vegetación costera dentro del Sistema Ambiental Regional.

Componentes Ambientales Relevantes a Nivel Regional

La hidrología superficial, específicamente lo correspondiente a los arroyos y cuerpos de agua en toda la península de baja california (Baja California Norte y Baja California Sur) son elementos relevantes donde converge la interacción de intercambio de energía representado por la flora y la fauna. De ahí la importancia de que estos ejes hidráulicos que durante la temporada de lluvias son de gran importancia para la interacción flora y fauna, continúen en el tiempo funcionando.

En el marco del SAR y de los predios del proyecto, los predios del proyecto no afectan de manera significativa este componente relevante como se muestra en la siguiente Figura.

En consideración al respecto, las medidas y acciones que se propongan para mejorar o conservar las condiciones de zonas de arroyos deberá de considerarse su conservación y restauración vía estabilización, reforestación, con el fin de evitar su obstrucción, considerándose a estas vías como fuentes y proveedores de sedimentos y carga orgánica para la zona costera adyacente.

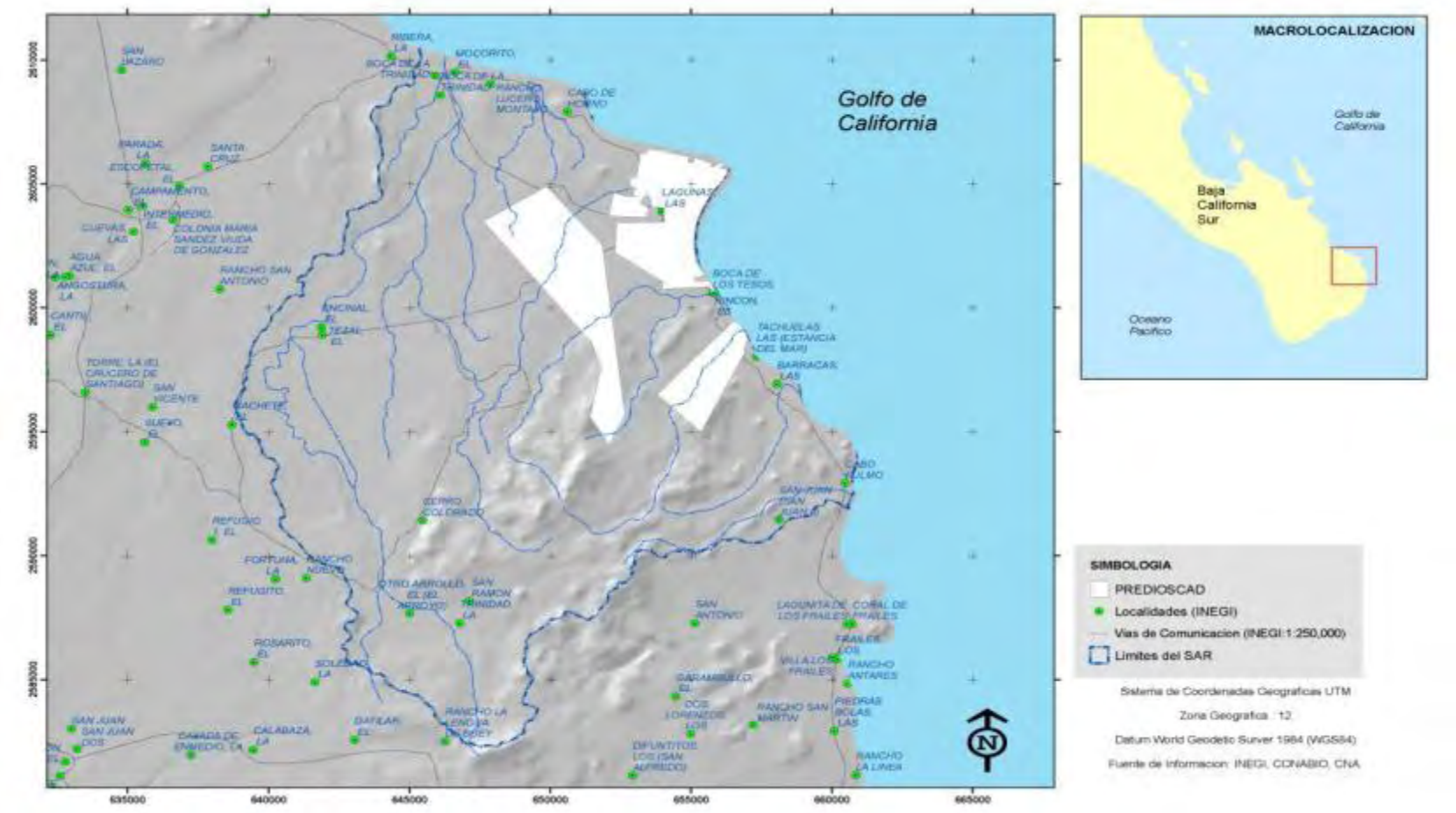


Figura IV. 120. Componente del Medio Físico Relevante: Hidrología Superficial.

Indicadores de la condición del SAR

Retomando la información existente de fuentes oficiales, se observa que las comunidades de vegetación delimitadas en sus bases descriptivas presentan definiciones de deterioro. Esto enfocado a que las comunidades de vegetación que presentan la terminación "con vegetación secundaria" denotan que ha presentado en algún momento un efecto negativo en su estructura natura.

Considerando la información de las fuentes oficiales, y en específico respecto a las áreas que dentro de los límites del Sistema Ambiental Regional concurren áreas de matorral sarcocaule y selva baja caducifolia es importante resaltar esta condición con fines de atender lo referente a la dinámica del ambiente.

La dinámica del ambiente en el sentido negativo por efectos de tipo naturales, antropogénicos y por efectos climáticos permite centrar la atención de su prevención, realizando la mitigación de estos efectos por diferentes vías. Es de considerarse que las acciones que se realicen tengan el sentido de corresponsabilidad con el fin de mejorar las comunidades de vegetación como base de soporte a la interacción flora-fauna.

Presiones Ambientales a nivel SAR

Como soporte a lo mencionado en el apartado anterior y retomando las características asociado a las condiciones y procesos de modificación que se presentan en la región tomando como referencia la información de Antropización del Noroeste de México1 (CONABIO, 2001), nos permite converger en acciones y sinergias positivas cuando estas se detectan.

La cartografía que se menciona presenta una evaluación de las modificaciones ecológico-paisajísticas, y que se basa en la identificación de los cambios que los componentes del paisaje (clima, suelo, flora, fauna, etc.) pueden sufrir a causa de los agentes modificadores (procesos naturales y actividades antrópicas), y a la vez asignarles un grado de intensidad en función de lo auto mitigable, reversible o irreversible de la modificación. Para los fines de este proyecto se han enmarcado en éste los estados de Chihuahua, Sonora, Baja California Norte y Sur.

[1] Soto Esperanza, Margarita; Chiappy Jhones, Carlos; Gama Campillo, Lily; y Giddings, Lorrain. (1998-1999) en CONABIO http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/antropgw.gif.

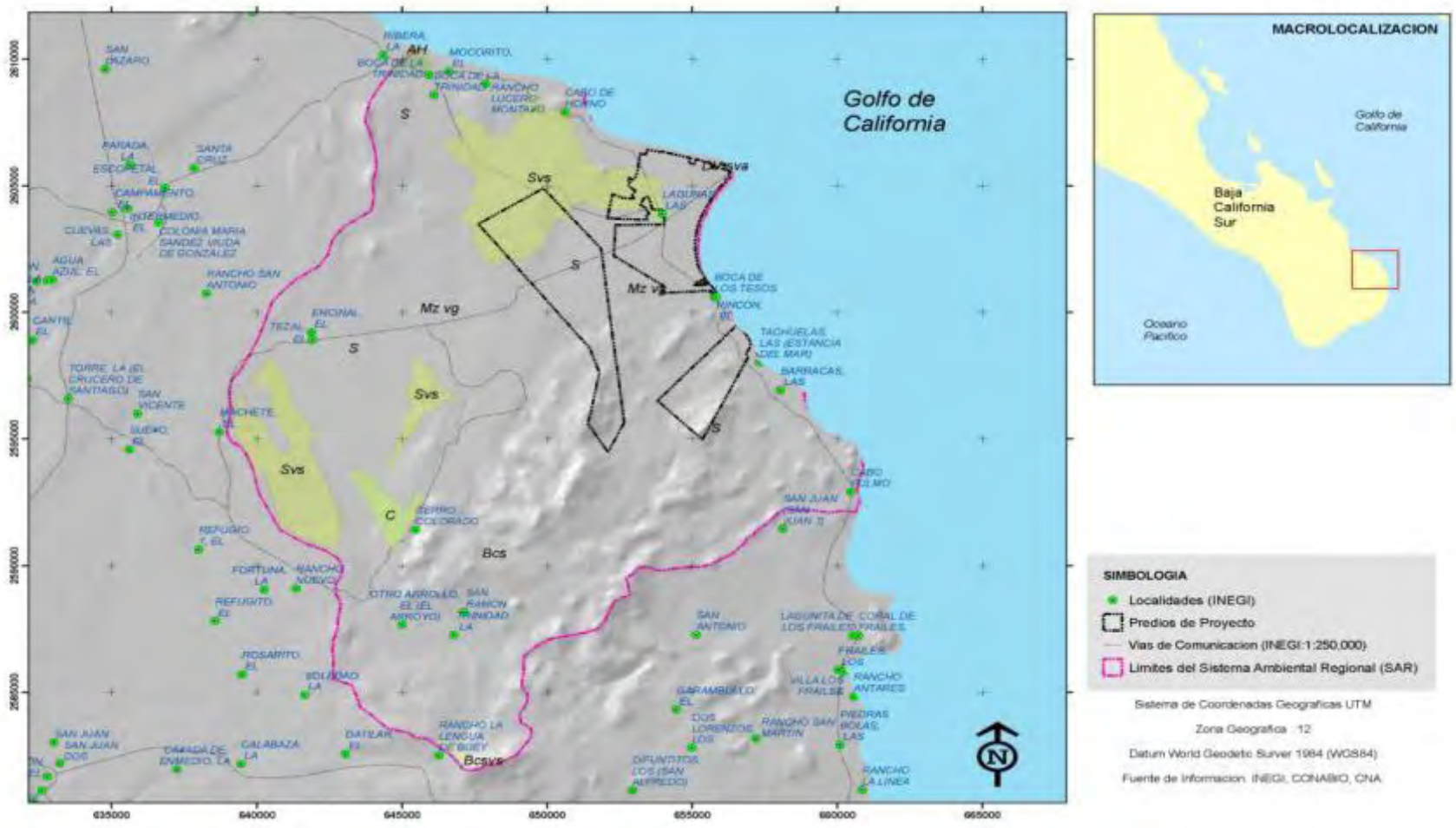


Figura IV. 121. Áreas con Vegetación Secundaria como indicador de condición.

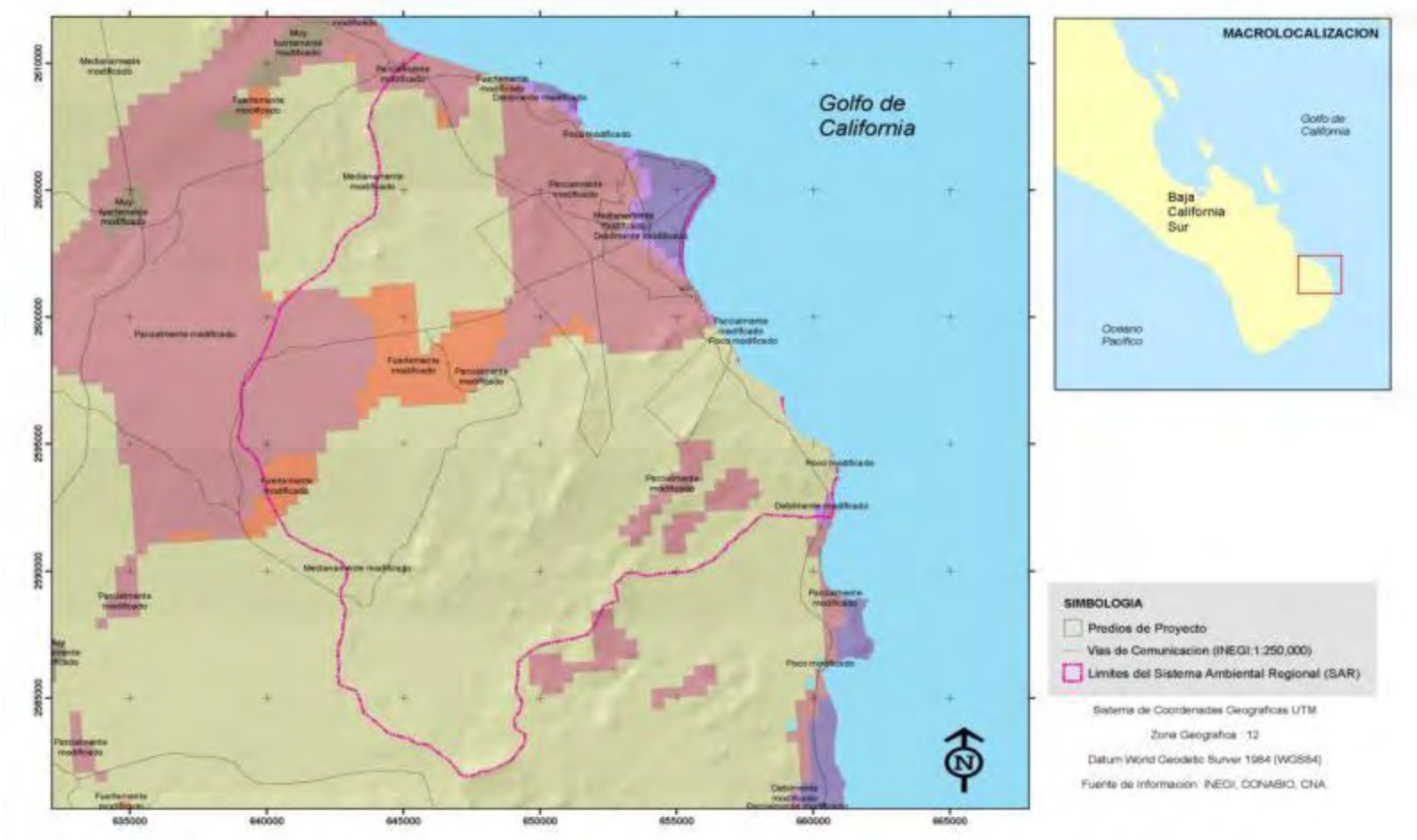


Figura IV. 122. Grado de intensidad de modificación en la zona del SAR del proyecto (Antropización del Noroeste de México).

IV.5.1.4. Vegetación Terrestre a nivel predio

La vegetación presente en los predios del proyecto es primordialmente matorral sarcocaule, vegetación que domina también en el Sistema Ambiental Regional, así como en un contexto Supraregional y hasta estatal, también se ubica vegetación de mezquitales, este tipo de vegetación está asociada a los arroyos, y es importante manifestar que es parte de la zona que se conservará, asimismo, se ubica vegetación de selva baja caducifolia en uno de los predios, y al igual que el mezquital forma parte de la zona de conservación. Finalmente se ubico a la vegetación costera.

Tabla IV.14. Topoformas, Altitud y Tipos de Vegetación en la zona del proyecto.

Topoformas - Geomorfología	**Altitud**	**Tipo de Vegetación**	**Suelo**	**Procesos Erosivos**
Sierra	>200 m	Selva Baja Caducifolia	Cambisol Litosol Regosol	Eólico Hídrica
Lomerío	>10 m < 200	Matorral Sarcocaule	Litosol Regosol	Hídrica
Zona de playa	>1 <10m	Vegetación costera	Regosol Fluvisol	Eólico
Playa	0 -1m			
Arroyos	0 – 670 m	Mezquital		Hídrica

Tabla IV.15. Superficies de vegetación en el predio.

PREDIO	**COMUNIDAD**	**CLAVE**	**ÁREA**	
			M^2	**Has**
1	área sin vegetación aparente	DV vd	1239504.57	123.95
	matorral sarcocaule		10607318.6	1060.732
	matorral sarcocaule con vegetación secundaria	S vs	1740298.86	174.03
	mezquital (incluye huizachal)	Mz vg	382732.082	38.273
2	matorral sarcocaule	S	6183848.9	618.385
3	matorral sarcocaule	S	9090810.1	909.081
	matorral sarcocaule con vegetación secundaria	S vs	4898073.34	489.807
	mezquital (incluye huizachal)	Mz vg	444988.794	44.499
	selva baja caducifolia	Bcs	3122227.73	312.223

Tabla IV.16. Superficies de vegetación por predio

Tipo de vegetación	PREDIO 1
Sin vegetación aparente	123.95
Matorral Sarcocaule	1060.732
Matorral Sarcocaule con vegetación secundaria	174.03
Mezquital (incluye Huizachal)	38.273
Tipo de vegetación	**PREDIO 2**
Matorral Sarcocaule	618.385
Tipo de vegetación	**PREDIO 3**
Matorral Sarcocaule	909.081
Matorral Sarcocaule con vegetación secundaria	489.807
Mezquital (incluye Huizachal)	44.499
Selva baja caducifolia	312.223
Total	**3770.98**

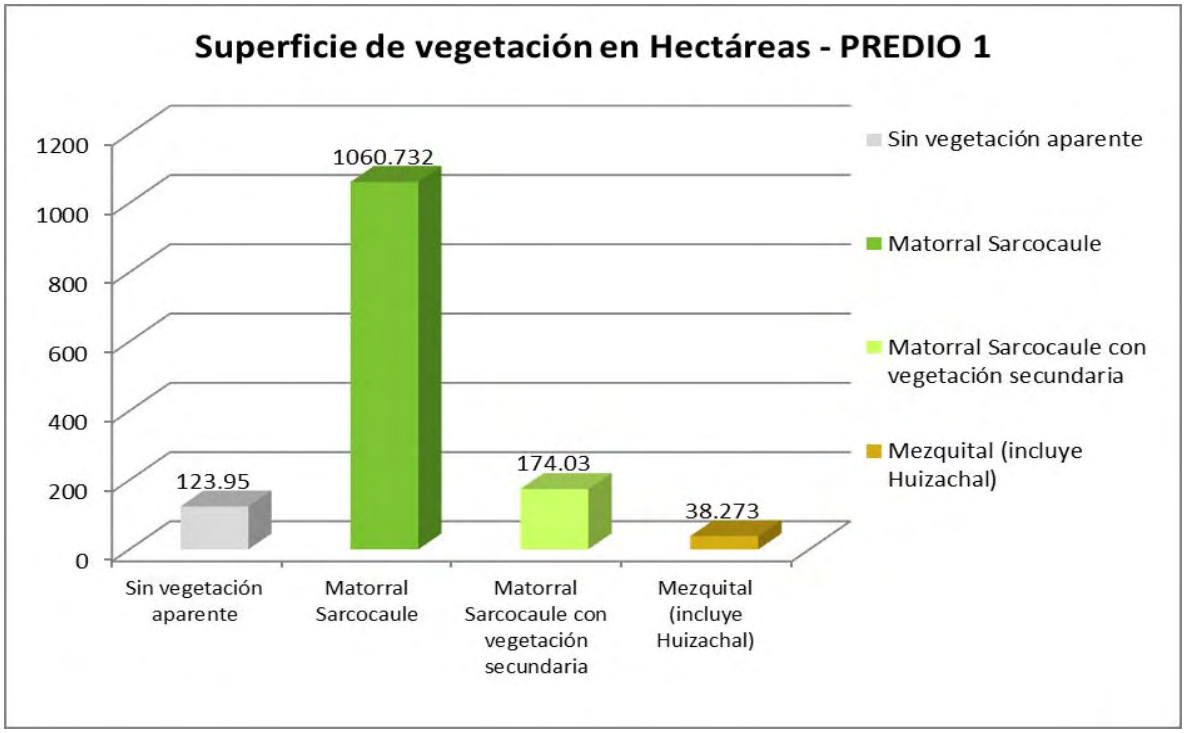


Figura IV. 123. Superficies de vegetación en hectáreas en el predio 1.

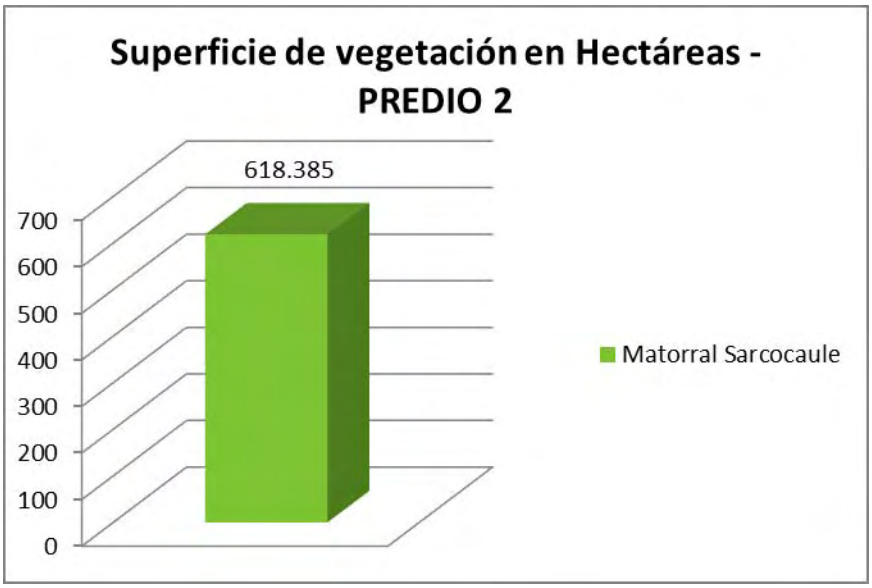


Figura IV. 124. Superficies de vegetación en hectáreas en el predio 2.

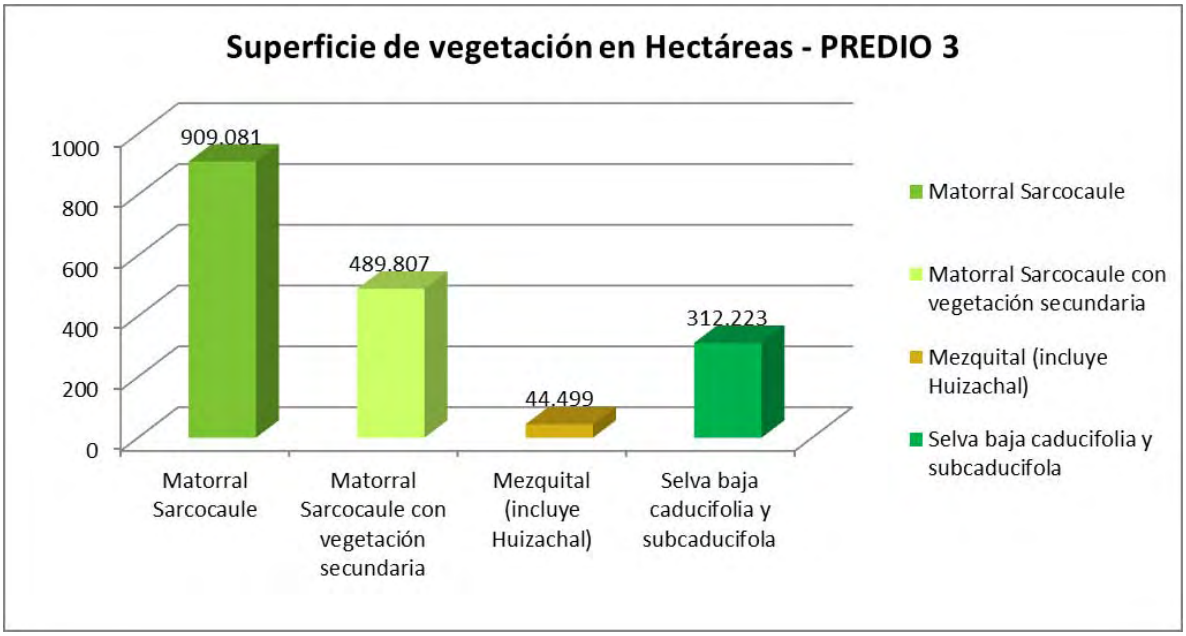


Figura IV. 125. Superficies de vegetación en hectáreas en el predio 3.

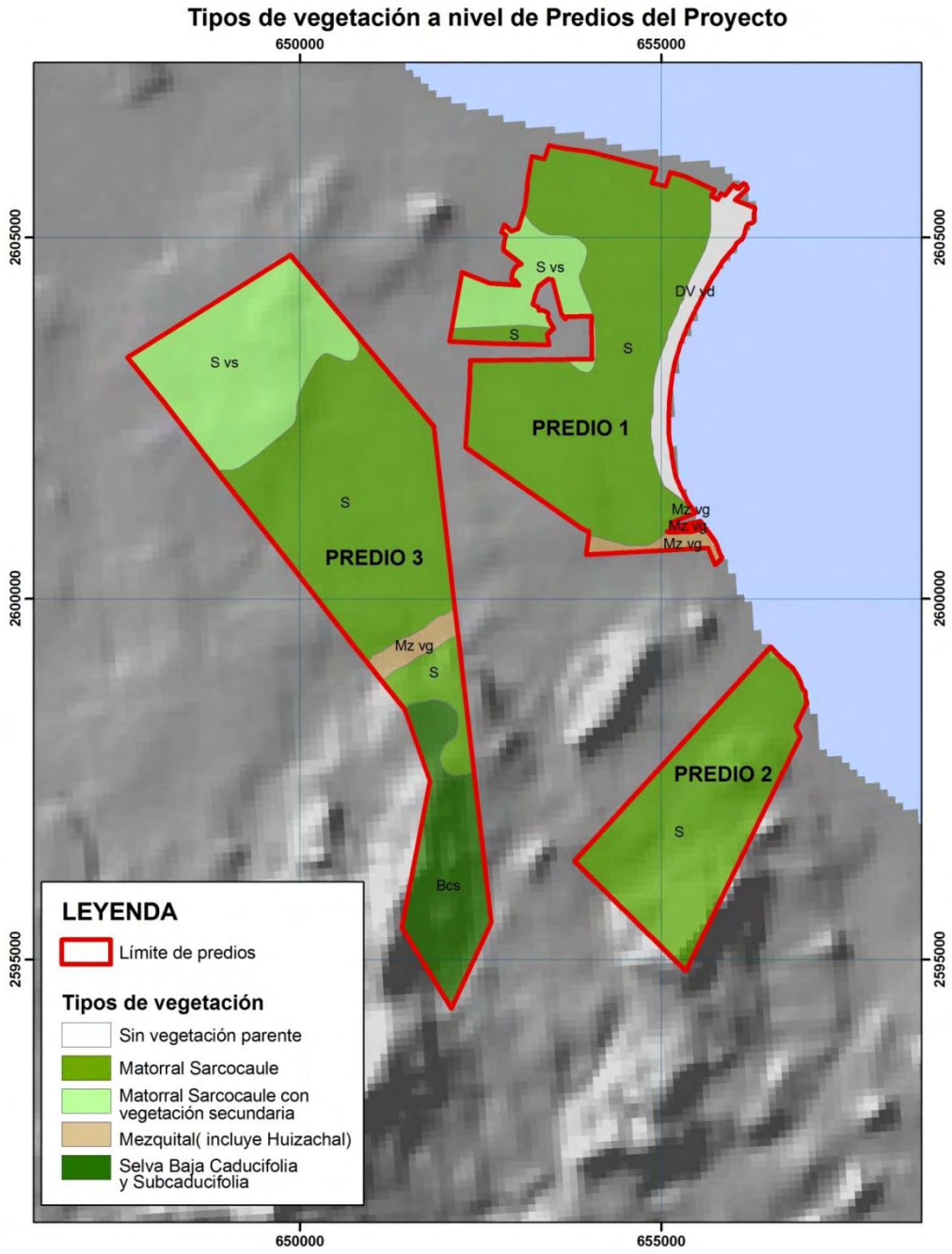


Figura IV. 126. Tipos de vegetación presentes en el predio.

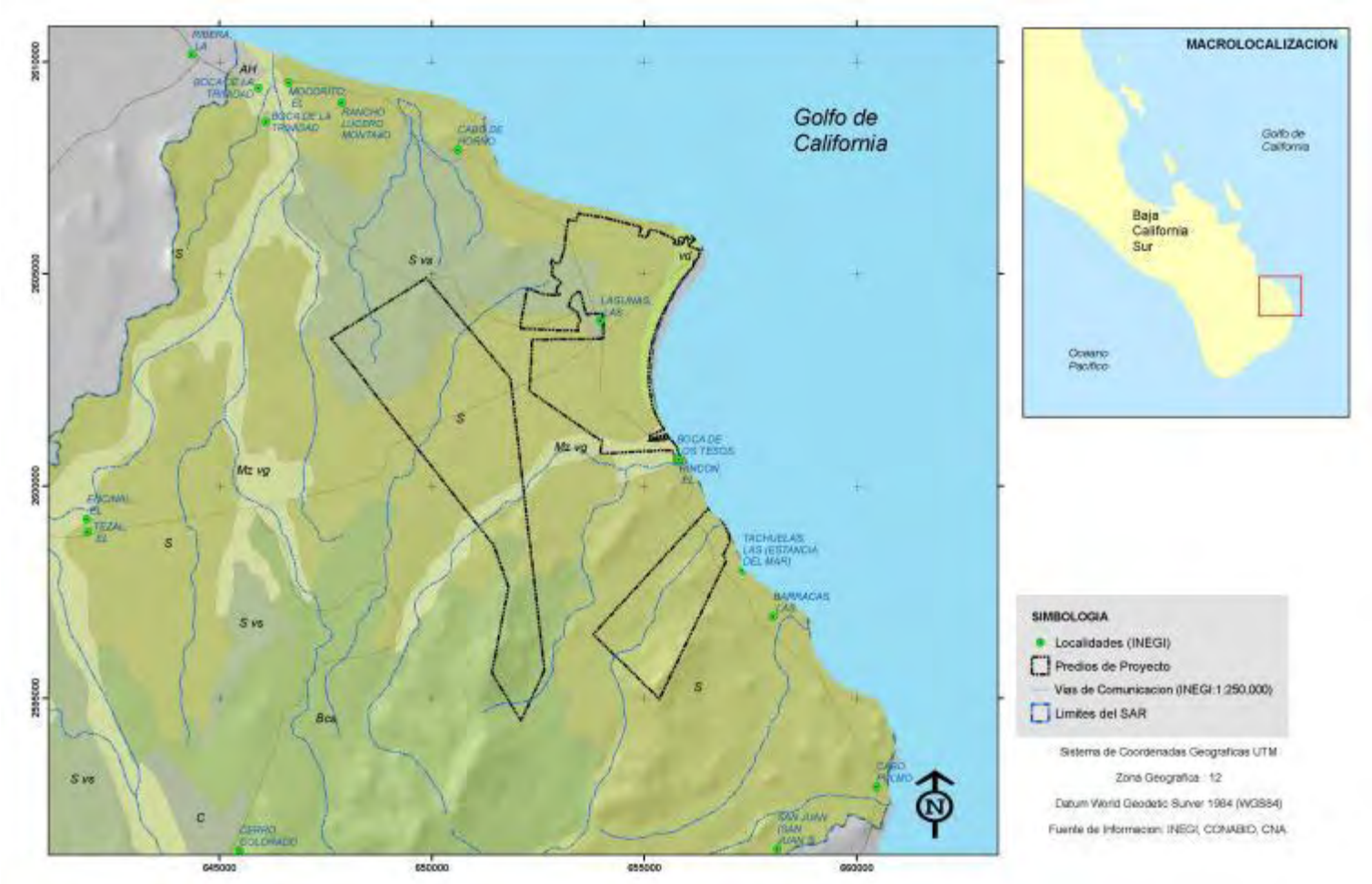
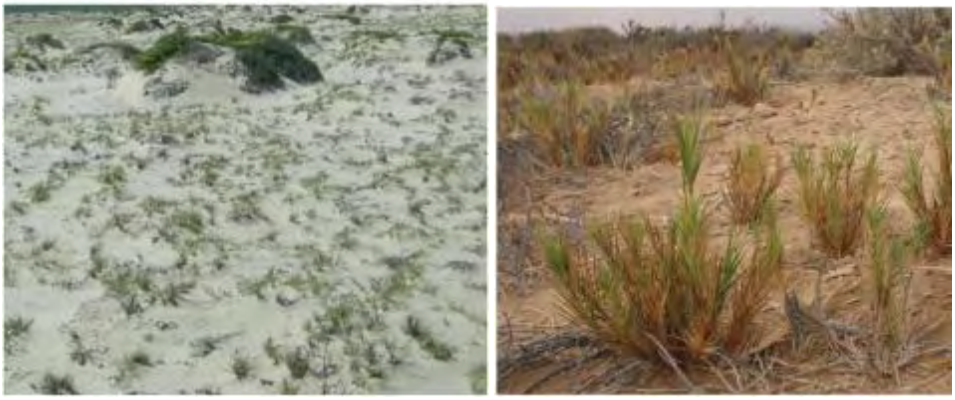


Figura IV. 127. Tipos de vegetación presentes en el predio.

Cabe resaltar que como resultado del esfuerzo de campo se identificaron 93 especies pertenecientes a 43 familia, cerca de un 30 % del total de familias registradas para toda la península de Baja California (Roberts, 1989). En la mayoría de los recorridos en campo se observaron poblaciones conformadas por ejemplares de diversas tallas, lo que refleja un grado de perturbación menor. Sin embargo en los lugares donde se concentran actividades humanas y efectos de fragmentación por barreras (cercos), áreas sujetas a ganadería extensiva, zonas de manejo de corrales temporales, caminos, entre otros, se encontraron especies indicadoras de perturbación como *Bidens ssp* y *Opuntia cholla*.
Las especies más representativas presentes de manera alterna a lo largo de los diferentes puntos de muestreo, pertenecen a los géneros Acacia, Bursera, Diospyros, Euphorbia, Pachycereus, Pithecellobium y Prosopis.

Pastizal Halófilo



La superficie ocupada por este tipo de vegetación se concentra en la zona costera donde predominan la playa. La especie más representativa es el pasto salado (*Sporobolus virginicus y Juvea pilosa*).

Vegetación costera



Esta vegetación se ubica entre los límites de distribución del pastizal halófilo (frente a la playa) en donde se desarrolla vegetación de matorral. Presenta cierto grado de afectación por proceso eólicos, formación de caminos y brechas.

Matorral sarcocaule



La mayor parte de la vegetación existente en los predios del proyecto corresponde a Matorral Sarcocaule, se distribuye desde el límite posterior de la playa. Esta comunidad vegetal presenta casi las mismas especies a lo largo de los sitios de muestreo y es también en la que resulta más evidente el gradiente de costa – sierra, presentando individuos de poca talla cerca de la zona de playa y se incrementa su talla al alejarse de esta zona.

Vegetación de Galería



En los predios del proyecto se identifico esta comunidad vegetal asociada a los arroyos y periferia de los lagos temporales. Cabe aclarar que su delimitación cartográfica obedeció a un criterio de distribución actual y potencial, debido a que la dinámica hidrológica de los arroyos y el lago, ocasiona que el cauce activo y áreas de inundación puedan sufrir modificaciones significativas en periodos cortos de tiempo.

Selva Baja Caducifolia

Esta comunidad vegetal domina la zona de sierra y algunos lomeríos. Las especies características de esta comunidad vegetal son el cardón barbón (*Pachycereus pectenaboriginum*), cajalosuchil (*Plumeria acutifolia*) chilicote (*Erythrina flabelliformis*) Caribe o mala mujer (*Cnidoscolus angustidens*) palo zorrillo (*Cassia emarginata*) palo chino (*Pithecellobium mexicanum*) datilillo (*Yucca valida*), y sobre todo el mauto (*Lysiloma divaricata*) que domina ampliamente esta comunidad vegetal en las laderas de los cañones. Su distribución en los predios del proyecto está determinada principalmente por el gradiente

altitudinal y la coincidencia con cañadas y es solo observable en uno de los tres predios, y es importante resaltar que será parte de la zona de conservación.

Tabla IV.17. Listado florístico en los predios del proyecto, en el cual se indica el nombre científico y común de las especies identificadas, refiriendo las reportadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Agavaceae	*Agave deserti*		
	Agave sobr ia		
	Agave datylio		
	Yucca valida	Datilillo	
Amaranthaceae	*Celosía floribunda*		
Anacardiaceae	*Cytocarpa edulis*	ciruelo	
	Pachycormus discolor	Elefante del desierto	
Apocynaceae	*Vallesia glabra*	Citabaro	
Arecaceae	*Washingtonia filifera*	Wasingtonia	
Aristolochiaceae	*Ar istochia montícolo*	hierba del indio de la región	
Asclepiadaceae	*Asclepia subulata*		
Asteraceae	*Bidens spp.*	Planta Daninha	
	Gochnatia arborescens		
	Porophyllum gracile	pápalo quelite	
Bignomiaceae	*Tecoma stana*		
Burseraceae	*Bursera hindsiana*	Torote Prieto	
	Bursera mycrophylla	Torote Blanco	
	Bursera odorata	Papelillo o Copal Blanco	
Cactaceae	*Bergerocactus emoryi*	Cacto aterciopelado	
	Echinocereus spp.		Pr endémica
	Ferocactus peninsulae		
	Ferocactus pr inglei		
	Machaerocereus gummosus		
	Mammi l lar ia spp.		Pr endémica
	Opunt ia cholla	Pithecellobim dulce	
	Opuntia imbricata	cholla	
	Pachycereus pecten-aboriginum	Wichowaka	
	Pachycereus pringlei	Cardon Gigante	
	Stenocereus gummosus	Pitahaya Agria	
	Stenocereus thurberi	Pitahaya	
	Wilcoxia str iata	Pitayita	

Capparidaceae	*Forchammeria watsonü*	palo de San Jua
Celastraceae	*Maytenus phyllanthoides*	
Cimarubaceae	*Castella tortuosa*	chaparro amargoso
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	beach morningglory
	Jacquemontia abutiloides	campanilla
	Mer rem¡a aurea	
Cucurbitaceae	*Ibervillea sonorae*	coyote melon
Ebenaceae	*Diospyros cal ifornica*	
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus angustidens*	mala mujer
	Cnidoscolus palmeri	
	Euphorbia misero	
	Jatropha cinerea	Lomboy
	Sapium biloculare	jumping bean
	Euphorbia polycarpa	
Fabaceae	*Bauhinia peninsulari*	
	Calliandra cal ifornica	
	Cercidium microphylla	
	Lysiloma candida	Palo blanco
	Lysiloma divor icata	Cuitás
	Parkinsonia aculeata	Palo verde
Fouquieriaceae	*Fouquieria diguetii*	Palo adán
Goodeniaceae	*Scaevola plumierii*	
Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	corona de cristo
Krameriaceae	*Krameria pauciflora*	
Lamiaceae	*Hyptis albida*	
Leguminoceae	*Acacia spp.*	
	Haematoxylon brasiletto	
	Pithecellobium confine	palo fierro
	Pithecellobium dulce	Guamúchil o pinsón
	Pithecellobium flexicaule	
	Pithecellobium undulatum	
	Prosopis spp.	Mesquite
Liliaceae	*Aloe vera*	Sábila
Loasaceae	*Eucnide aurea*	
Malvaceae	*Gossypium davidsonii*	
Martyniaceae	*Proboscidea altheaefolia*	Espuela del diablo
	Proboscidea californiana	
Mimosaceae	*Desmanthus fruticosus*	
Movaceae	*Ficus palmeri*	Higuera de desierto

Onagraceae	*Oenothera deltoides*	
Pedaliaceae	*Peobocidae californiana*	
Phytolaccaceae	*Stegnosperma halimifolium*	amole
Poaceae	*Distichlis spicata*	Grama salada
	Pennistum polystachion	
Poligonaceae	*Antigonon leptopus*	
Portuacaceae	*Portulaca pilosa*	Colacion
Rhamnaceae	*Colubrina glabra*	
	Karwinskia humboldtiana	Coyotillo
	Karwinskia mollis	
Rutaceae	*Esenbeckia flava*	
sapindaceae	*Cardiospermum corindum*	Tronador
Sapotaceae	*Bumelia peninsularis*	Zapotillo
Selaginellaceae	*Selaginella spp.*	siempre viva
Simmondsiaceae	*Simmondsia chinensis*	Jojoba
Solahaceae	*Datura wrightii*	Floripondio
	Lycium brevipes	frutilla
	Solanum hindsianum	Mariola
Sterculiaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros
Strophariaceae	*Naematoloma capnoides*	hongo
Turneraceae	*Turnera difusa*	damiana medicinal
Ulmaceae	*Celtis reticulata*	Almez Americano
Zygophyllaceae	Guaiacum unijugum	

IV.5.2. FLORA MARINA

La zona marina con que colinda Cabo Cortés es esencialmente un arenero, delimitado al Norte y Este por un sistema de fosas que delimitan la plataforma continental y que en la cercanía de Punta Arena se ubican a menos de 40 metros de la línea costera.
En cuanto a su composición predominantemente arenosa, se explica por los aportes de los arroyos tesos y miramar que además de dar origen a la playa. Este sustrato favorece procesos de abrasión que limita significativamente el desarrollo de vegetación o arrecifes coralinos.

IV.5.2.1 Macro Algas

Son muy escasos los trabajos publicados para la zona en cuanto a la ficoflora se refiere, uno de los más completos y que enlista las especies de algas presentes en el SAM (Sistema Ambiental Marino) en cuestión es el de Mateo-Cid y colaboradores en el 2000, quienes reportan para la zona submareal e intermareal, entre 1989 y 1994, 115 especies, 66 de ellas pertenecientes a la clase Rhodophyceae, 23 Phaeophyceae, 4 Bacillariophyceae, 18 Chlorophyceae y 4

Cyanophyceae. Para la zona sur del SAM (Cabo Pulmo) se reportan 68 especies, de las cuales 33 (48.5%) constituyen nuevas registros para el arrecife que sumados a los obtenidos por Anaya y Riosmena (1996) indican que la flora ficológica conocida de Cabo Pulmo puede estar conformada por 93 especies (Mateo-Cid et al. 2000).
Para la zona norte del SAM (Punta Arenas), se reportan 88 especies, debido a que ese lugar se caracteriza por poseer un litoral formado por peñascos, que favorecen la fijación de algas marinas aumentando su diversidad. Las zonas rocosas favorece el crecimiento de las algas, tanto por el sustrato que proveen como por los factores ambientales que interactúan ahí. Por el tipo de sustrato que predomina en Punta Arena, las especies que se desarrollan preferentemente son: *Porphyra hollenbergii*, *Amphiroa beauvosii*, *A. misakiensis, A. valonioides, Botryocladia uvarioides, Gracilaria pachydermatica, Dictyota crenulata, D. friabilias, Padina durvillaei, Cladophora serícea, Phyllodictyon anastomosans* y *Acetabularia pavula*, entre otras (Mateo-Cid et al., 2000).
La diferencia observada entre la zona norte y sur del SAM (Punta Arenas y Cabo Pulmo respectivamente), puede ser atribuible a que en Cabo Pulmo la competencia directa por espacio es mucho más intensa ya que el sur presenta por mucho una mayor cobertura de especies coralinas, mismas que como es sabido son competidoras directas de algas entre otras especies por el recurso espacio.

IV. 5.3. FAUNA TERRESTRE

Zonas Fitogeográficas

Las dos grandes zonas fitogeográficas en Baja California Sur son el Desierto Sonorense, que presenta cuatro regiones bien marcadas, y la zona Árido-Tropical en el extremo sur de la Península que incluye gran parte del distrito de los Cabos. En términos generales, estas regiones botánicas delimitan los hábitats disponibles para los vertebrados terrestres, por lo que presentan bastante coincidencia con los distritos faunísticos. Wilbur (1987) reconoce los distritos faunísticos del desierto del Vizcaíno y de los Cabos.

En la península no hay especies indicadoras que muestren con claridad la separación de las distintas zonas zoogeográficas, como sucede en otras regiones más septentrionales de Norteamérica, sino más bien es la estructura de las comunidades faunísticas las que caracterizan a una región determinada. El aislamiento geográfico de la península y las condiciones climáticas imperantes han modificado profundamente la fauna de vertebrados terrestres de la región, encontrándose muchas especies en hábitats diferentes a los que normalmente se les encuentra más al norte. Básicamente la fauna de vertebrados terrestres es de origen neártico y sólo han permanecido algunos elementos de origen neotropical.

Las regiones faunísticas de México se dividen en Neártica y Neotropical[2], el Sistema Ambiental se encuentra en la región Neártica, la cual comprende las zonas áridas y semiáridas del norte

[2] http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/vegfauna/regiones.cfm

de México, las zonas templadas y frías de las sierras Madre Oriental y Occidental y las sierras volcánicas del centro del país. Los ecosistemas que predominan en esta región son los matorrales desérticos, el chaparral, el pastizal, los matorrales semiáridos, los bosques templados y los matorrales asociados que se encuentran en el norte y centro de México (Cervantes, 2007). Cada una de estas regiones presenta una fauna característica que refleja, en gran medida, el grado de aislamiento biogeográfico que han tenido en su historia geológica.

Las comunidades que forman la fauna terrestre están constituidas por un conjunto complejo de especies de animales silvestres, y que conjuntamente con las comunidades de los demás reinos bióticos interactuantes y el medio abiótico, dan forma a los ecosistemas locales, en los cuales cada especie tiene su lugar en la trama trófica y en el flujo de energía, ocupando niveles tróficos específicos en el ciclo de los nutrientes del ecosistema, y en el reciclaje natural de la materia.

Los ecosistemas que predominan en el Sistema Ambiental Selva Baja Subcaducifolia, Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea, Matorral Sarcocaule, Matorral sarcocaule con vegetación secundaria, Pastizal cultivado, Vegetación costera y Mezquital - Vegetación de Galería asociada a arroyos, Área sin Vegetación Aparente y Asentamiento Humano por lo que los grupos de aves, mamíferos, anfibios y reptiles que habitan esta región se encuentran adaptados a las condiciones de temperatura y humedad extrema que caracterizan estos ecosistemas.

Para identificar a las especies que se encuentran dentro del Sistema Ambiental y los predios del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Trabajo de gabinete: Búsqueda bibliográfica de información referente a fauna en el Sistema Ambiental; y
- Trabajo de campo: Se realizó un muestreo en el Sistema Ambiental, intensificando esfuerzos en las zonas que se verán afectadas por el desarrollo del Proyecto. Este trabajo se realizó en dos épocas del año, en temporada de secas y después de la temporada de lluvias.

El trabajo de gabinete permitió obtener el número de especies con distribución potencial en el Sistema Ambiental Regional, reportando 382 aves, 92 mamíferos, 29 reptiles y 2 anfibios
Durante este trabajo se registraron 377 individuos de aves correspondientes a 46 especies de aves, 130 organismos de 17 especies de mamíferos, 113 individuos de reptiles de 12 especies y 3 ejemplares de anfibios pertenecientes a una especie.

IV.5.3.1 AVES

El trabajo de campo consistió en muestreos en los predios del proyecto durante 12 días en el mes de julio y agosto. Para la parte de aves se siguió un método de búsqueda libre, moviéndose a lo largo de caminos y veredas que atravesaran y bordearan los predios. Se realizaron censos de aves en 56 diferentes puntos distribuidos a lo largo de dichos caminos y veredas asignando una referencia de GPS a cada ave en cada lugar y se hicieron 330 registros individuales. Reportándose un total de 52 especies de aves en la zona. Las especies se determinaron con base en las guías de campo de Peterson y Chalif (1989); Howell y Webb (1995); Edward (1998); y Sibley (2003).

De los muestreos realizados se obtuvo que durante el inicio de temporada de lluvias se observáron especies de aves que no se habían presentado durante la temporada de secas, especialmente en la zona de las “lagunas temporales”, lo cual se debe a que durante la temporada húmeda éstas se inundan adquiriendo función de hábitat de aves acuáticas. Ejemplo de lo anterior, fueron la presencia del picopando canelo, el zarapito trinador, el playero alza colita y el pata amarilla menor, los cuales fueron observados exclusivamente en la temporada húmeda.

Por otro lado, a lo largo de los diferentes puntos de muestreo, se registró similitud en la presencia y abundancia de especies encontradas (Carpintero del desierto, Matraca del desierto, Cardenal, Copetón cenizo, Paloma de ala blanca, Chara californiana etc.). Lo anterior, se debe a la homogeneidad vegetal y de topoformas existentes en la zona de estudio. La asociación solo variaba para algunas aves asociadas a tipos particulares de vegetación, como resultó evidente con el Zacatonero de garganta negra en la zona de playa, o el caso de las aves marinas asociadas a la playa.

Lo más relevante que se obtuvo durante los recorridos por los arroyos, fue que las aves se movían y forrajeaban entre las zonas con vegetación más densa (vegetación de galería) y solo usaban las zonas de las laderas, con vegetación más separada y más seca, por lo que lo emplean como un corredor biológico para desplazarse.

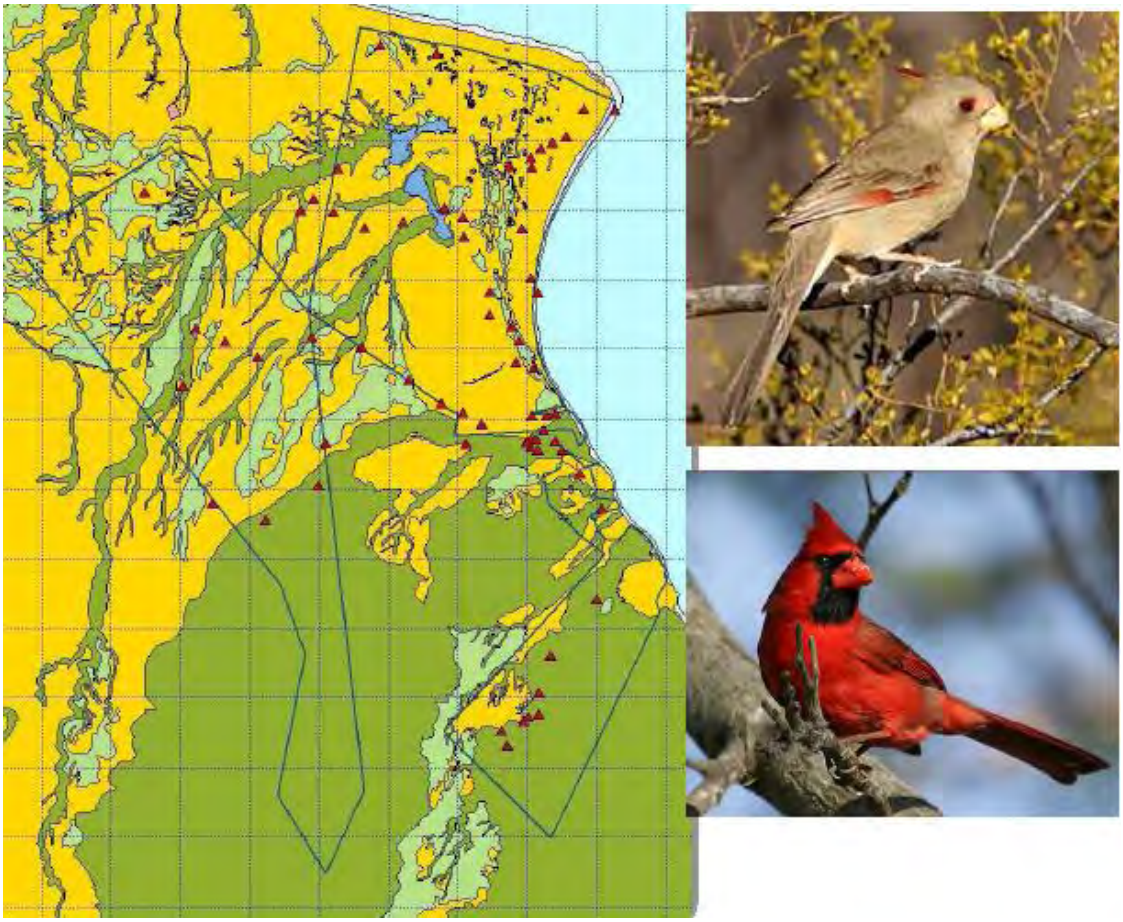


Figura IV. 128. En el mapa se presenta los puntos de muestreo y recorridos de observación de aves. Las fotografías que se presentan en la misma figura corresponden a las especies Cardinalis cardinalis (hembra café, macho en color rojo).

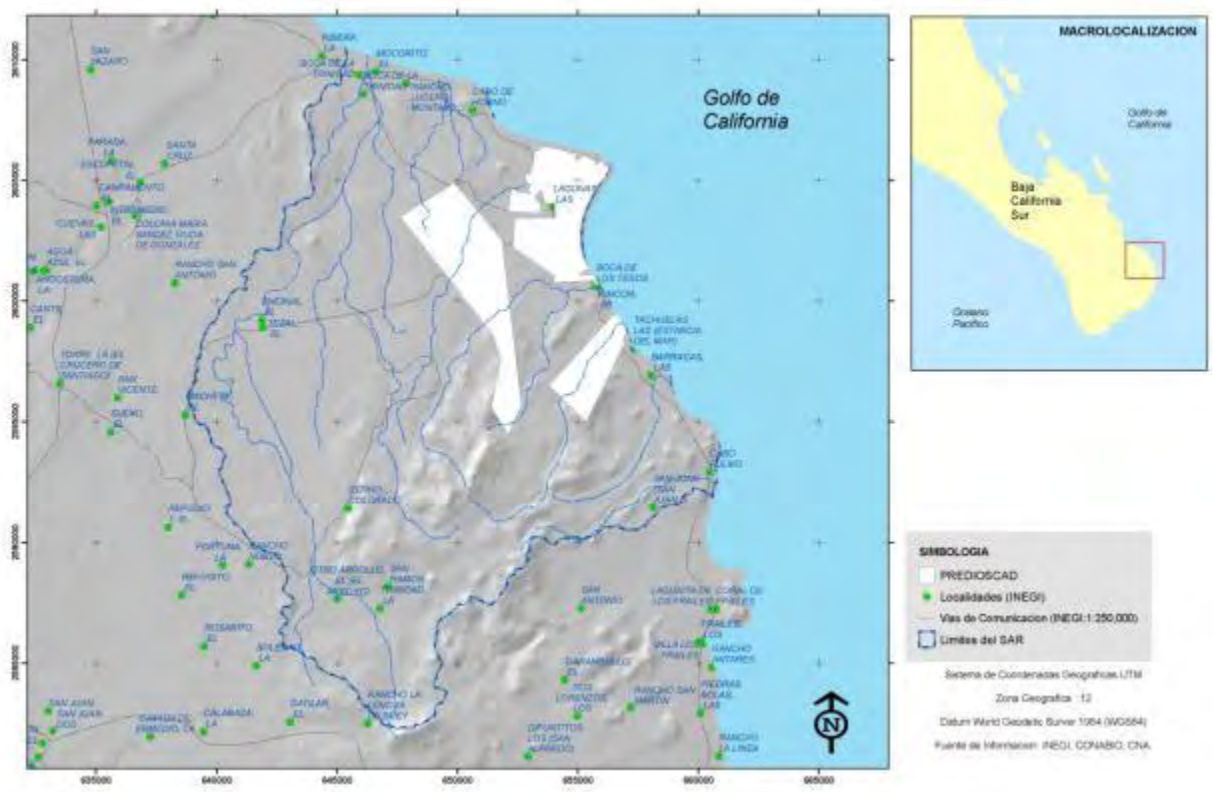


Figura IV. 129. Áreas donde se presentan los arroyos, los cuales por los tipos de vegetación presentes generan condiciones de distribución y presencia de aves similares a las encontradas en el muestreo realizado.

A continuación se describe la riqueza de especies de las comunidades faunísticas encontradas en el Sistema Ambiental Regional y en los predios del Proyecto.

Riqueza específica y abundancia

La riqueza específica observada en los predios del Proyecto corresponde a 52 especies, las cuales pertenecen a 12 órdenes, 22 familias y 52 géneros. Las familias más representativas son Scolopacidae, Accipitridae y Laridae.

El 21% de las aves en la zona del proyecto y áreas de influencia se tiene que son aves que corresponden a hábitat costero, el 79% correspondió a aves de hábitat terrestres.

Tabla IV.18. Listado de aves reportadas en campo, indicando las especies endémicas.

Familia	Genero	Especie	Subespecie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Accipitridae	*Buteo*	*albonotatus*		Aguililla aura	Pr	no endémica
	Buteo	*jamaicensis*		Aguililla cola roja	P	endémica
	Circus	*cyaneus*		Aguilucho pálido		
	Pandion	*haliaetus*		Milano coliblanco		
Aegithalidae	*Psaltriparus*	*minimus*	grindae	Sastrecillo de La Laguna	Pr	endémica
Caprimulgidae	*Chordeiles*	*acutipennis*		Tapacaminos		
Cardinaliae	*Cardinalis*	*sinuatus*		Pyrrhuloxia		
Cardinalidae	*Cardinalis*	*cardinalis*		Cardenal rojo	Pr	endémica
Cathartidae	*Cathartes*	*aura*		Jote de cabeza colorada		
Charadriidae	*Charadrius*	*alexandrinus*		Frailecillo Blanco		
Columbidae	*Columbina*	*passerina*		Tórtola coquita	A	endémica
	Zenaida	*asiatica*		Paloma Ala Blanca		
Corvidae	*Aphelocoma*	*californica*		Chara pecho rayado		
	Corvus	*corax*		Cuervo		
Cuculidae	*Geococcyx*	*californianus*		Correcaminos		
Emberizidae	*Amphispiza*	*bilineata*	carmenae	Zacatonero garganta negra	A	no endémica
	Pipilo	*erytrophtalmus*	magnirostris	Toquí pinto de La Laguna	Pr	no endémica
	Spizella	*breweri*		Gorrión de Brewer		
Falconidae	*Caracara*	*cheriway*		Caracara común		
	Falco	*spaverius*		American Kestrel		
	Falco	*columbarius*		El Esmerejón		
Fregatidae	*Fregata*	*magnificens*		Fragata Magnífica		
Hirundinidae	*Tachycineta*	*thalassina*		Golondrina verdemar		
Icteridae	*Icterus*	*cucullatus*		Bolsero cuculado		
	Molotrus	*ater*		Chanates		

Laniidae	*Lanius*	*ludovicianus*		Verduguillo		
Laridae	*Larus*	*atualla*				
	Larus	*heermanni*		Gaviota ploma	Pr	no endémica
	Larus	*livens*		Gaviota pata amarilla	Pr	no endémica
	Sterna	*forsteri*		Gaviota de Forster		
Mimidae	*Mimus*	*polyglottos*		Ruiseñor		
	Toxostoma	*longirostris*		Cuitlacoche pico largo		
Odontophoridae	*Callipepla*	*californica*		Codornizde California		
Pelecanidae	*Pelecanus*	*occidentalis*		Pelícano pardo		
Picidae	*Melanerpes*	*uropygialis*		Carpintero de Gila		
	Picoides	*scalaris*		Carpintero mexicano		
Remizidae	*Auriparus*	*flaviceps*		Verdín		
Scolopacidae	*Actitis*	*macularius*		Playerito alzacolita		
	Calidris	*alba*		Playero Arenero		
	Limosa	*fedoa*		Aguja Jaspeada		
	Numenius	*phaeopus*		Zarapito		
	Tringa	*flavipes*		Archibebe patigualdo chico		
Sylviidae	*Polioptila*	*californica*	atwoodi	Perlita californiana	A	no endémica
	Polioptila	*melanura*		Perlita del desierto		
	Polioptila	*caerulea*		Perlita azuleja		
Trochilidae	*Calypte*	*costae*		Colibrí cabeza violeta		
Troglodytidae	*Campylorhynchus*	*brunneicapillus*		Matraca del desierto		
Turdidae	*Catharus*	*guttatus*		Zorzal cola rufa		
Tyrannidae	*Sayornis*	*saya*		Papamoscasllanero		
	Empidonax	*wrightii*		Mosqueta Gris		
	Myiarchus	*cineracens*		Copetón Cenizo		
Tytonidae	*Tyto*	*Alba*		Lechuza de campanario		

Las especies más abundante en los predios del proyecto son *Cardinalis cardinalis*, *Campylorhynchus brunneicapillus Zenaida asiática, Melanerpes uropygialis,* con un registro de mas de 30 individuos y observada en grupos de 3 a más de 10 organismos. Las especies *Cathartes aura, Aphelocoma californica Auriparus flaviceps Myiarchus cineracens* reportaron una abundancia absoluta de 21 a 10 individuos, por lo que se les considera como comunes. Las demás especies se consideran como raras ya que de cada una se registraron únicamente 10 individuos o menos.

IV.5.3.2. Herpetofauna

Durante la búsqueda bibliográfica realizada para este grupo faunístico solamente se encontró un registro de anfibio (*Buffo punctatus*) con distribución potencial para el Sistema Ambiental Regional. Mientras que para el grupo de los reptiles se encontraron 27 especies potenciales.

Se realizaron recorridos a distintas horas del día dentro del Sistema Ambiental para confirmar que estas especies se encuentran dentro de éste, capturando los ejemplares manualmente La identificación se realizó siguiendo la clave taxonómica de Lemos-Espinal y Smith (2009).

Para la realización del trabajo en campo, se utilizó la técnica conocida como “Búsqueda directa no restringida”. Este es el método más simple y frecuentemente utilizado en el levantamiento de inventarios. Consiste en efectuar caminatas diurnas y nocturnas, en busca de anfibios y reptiles, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto buscar en todos los lugares posibles). Puede aportar información de manera relativamente rápida acerca de cuáles especies están presentes y con qué abundancias relativas aproximadas en un sitio homogéneo o bien, por cada estrato de muestreo en un sitio heterogéneo. No obstante, esta técnica no es suficientemente rigurosa como para cuantificar de manera adecuada otros indicadores más finos, como la densidad (= individuos/área).

Se elaboró también, un listado de especies que ocurren a nivel regional y a nivel local, obtenidos de trabajos similares, a fin de apoyar la búsqueda e identificación de especies. Cuando fue posible, se tomo una o varias fotografías digitales a los individuos, a fin de no colectarlos y poder identificarlos utilizando las claves y consultando material de colecciones científicas.

Cada sitio de muestreo y registro fue georeferenciado con un GPS marca Garmin III plus. Los sitios de muestreo, por cada una de las salidas, fueron los que se muestran en la siguiente Figura. Se establecieron 73 puntos de muestreo, en los cuales se realizaron recorridos de distancias variables de entre 50 a 500 m dentro de la vegetación circundante para la búsqueda de ejemplares. La mayoría de los puntos de muestreo se identificaron con base a las áreas de ocupación del proyecto.

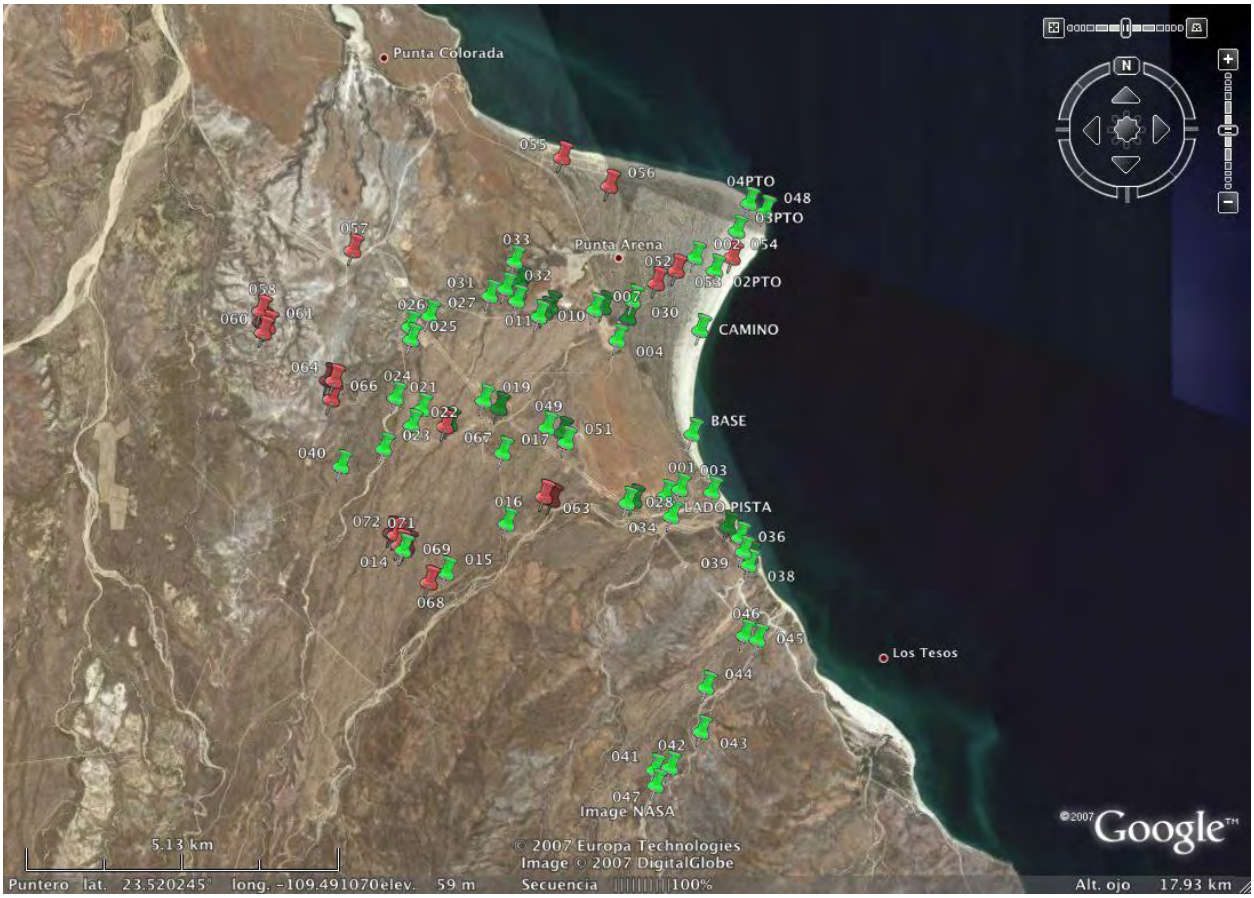


Figura IV. 130. Ubicación de los sitios de muestreo para herpetofauna.

Riqueza específica y abundancia de herpetofauna

La riqueza específica de herpetofauna en los predios del proyecto es de 1 especie de anfibio y 17 especies de reptiles (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La familia con mayor número de especies es Phrynosomatidae con 8 especies, seguida de Iguanidae con 2 especies, cada una de las familias restantes cuentan con dos o una especie.

Tabla IV.19. Riqueza especifica de herpetofauna en los predios del proyecto.

Familia	Genero	Especie	Subespecie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Bufonidae	*Bufo*	*punctatus*		Sapo de puntos rojos	-	-
Crotaphytidae	*Gambelia*	*copei*		Lagartija leopardo	-	-
Gekkonidae	*Hemidactylus*	*frenatus*		Gueco besucón	-	-
Gekkonidae	*Phyllodactylus*	*xanti*		Salamanquesa del Cabo	Pr	endémica
Iguanidae	*Ctenosaura*	*hemilopha*		Iguana espinosa de Sonora	Pr	endémica
Iguanidae	*Ctenosaura*	*conspicua*		Iguana cola espinosa de la Isla San Esteban	-	-
Iguanidae	*Dipsosaurus*	*dorsalis*		Iguana del Desierto	-	-
Phrynosomatide	*Callisaurus*	*draconoides*		Lagartija cachorra	A	no endémica
Phrynosomatide	*Phrynosoma*	*coronatum*		Lagarto cornudo	-	-
Phrynosomatide	*Sceloporus*	*zosteromus*		Lagartija escamosa de San Lucas	Pr	endémica
Phrynosomatide	*Sceloporus*	*occidentalis*		Lagartija o cachora	-	-
Phrynosomatide	*Urosaurus*	*lahtelai*		Lagartija-arbolera de BC	A	endémica
Phrynosomatide	*Urosaurus*	*nigricaudus*	nigricaudus	Lagartija-arbolera cola negra	A	endémica
Phrynosomatide	*Urosaurus*	*graciosus*		Cachorra	-	-
Phrynosomatide	*Uta*	*stansburiana*	martinensis	Lagartija-costado manchado común	A	endémica
Scincidae	*Eumeces*	*skiltonianus*			-	
Teiidae	*Cnemidophorus*	*hyperythrus*	*beldingi*	Huico garganta anaranjada	Pr	endémica
Viperidae	*Crotalus*	*ruber*		Serpientes de Cascabel	Pr	no endémica

Tabla IV.20. Especies y abundancia de herpetofauna en los predios del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia
Bufonidae	*Bufo punctatus*	Sapo de puntos rojos	1
Crotaphytidae	*Gambelia copei*	Lagartija leopardo	3
Gekkonidae	*Hemidactylus Frenatus*	Gueco besucón	1
Gekkonidae	*Phyllodactylus Xanti*	Salamanquesa del Cabo	1
Iguanidae	*Ctenosaura hemilopha*	Iguana espinosa de Sonora	2
Iguanidae	*Ctenosaura Conspicua*	Iguana cola espinosa de la Isla San Esteban	1
Iguanidae	*Dipsosaurus Dorsalis*	Iguana del Desierto	4
Phrynosomatide	*Callisaurus draconoides*	Lagartija cachorra	30
Phrynosomatide	*Phrynosoma Coronatum*	Lagarto cornudo	1
Phrynosomatide	*Sceloporus zosteromus*	Lagartija escamosa de San Lucas	6
Phrynosomatide	*Sceloporus occidentalis*	Lagartija o cachora	3
Phrynosomatide	*Urosaurus lahtelai*	Lagartija-arbolera de BC	1
Phrynosomatide	*Urosaurus nigricaudus*	Lagartija-arbolera cola negra	9
Phrynosomatide	*Urosaurus graciosus*	Cachorra	2
Phrynosomatide	*Uta stansburiana*	Lagartija-costado manchado común	2
Scincidae	*Eumeces skiltonianus*		3
Teiidae	*Cnemidophorus hyperythrus*	Huico garganta anaranjada	13
Viperidae	*Crotalus ruber*	Serpientes de Cascabel	1

La especie más abundante es *Callisaurus draconoides* con 30 organismos registrados durante los muestreos de campo. Las que se consideran comunes son el Huico garganta anaranjada *Cnemidophorus hyperythrus* con 13 registros, la Lagartija-arbolera cola negra *Urosaurus nigricaudus* con 9 y Lagartija escamosa de San Lucas *Sceloporus zosteromus* con 6. Por último, las especies restantes se consideran como raras al presentar de 4 a 1 registros.

Para el caso de los reptiles, la distribución potencial, ha decidido asumir un principio de cautela con respecto a las especies observadas.

Esto se motiva en que gran parte de los micro-endemismos reportados para la Región son reptiles. Considerando la diversidad topográfica y la movilidad de este grupo, se considera factible que el número de especies existentes sea mayor a las observadas, sin embargo resulta muy complicado ofrecer un parámetro de diferencia.

IV.5.3.4. MAMÍFEROS

Para corroborar la distribución potencial de mamíferos dentro del Sistema Ambiental Reginal se llevaron a cabo muestreos de campo mediante la instalación de trampas Sherman y Tomahawk, fototrampeo. También se consideraron los registros indirectos como huellas,

excretas frescas y madrigueras activas, que permiten corroborar la existencia de varias especies sin necesidad de avistarlas o capturarlas.
Horarios de los muestreos llevados a cabo.

a. Trampas tipo Sherman (mamíferos menores).
b. Recorridos nocturnos (10:00pm – 2:00am)
c. Recorridos matutinos (5:00am – 10:00am)

La instalación de trampas tipo Sherman se hizo a cada 200 m de distancia entre si, con la finalidad de cubrir sitios de muestreo igual a 1km (5 trampas en 1000 metros). Ligado a la instalación de trampas se colecto información de la observación directa de mamíferos en estos transectos, en donde se abarco un total de 50 metros de ancho de la línea central del transecto. Los recorridos nocturnos y matutinos se llevaron a cabo utilizando la observación directa, huellas y excretas, así como contabilización de las especies observadas. La mayoría de los recorridos estuvieron asociados a la cercanía de los caminos de acceso a los predios debido a las restricciones existentes de cercos en los predios del Proyecto.

En la siguiente figura se presenta los sitios de muestreo y recorridos de observación de mamíferos. Las fotografías que se presentan en la misma figura corresponden a algunas de las especies registradas en campo.

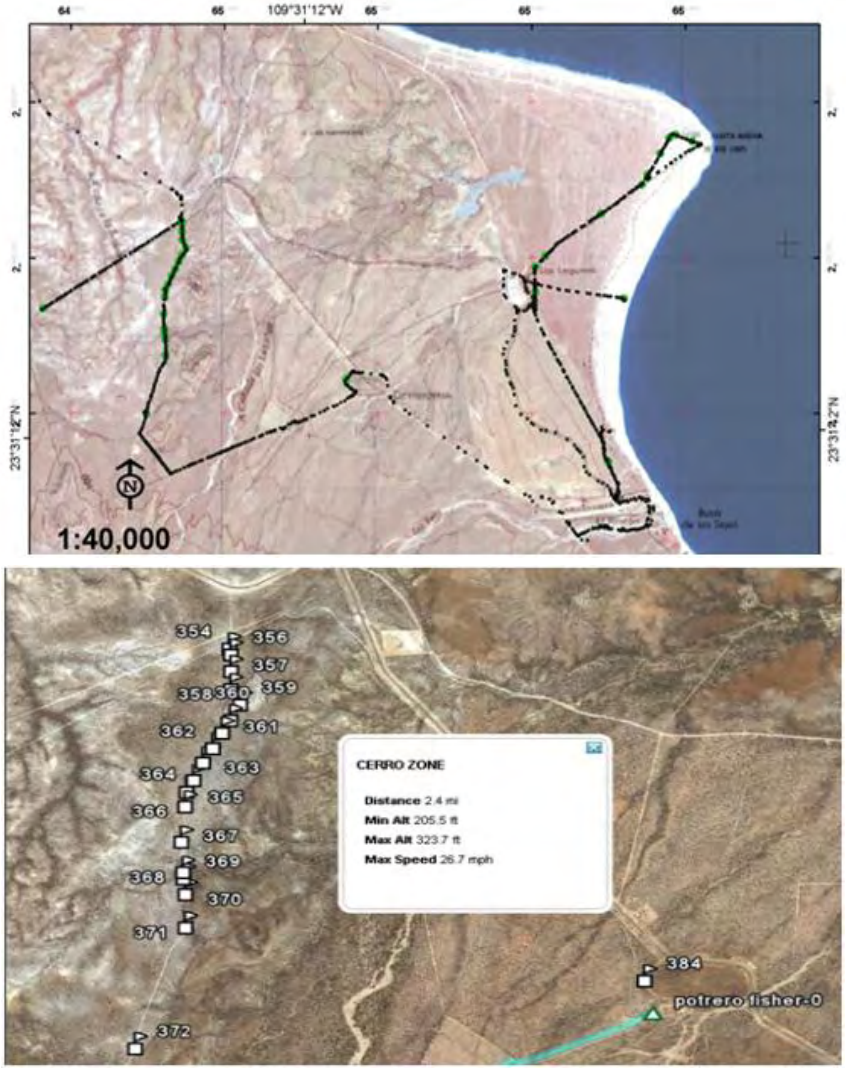


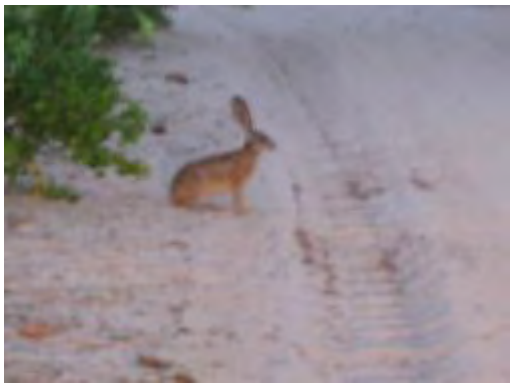
Figura IV. 131. Ubicación de los sitios de muestreos de Mamíferos.



Lagomorfos- Liebre en zona de transición – playa – Matorral



Huella de venado en zona de lomeríos zona fuera de influencia de proyecto – Arroyo Los Tesos.



Lagomorfos- Liebre en el límite norte – Matorral – playa.



Huella de venado en vadosa (Arroyo Los Tesos).





Figura IV. 132. Mamíferos y registros recopilados en recorridos de campo.

Riqueza específica y abundancia de Mamíferos

Se registró una riqueza específica de 16 especies pertenecientes a cinco órdenes y 11 familias (Ver siguiente Tabla). Las familias con mayor número de especies fueron Canidae, Leporidae, Heteromyidae, Mustelidae y Vespertilionidae con 2 especies cada una. Mientras que, solo se registró una especie para las 7 familias restantes. En cuanto a la abundancia de especies solo fue posible contabilizar un organismo por especie.

Tabla IV.21. Listado de Especies de mamíferos en los predios del Proyecto.

Familia	Genero	Especie	Subespecie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Canidae	*Canis*	*latrans*		Coyote	-	-
Canidae	*Urocyon*	*cinereoargenteus*		Zorrita gris	-	-
Cervidae	*Odocoileus*	*hemionus*	cerrosensis	Venado bura	A	endémica
Felidae	*Lynx*	*rufus*		Gato montés	-	-
Heteromyidae	*Chaetodipus*	*spinatus*	lambi	Ratón-de abazones de Baja California	A	endémica
Heteromyidae	*Dipodomys*	*merriami*	mitchelli	Rata canguro de Merriam	A	endémica
Leporidae	*Lepus*	*californicus*	magdalenae	Liebre cola negra	Pr	endémica
Leporidae	*Sylvilagus*	*auduboni*		Conejo	-	-
Muridae	*Neotoma*	*lepida*	abbreviata	Rata de campo	A	endémica
Mustelidae	*Spilogale*	*gracilis*		Zorrillo	-	-
Mustelidae	*Taxidea*	*taxus*		Tejón	A	no endémica
Phyllostomatidae	*Macrotus*	*californicus*		Murciélago orejón	-	-
Procyonidae	*Procyon*	*lotor*		Mapache	-	-
Sciuridae	*Ammospermophilus*	*leucurus*		Ardilla o juancito	-	-
Vespertilionidae	*Lasiurus*	*blossevillii*		Murciélago colorado	-	-
Vespertilionidae	*Myotis*	*californicus*		Murciélago de California	-	-

De las especies de mamíferos identificadas, resaltan especies de gran tamaño como el venado bura y el gato montés, que han sido considerados como indicadores del grado de conservación, particularmente en las zonas de vegetación de galería y cauces de los arroyos.

La presencia principalmente de roedores en la zona del proyecto y áreas aledañas, es un soporte para la presencia de cadenas de alimentación de aves (rapaces), mamíferos medianos a mayores (coyote) y reptiles (serpientes). Lo anterior al coincidir la presencia de mamíferos menores en las zonas de arroyos, laderas, lomeríos y zona de playa.

La condición de productividad de la vegetación de galería y su continuidad en zonas de lomeríos, permiten sugerir que estas áreas sean zonas preferenciales de alimentación, así como de corredor biológico (este punto se analiza a detalle más adelante).

Especies observadas en los predios del proyecto bajo alguna categoría de riesgo incluida en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Del total de especies de flora y fauna observadas en los predios del proyecto, 27 se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas, 18 especies son endémicas, siendo los reptiles y aves los grupos de mayor relevancia (ver la siguiente tabla).

TablaIV.22. Especies en estatus de Categoría de Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría	Distribución
Aves	Aguililla aura	*Buteo albonotatus*	Pr	no endémica
Aves	Aguililla cola roja de Socorro	*Buteo jamaicensis*	P	endémica
Aves	Sastrecillo de La Laguna	*Psaltriparus minimus*	Pr	endémica
Aves	Cardenal rojo de Tres Marías	*Cardinaliscardinalis*	Pr	endémica
Aves	Tórtola coquita de Socorro	*Columbina passerina*	A	endémica
Aves	Zacatonero garganta negra	*Amphispiza bilineata*	A	no endémica
Aves	Toquí pinto de La Laguna	*Pipilo erytrophtalmus*	Pr	no endémica
Aves	Gaviota ploma	*Larusheermanni*	Pr	no endémica
Aves	Gaviota pata amarilla	*Larus livens*	Pr	no endémica
Aves	Perlita californiana	*Polioptila californica*	A	no endémica
Mamíferos	Venado bura	*Odocoileus hemionus*	A	endémica
Mamíferos	Ratón-de abazonesde Baja California	*Chaetodipus spinatus*	A	endémica
Mamíferos	Rata canguro de Merriam	*Dipodomys merriami*	A	endémica
Mamíferos	Liebre cola negra	*Lepus californicus*	Pr	endémica
Mamíferos	Rata de campo	*Neotoma lepida*	A	endémica
Mamíferos	Tejón	*Taxidea taxus*	A	no endémica
Reptiles	Salamanquesa del Cabo	*Phyllodactylus xanti*	Pr	endémica
Reptiles	Iguana espinosa de Sonora	*Ctenosaura hemilopha*	Pr	endémica
Reptiles	Lagartija cachorra	*Callisaurus draconoides*	A	no endémica
Reptiles	Lagartija escamosa de San	*Sceloporus*	Pr	endémica

Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría	Distribución
	Lucas	*zosteromus*		
Reptiles	Lagartija-arbolera de BC	*Urosaurus lahtelai*	A	endémica
Reptiles	Lagartija-arbolera cola negra	*Urosaurus nigricaudus*	A	endémica
Reptiles	Lagartija-costado manchado común	*Uta stansburiana*	A	endémica
Reptiles		*Cnemidophorus hyperythrus*	Pr	endémica
Reptiles	Serpientes de Cascabel	*Crotalus ruber*	Pr	no endémica
Flora		*Echinocereus spp.*	Pr	endémica
Flora		*Mammillaria spp.*	Pr	endémica

A continuación, a través de la siguiente tabla, se presentan por grupo el total de especies en estatus de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, donde se tiene que los grupos como son Aves (10), Reptiles (9), Mamíferos (6), así como el grupo de flora (2), en este mismo orden presentan número de especies en estatus.

Tabla IV.23. Resultados de especies en estatus de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	A Amenazada	P Peligro de Extinción	Pr Protección Especial	Total
Aves	3	1	6	10
Flora			2	2
Mamíferos	5		1	6
Reptiles	4		5	9
Total	12	1	14	27

Las categorías de las especies corresponden a 1 especies en peligro de extinción (P), 12 especies como amenazadas (A), y 14 especies sujetas a protección especial (Pr).

> *2.2.2 En peligro de extinción (P). Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.*
> *2.2.3 Amenazadas (A). Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.*
> *2.2.4 Sujetas a protección especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.*

De los resultados y de las definiciones de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, las especies de flora y fauna en estatus se consideraron como indicadores ecológicos y de integridad, constituyendo uno de los atributos de zonificación ambiental de los predios del proyecto, tal y como se explica más adelante en el presente capítulo.

En la Tabla siguiente se presentan el total de especies de flora y fauna en estatus de distribución endémica o no endémica. Donde se presenta que las 27 especies en la zona del proyecto, 18 son endémicas y 9 son no endémicas. En el mismo sentido los resultados por grupo y cantidad de especies se tiene que los Reptiles (7), mamíferos (5), aves (4) y flora (2).

Especies observadas durante el esfuerzo de campo en los predios del proyecto, catalogadas en algún Estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV.24. Resultados de especies en estatus de distribución de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Endémica	No Endémica	Total
Aves	4	6	10
Flora	2		2
Mamíferos	5	1	6
Reptiles	7	2	9
Total	18	9	27

IV.5.4. Corredores Biológicos

El SAR corresponde a una zona de alta complejidad estructural y topográfica, en el que se encuentran planicies de superficie ondulada conformada por limos arenosos con las altitudes de 0-40 msnm donde se ubican los predios del Proyecto, así como zonas de lomerío suave y sierras con altitudes de los 160 a los 800 msnm, lo que ha propiciado el desarrollo de diferentes comunidades vegetales como el matorral Sarcocaule, matorral Sarcocaule con vegetación secundaria, selva baja caducifolia y subcaducifolia, asociada a vegetación secundaria arbustiva y herbácea, mezquital (que incluye el huizachal), vegetación de galería y de médanos, presentando además áreas sin vegetación aparente así como asentamientos humanos.

Además debe resaltarse que el SAR presenta una hidrología compleja en la que se destaca la zona de arroyos que atraviesan la superficie del SAR, las zonas circundantes a los cuerpos de agua son sitios sensibles ya que actúan como corredores biológicos para el desplazamiento de la fauna que se distribuye de forma natural en el SAR y áreas aledañas (RTP-1 Sierra de la Laguna) por lo que deben conservarse. Dichos arroyos se ubican en las unidades geomorfológicas de valle aluvial y valle intermontano, asociado a las unidades geomorfológicas de lomeríos de arenisca y conglomerado palmítico y la unidad geomorfológica de montañas bloque compuesto de dacitas y granitos, ubicados en la zona de Sierra y Lomeríos del SAR lo que contribuye a su permanencia considerando la limitación de las actividades antrópicas. La vegetación asociada a los arroyos corresponde a mezquital que incluye huizachal y selva baja caducifolia.

En este contexto, debe indicarse que el Proyecto no afectará los corredores biológicos existentes en el SAR, ya que resulta relevante que el mantener y mejorar las condiciones de la zona de proyecto, sus áreas aledañas y en el marco del SAR permitirá el mantener los procesos de fauna existentes donde los impactos a generar deberán de estar mitigados o

compensados vía acciones de Manejo en los componentes de paisaje enfocado a flora, así como los mencionados como relevantes como son las zonas de arroyos y su relación de vegetación, topografía y topoformas (ver la siguiente figura).

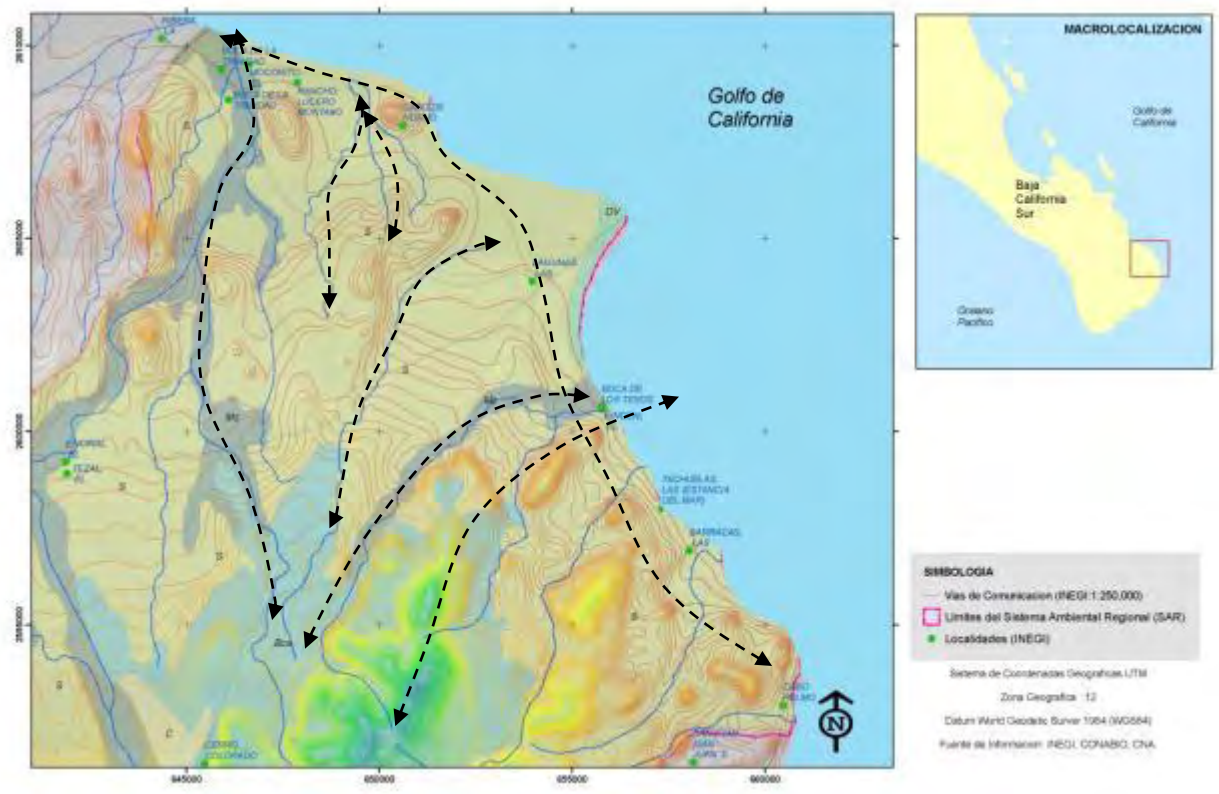


Figura IV. 133. Corredores Biológicos: Procesos de dinámica de Fauna.

Los beneficios que los corredores biológicos ofrecen a la conservación de la biodiversidad son por ejemplo ayudar a la fauna a atravesar barreras locales y mantener desplazamientos a través de ambientes que son ecológicamente inhóspitos, ayudar a especies a que mantengan desplazamientos migratorios tradicionales entre áreas geográficas diferentes y permitir que las especies recolonicen hábitats mediante una mayor dispersión e inmigración.
Para efectos de lo anterior, un corredor biológico está conformado por una serie de elementos:

1. Los parches de vegetación natural (que a su vez se constituyen de un área con vegetación conservada y una zona circundante de amortiguamiento intervenida regularmente) y;
2. Los “pasilllos” que los unen (zonas con o sin vegetación natural, que unen dos o más parches), conformando un mosaico (de parches y pasillos) que reducen el aislamiento y la pérdida de biodiversidad.

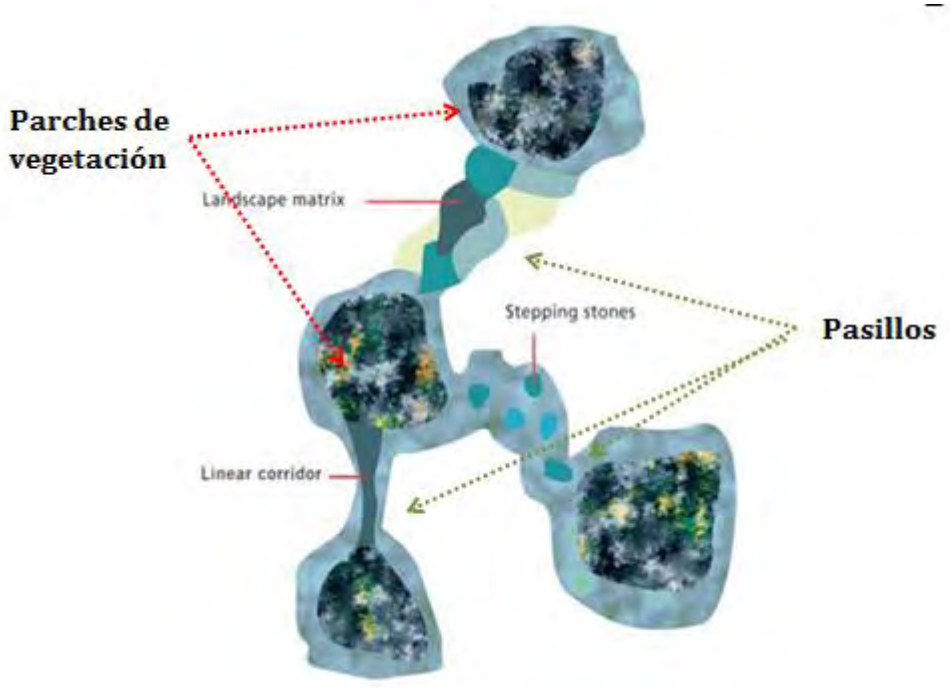


Figura IV. 134. Ejemplo de corredor biológico y los elementos que lo conforman.

En este contexto, los corredores biológicos en el SAR delimitado para el Proyecto esta en función de los arroyos existentes ubicados en la planicie, los cuales permiten que la mayoría de la fauna cubra sus necesidades básicas lo cual define la distribución de la flora y la fauna en el mismo. Asociado a este componente, tenemos también la topografía del lugar ya que en las zonas altas es donde la vegetación esta mejor conservada ya que es una limitante para el desarrollo de las actividades antrópicas que se llevan a cabo en el SAR, como es la agricultura, la apertura de brechas y caminos y la existencia del aeropuerto.

Como puede apreciarse en la figura siguiente, la conectividad existente entre la zona de arroyos y las zonas altas del SAR no se verán afectadas con el desarrollo del proyecto.



Figura IV. 135. Corredores biológicos presentes y permanentes con y sin proyecto.

Fauna Marina

El Golfo de California presenta una diversidad topográfica, batimétrica y climática, considerada por los especialistas como una zona con características muy particulares, mismas que han propiciado una amplia variedad de hábitats, los cuales son utilizados por la flora y la fauna marina, dando como resultado zonas con alta diversidad e invaluable importancia ecológica. El Golfo de California es un sistema subtropical con altas tasas de productividad primaria, en el cual se han registrado 4,500 especies de invertebrados marinos, 875 especies de peces, 1,347 especies de aves terrestres y marinas, 30 especies de mamíferos marinos, 7 especies de tortugas marinas y 450 especies de macroalgas (Castro-Aguirre et al., 1995; Cortés, 1996; Jiménez-Gutiérrez, 1999).

Por las características de los fondos costeros a lo largo del Golfo de California se desarrollan arrecifes de tipo rocoso que presentan comunidades coralinas. Estos arrecifes se extienden principalmente a lo largo de la costa oriental de la península y en más de las 100 islas e islotes que circundan sus costas, muestran una heterogeneidad estructural importante que permite el establecimiento de biota muy diversa, compuesta por una amplia variedad de especies sésiles (principalmente invertebrados como algas y corales) y móviles (como algunos invertebrados y peces (Viesca-Lobatón et al., 2007). En comparación con las grandes estructuras arrecifales de origen coralino que existen en el mundo, los arrecifes del Golfo de California son ecosistemas relativamente jóvenes en el desarrollo de la historia evolutiva del planeta (ecológicamente hablando).

En el Golfo de California se han reportado dos áreas en las cuales el desarrollo coralino es lo suficientemente importante para ser considerado como un arrecife funcional: la bahía de San Gabriel en la isla Espíritu Santo (24 ° N) y el Parque Nacional Cabo Pulmo (23 ° N) (Reyes-Bonilla 2003). En este último se han registrado más de 200 especies de peces y más de 500 invertebrados (Villarreal-Cavazos et al. 2000; Hendrickx et al. 2005).

En el presente estudio para la caracterización cualitativa de la fauna marina (comunidad bentónica e ítica) se determinó un Sistema Ambiental Marino (SAM), donde se localiza el proyecto, así como la descripción y análisis integral del medio físico (abiótico), biológico (biótico), social y económico de éste, con énfasis en el proyecto.

Criterios de delimitación:

Para la delimitación del SAM en su porción Sur, se consideró la existencia del Parque Nacional Cabo Pulmo 23 ° N) (Reyes-Bonilla 2003). La zona se caracteriza por presentar en gran proporción, litorales de tipo rocoso y acantilados mejor desarrollados en el margen oriental de la península. Se ubica cerca de la boca del Golfo de California, siendo el arrecife más septentrional del Pacífico es uno de los sistemas de más alta biodiversidad en el Golfo, denominado como el arrecife Cabo Pulmo (Ver siguiente Figura), mismo que fue declarado Área natural protegida en 1995.

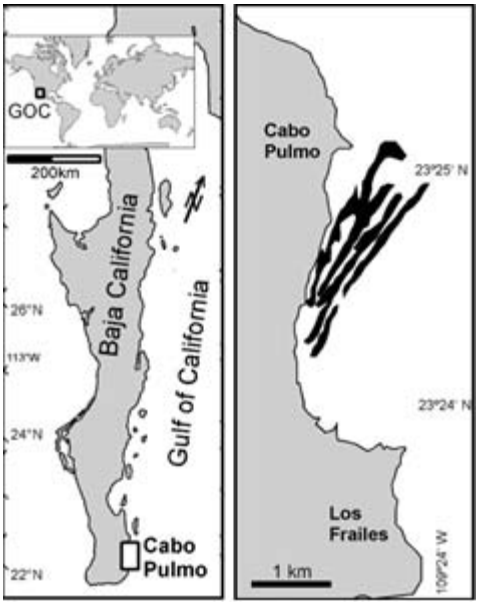


Figura IV. 136. Ubicación del arrecife Parque Nacional Cabo Pulmo. Tomado de Rielg et al., 2007.

El arrecife de Cabo Pulmo presenta una complejidad estructural y particular condición oceanográfica, que permite un buen desarrollo de la flora y fauna marina, el cual es posible observar y comparar con regiones similares (Cortés, 1996; Jiménez-Gutiérrez, 1999; Viesca-Lobatón *et al*., 2003), consiste en una serie de ocho largas barras de origen ígneo que han proporcionado sustrato adecuado para el desarrollo de especies arrecifales. Las barras inician desde la playa y continúan hacia mar abierto. Las barras más externas son una continuación de la punta norte de Los Frailes, la cual, corre a lo largo de la bahía formando la barrera arrecifal (Brusca y Thompson, 1975).

Un aspecto geomorfológico del arrecife Cabo Pulmo son la presencia de tres crestas dispuestas paralelamente a la línea de costa, más hacia la porción norte de la bahía, donde presentan mayor heterogeneidad, lo que permite la existencia de una amplia variedad de micro hábitats.

Esta morfología permite que el arrecife presente muchas de las características de un verdadero arrecife coralino, particularmente por la alta presencia de cobertura coralina. Aproximadamente de entre el 20% y el 30% del área está cubierto por especies de coral de los géneros *Pocillopora*, *Porites*, *Pavona* y *Psammocora*; son las especies del género *Pocillopora* las que mayor cobertura presentan formando “super colonias” en algunas secciones del arrecife (Rielg *et al*., 2007). Ver siguiente Figura.



Figura IV.137. Distribución del porcentaje de sedimento de origen coralino en el arrecife Cabo Pulmo. Tomado de Rielg *et al*., 2007.

La porción litoral denominada Punta Arena, que corresponde a la parte norte del sistema ambiental y por ende del SAM (Ver siguiente figura), es un ambiente de menor heterogeneidad estructural y biológica que su contraparte sureña (Cabo Pulmo), y es esta zona la que presentara interacción directa con el Proyecto. De manera general, las condiciones ambientales del SAM presentan temperatura media anual superficial del mar del orden de los 26°C, presentándose intervalos de variación en invierno de hasta 18.5°C y en el verano de 29.5°C, por lo que la mayoría de las especies son de afinidad tropical. (Mateo-Cid *et al*., 2000).



Figura IV.138. Zona norte del Sistema Ambiental Regional. (Punta Arena).

En conclusión, el SAM fue definido en su porción sur tomando en cuenta el Área Natural Protegida denominada Parque Nacional Cabo Pulmo y la delimitación norte del SAR, donde se ubica la porción litoral punta arenas, como se muestra en la siguiente figura.



Figura IV.139. Polígonos que delimitan el SAM del proyecto.

IV.5.6. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Marino

A continuación se describe la caracterización cualitativa de la comunidad bentónica e íctica del Sistema Ambiental Marino (SAM) del Proyecto a través del análisis de la bibliografía especializada existente para la zona.

Caracterización de la comunidad

Riqueza especifica

Las especies reportadas en la literatura consultada para este estudio fue de 718 especies de 11 grupos taxonómicos, cabe mencionar que posiblemente el número de especies sea aun mayor que los descritos, debido a que algunos grupos están poco estudiados y de otros no existe reporte alguno de su presencia.

El grupo mejor representado y mas estudiado es el de los peces con 255 especies reportadas, de estas cerca de 69 especies son las más comunes, pertenecientes a 49 géneros. Las 255 especies fueron descritas a lo largo de cerca de 65 años de censos y recolectas en la zona a través de diferentes métodos (Brusca-Thomson, 1975; Villarreal-Cabazos *et al*., 2000; Alvarez-Filip *et al*., 2006; Saldìvar-Lucio, 2010).

El grupo de los moluscos es muy diverso y para la zona esto no es la excepción, se reportan 181, especies que en su mayoría pertenecen a la fracción de micro moluscos, característicos de ecotónos rocoso-arenoso del área (Brusca-Thomson, 1975; Cintra-Buenrostro *et al*., 1998; Vicencio-Aguilar, 1998; García-Madrigal, 1999; García-Madrigal; Bastida-Zavala 1999; Tripp-Quezada, 2008).

Otros grupos muy importantes para el ecosistema son las algas, artrópodos y equinodermos con 122, 96 y 39 especies respectivamente (Brusca-Thomson, 1975; Mateo-Cid *et al*., 2000; García-Madrigal, 1999; García-Madrigal y Bastida-Zavala, 1999; Cintra-Buenrostro *et al*., 1998).

En menor proporción los grupos de corales, anélidos y otros organismos bentónicos que componen la riqueza específica de la zona están representados por 12, 4 y 4 especies respectivamente. El grupo de corales es sumamente importante, se encuentra ampliamente representado en un espacio relativamente pequeño como es el SAM, si consideramos que el total de especies reportadas para la región es de cerca de 18 especies (Ver siguiente figura). Así mismo, es el grupo de mayor importancia ecológica y con mayor biomasa para la zona (Brusca-Thomson, 1975; Reyes-Bonilla, López-Pérez, 2008).

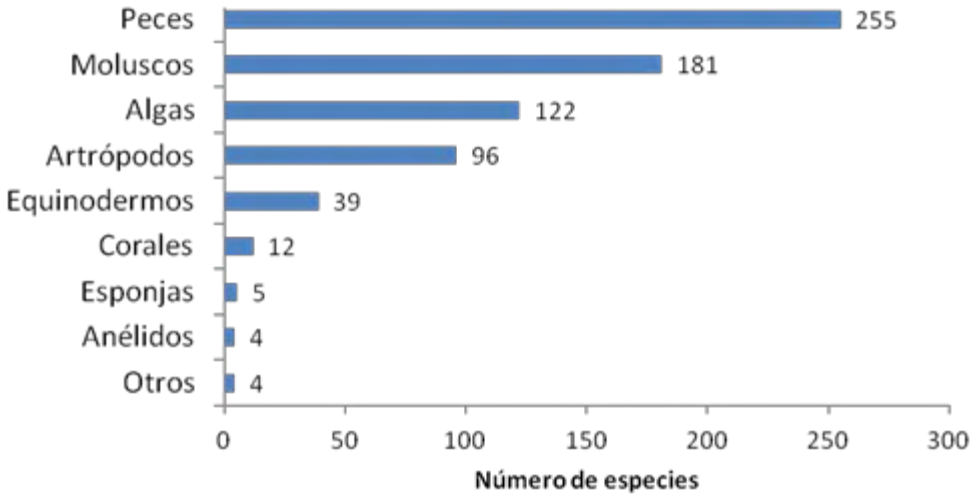


Figura IV.140. Riqueza específica por grupo taxonómico reportados para el SAM.

Si se compara la riqueza de especies para la zona norte y sur del SAM, se observa que la zona sur es mucho más importante ecológicamente hablando que la zona norte, por la cantidad de especies presentes.

Se debe considerar que la escasa información que se tiene para la zona norte, subestima el número de especies presentes, los grupos como peces, equinodermos, moluscos y corales no están reportados en la literatura científica para la zona norte. Por lo que se debe considerar poco confiable la comparación entre una zona y otra, es recomendable se lleven a cabo mas estudios que estimen la riqueza, principalmente para la zona poco estudiada.

En la siguiente figura podemos observar que solo el 11% de las especies reportadas están presentes en la zona norte, cabe mencionar que estas especies son esencialmente de algas marinas, grupo que en la zona norte tienen mayor importancia comparada con el sur; 91 especies para punta arenas y 71 especies en Cabo Pulmo.

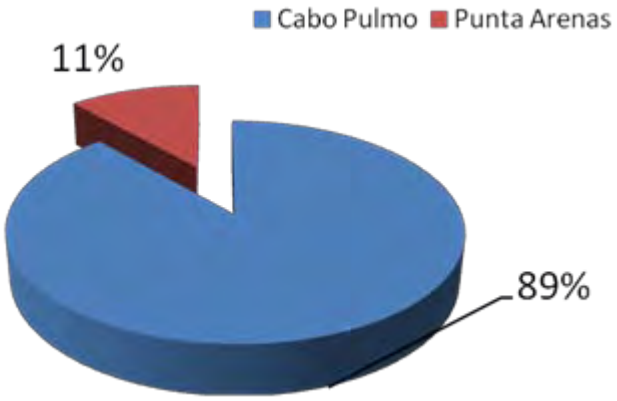


Figura IV.141. Porcentaje de la riqueza especifica entre Cabo Pulmo (zona sur) y Punta Arenas (zona norte) del SAM.

IV.5.6.1 Comunidad Bentónica

Las comunidades bentónicas son altamente diversas y si éstas se desarrollan en ambientes que por sí mismos presentan una elevada complejidad estructural, esto potencia la riqueza de especies, creando ambientes ecológicamente importantes. Un ejemplo de estos, son las costas del Golfo de California, que presentan las características antes mencionadas, está plagado de ambientes con elevada importancia ecológica, ricos en especies y una alta tasa de endemismos.

El SAM en cuestión puede ser dividido en dos zonas de importancia, con respecto a la complejidad de los hábitats que los conforman, la norte con menor heterogeneidad estructural y el sur con elevada heterogeneidad estructural, esto les confiere obvias diferencias en flora y fauna marina.

Invertebrados marinos

Los equinodermos constituyen uno de los grupos más conspicuos en los márgenes costeros del planeta, al aparecer en todas las franjas latitudinales, alcanzando números y biomasas considerables (Lawrence 1987). Se conoce la relevancia ecológica de holoturias, ofiuros y equinoideos en sistemas de agua somera, especialmente como recicladores de material orgánico y como herbívoros (Reyes-Bonilla 2005).

De las 121 especies de macro invertebrados reportadas para Cabo Pulmo, 40 son encontradas en intima asociación con colonias de coral y el resto asociadas a fondos rocosos y arenosos (Brusca y Thompson, 1975).

La comunidad de moluscos es mejor representada para Cabo Pulmo, observando 7 especies de macro moluscos, y 47 especies de micro moluscos. Se observa que durante la primavera, la riqueza específica y la diversidad son mayores, una asociación positiva entre 15 especies de micro moluscos y 2 géneros de corales hermatípicos (Vicencio Aguilar, 1998).

Uno de las especies mas relevantes es el pepino de mar, para el cual se establecerán medidas especificas para su protección, a continuación establecemos su descripción:

Pepino de mar *(Isostichopus fuscus)*

Isostichopus fuscus Ludwig, 1875
Pepino de mar



Nombre común: Pepino de mar

Descripción de la especie: Es un organismo vermiforme, cuya superficie está cubierta por pápulas romas que aparentemente tienen función sensorial. El color de la piel se alterna en parches de color café claro y obscuro. Presenta de 10 a 20 tentáculos peltados y la boca se encuentra en la parte ventral. Pies ambulacrales o podios solamente en el "trivium". Carece de túbulos de Cuvier y solamente presenta una vesícula de Poli. Las espículas son escasas y son de tipo torre con espiras, botones lisos, bastones y espículas en forma de "C". Las gónadas se encuentran ubicadas en la zona dorsal anterior, colgando libremente en el celoma. Son filamentos múltiples o túbulos no ramificados que se encuentran repletos de gametos cuando están maduros. Llega a medir hasta 30 cm de longitud y pesar 800 g, sin embargo la talla y el peso promedio oscilan entre los 23 cm y los 350 g.

Distribución: Se distribuye desde el norte del Golfo de California hasta Ecuador y es común en las Islas del Golfo de California y Pacífico oriental tropical, como Revillagigedo, Clarión, Galápagos.

Hábitat: El pepino de mar *Isostichopus fuscus* habita aguas someras tropicales, de los 0 a los 40 m. Se encuentra generalmente sobre el substrato, que suele ser de tipo rocoso, de coral o arena. Es común la asociación de *I. fuscus* con corales del género *Pocillopora* spp y *Porites* sp (Reyes Bonilla, 1993). Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010, con la categoría de Pr que es Sujeta a Protección Especial.

Corales

La región del Pacífico oriental, históricamente se ha caracterizado por carecer de arrecifes coralinos propiamente dichos. Las condiciones físicas de la región aparentemente no favorecen el crecimiento del arrecife por sus bajas temperaturas, baja salinidad y por cargas elevadas de nutrientes. Pero, recientemente se ha demostrado que persiste el crecimiento coralino en algunas localidades con relativamente alta velocidad de acreción, que data de por lo menos 5 600 años antes del presente. Los arrecifes de coral del Pacifico oriental son típicamente pequeños (de unas cuantas hectáreas), de distribución discontinua y baja diversidad de especies.

A escala global, los arrecifes del Pacifico oriental podrían ser considerados mínimamente como ejemplos de arrecifes coralinos, por la forma cómo se han logrado desarrollar y por soportar de las condiciones ambientales más restrictivas en la historia de los arrecifes coralinos del planeta. Los disturbios son frecuentes, la bioerosión intensa y su recuperación parece ser extremadamente lenta (Cortés, 1997).

Por las características antes mencionadas, el Pacífico oriental y sus arrecifes destacan para hacer de la región un pequeño laboratorio de estudio de la estructura comunitaria coralina, su función a escala regional, así como estudios paleoclimáticos que permitan reconstruir su historia ambiental y oceanografía. A partir de los resultados obtenidos en dicho estudio los autores concluyen que solo unos cuantos arrecifes de la región se encontraban en relativamente buenas condiciones, encontrándose varios de ellos en áreas protegidas (Cortés, 1997).

La riqueza de especies de corales hermatípicos, describen los patrones generales de distribución geográfica del grupo en el Pacífico mexicano, con 23 especies de corales; la mayoría de los taxa habitan tanto en el Pacífico mexicano como en el Indo-Pacífico. La zona de las islas Revillagigedo y Nayarit son las que presentan la mayor riqueza de especies con 18 y 12 respectivamente. De estas solo dos especies se consideran especies endémicas (*Porites sverdrupi* y *P. baueri*), ambas habitan en el Golfo de California o zonas aledañas. Por lo anterior a la región se le ubica dentro de la zona con mayor riqueza específica dentro del Pacífico oriental tropical. De manera general, las especies se agrupan en unidades faunísticas que corresponden a las provincias zoogeográficas para organismos bentónicos tradicionalmente reconocidas para la región. No se encontraron evidencias de verdaderas barreras biogeográficas que restrinjan el paso a los corales entre asociaciones faunísticas (Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998).

De las especies registradas para México, cerca del 50% presenta una distribución geográfica muy restringida. En su mayoría tales taxa no son endémicos sino colonizadores recientes desde el Indo Pacífico y aún ocupan áreas limitadas en el país (principalmente insulares). Se menciona que los constantes eventos de extinción local, causados por lo limitado de la distribución de algunas especies y por el tipo y frecuencia de la colonización transpacífica, modifican los procesos normales de sucesión comunitaria, ocasionando que el Pacífico mexicano sea una zona altamente dinámica desde el punto de vista de la fauna coralina (Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998).

IV. 5.6.2. PECES

Comunidad de Peces

De modo general, los invertebrados macrobentónicos como los peces que caracteriza al frente marino del SAM se asocia íntimamente al sustrato y coincide con la reportada para el Golfo de California (e.g 0020 Brusca, 1980; Gotschall, 1967; Thompson *et al*. 2000). El número de especies de peces con distribución potencial en el SAM es de 254.

Se ha reportado que la ictiofauna del golfo de California, está compuesta de aproximadamente de 586 especies (Walker, 1960), cuya afinidad pueden ser: tropical, subtropical, templada y aún ártico-boreal, y compuesto de 17% de especies endémicas (Castro-Aguirre et al., 1995). Por ello, algunos autores lo han considerado como una provincia zoogeográfica relativamente aislada del resto del Pacífico oriental tropical, por lo menos en lo que a peces se refiere, denominada Provincia de Cortez por Briggs (1974), o Sinus-Californiana por Castro-Aguirre (1983).

Walker (1960) propuso cuatro áreas faunísticas en el Golfo de California usando los patrones de distribución de la ictiofauna. El área marina que rodea a la zona de Punta Perico e Isla Cerralvo, que se ubica en el área faunística de Cabo San Lucas, en la franja de costa que comprende desde La Bahía de La Paz hasta Cabo San Lucas, zona IV ó Bajo Golfo para Thomson, et al. (2000). En esta área se observa la mayor riqueza de peces de arrecife de todo el Golfo de California y posiblemente de todo el Pacífico oriental (Thomson et al. 2000). Álvarez (1983); Emilsson y Alatorre (1997); Lavín et al. (1997); Marinone y, Lavín (1997), han efectuado diversos estudios sobre la hidrodinámica de esta región, llegando a la conclusión de que es una zona con una estructura oceanográfica y una dinámica fuertemente influenciada por las masas de agua que provienen del Pacífico norte, Pacífico tropical y del mismo Golfo de California (Álvarez-Borrego 1983). Esta dinámica compleja da como resultado la riqueza faunística presente, de importancia pesquera y ecológica, con recursos de pesca masiva (pelágicos menores), turístico, de pesca deportiva y buceo recreativo, así como pesquerías importantes de tipo artesanal.

La complejidad del hábitat es un factor importante que influye en la riqueza de especies de peces arrecifales, esta complejidad es un regulador de la diversidad y de la abundancia de las especies de peces, muchos autores coinciden en que entre la heterogeneidad del sustrato y la riqueza de especies hay una correlación positiva, además esta complejidad influye en la conducta reproductiva, y en las relaciones inter-especificas (Gilligan, 1980).

Se ha mencionado que 20 especies de peces son los más dominantes en la región del Golfo de California, incluido Cabo Pulmo. Algunos autores han tratado de explicar la alta riqueza de especies con base en las fluctuaciones de temperatura en diferentes escalas de tiempo, proponiendo algunos modelos teóricos para explicar diversos aspectos acerca del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo. Han concluido que la oscilación térmica, en conjunto con los diversos tipos de ambientes costeros (rocosos, arenosos, limo-arcillosos), mantienen una estrecha relación con la composición ictiofaunistica, así como su distribución y abundancia (Castro-Aguirre *et al*., 1995).

La fauna íctica del Golfo de California no reacciona homogéneamente al incremento de la temperatura, en algunos casos se espera que la distribución y composición de algunas especies se vea afectada. Los modelos han pronosticado que ante un evento de elevación de la temperatura, 4 especies podrían reducir su abundancia, bajo el mismo escenario otras 14 especies potencialmente podrían incrementarla y solo dos especies mantenerla estable, así mismo seis especies podrían extender su distribución geográfica. Estos eventos podrían

causar un desbalance ecológico en las asociaciones de peces y en consecuencia afectar las funciones de los arrecifes (Ayala-Bocos y Reyes-Bonilla, 2008).

Álvarez-Filip y colaboradores en 2006, reportan 62 especies de peces conspicuos entre los que destacan por su abundancia *Thalassoma lucasanum* y *Chromis atrilobata*, mientras que las especies *Sufflamen verres* y *Johrandallia nigrirostris* se presentan con alta frecuencia de aparición. Así mismo estos autores observaron que la estructura de la comunidad de peces es diferentemente significativa entre estratos de profundidad, mencionan que no existen diferencias estructurales en la comunidad de manera estacional y que este patrón es consistente en tiempo por lo que refleja un patrón general y estable en la comunidad de peces en el arrecife.

La ictiofauna propia de fondos arenosos y lodosos tiene menos elementos endémicos que la de fondos rocosos, aunque su riqueza específica es ligeramente mayor (282 en comparación con 271). La región sureña del Golfo de California, puede ser considerada como el límite norteño en la distribución de muchas especies subtropicales y tropicales estenotérmicas, muchas de ellas invasoras ocasionales provenientes de la provincia panameña. Existen 37 especies de peces de muy amplia distribución en el Golfo, de las cuales solo 30 han sido colectadas en la región sureña y alrededor de 10 que parecen existir solo en la zona de Los Cabos (Castro-Aguirre *et al*., 1995).

En el área de Cabo Pulmo existe un desarrollo coralino importante, con el consiguiente aumento en riqueza de especies propias de este tipo de comunidades. Las especies comúnmente encontradas son *Lutjanus viridis, Kyphosus elegans, Johnrandallia nigrirostris, Suflamen verres, Holacanthus clarionensis, Thalassoma lucasanum* y *Halichoeres chierchiae*. Ocasionalmente, en invierno y primavera, se pueden encontrar elementos de la ictiofauna sandieguina como *Hypsypops rubicundus, Girella nigricans, Hermosilla azurea, Chaetodon falcifer, Halichoeres semicinctus* y *Semicossyphus pulcher.* La extensión de litoral entre el sur de La Paz y Los Cabos, que es relativamente corta, exhibe una de las más altas riquezas especificas del continente americano, en cuanto a peces de ambientes rocosos se refiere (Castro-Aguirre *et al*., 1995).

Villareal-Cavazos y colaboradores en el 2000, reportan para el arrecife Cabo Pulmo en total de 236 especies de peces principalmente provenientes de la provincia Panámica (161 especies), *Thalassoma lucassanum*, *T. gramaticum* y *Chormis atrilobata,* fueron las especies más abundantes durante todo el periodo de estudio. De igual manera no observó la presencia de especies endémicas del arrecife. Los mismos autores mencionan, que de las 271 especies reportadas para el Golfo de California presentes en ambientes rocosos someros, 178 fueron observadas en Cabo Pulmo.

Thomson *et al*., mencionan que las especies de góbidos: *Gobisoma chiquita*, *G. etheostoma*, *Barbulifer mexicanus*, *Aruma histro*, *Gobulus hancocki, Chriolepis zebra, C. minutillus, Pycnomma semisquamatum* y *Gillichtys seta*, son endémicas del Golfo de California (Castro-Aguirre *et al*., 1995).

Las especies de peces asociadas a corales son los peces loro, *Scarus perrico, S. ghobban, S. rubroviolaceus* y *S. compressus*, la murena *Echidna zebra*, el cirujano *Prionurus punctattus*, el ídolo moro *Zanclus canescens*, el pez halcón *Cirrhitichthys oxycephalus* y el pez globo *Arothron meleagris* (Brusca y Thompson, 1975).

Los registros indican que solo tres especies determinadas se encuentran sujetas a protección especial según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. La castañeta mexicana (*Chromis limbaughi*) se reporta como una especie endémica para el Golfo de California. No obstante el ángel real (*Holacanthus passer*) y el ángel de Cortés (*Pomacanthus zonipectus*), forman parte de ictiofauna del Pacífico oriental tropical (ver la siguiente figura)



Figura IV.142. Peces sujetos de protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010) en la zona de estudio. a) Chromis limbaughi, b) Holacanthus passer, c) Pomacanthus zonipectus.

Tiburón ballena (*Rhincodon typus)*

Una parte fundamental de la caracterización de la fauna marina, fue el realizar un estudio específico de la condición actual para la especie de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la zona marina de Cabo Pulmo, basado en la información técnica y científica existente.

En el siguiente aparatado se presentan los puntos medulares del resultado del estudio de la población actual

Biología y ecología del tiburón ballena:

Rhincodon typus es considerado el pez más grande que existe alcanzando longitudes de por lo menos 12 m (posiblemente hasta 20 m) y es el único miembro de la familia Rhincodontidae, del Orden Orectolobiformes (Compagno 2001) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** la siguiente figura). Es un tiburón pelágico filtrador de plancton, que se alimenta principalmente de pequeños crustáceos; aunque algunos reportes indican que ocasionalmente también incluye en su dieta algas (Gudger 1941), cefalópodos y pequeños peces (Kishinouye 1901, Van Kampen 1908, En: Gudger 1941).



Figura IV.143. Fotografía del tiburón ballena (*Rhincodon typus* Taylor, 1829).

Distribución

En México específicamente el tiburón ballena se divide en dos unidades poblacionales las cuales corresponden a Isla Holbox (Caribe) con una población estimada de 516 a 8012 tiburones; mientras que en el Golfo de California (Pacífico) el tamaño poblacional oscila entre 396 y 509 organismos (Ramírez 2011).

Esta especie puede encontrarse con individuos solitarios o en grupos de hasta cientos de organismos (Compagno 2001, Norman 2005); y se distribuye entre las latitudes de 30°N y 35°S, aunque también se han encontrado hasta la latitud 41° al Norte y hasta los 36.5° al Sur (Wolfson 1986).

Los tiburones ballena son altamente migratorios y sus movimientos, distribución y abundancia se relacionan con los cambios en la temperatura de las masas de agua y con los procesos oceanográficos como las surgencias, las corrientes costeras y los frentes oceánicos; que permiten el incremento en la productividad y generan concentraciones de organismos planctónicos (Compagno 2001, Eckert y Stewart 2001, Ketchum 2003, Norman 2005).

Protección legal

Las especies en riesgo dentro de los listados de protección legal como la NOM-059-SEMARNAT-2010, los apéndices CITES y/o la Lista Roja de la IUCN, Categoría de la lista roja IUCN: son aquéllas que sus poblaciones han ido disminuyendo debido a actividades humanas como la transformación de su hábitat, sobrexplotación, interacciones con especies invasoras, efectos de la contaminación, al punto que se considera necesario protegerlas.

El tiburón ballena, se incluye en las categorías de protección siguientes:

Categoría de la lista roja **IUCN**: Vulnerable (VU) (Norman 2005)

CITES: Apéndice II (13/02/03)

Norma Oficial Mexicana (**NOM-059-SEMARNAT-2010**): Categoría de Amenazada.

Estado actual del tiburón ballena en el golfo de california y en la zona marina de Cabo Pulmo (BCS)

Los tiburones ballena muestran agregaciones estacionales en diferentes partes del mundo, dentro de las cuales el Golfo de California sobresale por presentar grupos de esta especie durante Mayo-Junio y Septiembre-Noviembre (Ketchum 2003). En el Mar de Cortés se han determinado cinco hábitats críticos para el desarrollo de actividades vitales de *R. typus*:

Tabla IV.25. Descripción del hábitat de las ballenas

Hábitat critico	Uso del hábitat
Bahía de Los Ángeles (BC)	Son considerados zonas de alimentación
Bahía San Luis Gonzaga (BC)	Son considerados zonas de alimentación
Bahía de La Paz (BCS)	Son considerados zonas de alimentación
Bajo en La Paz	Son lugares de crianza primaria (Gudger 1941, Norman 2005, Santos del Prado-Gasca et al. 2005).
"Gorda Banks" en San José del Cabo	Lugar de crianza primaria,
Cabo Pulmo	Se tiene registro de avistamientos ocasionales de estos individuos (Rosenblatt RH y J de la Cruz-Agüero, En: Villareal-Cavazos et al. 2000), pero no se cuenta con información detallada de abundancia y frecuencia de los mismos en sus cercanías. El programa de manejo y conservación de Cabo Pulmo no incluye dentro del listado de flora y fauna a esta especie, siendo Carcharhinus limbatus el único tiburón que está registrado oficialmente en la zona (CONANP 2006).

En el Golfo de California, parece haber una mayor presencia de machos (64%) que de hembras (28%), con animales entre 2 y 13 m de LT; que muestran una segregación latitudinal de sexos y tallas. El primer grupo que se ubica en las costas de Bahía de la Paz y Bahía de Los Ángeles se conforma por individuos jóvenes (en su mayoría machos), con tallas menores a ocho metros; mientras que el grupo de adultos y hembras preñadas mayores de nueve metros, se encuentran en aguas más oceánicas al Sur del Golfo (Eckert y Stewart 2001, Ramírez 2011).

El grupo de animales jóvenes se mueve principalmente entre Bahía de La Paz y Bahía de los Ángeles (Ramírez 2011), manteniéndose principalmente al norte del Golfo de California (Eckert y Stewart 2001) (ver la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

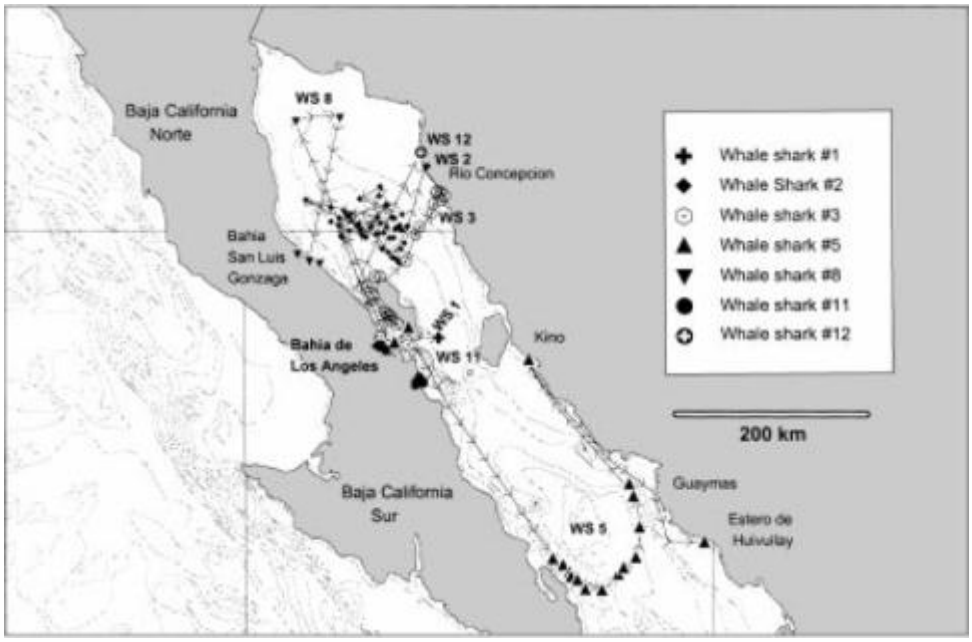


Figura IV.144. Distribución de siete tiburones ballena marcados satelitalmente en el Mar de Cortés (tomado de Eckert y Stewart 2001)

En Bahía de Los Ángeles predomina la presencia de tiburones ballena juveniles con tallas que oscilan entre 2.5 a 8 m de LT, con un promedio de 5.26 m de LT para los machos y de 5.56 m de LT para las hembras. Los individuos juveniles que se registran en la Bahía de La Paz se concentran en la zona costera y tienen dos picos máximos de abundancia a lo largo del año (Mayo-Junio y Septiembre-Noviembre) (Ketchum 2003); aunque con variaciones interanuales en la abundancia y estacionalidad de sus agrupaciones (Ketchum 2003, Ramírez 2011).

Por otra parte el grupo de adultos y hembras preñadas realizan sus movimientos y migraciones en zonas alejadas de la costa prefiriendo aguas oceánicas durante su estancia en el Golfo de California y con recorridos extensos hacia el Océano Pacífico Norte (Eckert y Stewart 2001, Ramírez 2011). Las zonas oceánicas de la Bahía de La Paz y del Banco Gorda al sur del Golfo de California, han registrado la presencia de hembras adultas de entre 9 y 12 m de LT, principalmente entre Mayo y Junio (Ramírez 2011).

La ocurrencia de *R. typus* en la Bahía de la Paz, se asocia a una fuerte termoclina costera y a los frentes térmicos presentes en la zona. Así mismo, la segregación entre zonas costeras y oceánicas por edades de tiburones ballena coincide con las preferencias de alimentación y con las características ambientales elegidas por cada intervalo de edad (Ketchum 2003).

Las observaciones de esta especie durante los eventos de alimentación por filtración, muestran que estos animales adoptan una posición vertical en la columna de agua mientras bombean el agua cargada de presas por sus hendiduras branquiales (Eckert y Stewart 2001).

El tamaño poblacional en la Bahía de la Paz, fluctúa entre 136 y 197 individuos desde Noviembre del 2004 a Abril del 2010, y se estima que alrededor del 46% de estos organismos han mostrado cicatrices por colisión con embarcaciones, que causan laceraciones, amputaciones y abrasiones (Ramírez 2011).

IV.5.6.3. Consideraciones finales:

- ✓ En la zona marina de Cabo Pulmo se tienen reportes ocasionales de avistamientos de tiburones ballena (Villareal-Cavazos et al. 2000); sin embargo no es una zona considerada como área de crianza o reproducción para tiburones (Salomón-Aguilar et al. 2009) y tampoco constituye uno de los centros de concentración de individuos de esta especie (Ketchum 2003, Eckert y Stewart 2001).
- ✓ Teniendo en cuenta que *R. typus* es una especie que realiza grandes migraciones, es probable que los organismos avistados en Cabo Pulmo, sean organismos en transito que se dirigen a zonas de mayor concentración como La Bahía de La Paz, o "Gorda Banks" al sur de la Península de Baja California, o incluso hacia el Pacífico Norte.
- ✓ Con base en la información analizada previamente, puede concluirse que el área marina de Cabo Pulmo es un área de transito ocasional y no constituye un hábitat para actividades de alimentación, reproducción o crianza del tiburón ballena.
- ✓ El tiburón ballena es una especie que depende en gran medida de la calidad del hábitat para el desarrollo de sus actividades de alimentación, dado que requiere aguas con alta productividad. Por esta razón las actividades humanas que producen contaminación por el desarrollo industrial o de infraestructura; o el uso de artes de pesca que deterioren el hábitat o pongan en riesgo a esta especie; deben regularse para no causar impactos o daños a la misma.
- ✓ La mayor amenaza que podría ocasionar el desarrollo del Proyecto a la población de tiburones ballena en la zona marina de Cabo Pulmo es el aumento del tráfico de embarcaciones que incrementaría la posibilidad de lesionar a los individuos por choques con las embarcaciones.
  Por lo anterior se recomienda establecer límites de velocidad para todo tipo de embarcaciones en la zona marina correspondiente, con el fin de disminuir la posibilidad de choques con los tiburones ballena que puedan estar en tránsito por el área y de esta manera proteger la integridad de los animales. Adicionalmente en caso de realizarse actividades de avistamiento de estos organismos, se sugiere regular el buceo y las observaciones de los mismos en las embarcaciones.

IV.5.7. Fitoplancton y zooplancton

Las características fisicoquímicas imperantes en el área de estudio, permiten diferenciar al menos tres áreas en orden latitudinal: Una en la zona norte "Punta Arena" y que corresponde a la mayor parte oceánica adyacente al predio del proyecto; otra zona central dentro del Parque Marino de Cabo Pulmo y una más en la parte más sureña cerca de Los Frailes, por lo que no es de extrañarse que el comportamiento de las comunidades biológicas sugieran también dinámicas distintas, de acuerdo con ello, nuestros resultados arrojaron en lo general, diferencias entre los indicadores biológico-ecológicos de las comunidades estudiadas en cuatro estratos, dos de ellos en el dominio del tiempo (temporada fría y cálida) y dos más en el dominio del espacio (dentro y fuera del Parque Marino de Cabo Pulmo).

Referente a la productividad primaria y secundaria en plancton (fitoplancton y zooplancton) encontramos que la composición y distribución del fitoplancton se ve directamente influenciada por los cambios fisicoquímicos imperantes en cada estrato, no obstante la productividad se mantiene baja a lo largo del año, lo que confiere la transparencia de la

columna de agua. En la abundancia se observaron variaciones que presumiblemente están relacionadas con la variación térmica, la cual se ve reflejada en periodos (Frio, Transicional y Cálido) y que a su vez permite observar una regionalización, donde la región comprendida dentro del Parque Marino de Cabo Pulmo, se mantiene como una identidad independiente, y que la región de norteña (Las barracas a Pta. Arenas) se comporta como otra identidad. Cabe destacar que con base en nuestros resultados se sugiere que particularmente en la parte sureña del Parque, la existencia de la saliente geográfica del Cabo de los Frailes, brinda una cierta protección física a la Reserva en condiciones adversas asociadas a flujos de agua desde el Sur, como el evento de marea roja causado por el ciliado *Myrionecta rubra*, que se manifestó desde la región de Los Cabos, causando una muy numerosa mortandad de peces el sur del Cabo de los Frailes pero que no se observó con impactos al interior de la Reserva.

Esta condición sin embargo, podría variar dependiendo de la temporada del año, por lo que es necesario considerar un monitoreo continuo en esta zona.

Con respecto a los productores primarios bentónicos (macroalgas), encontramos que dentro de la zona muestreada se observan ensamblajes formados por pocas especies con bajas biomasas, característicos de zonas arenosas, no existiendo diferencias en los índices de diversidad entre fuera y dentro el parque Cabo Pulmo, aquí es importante aclarar que estos valores no son representativos de las áreas con sustrato rocoso-coralino del Parque, debido a que nuestros muestreos fueron dirigidos a las zonas arenosas costeras con la finalidad de no causar ningún deterioro en las áreas de coral. Sin embargo, el estudio realizado a partir de la cobertura de macroalgas en trampas de sedimento (que naturalmente fueron utilizadas como sustrato de fijación por varias especies) si permitió observar variaciones en la composición de los ensamblajes de macroalgas dentro y fuera del Parque, esto es consistente debido a que la baja cobertura y biomasa de macroalgas en bentos se relaciona fundamentalmente al tipo de sustrato. La cobertura de las trampas de sedimento de fondo fue mayor fuera del parque Cabo que dentro de él, presentándose un mayor número de trampas con cobertura media y alta fuera del parque y un menor número de trampas de cobertura baja fuera del parque que dentro de él. Fuera del parque se encontraron siempre los mayores valores de riqueza, diversidad, equidad (11 ± 7 especies, H´= 1.93 ± 1.15, E = 0.66 ± 0.30) y una menor dominancia (D = 0.38 ± 0.28) que dentro del parque. (9 ± 7 especies, H´= 1.25 ± 1.44, E = 0.42 ± 0.42, D = 0.61 ± 0.36). Por su parte, los análisis multivariados de los ensamblajes de macroalgas en bentos mostraron diferencias en la composición y frecuencia de las especies dentro y fuera del parque y el ANOSIM mostró que estas fueron significativas (R = 0.37, p = 0.013).

Este mismo comportamiento se observó en las comunidades de organismos bentónicos, de los cuales se identificaron 66 entidades taxonómicas, de éstos, los poliquetos (tubícolas y errantias), amfipodos, isópodos, bivalvos, gasterópodos, la pluma de mar (*Stylatula*) y los anfioxos estuvieron presentes en todos los meses de muestreo. Se identificaron cinco Phylos principales de invertebrados: 1) Annelida (61.7 %), 2) Arthropoda (21.1 %), 3) Mollusca (7.6 %), 4) Cnidaria (3.2%), 5) Echinodermata (0.2 %) y el Phylo Chordata (Amphioxo sp; 3.1%) que si bien no es invertebrado, se incluyó en los análisis por su representatividad en la infauna. La mayoría de los grupos de invertebrados identificados se distribuyen en toda la zona, con excepción de los echinodermos que se concentran solamente en la zona sur. Por otro lado los Cnidarios si bien se distribuyen en toda la zona, en el norte

están representados por *Stylatula elongata* (pluma de mar) y en la zona sur por los corales scleractinios. En todos los casos los índices ecológicos demostraron que la infauna de invertebrados marinos fuera del Parque Marino Cabo Pulmo es más diversa que la correspondiente dentro, así mismo se identifica una estacionalidad en toda la zona con los factores combinados, con valores mayores en la temporada fría. Dado que la composición del hábitat es similar y que se muestreo en las mismas fechas dentro y fuera del parque, los resultados nos permiten inferir que las variaciones observadas entre las dos zonas se deban a las diferencias en los parámetros fisicoquímicos (temperatura, nutrientes, fuerza de las corrientes) que ya se han mencionado anteriormente, así como también a diferencias en parámetros biológicos, particularmente los predadores (peces, erizos y moluscos herbívoros). Se sabe que dentro del área natural protegida debido a la presencia de corales y zonas rocosas existe un mayor número de peces que en zonas de fondos blandos adyacentes (Alvarez-Filip *et al.*, 2006) y posiblemente esto mismo ocurre con los invertebrados. El tipo y densidad de herbívoros puede estar influyendo en la composición de los ensamblajes de macroalgas, causando la diferencia en composición entre las zonas dentro y fuera del parque, tal como se ha observado en otras localidades del Golfo de California (Montgomery 1980a; 1980b; Montgomery *et al.,* 1980; Lively *et al*., 1993), así mismo la mayor presencia de herbívoros puede estar causando que la cobertura de macroalgas en trampas de sedimento de fondo sea menor dentro del parque por el consumo activo de las especies. Esto es consistente y congruente con nuestros resultados de la comunidad nectónica que estuvo comprendida en su totalidad por peces, de los cuales se registraron 95 especies pertenecientes a 65 géneros de 37 familias. Las especies mejor representadas, sin considerar a la familia Clupeidae, son *Thalasoma lucasanum, Mobula thurstoni, Heteroconger digueti* y *Chromis atrilobata.* Los índices de riqueza y diversidad fueron más afectados por el componente de espacial (dentro y fuera del PMCB), que por la temporalidad (cálido/frío), siendo de manera general mayor la riqueza dentro del parque, con una mayor diversidad (*H´*) y una menor dominancia de especies (*D´*). Los resultados son consistentes y comparables a las observaciones de otros trabajos realizados en el área de estudio.

Modelo dinámico del efecto de nutrientes

El fitoplancton es uno de los principales elementos basales de la trama trófica en los ecosistemas marinos. Cambios en la estructura y composición de estas comunidades fitoplanctónica traen como consecuencia un efecto directo en la cantidad de carbón disponible para niveles tróficos más altos. Los factores que regulan la fotosíntesis del fitoplancton son el pastoreo, la luz y los nutrientes presentes en la columna de agua y ya que los requerimientos de luz y nutrientes difieren entre especies la estructura de la comunidad fitoplanctónica también es sensible a la dinámica de las condiciones ópticas y químicas de la columna de agua.

La carga de nutrientes en las regiones costeras provenientes de las escorrentías agrícolas y la urbanización se ha documentado a nivel global. Se considera que altas concentraciones de compuestos nitrogenados y fosforados se ha cuadriplicado en la zona costera causando eutrofización de las aguas costeras (Martin et al., 1981; Nixon 1995). Esta adición de nutrientes es resultado de un cambio significativo en la razón de los micronutrientes en los márgenes costeros. Cambios en la razón de los nutrientes puede alterar la estructura de la comunidad del fitoplancton, así como la presencia y abundancia de especies dominantes en aéreas costeras (Sommer 1989); Admiraal et al., 1990; Turner y Rabalais 1994). Incrementos

en la concentración relativa de N y P relativos a la concentración de silicatos (Si) muestran una ambiente favorable para especies no-siliceas del fitoplancton y es perjudicial para diatomeas silíceas (Humborg et al., 1997). Estos fitoplánctontes no-siliceos son predominantemente flagelados que forman densas concentraciones a lo largo de la costa. La ocurrencia de estos" blooms" a menudo toxico, se asocian con mortandades masivas de peces principalmente.

Incrementos en el aporte de sedimentos y cambios en la composición también modifican el campo de luz relativo al cual el fitoplancton está expuesto. Al igual que con los nutrientes, grupos diferentes del fitoplancton responden diferencialmente a la intensidad luminosa para efectuar sus procesos de fotosíntesis y de crecimiento.

Formulación del modelo

Se estructura para demostrar que la dinámica de múltiples mecanismos de retroalimentación (feedbacks) entre la abundancia del fitoplancton, la luz y los nutrientes. El modelo integra los conceptos de cinética de absorción de nutrientes, utilización de luz y fotosíntesis respecto a los cambios en las condiciones ambientales. Dadas estas interacciones, se evalúan los impactos ocasionados por cambios en la razón de nutrientes, los efectos en la mezcla de columna de agua y propagación de luz sobre la abundancia del fitoplancton y la estructura de la comunidad. Adicionalmente el modelo permite observar algunos potenciales efectos antrópicos sobre la comunidad del fitoplancton en ambientes marinos costeros.

Ambiente Físico

La parte física del modelo se basa en una observación lagrangiana de una parcela de agua de 1 m^3 en una dimensión vertical a lo largo del tiempo. Esta aproximación es apropiada ya que el objetivo de este modelo es experimentar sobre un fenómeno de gran escala el cual supone que procesos similares están ocurriendo en la masa de agua adyacente. La mezcla de la parcela de e agua se expresa como una descripción simple de un movimiento circular, lo cual permite variaciones tipo sinusoidales respecto a la profundidad (Z) tal como lo describe Pahl-Wostl (1992):

Z(t)= Capa de Mezcla/2*(1+SIN(2*PI*TIME/Longitud del Periodo de Rotación)

Tanto la Capa de Mezcla como la Longitud del Periodo de Rotación pueden variar respecto al tiempo para reflejar diferentes regímenes de mezcla. La Longitud del Periodo de Rotación debe ser un componente integrado al modelo y se expresa en Días Julianos (TIME).

Campo de Luz *In Situ*

El campo de luz que incide sobre la columna de agua a un tiempo dado, se define como una función del campo de luz incidente a la superficie, la profundidad de la parcela de agua y la atenuación de la luz a través de la columna de agua. El campo de luz incidente en superficie a un tiempo dado a lo largo del año (Io(t)), se cuantifica como una función seno cubica que considera la Irradiancia máxima y mínima en la zona de acuerdo con Marra (1978):

Io(t) = Imax*SIN(PI*TIME/365)3)+(Imin)

Donde Imax es la irradiancia máxima en moles fotones /m2/d) Imin se establece como la irradiancia mínima en el solsticio de invierno. El valor de 2 moles fotones/m^2/d es un estimador del Mar Báltico (Conley et al., 1993). El campo de luz in situ afecta la columna de agua (iz) como una fracción de la ecuación anterior

Iz(t) = Io(t)*EXP(1-*ATT*Z)

Lo cual significa que la luz se atenúa exponencialmente respecto a la profundidad y donde la ATT es el coeficiente de atenuación (kirk, 1994). El coeficiente de atenuación se debe al material disuelto en la parcela de agua en promedio se ha propuesto un valor de 0.3, (Kirk 1994) y también la atenuación se debe a la acumulación de células fitoplanctónicas creando un circulo de retroalimentación a lo largo del tiempo.

Grupos de fitoplancton

En este modelo se definen solo dos grupos del fitoplancton. Esto con el objetivo de ilustrar la interacción competitiva resultante del aporte de nutrientes en la región costera. Las diatomeas se consideran como el grupo históricamente dominante y es el grupo responsable de la mayor biomasa transportada hacia niveles tróficos mayores. Los dinoflagelados son células simples flageladas que se considera pueden resultar en agregaciones importantes que en ocasiones pueden llegar a ser toxicas. Ambos grupos fitoplanctónicos son susceptibles de responder diferencialmente a la luz de acuerdo a la relación fotosíntesis-irradiancia la cual está dado por el modelo tangencial hiperbólico de Neale y Richerson (1987):

Crecimiento del Fitoplancton = Incremento de Nutrientes*TANH(Iz/Ik)

Donde tanto la tasa de crecimiento de las diatomeas como de los dinoflagelados es una fracción de tasa máxima de crecimiento escala a la tasa de incremento de los nutrientes. La fracción de la tasa máxima de crecimiento depende de la razón del nivel de luz in situ especificado en la ecuación.

Concentración y requerimientos de nutrientes

Concentración de nutrientes para Si y N se expresan en número de moles en un metro cubico de la parcela de agua. La pérdida de nutrientes a lo largo del tiempo de la tasa de absorción por célula de fitoplancton en el número total de células que están utilizando los nutrientes. Para el caso del N tanto los dinoflagelados como las diatomeas influyen en la tasa de absorción. La tasa de absorción de N también esta en función del nivel de luz, donde el máximo de absorción tanto para N como para Si ocurre cuando los niveles de luz mayores al 20% de la irradiancia en superficie (Dugdale et al., 1981). La absorción de cada grupo de cada nutriente (GRupo_Absorcion_Nutriente) sigue la cinética de Michaelis-Menton, tal que:

Absorción de Nutriente = VmaxNutriente*([Nutriente]/([Nutriente]+Ks Nutriente)) (5)

Donde Vmax es la tasa de absorción máxima por célula para un nutriente dado,Ks es la mitad de la constante de saturación (la concentración del nutriente que soporta la mitad de Vmax).

Ya que las diatomeas requieren tanto de N como de Si, el máximo de absorción de Si por las diatomeas se escalo a la absorción de N por las diatomeas. Los nutrientes disueltos en la columna de agua es utilizado por el fitoplancton, existiendo un periodo de tiempo antes de que los nutrientes sean regenerados y regresados su forma disuelta. El tiempo de regeneración del N se asume que es más corto que el del Si, ya que la regeneración del N es un proceso biológico (Officer y Ry ther, 1980). La tasa de crecimiento máxima para ambas especies depende de las condiciones de los nutrientes dentro de la celula. Ya que los dinoflagelados no requieren Si, su tasa de crecimiento máxima dependerá de la disponibilidad de N. Este modelo considera las limitaciones de N y Si para las diatomeas. El resultado es una competencia por el N determinado por la disponibilidad de Si. La tasa de crecimiento de cada grupo de fitoplancton se basa en una cuota de células de acuerdo a Droop (1967)

Crecimiento por Nutrientes = Crecimiento maxNutrientes*(1-Kq/Q)

Donde Crecimiento maxNutrientes es la tasa máxima de crecimiento, Kq es un factor de crecimiento cero y Q es la cuota de células de los nutrientes.

IV.5.6.8 Mamíferos Marinos

La región de Cabo Pulmo se encuentra en el extremo suroeste del Golfo de California colindando con el Océano Pacífico Oriental. Esta ubicación geográfica resulta favorable para la diversidad de mamíferos marinos, representando cerca del 80% a nivel nacional y un 25% a nivel mundial. Esta biodiversidad de mamíferos marinos está sustentada por la gran riqueza de organismos marinos, que a su vez se debe a los valores extraordinarios de producción primaria dentro del Golfo.

A este factor de importancia biológica se suman los de importancia económica y social, siendo un lugar de gran atractivo turístico, así como de pesquerías importantes. Lo cuál genera un conflicto en la utilización de los recursos entre los mamíferos marinos y los humanos, quienes mediante sus actividades de pesca, construcción y contaminación han causado deterioros al ambiente afectando el hábitat de las especies marinas. Por lo cuál se hace patente la necesidad de la conservación de los hábitats marinos mediante el fomento de alternativas pesqueras, reducción de la contaminación y planeación del desarrollo urbano, que a su vez vayan de la mano con el desarrollo económico de las poblaciones locales.

Aún cuando es difícil registrar avistamientos directos dentro del SAM delimitado para el Proyecto, considerando que la zona marina con la que colinda el proyecto es esencialmente un arenero, delimitado al Norte y Este por un sistema de fosas que delimitan la plataforma continental y que en la cercanía de Punta Arena se ubican a menos de 40 metros de la línea costera. La parte sur del SAM es una zona atractiva turísticamente por su diversidad y riqueza de especies marinas, producto de características oceanográficas que su complementan para dar lugar a muchas especies marinas. Sin embargo, no existen estudios sistemáticos que

describan las especies de mamíferos marinos presentes en la región, ni la temporalidad ni el uso del área por estos mismos. Muchas de las especies que a continuación se describen, se han listado por considerar que la región se encuentra dentro de los límites de su distribución más que por reportes de avistamientos o varamientos.

Tabla IV.26. Listado de mamíferos marinos que por su límite de distribución se pudieran encontrar en el SAM delimitado para el proyecto, con probable presencia en la parte sur del SAM.

Mamíferos Marinos		
Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Balaenoptera acutorostrata	Ballena Minke	Pr
Balaenoptera borealis	Ballena de Sei	Pr
Balaenoptera edeni	Ballena de Bryde	Pr
Balaenoptera physalus	Ballena de aleta	Pr
Balaenoptera musculus	Ballena azul	Pr
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	Pr
Eschrichtius robustus	Ballena gris	Pr
Physeter macrocephalus	Cachalote	Pr
Kogia sima	Cachalote enano	Pr
Kogia breviceps	Cachalote pigmeo	Pr
Delphinus capensis	Delfín común de rostro largo	Pr
Delphinus delphis	Delfín común de rostro corto	Pr
Grampus griseus	Delfín de Risso	Pr
Globicephala macrorhynchus	Calderón de aletas cortas	Pr
Lagenorhynchus obliquidens	Delfín de costados blancos del Pacífico	Pr
Orcinus orca	Orca	Pr
Pseudorca crassidens	Orca falsa	Pr
Peponocephala electra	Calderón pigmeo	Pr
Stenella attenuata	Delfín manchado pantropical	Pr
Stenella coaeruleoalba	Delfín listado	Pr
Stenella longirostris	Delfín tornillo de rostro largo	Pr
Steno bredanensis	Delfín de dientes rugosos	Pr
Tursiops truncatus	Tursión	Pr
Berardius beardii	Zífido de Baird	Pr
Indopacetus pacificus	Zífido de Longman	Pr
Mesoplodon densirostris	Mesoplodonte de Blainville	Pr
Mesoplodon peruvianus	Mesoplodonte pigmeo	Pr
Mesoplodon sp. A	Mesoplodonte especie A	No catalogado
Ziphius cavirostris	Zífido de Cuvier	Pr
Zalophus californianus	Lobo marino de California	Pr
Arctocephalus townsendi	Lobo fino de Guadalupe	Pr
Phoca vitulina	Foca común	Pr
Mirounga angustirostris	Elefante marino del norte	A

Nota: NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr= Sujetas a Protección Especial; A= Amenazada.

De las 33 especies de mamíferos listadas en la tabla anterior, debe destacarse que todas presentan una distribución potencial en el Golfo de California, y pueden observarse a lo largo del año, en época de invierno se puede observar a la Ballena gris, la Ballena azul, el Delfín de costados blancos del pacífico, la Ballena de Minke, la ballena de Sei y la ballena jorobada.

De los mamíferos marinos avistados en Cabo Pulmo, podemos mencionar al lobo marino, es el pinnípedo más común y abundante de México. Los avistamientos de esta especie son comunes en la región, encontrándose una colonia reproductiva cerca de la zona. La Orca posee una amplia distribución geográfica, encontrándose literalmente en cualquier región marina. Habita preferentemente en aguas costeras de temperaturas frías y aguas polares y se reportan avistamientos en esta región.

El Zífido de Longman posee aparentemente una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y templadas de los Océano Pacífico e Índico. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas. Esta especie solamente se ha avistado dos veces cerca de Los Cabos en B.C.S, por lo que no es una especie común del Golfo de California y teóricamente se puede observar en cualquier mes del año.

A excepción del lobo marino de California, muchas de las especies de mamíferos marinos que se pueden observar en la región no muestran evidencias de actividades vitales en el SAM determinado para el proyecto, como en la Bahía de Loreto, la zona de las Grandes Islas, los alrededores de la isla San Pedro Mártir o el alto Golfo, lo cuál pudiera llevarnos a pensar que los mamíferos marinos utilizan el área como una zona de tránsito hacia regiones más internas del Golfo de California. En este sentido, no se prevé impactos de orden secundario por el desarrollo del proyecto como se evidenciará en el Capitulo siguiente de este estudio.

Esto demuestra la necesidad de realizar estudios sistemáticos de monitoreo especializado en mamíferos marinos para evaluar los posibles riesgos e impactos que el proyecto pudiera representar a los mismos.

Finlmente, considerando la relevancia ecológica que presentan los mamíferos marinos en el Golfo de california y su inlcusión en los listados de categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, incluyen las fichas técnicas en el Anexos del presente estudio, para mayor información.

Aves Marinas y Costeras

Con la finalidad de describir y caracterizar bibliográficamente la ornitofauna marina y costera que se distribuyen de manera potencial en el SAM y del proyecto, se realizó una revisión de la literatura especializada, el respecto se tiene lo siguiente:

La **avifauna marina** de la Península de Baja California ha llamado la atención de naturalistas desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Los datos recabados por las primeras expediciones permitieron crear catálogos importantes de aves terrestres y marinas, como los de Brewster (1902), Grinnell (1928) y posteriormente Wilbur (1987). Dichas obras reunieron la información de las aves en la región, abriendo el campo a diferentes investigaciones ornitológicas en la península (*v. gr*. Anderson 1983, Howell *et al.* 2001).

El Golfo de California, área donde se ubica el SAM y el proyecto es visitado por múltiples especies de aves marinas y costeras tanto transeúntes como residentes. Las aves utilizan la región como sitio de descanso, alimentación y como áreas de reproducción (Cody y Velarde 2002).

Distintas especies de aves marinas y costeras utilizan el Golfo de California durante sus migraciones. Algunas de éstas, como las aves playeras, prefieren sustratos lodosos (Page *et*

al. 1997). En estos hábitat se han realizado trabajos sistemáticos recientes relacionados con la distribución y composición espacio-temporal de dichas aves (*v. gr*. Carmona 1995, Carmona *et al*. 2011).

Así mismo, la literatura relacionada con la reproducción de aves marinas y costeras en el Golfo de California y sus islas es extensa, debido a un monitoreo relativamente constante (Mellink y Palacios 1993, Peresbarbosa y Mellink 2001). Dichos estudios han señalado la importancia ecológica de islas como Montague, San Pedro Mártir y Rasa (Velarde 1993, Hernández 1997, Mellink 2001).

De tal manera la mayor parte de las investigaciones sobre aves marinas y costeras en la península se han realizado sobre reproducción, particularmente en zonas insulares (*v. gr.* Velarde 1993, Hernández 1997, Mellink 2001) y sobre distribución de aves migratorias en zonas de humedales (*v. gr.* Martínez 2010, Carmona *et al*. 2011, Ayala Pérez *et al*. 2012).

Para la porción norte del Golfo de California existe una sola publicación relacionada con la distribución y abundancia espacio-temporal de las aves marinas, realizada en diferentes ambientes del Canal de Ballenas, incluyendo Bahía Los Ángeles y Bahía Las Ánimas en Baja California (Tershy *et al.* 1993). Para la parte sur existen únicamente dos investigaciones, realizadas en las islas San José y San Francisquito, al norte de la Bahía de La Paz (Lobera 2007, Sarabia 2007). En estas últimas, se indica que los ambientes arenosos y rocosos predominantes en ambas islas estudiadas sostienen comunidades aviares sencillas y en números escasos, en comparación a las zonas lodosas.

Dado el predominio de *sustratos rocosos y arenosos* y la escasa representación de áreas insulares en la porción sureste de la península, existen en ella muy pocos trabajos relacionados a las aves marinas y costeras. Por ejemplo para la porción sur del SAM existen 18.5 km de línea de costa que conforman el Parque Cabo Pulmo, no hay una sola investigación respecto a las aves que lo utilizan, sólo se indican pequeños listados en investigaciones o programas generales (Anaya 1993, CONANP 2006), entre los que se citan las siguientes especies: Gaviota de patas amarillas (*Larus livens*), Gaviota parda (*Larus heermanni*), Gallito menor (*Sternula antillarum*), Gallito elegante (*Thalasseus elegans*) Gallito real (*Thalasseus maximus*), Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*); Garzas morena (*Ardea herodias*) y blanca (*Ardea alba*) y aves playeras (*Limosa fedoa, Numenius phaeopus* y *Numenius americanus*).

De acuerdo con los datos reportados en la literatura especializada que fue consultada, en el Sistema Ambiental Marino y en el proyecto existen 39 especies potenciales de aves (Anexos) que se agrupan en 7 órdenes, 14 familias y 25 géneros.

La lista de especies potenciales de aves marinas y costeras indica las especies registradas en la literatura y las especies con observación potencial. De estas, 16 (42%) están indicadas por bibliografía en diferentes listas y 24 (58%) son potencialmente observables.

De las 16 especies registradas en literatura seis son residentes con poblaciones reproductivas en la región, cuatro son visitantes no reproductivos y seis más se consideran migratorias. Además cinco de ellas (31%) se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana, todas como “sujetas a protección especial”.

De las 22 especies potenciales, 5 son residentes, 4 son visitantes no reproductivos y 13 migratorias. De estas especies 4 están listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, dos como “sujetas a protección especial”, una “amenazada” y una más “en peligro de extinción” (ver la siguiente tabla).

Tabla IV.27. Listado de especies potenciales en el SAM y el proyecto.

Nombre científico	Nombre común	Potenciales	Permanencia	NOM 059
Aythya affinis[5]	Pato Boludo Menor	***	M	
Bucephala clangula[5]	Pato Chillón	***	M	
Gavia immer[5]	Colimbo Mayor	***	M	
Podiceps nigricollis[5,6]	Zambullidor Orejudo	***	M	
Sula nebouxii[5,6]	Bobo Pata azul	***	NBV	**Pr**
Sula leucogaster[5,6]	Bobo Café	***	NBV	
Pelecanus occidentales[1,2,3]	Pelícano Pardo		R	
Phalacrocorax penicillatus[5,6]	Cormorán de Brandt	***	NBV	
Phalacrocorax auritus[2]	Cormorán Orejudo		NBV	
Fregata magnificens[2]	Fragata Magnífica		NBV	
Ardea herodias[1,2,3]	Garza Morena		R	**Pr**
Ardea alba[1,2,3]	Garza Blanca		R	
Egretta thula[5,6]	Garceta Pie Dorado	***	R	
Egretta rufescens[5]	Garceta Rojiza	***	R	**Pr**
Pandion haliaetus[2]			R	
Pluvialis squatarola[5]		***	M	
Charadrius nivosus[5]		***	R	**A**
Charadrius wilsonia[5]		***	R	
Charadrius semipalmatus[5]		***	M	
Haematopus palliatus[5]		***	R	**P**
Recurvirostra americana[2]			M	
Actitis macularius[5,6]		***	M	
Tringa incana[5]		***	M	
Tringa semipalmata[5]		***	M	
Numenius phaeopus[1,3]			M	
Numenius americanus[1,3]			M	
Limosa fedoa[1,3]			M	

	Arenaria melanocephala[5,6]		***	M	
	Calidris alba[5]		***	M	
	Calidris minutilla[5,6]		***	M	
	Larus delawarensis[1,3]			M	
	Larus californicus[5]		***	M	
	Larus heermanni[3]			NBV	**Pr**
	Larus livens[1,3]			R	**Pr**
	Hydroprogne caspia[5]		***	NBV	
	Sternula antillarum[3]	Harán minimo		R	**Pr**
	Thalasseus maximus[1,3]	Charrán real		M	
	Thalasseus elegans[3]	Charrán elegante		**NBV**	**Pr**

Nota: Lista de especies de aves marinas y costeras registradas y potenciales en el SAM y el proyecto. Se muestra la fuente bibliográfica, Permanencia (R=residente con reproducción en la región; NBV=visitante no reproductivo; M=migratorio) y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (P=Peligro de extinción, A= Amenazada y Pr=Sujeta a protección especial).
Fuentes bibliográficas: [1]Anaya (1993); [2]Cobarrubias (2003); [3]CONANP (2006); [4] Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar: Cabo Pulmo; [5] Lobera (2007); [6] Sarabia (2007).

El bajo número de especies en el SAM se debe a que, a diferencia del ambiente subacuático, la zona intermareal y supralitoral ofrecen una escasa gama de recursos a las aves. Por ejemplo para las aves playeras, el grupo migratorio con mayor número de especies y de individuos en la península, se ha indicado que un predominio de sedimentos arenosos dificulta su presencia, pues se trata de un hábitat físicamente riguroso, lo que ocasiona poca abundancia de invertebrados y presas disponibles, en comparación a sitios lodosos (Barnes, 1997).

El SAM y el proyecto presenta una riqueza específica baja, si se compara con zona de playa de Ensenada de la Paz donde se registró un total de 60 especies (Carmona, 1995), así mismo, debe destacarse, que en una sola visita en oasis de la Purísima, se registro el mismo numero de especies (Carmona *et al*., 2003), ya que las aves marinas y costeras prefieren las áreas lodosas que predominan en estos sitios a diferencia de los sustratos arenosos y rocosos que predominan en el SAM el proyecto.

Se ha observado en diversos estudios de campo que la Avifauna Marina del Golfo de California prefieren los sustratos lodosos (Page *et al.* 1997). En estos hábitat se han realizado trabajos sistemáticos recientes relacionados con la distribución y composición espacio-temporal de dichas aves (*v. gr*. Carmona 1995, Carmona *et al*. 2011), características de las que carece el SAM del proyecto.

Los ambientes rocosos y arenosos predominantes en las islas San José y San Francisquito, al norte de la Bahía de La Paz (Lobera 2007, Sarabia 2007), sostienen comunidades aviares sencillas y en números escasos, en comparación a las zonas lodosas.

Tortugas Marinas

Golfo de California (Mar de Cortés)

El golfo de California, también llamado mar de Cortés cubre un área de 889,300 km^2 y cuenta con 19 áreas naturales protegidas, que representan 98,755 km^2 (11% de la región). Un 4% del área marina está actualmente bajo protección. En el Golfo de California existen además 14 áreas marinas protegidas y siete sitios Ramsar (humedales de Importancia Internacional). Todas las islas están protegidas como Áreas para la Protección de Flora y Fauna y en 2006 fueron declaradas "Patrimonio de la Humanidad" por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Esta región ecológica incluye cinco áreas marinas prioritarias de conservación (APC) de la iniciativa *Baja California al mar de Béring* (también llamada B2B por su acrónimo en inglés):17 la APC 24 – Corredor Los Cabos/Loreto; la APC 25 – Alto Golfo de California; la APC 26 – Grandes islas del golfo de California/Bahía de Los Ángeles; la APC 27 – Humedales de Sonora, Sinaloa y Nayarit/Bahía de Banderas, y la APC 28 – Islas Marías (Morgan *et al*., 2005).

Es un mar parcialmente cerrado conocido por sus excepcionalmente elevados niveles de biodiversidad y elevada productividad primaria, resultantes de la combinación de su topografía, latitud meridional y sistemas de surgencia. La ecorregión cuenta con 36 especies de mamíferos marinos, incluyendo a la vaquita (*Phocoena sinus*), la marsopa en mayor peligro de extinción (alrededor de 245 individuos); 31 especies de cetáceos que viven, transitan o visitan esta región para su reproducción, crianza y alimentación; 5 de las 7 especies de tortugas marinas del mundo; 754 especies de peces, incluyendo tiburones; 210 especies de aves, 222 de tetrápodos y poco más de 6,000 especies de macro invertebrados. Hay por lo menos 18 especies coralinas. El endemismo (especies únicas) es extraordinario: 766 macro-invertebrados (15.8% de las especies conocidas del Golfo) y 77 especies endémicas de peces (10%). Sin embargo, esta región privilegiada está en riesgo. La pesca excesiva y con artes de pesca no sustentables, junto al turismo mal planeado, los asentamientos urbanos irregulares y la contaminación de los mares y los cuerpos de agua dulce, está amenazando hábitats críticos, especies únicas y mermando los recursos naturales, lo que pone en una situación también difícil a los más de 40,000 pescadores ribereños y 80,000 industriales, y sus familias. Por ello, en 2007 la Alianza WWF-Telcel inició la primera etapa de un programa integral de conservación de especies marinas en peligro de extinción o amenazadas y de sus hábitats en el Mar de Cortés y la Península de Baja California, enfocándose en: grandes ballenas y delfines (incluyendo la ballena azul, la ballena gris, la ballena jorobada, la ballena de aleta y la orca); tortugas marinas (laúd, carey, amarilla, prieta y golfina); tiburones (tiburón blanco , tiburón ballena y otros tiburones); y los peces "picudos" (pez espada, pez vela, marlín y dorado).

Su diversidad biológica ha sido documentada a través de diversos estudios realizados con las comunidades arrecífales. En el Golfo de California se presenta la cobertura coralina más extensa y un alto porcentaje (78%) de las especies de corales hermatípicos reportadas. La

riqueza Ictiológica también es considerablemente importante, pues de las 875 especies de peces reportadas para el golfo, aproximadamente el 26% se presentan en el arrecife.

Mundialmente se reconoce la existencia de ocho especies de tortuga marina, *Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata, y Nattator depresus* todas ellas consideradas como en peligro de extinción (GETM/UICN/CSE 1995; SEMARNAT 2010; CITES 2004). Siete de estas especies (*Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata*) arriban a los litorales mexicanos, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe, en estos litorales es donde las tortugas marinas desarrollan parte o la totalidad de su ciclo biológico, por lo que México es considerado en el ámbito mundial como "el País de las Tortugas Marinas" (Márquez 1996ª).

La construcción de represas río arriba y el desvío de aguas del río Colorado han dado lugar a una considerable disminución del aporte de agua dulce de este curso fluvial, lo que a su vez ha alterado drásticamente las condiciones ecológicas del Alto Golfo: sistema estuarino relevante para la reproducción de la ictiofauna, que hoy día registra un exceso de salinidad. La pesca, sobre todo con redes, es una actividad esencial para las comunidades costeras de la región; sin embargo, son preocupantes los declives en la abundancia de varias especies ictiológicas y los cambios en los tipos de artes de pesca. Las aguas cercanas a los estados mexicanos de Nayarit, Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur forman parte de esta región, cuya frontera sur se extiende —desde las perspectivas oceanográfica y faunística— del cabo Corrientes, en el extremo noroeste del estado de Jalisco, al cabo San Lucas, en la punta de la península de Baja California (Brusca *et al*., 2005).

Una de las actividades trascendentales en materia de conservación de las tortugas marinas es la declaratoria de las principales playas de anidación como Zonas de Reserva y Sitios de Refugio, distribuidas en ambos litorales del país (SEPESCA 1986), mismas que en julio de 2002 fueron formalmente decretadas como Áreas Naturales Protegidas, con la categoría de Santuarios (CONANP 2005). Así mismo, destacan el acuerdo de veda total y permanente para todas las especies y subespecies de tortuga marina, sus productos y derivados en aguas de jurisdicción nacional, publicado el 31 de mayo de 1990 (SEPESCA 1990) y la adición del Capítulo de Delitos Ambientales al Código Penal para el Distrito Federal en Materia de Fuero Común y para toda la República en Materia de Fuero Federal en 1996 (SEGOB 1996).

La publicación del acuerdo de veda propició la creación del Programa Nacional de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (SEDUE/SEPESCA 1990) y, en 1993, de la Comisión Intersecretarial para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (SEPESCA 1993a) y del Comité Nacional para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas integrado por representantes de los sectores productivo, académico y gubernamental (SEPESCA 1993b).

En el ámbito internacional, destaca la adhesión de México, en 1998 a la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, que es el único

tratado internacional dedicado exclusivamente a las tortugas marinas, ratificando su adhesión en 1999 (CIPCTM 1998).

Las especies registradas con conducta anidadora en la región son; La tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), La Prieta (*Chelonia agassizii*), y La Golfina (*Lepidochelys olivacea* (Ver siguiente Figura*)*. Estas tres especies cuentan con registros de anidación en la región. Sin embrago, se pretende incluir a las tortugas Carey (*Eretmochelys imbricata*), y Caguama (*Caretta caretta*) (ver la figura 146) que aunque no cuentan con registros de anidación tienen áreas de alimentación en la zona arrecifal frente al predio, no se descarta la posibilidad de encontrarlas en el predio.



Lepidochelys olivacea (Golfina)

Dermochelys coriacea (Laúd)



Chelonya agassizii (prieta)

Figura 145. Especies de tortuga marina con conducta anidadora registradas en la zona de influencia del proyecto, Punta Arena, BCS, México.



Eretmochelys imbricata (Carey) *Caretta caretta* (Caguama)

Figura 146. Especies de tortugas marinas que aunque no se cuentan con registros de anidación, no se descarta la posibilidad de encontrarlas en el predio.

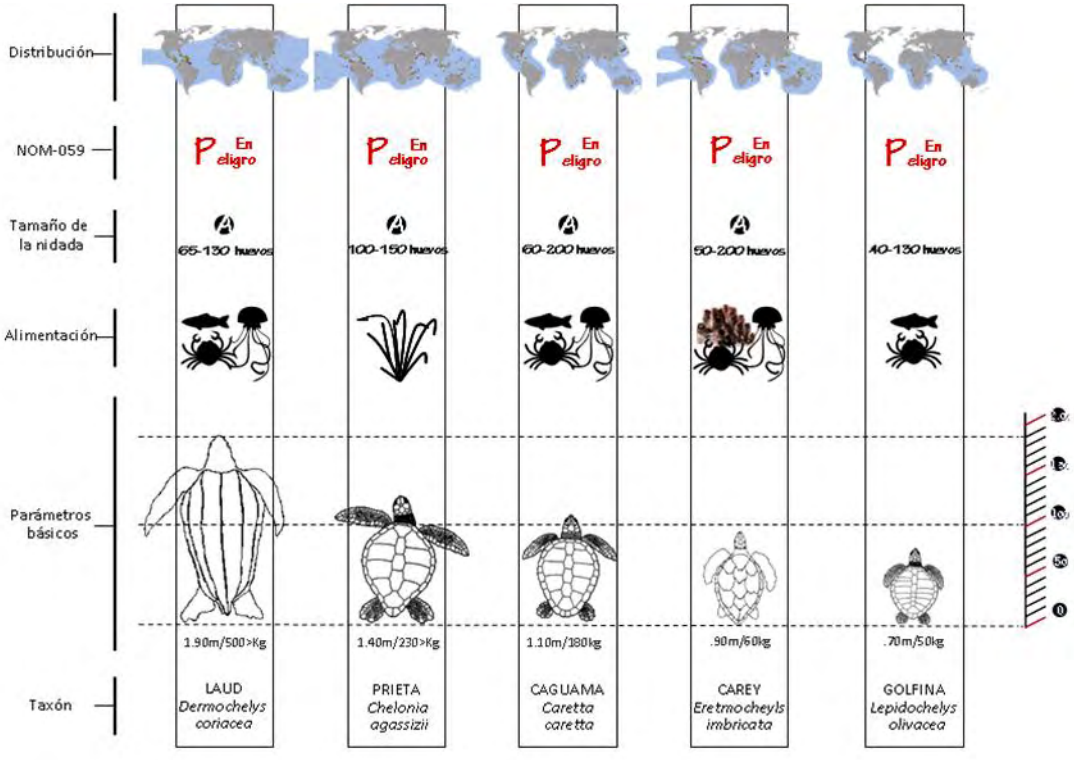


Figura 147. Características básicas de las especies de tortugas marinas.

Zonas de Anidación en BCS

De las siete especies de tortugas marinas que se encuentran en mares de jurisdicción mexicana, cinco de ellas se distribuyen en el Océano Pacifico (WIDECAST 2004), y en la región del Mar de Cortés donde se pretende realizar el proyecto, se cuenta con registros de anidación de al menos tres especies Prieta (*Chelonia agassizii*), Laúd (*Dermochelys coriacea*), y la Golfina (*Lepidochelys olivacea*), y registros de Caguama (*Caretta caretta*), y Carey (*Eretmochelys imbricata*). El ANP Cabo Pulmo cuenta con programas de monitoreo de nidos cuyo objetivo primordial es determinar cuales especies de la tortuga marina anidan sobre las playas del Parque Marino, cuidar los nidos de sus depredadores naturales y del hombre y proteger a las crías en su liberación. (http://www.pulmoamigos.org/proyectos.php). Igualmente, aunque más al Sur, el Municipio de los Cabos a través del Programa de Protección de Tortuga Marina cuentan con un campamento Tortuguero Don Manuel Orantes que realiza actividades con tortuga golfita, laúd y prieta. Donde se incluyen actividades con la comunidad de los pueblos de la región y los hoteles.

La conservación del arrecife frente al proyecto es muy importante para la conducta alimentaria, reproductiva y anidadora de las tortugas marinas. Este arrecife que se encuentra dentro del Área Natural Protegida (ANP) Cabo Pulmo. Desde el punto de vista ambiental Cabo Pulmo es el único ecosistema de arrecife coralino en el Golfo de California y como tal, representa un tipo particular de hábitat, de procesos ecológicos, de comunidades biológicas y de características fisiográficas; situación que le confiere no sólo una importancia regional, sino una gran relevancia en el ámbito mundial. Se trata del arrecife coralino que tiene la ubicación más septentrional en el Pacífico Este y es, actualmente, uno de los de mayor cobertura coralina (Durhamm, 1947; Squires, 1959; Brusca y Thomson, 1975; Reyes-Bonilla, 1990).

Cabo Pulmo y el resto de la zona son importantes debido a que ahí también se presentan especies que se encuentran consideradas bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre las mas sobresalientes se encuentran cinco especies de tortugas marinas (*Caretta caretta, Chelonia agassizi, Dermochelys coriacea, Eretmochelys imbricata y Lepidochelys olivacea*), todas bajo la categoría de en peligro de extinción, y por lo tanto consideradas especies prioritarias para su conservación en México (SEMARNAT 2010).

Esta ecorregión es un sitio de alimentación clave para la tortuga prieta o verde (*Chelonia mydas*). Aquí también se ubican diversas playas de anidación para la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), la más abundante en el Pacífico Oriental. Hay una concentración importante de nidos en la punta sur de la península de Baja California.y el sur de Sinaloa. La golfina también frecuenta las bahías, los esteros y la zona pelágica de la ecorregión para alimentarse y desarrollarse (http://baja.seaturtle.org/ y http://www.tortugamarina.com).

Temporada de Anidación en la región Sur de BCS.

En general las principales playas de anidación en México se encuentran en el Pacífico en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, con anidaciones menores en BCS, Sinaloa, Jalisco y Colima. La temporada de anidación para esta zona del Pacífico va de junio a marzo.

En la región del Mar de Cortés donde se localiza el proyecto la temporada de anidación para laúd va de Octubre a Marzo. Cada ejemplar puede poner hasta 6 nidadas por temporada, con 60 huevos en promedio. Para la Golfina la temporada inicia de junio y termina en diciembre.

De acuerdo con la abundancia de la anidación anual las playas se clasifican en dos categorías 1. Playas prioritarias, y 2. Playas de anidación ocasional o rara.

Las playas primarias son Mexiquillo (Michoacán) Tierra Colorada (Guerrero) y Acuitan y Barra de La Cruz (Oaxaca). Las playas secundarias son Agua Blanca y Los Cabos (BCS) Playa ventura (Guerrero) y La Tuza, Chacahua y Cerro Hermoso (Oaxaca).

PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS

Características que las tornan susceptibles a la extinción.

Todas las especies de tortuga marina exhiben complejos y prolongados ciclos de vida que duran 15 a 30 años en completar. Son altamente migratorias, realizando extensos movimientos que las trasladan de sus playas de nacimiento hacia uno o varios hábitats marinos de alimentación y desarrollo antes de regresar a reproducirse. Los derroteros de éstos pueden cruzar aguas territoriales de uno o varios países, en ocasiones con políticas incompatibles de manejo. No obstante sus hábitos migratorios, las tortugas marinas son muy específicas en el lugar donde anidan, no solo obedecen a conductas circadianas sino que regresan a la misma playa donde nacieron en sucesivas migraciones para la reproducción (una característica llamada “filopatría”). Aun así, a pesar de que cada colonia regresa fielmente a su propia playa al momento de su reproducción, en los hábitats marinos de desarrollo y alimentación convergen tortugas de varios stocks, con orígenes en playas cercanas y distantes. Este factor significa que cualquier factor de impacto podría afectar más de una población y, en ocasiones, provenientes de más de una región.

La complejidad de estas historias de vida dificulta sobremanera su conservación, manejo y seguimiento. Primero, la permanencia durante más del 99% de su tiempo en hábitats marinos (en algunas especies en aguas internacionales) las hace de difícil acceso para cualquier acción de conservación. Segundo, cada colonia anidadora tiende a comportarse como unidad poblacional y con demografía independiente lo que significa que las colonias que sufran merma o colapsos por cualquier causa (natural o antropogénica) no podrán recuperarse a través de un reclutamiento natural proveniente de poblaciones externas, por lo menos dentro de las escalas de tiempo relevantes para fines de manejo. Tercero, por lo prolongado del desarrollo y la magnitud de la extensión geográfica que utilizan durante su ciclo vital, los impactos se van sumando en el espacio (a lo largo de sus circuitos migratorios) y en el tiempo (a lo largo de las varias décadas de vida). Las tortugas de manera natural enfrentan altas mortalidades en las fases iniciales pero esto requiere de altas tasas de sobrevivencia en las fases tardías (juveniles y adultos) para que las poblaciones logren crecimientos poblacionales positivos o por lo menos estables (Heppell, 2003) que permitieran revertir los procesos de

declinación ocasionados por la sobre-explotación histórica. Finalmente, a consecuencia de un crecimiento poblacional lento y prolongado, su capacidad para sustentar aun niveles moderados de mortalidad adicional por presiones antropogénicas, especialmente en poblaciones ya mermadas, es extremadamente limitado.

Principales amenazas.

Las principales amenaza para las tortugas marinas tiene un origen antropogénico y sus actividades incluyen:

Extracción directa (ahora ilegal en casi todos los países) particularmente cuando está asociada con el tráfico internacional de productos y sub-productos,

Impactos por pesquerías causando mortalidad directa en la captura incidental, destrucción de los hábitats marinos y transformaciones en la trama trófica.

Desarrollo costero que altera, daña o destruye hábitats de las tortugas marinas a través de la degradación de playas de anidación, construcciones, alteración de la vegetación, y dragados, mal uso de la iluminación, obstáculos en la playa, relleno de la playa con materiales ajenos a esta, residuos dispersos en el mar, etc.

Contaminación y patógenos, dado que la polución marina por medio de plásticos, artes de pesca descartados, productos derivados del petróleo y otras basuras impactan las tortugas marinas debido a su ingestión y enmallamiento letal. La contaminación por iluminación altera el comportamiento de anidación y desorienta a las crías recién eclosionadas ocasionando incrementos en su mortalidad. Contaminantes químicos debilita el sistema imune de las tortugas marinas, haciéndolas susceptibles a agentes patógenos,

Calentamiento global que puede impactar desde la proporción sexual en las crías, agravar la frecuencia de eventos climáticos severos, incrementar la probabilidad de epidemias entre tortugas marinas, y la pérdida de playas de anidación, destrucción de arrecifes de coral y otras alteraciones críticas para los hábitats de las tortugas marinas y procesos oceanográficos básicos.

Fenómenos naturales tales como huracanes y tormentas tropicales que provocan la inundación de playas de anidación son otros factores que influyen negativamente en el éxito de la eclosión de las tortugas.

También hay factor no humano que afectan a las tortugas marinas. Tales como; depredación por animales silvestres y domésticos que se alimentan de los huevos de tortuga, los depredadores más comunes de las crías de tortugas son hormigas, cangrejos, serpientes y mamíferos como mapaches, tejones, coyotes, cerdos, perros y gatos salvajes y domésticos, aves, peces. Y las adultas, y juveniles son depredadas en tierra por perros principalmente, y en el mar por tiburones y orcas.

Por lo anterior, la conservación para estas especies requiere acciones sistemáticas y unificadas, con (1) un conocimiento de la ubicación de los hábitats críticos para cada unidad demográfica, (2) monitoreos y protección a largo plazo de sus hábitats clave, tanto los terrestres como los marinos, (3) normatividad de protección al ambiente acorde a las características y necesidades de las tortugas marinas, con eficaz control y cumplimiento, (4) estrecha coordinación y comunicación entre los diferentes grupos de interés alrededor de las acciones (gobierno, academia, ong's, sociedad civil e iniciativa privada) a realizar a dentro del ámbito geográfico total del ciclo vital de cada población, (5) una conciencia de la problemática de las especies entre la sociedad civil y (6) la integración de las comunidades locales con actividades asociadas a las tortugas marinas, a los programas de protección, manejo e investigación.

Se considera que el proyecto a través de la instrumentación del Programa de Conservación de Tortugas Marinas y con el establecimiento y operación del Campamento Los Pericues en coordinación con las instituciones participantes en el Programa Nacional de Protección, Conservación y Manejo de Tortugas Marinas, pretende contribuir a la recuperación de las poblaciones de tortugas marinas en el Mar de Cortés, a través de acciones de protección, conservación, investigación, educación ambiental y capacitación.

La Zona de playa existente en el SAM, se caracteriza por ser un arenero delimitado al Norte y Este por un sistema de fosas que delimitan la plataforma continental y que en la cercanía de Punta Arena se ubican a menos de 40 metros de la línea costera y cuenta con una longitud mayor de 8 Km.

Dicha composición arenosa esta determinada por los aportes de los arroyos tesos y miramar que además de dar origen a la playa. Este sustrato favorece procesos de abrasión que limita significativamente el desarrollo de vegetación o arrecifes coralinos como los de Cabo Pulmo (porción sur del SAM).

La playa colindante ubicada al sur del SAM, es sitio de arribazón y anidación de tortugas marinas. Mundialmente se reconoce la existencia de ocho especies de tortuga marina, *Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata, y Nattator depresus* todas ellas consideradas como en peligro de extinción (GETM/UICN/CSE 1995; SEMARNAT 2010; CITES 2004). Siete de estas especies (*Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata*) arriban a los litorales mexicanos, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe, en estos litorales es donde las tortugas marinas desarrollan parte o la totalidad de su ciclo biológico, por lo que México es considerado en el ámbito mundial como "el País de las Tortugas Marinas" (Márquez 1996ª).

Las especies registradas con conducta anidadora en la región son; La tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), La Prieta (*Chelonia agassizii*), y La Golfina (*Lepidochelys olivácea.* Estas tres especies cuentan con registros de anidación en la región. Sin embrago, también puede incluirse a las tortugas Carey (*Eretmochelys imbricata*), y Caguama (*Caretta caretta*) que aunque no cuentan con registros de anidación tienen áreas de alimentación en la zona arrecifal frente al predio, no se descarta la posibilidad de encontrarlas en el predio.

IV.6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Descripción de la estructura y función del sistema ambiental.

La estructura del sistema se constituye por un conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí con los individuos y su comunidad. Este sistema se encuentra sub-constituido a su vez por dos subsistemas, el medio natural y el socioeconómico (ver siguiente figura). Los elementos y procesos del ambiente natural se proyectan en dos subsistemas principales: Medio físico con los componentes aire, suelo y agua; y Medio biológico: vegetación terrestre y fauna. El socioeconómico está conformado por las estructuras y condiciones sociales, histórico-culturales y económicas del área de influencia; que sustentan un grupo de parámetros o factores que subsecuentemente se conforman por diversos componentes del medio ambiente.

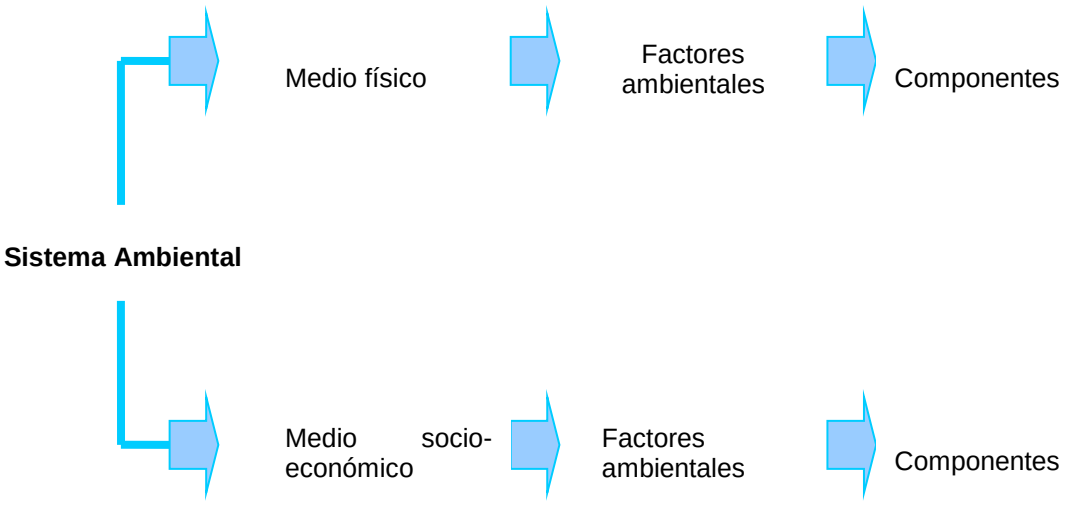


Figura IV. 13748. Diagrama general de la estructura del Sistema Ambiental.

Para la elaboración del Diagnóstico Ambiental se ha tomado como punto de partida la descripción de los diferentes componentes ambientales, los procesos que le dieron origen así como también de aquellos que actúan en la configuración actual, en una primera escala de estudio, a nivel del Sistema Ambiental y en un segundo nivel de análisis a nivel de microcuenca. Esta aproximación conceptual permite reconocer de manera coherente y articulada, la organización y dinámica tanto vertical como horizontal de la arquitectura espacial y funcional de la envoltura geográfica comprendida en ambos niveles de aproximación.

Para ello, la caracterización se realizó en dos grandes etapas: la primera de índole eminentemente descriptiva, en la cual se analizó de manera individual cada uno de los componentes ambientales y sus patrones de distribución espacial. Mientras que la segunda fase tuvo como objetivo la integración, es decir, de carácter sintético a partir de la diferenciación en unidades ambientalmente homogéneas bajo una estructura espacial jerárquica y taxonómica, denominadas como Unidades Naturales.

Esta regionalización permite la integración espacial de los procesos que lo configuran y que se ligan desde los rangos superiores, en dirección hacia los niveles menos complejos de integración. Así, los niveles mayores son más complejos y asimilan a cada uno de los rangos de menor jerarquía; no obstante, los niveles mayores dependerán de los rangos inferiores.

La caracterización de cualquier categoría de la superficie terrestre esta basada en el arreglo fisiográfico, el cual tiende a presentar características definidas o aproximadamente homogéneas al poseer una combinación similar de los distintos componentes (litología, relieve, suelos, vegetación, etc.) y fisonómicamente es una entidad territorial reconocible y diferenciable de las circundantes.

Así, la delimitación de unidades homogéneas, también denominadas como unidades naturales, unidades ambientales o unidades ecológicas funcionales presentan como característica fundamental homogeneidad interna con respecto a ciertas variables ambientales. Por tanto, es necesario el reconocimiento de éstas para delinear los límites de regularidad y con ello realizar la diferenciación del territorio por su diversidad.

Para este trabajo se toma como punto de partida el enfoque geomorfológico, ya que a través de la detección de las formas del relieve es posible inferir homogeneidad en el resto de los componentes ambientales, aunque es importante señalar que esta relación no siempre es tan directa en todos los casos. El relieve, el clima y la geología son factores físicos que se modifican en tiempo geológico (García Romero, 2005), es decir, muy largo, de modo tal que podría considerarse como relativamente estables con respecto de otros componentes. Mientras que en el caso contrario se encuentra la vegetación y el suelo, siendo la primera la más dinámica ya que más susceptibles a recibir una mayor influencia de la actividad antrópica y cuyos cambios en su estructura son indicadores de la estabilidad o estado de conservación de una determinada unidad ecológica funcional.

La diferenciación en unidades naturales responde a un patrón recurrente de arreglos geomorfológicos que presentan una combinación u asociación de procesos complejos genéticamente análogos que definen la regularidad del relieve con un mismo carácter mesoclimático. En la delimitación también se consideran el origen, toda vez que es resultado de la interacción de las fuerzas y procesos endógenos y exógenos.

Debido a que el SAR se construyó con base en la delimitación de microcuencas por las que atraviesa el proyecto, esta segunda escala de análisis permite incorporar los procesos regionales con la dinámica de las zonas funcionales de cada microcuenca. Con ellos es posible determinar el tipo e intensidad de las interacciones y procesos en la estructura vertical y horizontal de manera local de cada región natural permitiendo reconocer el grado de estabilidad de dichas unidades ecológicas funcionales a nivel de paisajes geomorfológicos (también denominadas geofacies, según Bertrand, 2006). Este último nivel jerárquico permite definir los flujos de materia, energía e información a una escala y con ello la identificación de impactos ambientales así como la elaboración de escenarios.

El segundo nivel de análisis se realiza a partir de las microcuencas que conforman el Sistema Ambiental Regional Terrestre y con ello se busca comprender como cada unidad natural se comporta en el marco de las zonas funcionales en las que se puede regionalizar una cuenca hidrográfica ya que el arreglo de las unidades en cada microcuenca es distinto y por lo tanto

también define una dinámica e intensidad de procesos diferente. Esta lectura conjunta, permite definir el estado actual del SAR y a partir de él construir escenarios.

Así, el diagnóstico ambiental parte de la caracterización de cada unidad natural y su clasificación como medio estable o dinámico (Tricart, 1982).

Las Unidades naturales permiten entender las relaciones que establecen los diferentes componentes ambientales entre sí a partir del análisis del arreglo vertical y horizontal de éstos y que en conjunto definen la estructura y funcionalidad de cada unidad, confiriéndoles a cada una de ella su carácter de unicidad al interior y permite distinguirlas del resto.

El arreglo vertical se refiere a las correlaciones que se dan entre componentes a partir de la identificación de patrones de distribución espacial que confieren cierta homogeneidad. Esto se logra a partir de la sobreposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales (abióticos y bióticos) tomando como punto de partida que los componentes macroestructurales, debido a su nivel de estabilidad, son los que funcionan como base para el desarrollo de los componentes mesoestructurales.

El arreglo horizontal se establece a partir de las relaciones horizontales que se establecen entre unidades naturales adyacentes ya que de unas a otras se transfiere material y energía ejerciendo influencia sobre la dinámica de cada unidad, siendo el relieve el componente base que permite identificar la dinámica horizontal partiendo de la energía potencial que cada una de ellas alberga.

De manera general y derivado del origen endógeno tectónico y la presencia de procesos mecanismos geotectónicos regionales activos, específicamente el ascenso tectónico que se registra en la Península de Baja California, las elevaciones mayores y menores (montañas, premontañas y lomeríos) funcionan como fuentes emisoras de materia y energía como resultado de una combinación de factores, tales como mayor energía potencial, zonas productoras de agua debido a su morfología, la presencia de una cubierta vegetal que se mantiene debido a su inaccesibilidad, entre otros. De manera tal, que se pueden considerar como dinámicos y con mayor energía potencial que el resto de las unidades naturales.

En el caso de las rampas, superficies estructurales y el relieve mesiforme debido a su morfología y emplazamiento dentro del SAR tienen tres funciones: por un lado, son áreas de transición entre las zonas de mayor energía potencial hacia las partes más bajas del SAR tales como el conjunto de planicies así como los valles aluviales sobre todo en la zona de contacto con las elevaciones. Sin embargo, debido a su amplitud también funcionan como zonas receptoras de energía y conforme su pendiente decrece las rampas, los procesos también son más lentos. La tercera función se deriva de que a pesar de parecer zonas de relativa estabilidad morfogenética, el ascenso tectónico reactiva e intensifica los procesos erosivos, cuyos efectos son de carácter diferencial dependiendo de los sustratos litológicos y su grado de intemperización (presencia de alteritas).

Los valles aluviales también cumplen con más de una función y en este caso son receptores y a su vez transmiten flujos de materia y energía. En la mayoría de los casos el nivel de dinamismo está en función del arreglo lineal del valle así como por la amplitud del mismo, los cuales esta fuertemente condicionados por el control estructural que ejerce el basamento granítico que subyace a esta región en general. La influencia se observa en los cambios

bruscos en la dirección de los valles y cauces de arroyos lo que provoca obstrucciones (estrangulamiento) para el paso de sedimentos, humedad y/o zonas de mayor acumulación.

Las unidades naturales que se identificaron en el SAR son:

- Elevaciones de Premontaña y Montaña
- Zonas de Transición
- Sedimentos recientes.

Cabe señalar que en esta categorización se toman en cuenta tanto los procesos pasados como presentes que le confieren su configuración actual, sin embargo, se hace un especial énfasis en los que ocurren en el presente ya que son los que definen en gran medida el funcionamiento ecosistémico de las diferentes unidades naturales.

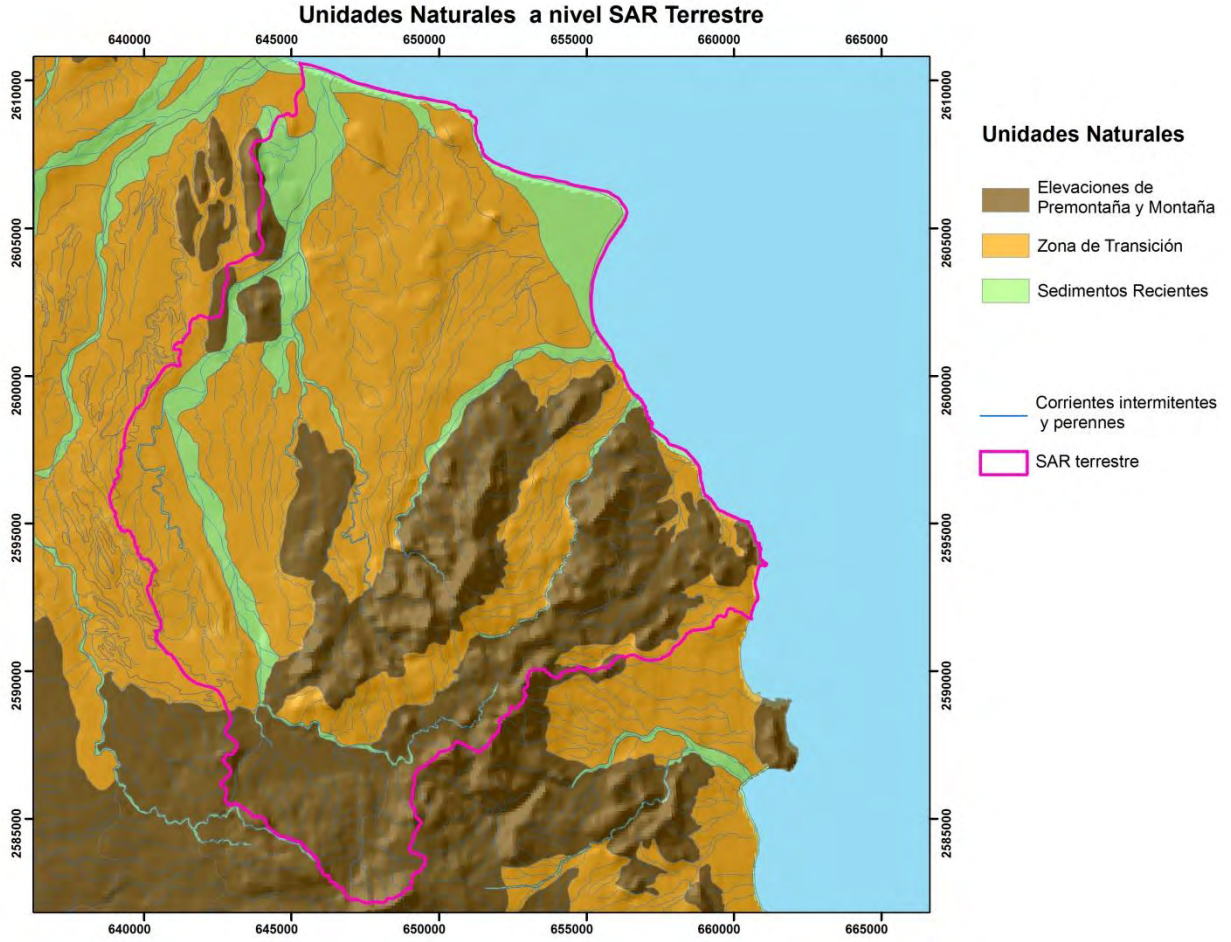


Figura IV. 149. Mapa de Unidades Naturales a nivel SAR Terrestre

Unidades Naturales/Componentes naturales	Elevaciones (Montañas, Premontañas, Lomeríos)	Zonas de Transición (Rampas, Superficies estructurales)
Geología, litología y estructura	La mayoría están conformadas por material granítico, en la porción sur del SAR el granito se presenta acompañados por dacitas. Aunque también se presentan algunas elevaciones formadas por arenisca, lutita y conglomerado. Este conjunto de elevaciones mayores se encuentran configurando el límite del SAR en la porción sur-sureste. Debido al régimen morfoclimático regional y los procesos de intemperismo, la mayoría de los sustratos litológicos, tanto de origen intrusivo como sedimentario han desarrollado mantos de alteración con una matriz principalmente arenosa, por lo que predominan las alteritas. Mientras que en las porciones más conspicuas se observan algunos afloramientos rocosos.	La mayoría de las rampas están conformadas por areniscas, lutitas, limos y arenas y se distribuyen en el sector norte – noroeste. Las rampas ubicadas en el sector sur – sureste están conformados por material graníticos. Estas últimas están adosadas a las elevaciones mayores (montañas de granito). Las superficies estructurales están conformadas por limos y arenas y se encuentran flanqueando la desembocadura de las microcuencas Arroyo La Querencia (F) y Arroyo La salina (G). En lo que se refiere a formaciones superficiales también dominan las alteritas.
Geomorfología	Tanto las montañas de bloque como de plegamiento presentan rasgos muy similares debido al basamento granítico que subyace a toda esta región de la península. Por lo que se presenta como un conjunto de estructuras con distribución irregular, delimitada en bloques con distintas orientaciones, producto de una red ortogonal de fracturas. Presenta de alta a muy alta densidad de disección con pendientes escarpadas a moderadas.	Superficies ligeramente inclinadas de forma alargada y de gran extensión con ligeras ondulaciones. Presentan diferentes intensidades de disección que depende de la naturaleza de las formaciones superficiales así como del control estructural (fracturamiento) del basamento granítico pero en general es de moderado a alto, siendo este un valor que se da en zonas muy puntuales.
Asociación de suelos	Predominan los Litosoles como suelo principal y con Regosol eútrico como suelo acompañante. Sólo en la porción suroeste se presenta una asociación de Regosol eútrico con Feozem haplico principalmente en la cuenca alta de la Microcuenca Arroyo El Torote.	Al ser una zona de interfase entre las zonas escarpadas y las zonas bajas del relieve, presentan un mosaico más heterogéneo de suelos derivada del arrastre proveniente de los partes altas , los procesos locales de modelado exógeno , condiciones microclimáticas y de humedad muy puntuales Es por ello que aun cuando presentan como suelo dominante el Regosol eútrico, éste se presenta acompañado por xerosol, fluvisol y yermosol, lo que es un indicador indirecto del nivel de dinámica al interior de cada unidad. En las rampas erosivas con socavación son las únicas donde se presenta el yermosol, siendo estas la de mayor dinamismo que el resto de las unidades de esta categoría. Los fluvisoles se desarrollan sobre zonas muy disectadas indicando la influencia de los procesos fluviales en esas zonas. El regosol sin otro suelo acompañante se presentan en los

		sectores inferiores de las rampas que terminan en la zona costera así como en las superficies estructurales de limos y arenas.
Tipos de Vegetación	La distribución de los dos tipos principales de vegetación esta fuertemente relacionada con pisos bioclimáticos. En el caso de estas unidades, por extensión la selva baja caducifolia y subcaducifolia se presentan como el tipo de vegetación predominante desde los 200 hasta los 600 msnm desarrollándose tanto sobre litosoles como regosoles distribuyéndose en las zonas funcionales altas de las diferentes microcuencas que conforman el SAR y en donde predomina el clima semiseco, es decir, hay un gradiente de humedad ligeramente mayor que en las partes bajas.	El matorral sarcocaule es el que tipo de vegetación que predomina en casi toda las rampas. Sin embargo, en aquellas que están asociadas a las elevaciones y sobrepasan los 200 msnm presentan Selva Baja caducifolia y subperennifolia. En las rampas erosivas con procesos de socavación se presentan sectores donde se presenta Matorral sarcocaule con vegetación secundaria específicamente en los extremos, es decir, en la zona baja y la zona alta de la rampa.
Procesos	Meteorización, procesos de eluviación, escorrentía súbita de afluentes, incisión por afluentes; procesos de caída en máximas pendientes; procesos de formación de suelos en laderas con mayor humedad sin embargo por la inclinación presentan alta vulnerabilidad de destrucción.	En general se presentan asociados los procesos denudativos y erosivos ya sea como proceso dominante o accesorio. En el caso de las rampas adosadas a las elevaciones predominan los erosivos debido al nivel de energía que reciben de las montañas o premontañas. En el caso del depósito más amplio de areniscas y lutitas en la microcuenca del Arroyo “el Torote”, se presentan los denudativos como proceso principal y a nivel localizado se intensifican los de naturaleza erosiva dando lugar a una fase de erosión remontante puntual. También se presentan flujo laminar, incisión de los escurrimientos, formando rasgos de erosión lineal, regueros, cárcavas.

Unidades Naturales/Componentes naturales	Sedimentos Recientes	
	Valles aluviales	Lechos mayores de inundación con terrazas
Geología, litología y estructura.	Aluviones del Holoceno	Aluviones con distintos grados de consolidación
Geomorfología	Valles de sección amplia (500 a 2000 m), fondo plano, arenoso y móvil en las crecidas durante eventos extraordinarios.	Vestigios de antiguos cursos del río principal y presenta una serie de terrazas organizadas en forma de escalones.
Asociación de suelos	En el valle de mayores dimensiones y asociado a la rampa erosiva con procesos de socavación en la microcuenca del Arroyo El Torote se presenta el fluvisol eútrico. Mientras que en valle de la microcuenca del Arroyo Los Tesos predomina el Regosol eútrico acompañado por suelo Fluvisol.	Solo se presenta el Regosol eútrico como único suelo.
Tipos de Vegetación	Mezquital	Matorral sarcocaule
Procesos	Estos son de carácter estacional: durante época de estiaje permanecen inactivos por lo que se presentan ligero lavado y arroyada en manto. En eventos extraordinarios, y dependiendo del nivel del caudal se activan procesos de sedimentación, acarreo y socavación.	Denudativos

Unidades Naturales/Componentes naturales	Sedimentos Recientes		
	Planicies costeras	Planicie ondulada	Playa arenosa
Geología, litología y estructura	Suelo litoral	Suelo litoral compuesto de limos y arenas	Suelo litoral
Geomorfología	Superficie ligeramente inclinada resultado del levantamiento del fondo marino así como por las fluctuaciones del frente costero debido al oleaje y las mareas, así como la variaciones en los aportes fluviales.	De carácter acumulativo, conformado por sedimentos costeros debido al constante acarreo de los mismos por efecto del oleaje y la mareas. Se caracteriza por presentar una superficie ligeramente ondulada conformando un microrrelieve.	Playa acumulativa por oleaje constructivo que presenta una sección transversal variable de manera estacional. En algunos sectores se presenta un escalonamiento, que va de ligero a moderado, como resultado de los procesos abrasivos.
Asociación de suelos	Regosol eútrico sin la presencia de otra asociación de suelos		
Tipos de Vegetación	Matorral sarcocaule		Sin vegetación
Procesos	Deflación y depositación proveniente de la playa.	Deflación y depositación proveniente de la playa. Mayor intensidad de los procesos eólicos por su exposición a los vientos.	Cambios de nivel y morfología por olas provocadas por tormentas, procesos de abrasión y deflación.

En conclusión de puede señalar que el Sistema Ambiental Regional Terrestre se puede considerar como un sistema de dinamismo moderado a bajo determinado principalmente por el comportamiento y características de los componentes y procesos macroestructurales. Es decir, el origen endogéno-tectónico y la actividad tectónica reciente de la Península de Baja California, la naturaleza de las rocas, tanto del basamento granítico como el grado de alteración de las formaciones superficiales asociados a los procesos climáticos regionales de altas temperaturas, escasas precipitaciones y la ocurrencia de huracanes determinan la estructura y dinámica del Sistema Ambiental Regional Terrestre así como la intensidad de los procesos y el conjunto de interrelaciones entre componentes ambientales.

De esta manera, aunque el relieve predominante (zonas de transición), generalmente esta asociado a ambientes de baja energía, el levantamiento tectónico regional de la Sierra Trinidad reactiva procesos erosivos lo que genera una salida de energía hacia las porciones más bajas, en este caso los valles aluviales así como hacia la zona costera.

La intensidad de los procesos varían aun más cuando se analizan a partir de la dinámica horizontal que se establece entra cada una de las unidades naturales a nivel de microcuenca, ya que incluso el arreglo y disposición de éstas también responden al control estructural que ejerce el batolito de granito que subyace a toda esta región de la Península. Así, no solo el patrón de drenaje superficial esta influenciado por este basamento, sino la organización misma de las diferentes formas del relieve identificadas, su altura relativa, su disposición espacial son solo algunos de los rasgos que se pueden observar de esta fuerte influencia.

Es importante señalar que al ser una zona tectónicamente activa a lo largo de su historia geológica-geomorfológica se pueden observar patrones y densidades de drenaje que han sido heredadas por lo que no necesariamente son las más activas. De tal manera, que el nivel de dinamismo del SAR parte del arreglo específico en cada microcuenca y la lectura conjunta de todos los componentes macro y mesoestructurales.

La aparente homogeneidad edafológica del SAR terrestre señala por un lado, que el desarrollo de regosoles es un indicador de que es un sistema con un balance pedogénesis-morfogénesis negativos, es decir, que no propician el desarrollo vertical de suelos más complejos. Sin embargo, en un análisis más detallado es posible observar que se presenta un mosaico más heterogéneo de suelos, los cuales aun cuando son suelos poco desarrollados señalan procesos y condiciones diferenciadas de dinamismo al interior de cada unidad natural.

En lo que se refiere a la vegetación, la presencia de sólo dos tipos responde a la distribución de ésta por pisos bioclimáticos, es decir, las condiciones del relieve y el clima en esta región del país. Y su papel en la estructura y dinámica de las Unidades Naturales es relevante a nivel de microcuenca ya que cada una de estas tiene una dinámica distinta donde la cobertura vegetal coadyuva a definir el nivel de estabilidad.

Los procesos hidrológicos superficiales están fuertemente condicionados, por un lado por el grado de alteración, fracturamiento y permeabilidad de las rocas así como por el control estructural del basamento granítico. Y por otro lado, esta sujeto al régimen de lluvias y la precipitación media anual. Así, la combinación de estos dos componentes han definido que la red de drenaje superficial presente un fuerte control estructural que modifica y cambia el curso de los escurrimientos siguiendo fracturas o morfoalineamientos, los cuales indican la existencia de bloques (meso y micro bloques, es decir, porciones del relieve que presentan levantamiento tectónico diferenciado así como influyen en una respuesta también diferenciada ante los procesos erosivos) lo que dificulta o facilita el tránsito de las corrientes así como el transporte de sedimentos aguas abajo.

La relevancia de los procesos hidrológicos superficiales en la organización y funcionamiento del SAR terrestre está a nivel de microcuenca, específicamente en términos de las zonas funcionales (cuenca o zona alta; cuenca o zona media; cuenca o zona baja) ya que la estabilidad en términos ecosistémicos descansa sobre las condiciones locales para la conformación de hábitats y la biodiversidad en general, y en términos regional influye en la conectividad.

Tomando como punto de partida este concepto, se realizó un análisis para determinar el nivel de aportación de sedimentos provenientes de las diferentes microcuencas que conforman el Sistema Ambiental Regional hacia la zona costera a partir de varios aspectos morfométricos y geomorfológicos. Esta aproximación permitió comprender como se establecen las relaciones horizontales entre unidades naturales a nivel microcuenca, es decir, como se lleva a cabo el proceso de transferencia de material y energía definiendo la funcionalidad ecosistémica a esa escala.

El nivel de estabilidad y dinamismo en el SAR terrestre esta fuertemente correlacionado con los aspectos morfoestructurales (componente macroestructural), es decir, con el arreglo de las estructuras geológicas, su expresión en el relieve y sobretodo su influencia en el tipo e intensidad de los procesos geomorfológicos.

Esta influencia también se observa en la interfase Zona Costera ya que el límite entre las rampas y las geoformas costeras también esta definido por una serie de morfoalineamientos que son un indicador del control estructural que ejerce el basamento granítico que subyace en esta región de la Península de Baja California.

Se puede concluir que la unidad más compleja en términos de su estructura vertical como horizontal son las rampas ya que aun cuando deberían ser ambientes de relativa estabilidad por su posición en el sistema ambiental regional terrestre, son la que presentan una mayor heterogeneidad, es decir, presenta un mosaico más amplio de tipo e intensidad de procesos que se dan de manera simultánea en zonas colindantes entre si; aunque predomina el Regosol eútrico, se presentan otros tipos de suelos acompañantes, los cuales también indican zonas de estabilidad y dinamismo.

Al ser la zona de transición entre las partes más altas y bajas, respecto a los rangos alimétricos, se distribuyen los dos tipos de vegetación que hay en la zona: Selva Baja y

Matorral Sarcocaule por lo que implica también la presencia de un ecotono y con ello un mayor intercambio de material, energía e información a nivel ecosistémico.

Las unidades de sedimentos recientes son las que presenta un nivel de dinamismo alto ya que son las unidades sobre las que los procesos de modelado son los más activos, presentándose dos condiciones temporales distintas:

- En el caso de las unidades ubicadas en la zona costera, el nivel de dinamismo esta asociado a justo por ser la interfase entre el medio terrestre y el medio marino ya que en esta confluyen los procesos provenientes de ambos, y esta en función de su proximidad con la línea de costa siendo la playa el ambiente más dinámico.
- En el caso de los valles fluviales, el nivel de dinamismo esta asociado a la temporalidad de los eventos meteorológicos extremos (huracanes) ya que mientras estos no se presentan, el nivel de actividad de los cauces y la movilización de los sedimentos esta supeditada a la energía potencial derivada del contraste altitudinal y las pendientes del perfil longitudinal de arroyo y de las unidades ambientales aledañas de las que recibe materia y energía. Sin embargo, cuando se registran precipitaciones extraordinarias, el nivel de dinamismo se incrementa significativamente acelerando el desplazamiento de sedimentos, siendo su mayor condicionante los obstáculos que el control estructural le impone mediante cambios bruscos en el curso de los cauces o barreras topográficas.

En lo que se refiere a los procesos hidrológicos superficiales, las microcuencas “D” Arroyo Los Tesos y “G” Arroyo El Torote son las que presentan por un lado un mayor potencial de transferencia de sedimentos (materia y energía) hacia la zona costera, el cual esta supeditado a la ocurrencia de lluvias extraordinarias derivadas de huracanes ya que permiten movilizarlos de manera más efectiva aguas abajo.

El SAR terrestre forma parte de dos acuíferos administrados por la CNA: Acuífero Santiago y Acuífero Cabo Pulmo: en el primero quedan comprendidas las microcuencas F “Arroyo La Salina, G “Arroyo El Torote”, y las microcuencas sin nombre H e I. Mientras que el resto corresponden al Acuífero Cabo Pulmo.

Debido a la naturaleza y profundidad de los depósitos aluviales así como la amplitud de los valles fluviales, la parte baja de los mismos se constituyen como las zonas de descarga del acuífero, según los datos de niveles estáticos la descarga se registra aproximadamente desde la cota 190 msnm hasta alcanzar el nivel del mar. En el caso de las microcuencas del SAR que forman parte del Acuífero Cabo Pulmo, nuevamente las microcuencas D” Arroyo Los Tesos y “G” Arroyo El Torote son las que presentan los valores más profundos del nivel estático alcanzando los 38 m, el cual y conforme se desciende hacia la zona costera, la profundidad del nivel estático se reduce hasta alcanzar de uno a dos metros.

En el caso del Acuífero Santiago, el principal acuífero esta constituido por los sedimentos fluviales permeables de los arroyos Santiago y Las Cuevas y comprende desde la confluencia de ambos arroyos hasta su desembocadura hacia el mar en las cercanías del

poblado La Ribera. Los sedimentos fluviales permeables se componen de arenas sueltas y gravas bien graduadas cuyo espesor varía de 65 a 160 metros. Bajo esta superficie acuífera se encuentra un espesor promedio de sedimentos saturados de 45 metros.

La microcuenca G Arroyo El Torote, la cual es la única del SAR terrestre que se localiza dentro de este acuífero. El valle aluvial presente en esta microcuenca, al igual que en el resto de las microcuencas también funciona como zona de descarga del acuífero, aunque no forma parte del acuífero principal.

En general, el comportamiento de niveles muestra que la recarga de los acuíferos varía a lo largo del tiempo (años secos y años lluviosos), depende de la presencia y cantidad de precipitación y es originada principalmente en la parte alta de los valles.

Según Wurl, J., Hernández-Morales, M., et. al. (2010) a partir de un estudio hidrogeoquímico señalan que el agua del Acuífero Santiago posee buenas condiciones para su explotación y es factible de utilizarse para consumo humano, agricultura y ganadería, recomendándose un programa de observación para evitar posibles contaminaciones o extracciones que redunden en un balance negativo en la cuenca.

Estos mismos autores apuntan que los pozos muestreados en la Sierra La Trinidad se registra una mineralización elevada y problemas con respecto a los elementos Nitrógeno (en su especies amonio y Nitrito), Manganeso, Cloruro y Cromo siendo este sector el que corresponde a la Microcuenca G "Arroyo El Torote”.

El origen de los nitratos en las aguas subterráneas no siempre es claro. Son relativamente estables pero pueden ser fijados por el terreno o ser reducidos a nitrógeno o amonio en ambientes reductores. A menudo son indicadores de contaminación alcanzando entonces elevadas concentraciones y presentando, por regla general, una estratificación clara con predominio de las concentraciones más elevadas en la parte superior de los acuíferos libres.

El tipo de contaminación a que es debida su presencia en el agua subterránea está relacionado con las actividades urbanas, industriales y ganaderas, y muy frecuentemente, con carácter no puntual, con las prácticas de abonados intensivos inadecuados con compuestos nitrogenados.

Puesto que las plantas sólo pueden aprovechar el nitrógeno en forma de nitratos, el tipo de fertilizante aplicado condiciona la proporción de nitrógeno utilizable por las mismas y, en consecuencia, la cantidad no aprovechada por ellas que se infiltra hacia el acuífero. La concentración de nitrato en el agua de infiltración depende, pues, del tipo de fertilizante y, además, de la frecuencia, cantidad y modo de aplicación así como del nitrógeno orgánico o inorgánico ya existente en el suelo, así como de su permeabilidad, grado de humedad, etc.

El registro de la presencia de nitrógenos en la Microcuenca “G” se explica porque los pozos muestrados se localizan en la porción central de la cuenca media y justo en el sector entre la cuenca alta y media se desarrollan una serie de cultivos pudiendo ser ésta

la fuente por actividad agrícola, ya que en este sector por ubicarse en una posición resguardada mantiene una mayor humedad, sin embargo, la asociación de suelos Regosol y Yermosol son muy pobres en humus por lo que el uso de abonos es una posibilidad muy alta.

En el caso de las planicies costeras (ondulada, con alteración antrópica) y la playa son unidades que por su origen y materiales litológicos presenta una funcionalidad compleja por la confluencia de los procesos hidrológicos superficiales y subterráneos (geohidrológicos) y que en conjunto definen el comportamiento del acuífero. Además mientras más cercanos se encuentren a la línea de costa, se integran los procesos litorales y hay una mayor influencia del medio marino (viento, oleajes y corrientes). En la interacción de estos procesos, la porción baja de los valles aluviales también se incorporan a la dinámica del acuífero ya que al estar constituidos por materiales permeables actúan como zonas de descarga cuyo flujo es de la zona de elevaciones hacia el mar pasando por la zona de planicies costeras y de ahí al mar.

La unidad de sedimentos recientes “Planicie de superficie ondulada conformada por limos y arenas” (Punta Arena), comprendida dentro del denominado “Acuífero Cabo Pulmo”, el cual se caracteriza por ser un tipo multicapa, con granulometrías variables que van de arenas medias gruesas, arenas finas a medias intercaladas con limos arcillosos. Estos escenarios de intercalación variable de texturas en sus perfiles litológicos son propios de acuíferos costeros, con una historia geomorfológica que ha presentado evolutivamente inundaciones de zonas bajas en las planicies, en donde se forman lagunas con comunicación marina y lagos temporales durante la estación de lluvias.

En el análisis del comportamiento del acuífero en la Planicie de superficie ondulada se identificó que la zona de recarga la conforman las Unidades “Zona de Transición” específicamente las rampas denudativa compuesta de limos y arena, erosiva con procesos de socavación de areniscas, lutitas, limos y arenas así como las superficies estructurales de limos y arenas litificados.

Debido a las condiciones de aridez, la recarga al acuífero se origina únicamente por el escurrimiento de la precipitación causada por la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos, como los huracanes que generan lluvias intensas de corta duración.

Al interior de la Planicie (Punta Arena) y derivado de sus las características hidrogeomórficas, esta zona se ha dividido en tres subzonas hidrogeológicas:

- Zona II, en la cual se encuentra un pequeño acuífero de agua salobre limitado a profundidad por las riolitas y/o areniscas menos permeables; recibe en parte la limitada descarga estacional del acuífero que se localiza en la zona de rampas y superficies estructurales (Zona I).
- Zona III. En esta porción se encuentra un cuerpo de agua de baja salinidad (< 10,000 µS/cm); en las profundidades más someras e incrementa la salinidad a profundidad. A mayor profundidad se encuentran materiales de baja permeabilidad, que corresponden con las rocas ígneas muy alteradas

superficialmente. Este conjunto de materiales conforman la principal unidad acuífera con agua salobre. En esta unidad existe la posibilidad de extraer agua salobre de baja a mediana salinidad (< 1200 mg/l de STD) en los primeros 10 m; posteriormente la salinidad se incrementaría conforme la profundidad, a los 15 m bajo el nivel freático las salinidades serían de 6,000 mg/l de STD.

- Zona IV, la cual comprende la franja litoral en donde se tienen arenas finas y gravas formando las playas; se tienen los mayores espesores de arenas y agua altamente salina desde la superficie.

De lo anterior se deduce que existe separación entre las dos zonas acuíferas y entre ambas se encuentra una zona de transición o interfase. En la parte somera se sugiere una comunicación a manera de una renovación estacional; o más propiamente una renovación presente de eventos extremos (ciclones).

En conclusión, el acuífero constituido por las arenas de la planicie ondulada (Punta Arena) tiene agua subterránea predominantemente salina y solo una pequeña porción de acuífero, la más alejada de la línea de costa, presenta condiciones para almacenar agua de baja salinidad temporalmente a nivel somero.

Con respecto a la zona de Interface entre los acuíferos, el tema de la cuña salina es relevante ya que la descarga del acuífero hacia el mar es el elemento más importante ya que permite mantener el equilibrio entre la descarga de aguas subterráneas y la penetración de agua marina al continente. Entre ambas zonas, este equilibrio se establece con un frente de intrusión que mezcla su agua con el agua de descarga continental, formándose una zona de interface que se mantiene como zona de agua de mezcla, cuya amplitud del pie de la cuña (frente de intrusión), puede evitar la descarga de agua dulce y con ello la intrusión marina, si se mantiene en equilibrio la mezcla

Este ha sido un problema que se ha presentado en forma muy grave en otros acuíferos en el mismo estado de Baja California Sur, debido a la sobre explotación de acuíferos. En el área de estudio se encuentra una zona de interface que se distribuye geométricamente y depende de la granulometría del medio granular que constituye el acuífero, su espesor y las condiciones de fronteras de rocas de baja permeabilidad. Su carácter es más de origen natural que antropogénico.

Cabe señalar en la Zona III de la Unidad de sedimentos recientes “Planicie de superficie ondulada conformada por limos y arenas” existe la existe esta posibilidad de toma de agua salobre e inyección de agua residual tratada, aunado al uso de agua dulce del acuífero, ya que el acuífero Santiago cuenta con Disponibilidad para extraer hasta 4.15 millones de m^3 anuales de agua subterránea (DOF 28 agosto 2009), lo que indica que su recarga total y descarga subterránea, están por encima del bombeo registrado por la Conagua. Esta condición no es así con el acuífero Cabo Pulmo, el cual no cuenta con Disponibilidad (DOF 14 diciembre 2011), si bien casi se encuentra en equilibrio, ya que el volumen negativo es de apenas 0.72 millones de m^3/año.

Con base en lo anterior y en las perforaciones exploratorias realizadas, se confirmó la existencia de los materiales permeables referidos anteriormente y la salinidad del agua en ambas zonas acuíferas, se puede decir que, existe oportunidad para que el proyecto pueda solicitar y obtener agua dulce del acuífero Santiago hasta el límite de la Disponibilidad citada y bajo otro mecanismo de administración y gestión del agua es posible obtener igualmente agua salobre (salinidad baja menor a 10,000 mS/cm), para desalinizarla ya que se establece la factibilidad de extraer agua subterránea salobre en la zona del proyecto y alcanzar el volumen requerido para abastecimiento del proyecto, sin impactar negativamente a los ecosistemas de la región, ni dañar la condición natural de ambos acuíferos.

Con respecto a la dinámica costera, ésta ocurre en la zona de interfase entre el SAR terrestre y SA Marino, específicamente en el conjunto de Unidades naturales de planicies costeras, de superficie ondulada y playa. Entre los factores que influyen en la formación del relieve litoral se puede mencionar: corrientes litorales o de deriva, frentes de oleaje, régimen de mareas, sustrato del litoral, pendiente de la plataforma y del litoral, régimen de vientos, entre otros.

Para comprender los procesos litorales en la interfase del SAR se analizaron: el transporte litoral y sus efectos en la evolución de la línea de costa a partir de perfiles de playa y la identificación de celdas litorales. De esta manera, en la línea de costa se identificaron tres sectores:

- Punta Arena, el cual presenta tres celdas litorales (1 – 3).
- Las Barracas, en cuyo interior se delimitaron 5 celdas litorales (4 – 9).
- Cabo Pulmo, y con cinco celdas que corresponden de la 10 a la 15.

Considerando que Punta Arena y Las Barracas son las secciones que cubren el área del proyecto, se obtuvo una tendencia de transporte litoral hacia el norte en verano y hacia el sur en invierno. El transporte de mayor magnitud ocurre durante el verano, lo cual resulta en un transporte litoral neto anual con dirección norte.

Desde Punta Arena hasta la porción más sur de Cabo Pulmo, dominó el mecanismo de transporte a lo largo de la costa; sin embargo, en la ensenadas de “Cabo Pulmo” se infiere una celda de transporte en sentido transversal en los sectores norte de cada una de ellas (ver la siguiente figura). Estas celdas de transporte dividen oceanográficamente las masas de agua de Cabo Pulmo, al norte de la masa de agua ubicada desde Punta Arena hasta Las Barrancas. Estas celdas de transporte son debidas a la suma de las corrientes inducidas por los agentes forzantes de marea y oleaje, por lo que esta condición permanece a lo largo del año.

El balance de transporte litoral en cada ensenada siguió tres mecanismos:

1. Transporte por la aproximación oblicua del oleaje.
2. Transporte perpendicular por la suma de las componentes de la corriente por marea y la producida por la aproximación oblicua del oleaje.

3. Aporte de material terrígeno por descargas de arroyos.

El tipo de costa que caracteriza a la zona costera que queda comprendida dentro del SAR terrestre es abrasiva-acumulativa, es decir, predominan los procesos de destrucción mecánica de las rocas en el litoral por acción del oleaje. Sin embargo, también están presentes los procesos acumulativos o de depositación. El nivel de intensidad de los procesos abrasivos es muy alto en la unidad de playa mientras que en las planicies, éste se reduce conforme se aleja de la línea de costa predominando entonces los procesos acumulativos y al mismo tiempo van presentándose los procesos eólicos. En el caso de las planicies costeras, la intensidad de los procesos eólicos es de menor intensidad debido a la configuración de pequeñas bahías que reducen la incidencia de los vientos.

En el caso de la Planicie de superficie ondulada conformada por limos y arenas (Punta Arena) los procesos eólicos son de mayor intensidad ya que esta en una posición geográfica totalmente expuesta a los vientos y no existe obstáculo fisiográfico mayor que reduzca o detenga la intensidad de estos últimos.

La presencia y acumulación de sedimentos en las playas, el tamaño de los granos y fuertes corrientes de vientos han propiciado que entre las Unidades de sedimentos recientes Playa y las Planicies costera y de superficie ondulada a una escala de mayor detalle (geofacies, García Romero, 2002 y De Bolós, 1992) se puede observar el desarrollo de médanos, conformando un cordón paralelo a la línea de costa.

Según la clasificación propuesta por Castillo y Moreno-Casasola (1998), estas acumulaciones de arena se consideran como:

- Ambientes de médanos activas, o sea aquellos en los cuales predomina el movimiento de arena, ya sea erosión o acumulación, lo cual conlleva que haya poca materia orgánica en los suelos y una baja capacidad de retención de agua. En general, las condiciones ambientales son drásticas por lo que pocas especies están adaptadas a vivir aquí, y además no alcanzan grandes coberturas.

Dentro de este ambiente de médanos activos, a nivel del SAR terrestre en la zona de interfase se presentan tres estadíos de formación:

- Médanos embrionarios incipientes
- Médanos embrionarios establecidos.
- Médanos semiestabilizadas (zona semimóvil).

Las dos primeras conforman la zona móvil de mayor dinamismo y se distribuye en ese mismo orden de la playa hacia tierra adentro, es decir, las embrionarias incipientes se localizan en la zona más próxima a la playa posterior –detrás del estrán-; la duna embrionaria estabilizada se ubica metros detrás de las incipientes tierra adentro y por último se presenta la duna semiestabilizada. En esta última, la intensidad del proceso se

reduce por la presencia de una cubierta vegetal incipiente, sin que por ello implique que los sedimentos no sigan siendo movilizados por los fuertes vientos.

Sin embargo, cabe señalar que actualmente en el conjunto de los médanos embrionarios actualmente registran indicios de afectación por actividades antrópicas específicamente el paseo con cuatrimotos por lo que se encuentran bajo un estado de presión fuerte ya que son atravesadas por los vehículos rompiendo el proceso de formación primaria.



Figura IV.150.Detalle de afectaciones en médanos embrionarios incipientes

En el caso de las segundas (semiestabilizadas), éstas en el sector norte de Punta Arena también ya han sido alteradas debido a la construcción de residencias sobre el cordón.



Figura IV.151. Detalle de casas en zona de duna semiestabilizada Sector Norte Punta Arena

Las Elevaciones de Premontaña y Montaña, a pesar de ser las unidades con mayor energía potencial son relativamente las unidades más estables de todo el SAR terrestre ya que aunque presenta procesos erosivos de mayor intensidad, suelos muy someros y susceptibles a erosionarse por la pendiente (litosoles) son las que mantienen una cobertura vegetal densa y comunidades vegetales íntegras. Razón por la cual, cumplen con ser las fuentes productoras de agua, emisoras de energía, materia e información.

Análisis de la Microcuencas con interacción y/o influencia del proyecto

El SAR terrestre se construyó con base en la delimitación de microcuencas, sin embargo, cabe señalar que no todas ellas funcionan igual, ya que aun cuando comparten un mismo origen y procesos, el tamaño de la misma y el arreglo interno de las diferentes unidades naturales al interior de cada una de ellas definen una dinámica diferenciada.

De tal manera, que el conjunto de microcuencas A, B, C, D, L y M son de vertiente simple, los arroyos son de carácter autóctono, el diseño de la red hidrográfica es unidireccional. Todas ellas drenan hacia la porción sur de Punta Arena y la presencia de una falla es la que define su orientación generalizada, lo que nuevamente señala el control estructural que ejerce el basamento granítico en el arreglo y geometría de estas vertientes. Estas microcuencas se caracterizan por que las laderas que las delimitan son asimétricas, es decir, una de ellas es de mayor longitud y pendiente que la otra por lo que presentan niveles de energía también diferenciados y debido a la orientación de las mismas pueden o no mantener una mayor humedad, generando condiciones distintas para la formación local de suelos, establecimiento de especies vegetales así como fauna.

En el caso de las microcuencas F, G, H, e I, todas ellas drenan al norte de Punta Arena, mientras que las microcuencas E y J descargan en Punta Arena (Unidad de sedimentos recientes). A excepción de la microcuenca G, los escurrimientos de todas son de carácter autóctono, y también son de vertientes simple y exorreicas

En el caso de la microcuenca G “Arroyo El Torote”, además de ser la de mayor tamaño, los escurrimientos se consideran de carácter alóctono, vertiente compuesta y presenta un amplio rango de altitudes desde su nacimiento hasta su base.

Para el análisis a nivel microcuenca, se han seleccionado aquellas que mantienen una interacción o influencia sobre el proyecto siendo el criterio para su elección, el emplazamiento de los predios donde se pretende desarrollar el proyecto. De esta manera, las microcuencas analizadas a detalle son:

- Microcuenca C, Arroyo Miramar.
- Microcuenca D, Arroyo Los Tesos.
- Microcuenca E, Arroyo Las lagunas – La Querencia.
- Microcuenca F, Arroyo La Salina.
- Microcuenca J, sin nombre.

- Microcuenca K, sin nombre.

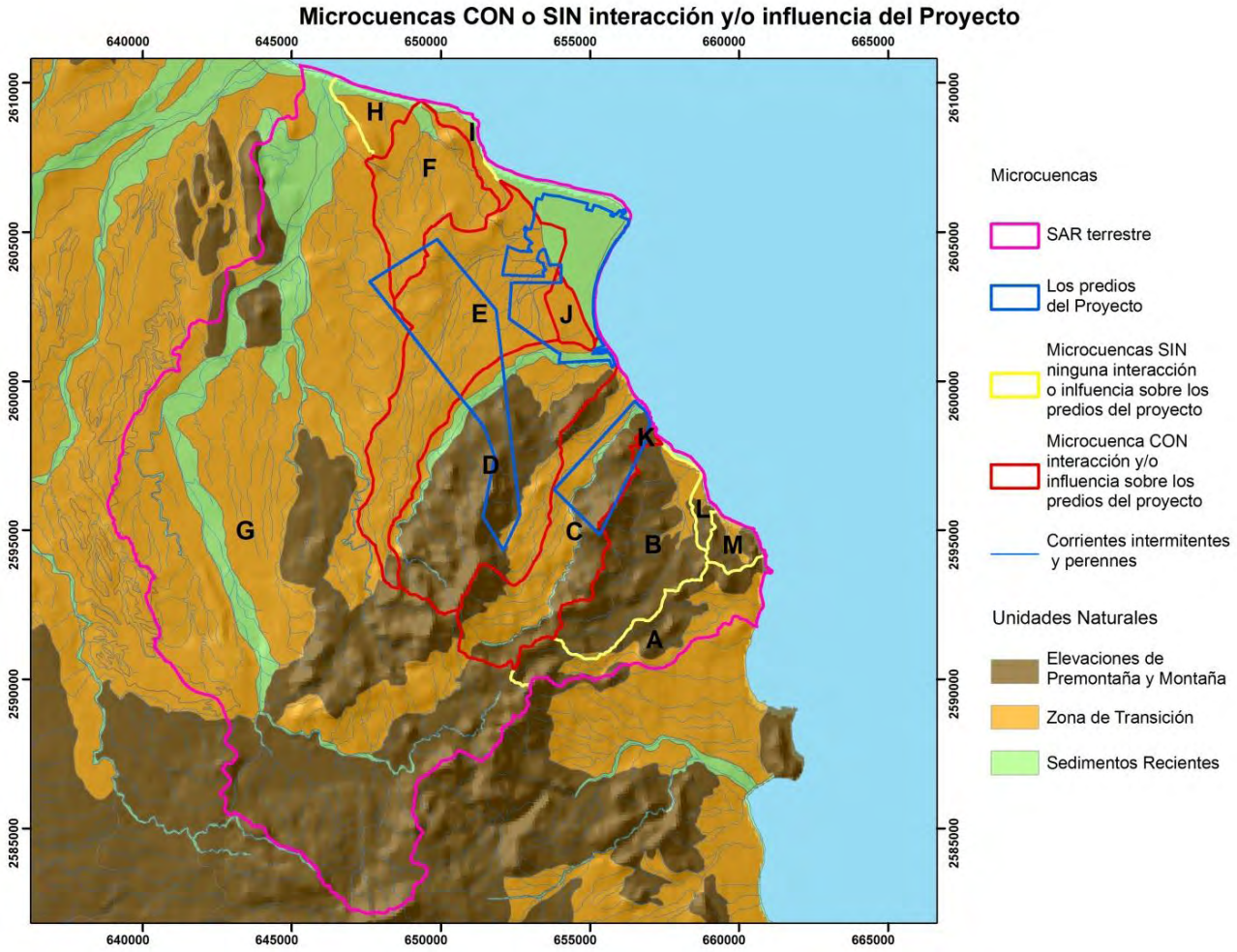


Figura IV. 11382. Microcuencas con interacción y/o influencia sobre los predios del proyecto.

- **Microcuenca C, Arroyo Miramar**

Esta microcuenca se caracteriza por presentar vertientes asimétricas conformadas al sur por la unidad natural de Elevaciones de Premontaña y montañas y al norte por una unidad de Zona de Transición, específicamente una rampa premontañosa ocupando superficies casi similares en extensión al interior de la microcuenca. En ambos casos se presentan niveles de energía muy altos y altos respectivamente, sin embargo, los dos tipos de vegetación presentes al interior de la microcuenca presentan una amplia cobertura del suelo lo que genera un nivel de estabilidad al interior sobretodo en la cuenca alta y media aunque se presenta algunos sectores específicos de afloramientos rocosos lo que reduce

la densidad y tipo de estrato. La Selva Baja subcaducifolia prefiere las laderas con orientación norte y se restringe en la cuenca alta mientras que la Selva Baja caducifolia se extiende hasta la cuenca media tanto en posiciones sur como norte. En la porción baja de la microcuenca predomina el matorral sarcocaule con un mayor tamaño de individuos en la zona de rampa mientras que en las laderas de las elevaciones los individuos son de menor tamaño.

Al interior de esta microcuenca no se registran indicios de una actividad antrópica que modifique la estructura y dinámica de las unidades naturales, las cuales mantiene un nivel muy alto y alto de energía que se mantiene estable debido a la presencia de una cobertura vegetal relativamente densa.

En este caso, el predio se localiza en la cuenca baja de esta microcuenca, y la asimetría de las laderas define un nivel de energía más bajo en la rampa que en la elevación, por lo que la zona con mayor estabilidad es la primera aun cuando recibe las aportaciones de una elevación, sin embargo, estos son recibidos por un serie de escurrimientos que la bordean atenuando la entrada de energía a la rampa y trasladándola hacia el valle aluvial.

En lo que se refiere a la unidad de sedimento recientes, valle aluvial, es la zona más dinámica ya que desciende desde la cuenca alta con una gran profundidad de disección y desciende hasta la cuenca baja, por lo que aun cuando el escurrimiento es de carácter intermitente y estacional durante eventos extraordinarios, el cauce se reactiva con altos niveles de energía.

En conclusión es una microcuenca con valores de energía de moderada a alta pero estable, siendo el valle aluvial una de las zonas más dinámicas mientras que en la rampa la energía es moderada a baja dependiendo de la pendiente a nivel local y la presencia de escurrimientos.

- **Microcuenca D, Arroyo Los Tesos.**

Esta microcuenca se diferencia del resto de las microcuencas ya que mientas en el resto las elevaciones, en general, conforman el parteaguas que las delimita, en este caso, las rampas erosivas son las geoformas que la definen y al interior se encuentra una montaña. Tal y como se ha señalado a lo largo del documento, el control estructural es un factor determinante en la estructura y dinámica ecosistémica del SAR terrestre y este es un buen ejemplo del mismo.

La presencia de una montaña bloque le imprime el sello distintivo de un ambiente de muy alta energía y materia dentro de la microcuenca. Sin embargo, y aunque se presentan dos escurrimientos, sólo el que le da nombre a la micro cuenca es el que ha conformado un valle aluvial, más por control estructural de la montaña que por el arroyo en si mismo ya que se ubica en una zona de contacto litológico.

El mosaico de suelos esta dominado por el litosol, resultado de las fuertes pendientes. No obstante se presentan tres tipos de vegetación al interior de la microcuenca: predominantemente Selva Baja caducifolia en la ladera sur y selva baja subcaducifolia en la ladera norte, la cual desemboca hacia el valle aluvial aunque debido al fuerte fracturamiento de las rocas y la presencia de bloques, al interior de la montaña en ambas vertientes se presentan laderas con casi todos las orientaciones por lo que se presenta un amplio mosaico de especies tanto de selva caducifolia como subcaducifolia.

El matorral sarcocaule se presenta desde la porción central de la cuenca media y ocupa toda la cuenca baja. Mientras que la tercera comunidad vegetal corresponde al mezquital, el cual se desarrolla sobre el valle fluvial desde la cuenca media hasta la desembocadura en la planicie costera.

La vegetación, en general presenta una cobertura completa del todo el macizo montañoso mientras que en las rampas la densidad se reduce para dejar un porcentaje del suelo descubierto y con especies de menor talla.

A pesar de ser una microcuenca con un escurrimiento de carácter autóctono, como resultado de la heterogeneidad de sus características presenta un alto potencial de conformar diferentes condiciones para el desarrollo de un mosaico de ecotonos –aun cuando solo se presente tres tipos de vegetación- y con ellos el desarrollo de diferentes hábitats para varias especies en un mismo lugar. De esta manera, esta unidad alberga uno de los corredores biológicos identificados para el SAR así como la presencia de corredores de fauna derivado de esta diversidad de microambientes (geofacies).

Así, al igual que la microcuenca anterior, ésta presenta altos niveles de energía que se atenúan por la presencia de una cobertura vegetal relativamente densa. Asimismo nos reporta una incidencia antrópica en las cuencas altas y media que genere fuentes de disturbio. No obstante, en la cuenca baja y zona de descarga, se ha comenzado la construcción de una aeropista en una de las terrazas del valle aluvial por lo que se debe considerar que ésta es la unidad de mayor dinamismo que se incrementa durante eventos extraordinarios.

En la zona funcional media de esta microcuenca se localiza uno de los predios donde se pretende desarrollar el proyecto.

- **Microcuenca E, Arroyo La Querencia-Las Lagunas.**

Dentro de esta microcuenca quedan comprendidos dos de los predios del proyecto ocupando el sector bajo de la cuenca media y la cuenca baja. Esta microcuenca no drena la mar sino directamente sobre la Unidad Natural de sedimentos reciente “Planicie ondulada conformada por limos y arenas” alimentando los denominados “Lagos Norte y Sur” e infiltrándose en el acuífero que se conforma al interior de dicha unidad.

Al interior de esta microcuenca dominan las Unidades ambientales “Zona de Transición” específicamente dos tipos de rampas, las cuales se diferencian por los procesos que las modelan: erosiva con procesos de socavación al norte y denudativa en la porción sur.

Al ser las zonas medias y bajas de las rampas, en general, la intensidad de los procesos se reduce significativamente. El predominio de Regosol eútrico indica una limitación del entorno para el desarrollo de suelos más desarrollados, que en el caso de la Rampa erosiva se presenta como suelo único en fase lítica, es decir, con fragmentos de rocas a menos de 1 metro de profundidad, lo que denota un proceso aún más incipiente de formación del suelo.

Sin embargo, es posible identificar que dentro de la rampa denudativa el Regosol esta acompañado por Fluvisol eútrico, señalando el transporte de materiales acarreados por el agua durante otro período geológico y propicia mejores condiciones para el desarrollo de especies vegetales por poseer un ligero mayor contenido de humedad.

Esta diferencia al interior también se refleja en la cobertura vegetal ya que aun cuando ambas presentan Matorral Sarcocaule como vegetación predominante, en el caso de la rampa erosiva se encuentra asociada a vegetación secundaria y se observan indicios de pastoreo mientras que en la rampa denudativa la vegetación se mantiene en mejor estado de conservación.

El Arroyo Las Lagunas es la que aporta sedimentos y humedad hacia el denominado Lago Norte el cual descarga sobre la Zona II del Acuífero localizado en Punta Arena.

En conclusión, el predominio de Unidades naturales “Zona de Transición” mantienen un nivel de energía de moderado a bajo donde la pendiente contribuye más a este estadío. Cabe señalar que en los cauces de los escurrimientos es donde predominan los procesos de intensidad moderada ya que el control estructural define el curso de los mismos incrementando o reduciendo su velocidad según los cambios en el patrón de drenaje. En la cuenca baja del Arroyo Las Lagunas, el cambio en la dirección del cauce y el contacto litológico provoca una zona de mayor humedad que desemboca directamente al denominado Lago Norte. Mientras que el resto del cauce del arroyo solo mantiene vegetación en las terrazas fluviales y no sobre el cauce. De esta manera, el cauce se reactiva durante eventos extraordinarios siendo éstos también zonas de energía moderada ya que el perfil longitudinal der cauce es muy baja en este sector reduciendo la velocidad de movilización de energía y materia.

- **Microcuenca F, Arroyo La Salina.**

El extremo noroeste de uno de los predios abarca la porción superior de la cuenca alta de esta microcuenca. Al interior de esta microcuenca la Unidad “Zona de Transición” es la que predomina, siendo la rampa erosiva con procesos de socavación la que ocupa caso el 85% de la superficie total. Es importante destacar que en esta porción de la rampa que queda comprendida al interior de esta microcuenca, los procesos denudativos son los que dominan ya que la cobertura vegetal original ha cambiado a vegetación secundaria y el

matorral sarcocaule se muestra una cobertura más abierta dejando expuesto al regosol eútrico. Este suelo muestra una fase lítica por lo que su susceptibilidad a erosinarse es mayor aun cuando las pendientes sean moderadas a bajas. Asimismo y derivado de la naturaleza de los materiales litológicos presentes y su forma de depositación durante su proceso de formación, en algunos puntos es posible observar erosión remontante.

Sin embargo, la vegetación ha logrado instalarse en los cauces de los escurrimientos reduceindo la velocidad de salida de sedimentos hacia la zona costera.

De esta manera, se puede concluir que esta microcuenca esta en un proceso interfase dee estabilidad ya que mientras en las superficies se presentan procesos denudativos importantes acelerados por el cambio en la densidad de la cobertura vegetal. Por el otro lado, los cauces de los escurrimientos reciben todos esos aportes y han desarrollado una cubierta vegetal más densa que retiene la humedad al interior de la microcuenca.

- **Microcuenca K, sin nombre.**

Estas microcuencas son de tamaño muy pequeño comparado con el resto de las microcuencas. Sin embargo, cada una contribuye de manera local en la dinámica de los procesos que caracterizan a la zona donde descargan. En el caso de la primera, la microcuenca J, ésta se desarrolla en una superficie estructural de limos y arenas y debido a que es una geoforma muy permeable, el proceso de levantamiento tectónico y la intercalación de un estrato ligeramente arcilloso generan la incisión de un escurrimiento. En este caso es de sólo uno y descarga directamente en la Unidad Natural de sedimentos recientes incorporándose a la dinámica geohidrológica que caracteriza a esta unidad tanto por el escurrimiento superficial presente así como por la alta permeabilidad del material que la conforma.

En el caso de la Microcuenca K, su dinámica está mas asociada a las microcuencas aledañas y a que se desarrolla en una zona dominada por las Unidades de Elevaciones, por lo que aún cuando es muy pequeña por presentar alturas relativas de más de 200m contribuye con energía que se desplaza directamente a la zona costera o interfase.

Con respecto a la interacción del SAR terrestre y el Parque Nacional Cabo Pulmo, cabe señalar que aun cuando los límites del primero comprenden el sector norte-centro del ANP, sólo las Microcuencas C “Arroyo Miramar” y Microcuenca K, son las que tienen interacción con el proyecto y éstas a su vez con el límite norte del ANP, ya que ambas descargan primero hacia la planicie costera y zona de playa para llegar al último al mar. Las contribuciones de estas microcuencas en términos de sedimentos y los cuales se incorporan a la dinámica litoral corresponde a la región norte “Las Barracas-Punta Arena” y a las celdas litorales 3 y 4.

COMPONENTE BIÓTICO

El funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas se da gracias a la interacción de los componentes abióticos y de los bióticos. Dentro de los componentes bióticos, la fauna tiene diferentes funciones ecológicas como dispersoras, polinizadoras, recicladores de materia, etc.; y algunos son ingenieros ecosistémicos que permiten la aireación y oxigenación del suelo y el mantenimiento o modificación de ciertas características de los componentes abióticos del sistema. Asimismo la fauna es un elemento que nos permite conocer el estado de salud del ecosistema, ya que en sistemas prístinos van a haber un mayor número de niveles en la cadena trófica (1°,2°, 3er orden) que en los sitios perturbados, en donde estos niveles disminuyen y la presencia de especies exóticas o invasoras van a sobresalir con respecto a las nativas. Asimismo la identificación de especies clave para el ecosistema es importante ya que al asegurar su presencia mediante acciones de conservación se garantiza que las especies que dependen de ellas también persistirán y permitirán el mantenimiento del sistema.

- **Tipos de vegetación**

Debido a esta interacción de elementos abióticos y bióticos las características físicas que han modelado el paisaje en el área del polígono del predio también han determinado en cierta medida el tipo de vegetación y flora que hay en el sitio. La mayor parte de la vegetación se caracteriza por ser matorral xerófilo, el cual está ampliamente distribuido en el territorio de la Península de Baja California. La flora xerófila de México se caracteriza por un número considerable de formas biológicas que constituyen aparentemente otros tantos modos de adaptación del mundo vegetal para afrontar la aridez.

A nivel de la Península de Baja California, la vegetación xerófila existente en el predio, se tiene que está ampliamente distribuido en la Región fitogeográfica del Desierto Sonorense; a su vez, de acuerdo con criterios florísticos, geológicos, fisiográficos y climáticos, de Wiggins (1980), la vegetación del predio se ubica en la Región Costa Central del Golfo (Desierto sarcocaulescente). Los aspectos florísticos de esta subregión son de acuerdo con Wiggins (1980) como una Región donde domina la Bursera-Jatropha, esta región forma una banda angosta a lo largo de la costa del Golfo de California y su límite al sur se ubica en los alrededores de la Bahía de La Paz.

A nivel del SAR la vegetación predominante es el matorral sarcocaule ya que presentó el mayor porcentaje de ocupación con 55.42%, así también se presentan los siguientes tipos de vegetación:

1) Matorral xerófilo sarcocaule
2) Matorral xerófilo de mezquital
3) Selva baja caducifolia
4) Pastizal cultivado
5) Pastizal halófilo
6) Vegetación de duna costera



Figura IV.153. Tipos de vegetación en el SAR terrestre.

Matorral Sarcocaule.

Asimismo, el matorral sarcoacule se distribuye desde el límite con la playa hasta las zonas serranas que van más allá del SAR. Este matorral sarcocaule tiene una constante en las especies que lo conforman, teniendo como principales estructuras el estrato herbáceo y arbustivo en las cercanías de la costa, hasta incrementar el estrato ya en las zonas serranas.

Cabe resaltar que como resultado del esfuerzo de campo se identificaron 93 especies pertenecientes a 43 familia, cerca de un 30 % del total de familias registradas para toda la península de Baja California (Roberts, 1989). En la mayoría de los recorridos en campo se observaron poblaciones conformadas por ejemplares de diversas tallas, lo que refleja un grado de perturbación menor. Sin embargo en los lugares donde se concentran actividades humanas y efectos de fragmentación por barreras (cercos), áreas sujetas a ganadería extensiva, zonas de manejo de corrales temporales, caminos, entre otros, se encontraron especies indicadoras de perturbación como Bidens ssp y Opuntia cholla.

Las especies más representativas presentes de manera alterna a lo largo de los diferentes puntos de muestreo, pertenecen a los géneros Acacia, Bursera, Diospyros, Euphorbia, Pachycereus, Pithecellobium y Prosopis.

Del total de especies registradas en el predio únicamente 2 especies de cactáceas se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo el estatus de Protección Especial (Pr), endémicas, *Echinocereus spp.*y *Mammillaria spp.*

Mezquital

Este tipo de vegetación es dominado por *Prosopis articulata* (mezquite) y se establece sobre el cauce de arroyos, o bien sobre terrenos en donde el sistema radicular de los mezquites pueda alcanzar la humedad del subsuelo. Las especies que lo componen son el mezquite *Prosopis articulata*, palo blanco *Lysiloma candida*, palo brea *Cercidium praecox* y el palo verde *C. microphyllum*. Sin llegar a ser un estrato definido, entre las especies arbóreas se pueden encontrar además algunos arbustos como mangle dulce *Maytenus phyllanthoides, lomboy Jatropha cinerea, Vallesia glabra, Bourreria sonorae* y el garambullo *Lophocereus schotii var. schotii*, además de algunas hierbas como *Ruellia californica, Bebbia juncea, Matelea spp* y *Krameria erecta*.

Pastizal cultivado.

Las comunidades vegetales en que el papel preponderante corresponde a las gramíneas se reúnen aquí convencionalmente bajo el nombre de pastizal o zacatal. El conjunto de esta manera delimitado incluye biocenosis diversas, tanto en lo tocante a su composición florística, como a sus condiciones ecológicas, a su papel en la sucesión, as u dependencia de las actividades humanas y aun a su fisonomía. Mientras la presencia de algunas está determinada claramente por el clima, muchas otras son favorecidas, a menos en parte por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por el hombre y sus animales domésticos (J.Rzedowski, 1978).

Pastizal Halófilo

Comunidad de gramíneas que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; aunque también se encuentran en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Su distribución en el SAR se localiza en algunas porciones de la planicie costera. Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas.

Selva Baja Caducifolia

La vegetación tropical seca de México se ha denominado selva baja caducifolia (SBC) (Miranda y Hernández-X, 1963), mientras que Rzedowski (1978) la denomina bosque tropical caducifolio. Dicho concepto engloba a la vegetación de franca afinidad tropical cuya principal característica consiste en que la mayor parte de los árboles y arbustos pierden sus hojas al menos durante seis meses debido a la prevalencia de un período sin lluvias (León de la Luz et al., 2012).

Individuos de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se reporta la presencia de individuos de dos especies de cactáceas dentro del SAR del proyecto, estas pertenecen a los géneros: *Echinocereus y Mammillaria.*

- **Flora marina**

Para la zona norte del SAM (Punta Arenas), se reportan 88 especies, debido a que ese lugar se caracteriza por poseer un litoral formado por peñascos, que favorecen la fijación de algas marinas aumentando su diversidad. Las zonas rocosas favorece el crecimiento de las algas, tanto por el sustrato que proveen como por los factores ambientales que interactúan ahí.

- **Conectividad y corredores biológicos**

Para permitir la conectividad entre hábitats se propone el mantener los corredores biológicos que existen en la zona. Esto se justifica porque la fragmentación del hábitat es una de las principales amenazas para la perdida de especies en un sitio. La conservación de corredores es una de las principales estrategias utilizadas para la conservación, estos sitios proporcionan conectividad entre hábitats lo que permite que las especies se desplacen para obtener recursos de un hábitat a otro. Por lo anterior un corredor biológico se define como un espacio geográfico limitado que constituye un pasaje continuo entre ecosistemas y hábitats naturales o modificados.

Como puede apreciarse en la figura siguiente, la conectividad existente entre la zona de arroyos y las zonas altas del SAR no se verán afectadas con el desarrollo del proyecto.



Figura IV.154. Corredores biológicos presentes y permanentes con y sin.

- **Fauna terrestre**

El SAR terrestre se encuentra en la región faunística Neártica, la cual comprende las zonas áridas y semiáridas del norte de México, las zonas templadas y frías de las sierras Madre Oriental y Occidental y las sierras volcánicas del centro del país.

Las comunidades que forman la fauna terrestre están constituidas por un conjunto complejo de especies de animales silvestres, y que conjuntamente con las comunidades de los demás reinos bióticos interactuantes y el medio abiótico, dan forma a los ecosistemas locales, en los cuales cada especie tiene su lugar en la trama trófica y en el flujo de energía, ocupando niveles tróficos específicos en el ciclo de los nutrientes del ecosistema, y en el reciclaje natural de la materia.

Los patrones de distribución y origen de la fauna de la región están relacionados con áreas del norte de la Península, suroeste de Estados Unidos y el oeste de México, algunas especies se distribuyen en forma continua en todas las áreas, mientras que otras lo hacen en forma aislada o disyunta dentro de las mismas poblaciones

El trabajo de gabinete permitió obtener el número de especies con distribución potencial en el Sistema Ambiental Regional, reportando 382 aves, 92 mamíferos, 29 reptiles y 2 anfibios

A continuación se indican los resultados más relevantes de fauna a nivel de los predios del proyecto, registrando un número de especies de 52 aves, 16 mamíferos, 27 reptíles, 1 anfíbio.

Avifauna:

La riqueza específica observada en los predios del Proyecto corresponde a 52 especies, las cuales pertenecen a 12 órdenes, 22 familias y 52 géneros. Las familia más representativa es la Scolopacidae, Accipitridae y Laridae, en el mismo orden representan el 9.4%, 7.55% y 7.55% respectivamente de un total de 52 especies.

El 21% de las aves en la zona del proyecto y áreas de influencia se tiene que son aves que corresponden a hábitat costero, el 79% correspondió a aves de hábitat terrestres.

Herpetofauna (anfibios y reptiles):

La riqueza específica de herpetofauna en los predios del Proyecto es de 1 especie de anfibio y 17 especies de reptiles. La familia con mayor número de especies es Phrynosomatidae con 8 especies, seguida de Iguanidae con 2 especies, cada una de las familias restantes cuentan con dos o una especie.

Mamíferos:
Los mamíferos identificados dentro del SAR presentan una amplia distribución, ocupando una gran variedad de hábitats tanto en el medio terrestre como en el acuático y el aéreo. Los mamíferos de Baja California tienen en su mayoría un origen norteño, mientras que algunos murciélagos y roedores tienen su origen en el trópico continental.

En el sitio del proyecto se observaron 16 especies pertenecientes a cinco órdenes y 11 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Canidae, Leporidae, Heteromyidae, Mustelidae y Vespertilionidae con 2 especies cada una. Mientras que, solo se registró una especie para las 7 familias restantes, de los cuales, resaltan especies de gran tamaño como el venado bura y el gato montés, que han sido considerados como indicadores del grado de conservación, particularmente en las zonas de vegetación de galería y cauces de los arroyos.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010:
Del total de especies observadas en el Sitio del Proyecto, 25 se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 18 especies son endémicas, siendo los reptiles y aves los grupos de con mayor representatividad.

TablaIV.28. Especies en estatus de Categoría de Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría	Distribución
Aves	Aguililla aura	*Buteo albonotatus*	Pr	no endémica
Aves	Aguililla cola roja de Socorro	*Buteo jamaicensis*	P	endémica

Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría	Distribución
Aves	Sastrecillo de La Laguna	*Psaltriparus minimus*	Pr	endémica
Aves	Cardenal rojo de Tres Marías	*Cardinaliscardinalis*	Pr	endémica
Aves	Tórtola coquita de Socorro	*Columbina passerina*	A	endémica
Aves	Zacatonero garganta negra	*Amphispiza bilineata*	A	no endémica
Aves	Toquí pinto de La Laguna	*Pipilo erytrophtalmus*	Pr	no endémica
Aves	Gaviota ploma	*Larusheermanni*	Pr	no endémica
Aves	Gaviota pata amarilla	*Larus livens*	Pr	no endémica
Aves	Perlita californiana	*Polioptila californica*	A	no endémica
Mamíferos	Venado bura	*Odocoileus hemionus*	A	endémica
Mamíferos	Ratón-de abazonesde Baja California	*Chaetodipus spinatus*	A	endémica
Mamíferos	Rata canguro de Merriam	*Dipodomys merriami*	A	endémica
Mamíferos	Liebre cola negra	*Lepus californicus*	Pr	endémica
Mamíferos	Rata de campo	*Neotoma lepida*	A	endémica
Mamíferos	Tejón	*Taxidea taxus*	A	no endémica
Reptiles	Salamanquesa del Cabo	*Phyllodactylus xanti*	Pr	endémica
Reptiles	Iguana espinosa de Sonora	*Ctenosaura hemilopha*	Pr	endémica
Reptiles	Lagartija cachorra	*Callisaurus draconoides*	A	no endémica
Reptiles	Lagartija escamosa de San Lucas	*Sceloporus zosteromus*	Pr	endémica
Reptiles	Lagartija-arbolera de BC	*Urosaurus lahtelai*	A	endémica
Reptiles	Lagartija-arbolera cola negra	*Urosaurus nigricaudus*	A	endémica
Reptiles	Lagartija-costado manchado común	*Uta stansburiana*	A	endémica
Reptiles		*Cnemidophorus hyperythrus*	Pr	endémica
Reptiles	Serpientes de Cascabel	*Crotalus ruber*	Pr	no endémica

- **Mamíferos marinos**

La región de Cabo Pulmo se encuentra en el extremo suroeste del Golfo de California colindando con el Océano Pacífico Oriental. Esta ubicación geográfica resulta favorable para la diversidad de mamíferos marinos presentes tanto en el Golfo de California como en el Océano Pacífico Oriental, representando cerca del 80% a nivel nacional y un 25% a nivel mundial. Esta biodiversidad de mamíferos marinos está sustentada por la gran riqueza de organismos marinos, que a su vez se debe a los valores extraordinarios de producción primaria dentro del Golfo.

Tortugas marinas :
Las tortugas marinas se distribuyen ampliamente en mares tropicales y subtropicales. Mundialmente se reconoce la existencia de ocho especies de tortuga marina,

Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata, y *Nattator depresus*, todas ellas consideradas como en peligro de extinción (GETM/UICN/CSE 1995; SEMARNAT 2010; CITES 2004). Siete de estas especies (*Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata*) arriban a los litorales mexicanos, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe, en estos litorales es donde las tortugas marinas desarrollan parte o la totalidad de su ciclo biológico, por lo que México es considerado en el ámbito mundial como "el País de las Tortugas Marinas" (Márquez 1996ª).

Las tortugas marinas que anidan en el litoral frente al predio, registradas con conducta anidadora en la región son; La tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), La Prieta (*Chelonia agassizii*), y La Golfina (*Lepidochelys olivacea*). Estas tres especies cuentan con registros de anidación en la región. Sin embrago, se pretende incluir al **Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas**, mismo que se describe en el siguiente capítulo, a las tortugas Carey (*Eretmochelys imbricata*), y Caguama (*Caretta caretta*) que aunque no cuentan con registros de anidación tienen áreas de alimentación en la zona arrecifal frente al predio no se descarta la posibilidad de encontrarlas en el predio.

Fauna bentónica:
Las comunidades bentónicas son altamente diversas y si éstas se desarrollan en ambientes que por sí mismos presentan una elevada complejidad estructural, esto potencia la riqueza de especies, creando ambientes ecológicamente importantes. Un ejemplo de estos, son las costas del Golfo de California, que presentan las características antes mencionadas, está plagado de ambientes con elevada importancia ecológica, ricos en especies y una alta tasa de endemismos. El SAM (Sistema Ambiental Marino) en cuestión puede ser dividido en dos zonas de importancia, con respecto a la complejidad de los hábitats que los conforman, la norte con menor heterogeneidad estructural y el sur con elevada heterogeneidad estructural, esto les confiere obvias diferencias en flora y fauna marina.

- **Invertebrados marinos**

Los equinodermos constituyen uno de los grupos más conspicuos en los márgenes costeros del planeta, al aparecer en todas las franjas latitudinales, alcanzando números y biomasas considerables (Lawrence 1987). Se conoce la relevancia ecológica de holoturias, ofiuros y equinoideos en sistemas de agua somera, especialmente como recicladores de material orgánico y como herbívoros (Reyes-Bonilla 2005).

De las 121 especies de macro invertebrados reportadas para Cabo Pulmo, 40 son encontradas en intima asociación con colonias de coral y el resto asociadas a fondos rocosos y arenosos (Brusca y Thompson, 1975).

La comunidad de moluscos es mejor representada para Cabo Pulmo, observando 7 especies de macro moluscos, y 47 especies de micro moluscos. Se observa que durante la primavera, la riqueza específica y la diversidad son mayores, una asociación positiva entre 15 especies de micro moluscos y 2 géneros de corales hermatípicos (Vicencio Aguilar, 1998).

- **Corales**

La región del Pacífico oriental, históricamente se ha caracterizado por carecer de arrecifes coralinos propiamente dichos. Las condiciones físicas de la región aparentemente no favorecen el crecimiento del arrecife por sus bajas temperaturas, baja salinidad y por cargas elevadas de nutrientes. Pero, recientemente se ha demostrado que persiste el crecimiento coralino en algunas localidades con relativamente alta velocidad de acreción, que data de por lo menos 5 600 años antes del presente. Los arrecifes de coral del Pacifico oriental son típicamente pequeños (de unas cuantas hectáreas), de distribución discontinua y baja diversidad de especies.

A escala global, los arrecifes del Pacifico oriental podrían ser considerados mínimamente como ejemplos de arrecifes coralinos, por la forma cómo se han logrado desarrollar y por soportar de las condiciones ambientales más restrictivas en la historia de los arrecifes coralinos del planeta. Los disturbios son frecuentes, la bioerosión intensa y su recuperación parece ser extremadamente lenta (Cortés, 1997).

Por las características antes mencionadas, el Pacífico oriental y sus arrecifes destacan para hacer de la región un pequeño laboratorio de estudio de la estructura comunitaria coralina, su función a escala regional, así como estudios paleoclimáticos que permitan reconstruir su historia ambiental y oceanografía. A partir de los resultados obtenidos en dicho estudio los autores concluyen que solo unos cuantos arrecifes de la región se encontraban en relativamente buenas condiciones, encontrándose varios de ellos en áreas protegidas (Cortés, 1997).

La riqueza de especies de corales hermatípicos, describen los patrones generales de distribución geográfica del grupo en el Pacífico mexicano, con 23 especies de corales; la mayoría de los taxa habitan tanto en el Pacífico mexicano como en el Indo-Pacífico. La zona de las islas Revillagigedo y Nayarit son las que presentan la mayor riqueza de especies con 18 y 12 respectivamente. De estas solo dos especies se consideran especies endémicas (*Porites sverdrupi y P. baueri*), ambas habitan en el Golfo de California o zonas aledañas. Por lo anterior a la región se le ubica dentro de la zona con mayor riqueza específica dentro del Pacífico oriental tropical. De manera general, las especies se agrupan en unidades faunísticas que corresponden a las provincias zoogeográficas para organismos bentónicos tradicionalmente reconocidas para la región. No se encontraron evidencias de verdaderas barreras biogeográficas que restrinjan el paso a los corales entre asociaciones faunísticas (Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998).

De las especies registradas para México, cerca del 50% presenta una distribución geográfica muy restringida. En su mayoría tales taxa no son endémicos sino colonizadores recientes desde el Indo Pacífico y aún ocupan áreas limitadas en el país (principalmente insulares). Se menciona que los constantes eventos de extinción local, causados por lo limitado de la distribución de algunas especies y por el tipo y frecuencia de la colonización transpacífica, modifican los procesos normales de sucesión comunitaria, ocasionando que el Pacífico mexicano sea una zona altamente dinámica desde el punto de vista de la fauna coralina (Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998).

Individuos de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Como se menciona dentro del capítulo IV de esta MIA-R se reportan algunas especies de fauna marina dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas son: *Isostichopus fuscus* (Pepino de mar), *Chromis limbaughi* (Damisela Azul), *Pomacanthus zonipectus* (Ángel de Cortes), *Holacanthus passer* (Ángel Rey), *Rhincodon typus* (Tiburón ballena) *Carcharodon carcharias* (Tiburón blanco); estas especies se reportan en zonas cercanas a Cabo Pulmo y no directamente en la zona del predio del proyecto.

En conclusión como se pudo ver a lo largo del capítulo, el estado del SAR y del área donde se ubica el proyecto, están definidos por los procesos geomorfológicos, hidrológicos y bióticos que se han visto modificados en parte por la presencia humana. Sin embargo, el proyecto respetará el proceso regional al no causar ninguna afectación a escala regional, sino solo puntual, a nivel del área aprovechable del proyecto, impactos que se tratarán de prevenir, mitigar o compensar como se explica en el capítulo VI para que sea un proyecto sostenible.

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

V.1 INTRODUCCIÓN.

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), eventos de cambio en el mismo, caracterización y análisis del SAR y análisis del diagnóstico ambiental, en este capítulo se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia y efecto en el SAR.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una metodología que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto, derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)[1].

Si bien la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporciona guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA, de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el contenido de cada capítulo de la MIA-R deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad Regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V, se deberá presentar, de acuerdo a la fracción V del Artículo 13 del Reglamento, *la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional*; por lo que aun cuando se tomó como referencia la guía de la Secretaría para la elaboración del el presente capítulo, su contenido se ajusta a lo establecido en la fracción V del Artículo 13 del Reglamento.

Derivado de lo anterior, se presenta a continuación, de manera esquemática, un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para el proyecto y que se llevó a cabo para la evaluación del impacto ambiental del mismo, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

a) Identificación
b) Caracterización
c) Evaluación.

En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus fases y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno, considerando la información señalada en el Capítulo II sobre las obras y

[1] IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

actividades a desarrollar y los usos de suelo que se pretenden dar al predio. De igual manera se retomó la información de definición y delimitación del SAR, así como la descripción de sus componentes. Posteriormente se identificaron las relaciones causa-efecto, que en si mismas son los impactos potenciales cuya significancia se estimó mas adelante. Una vez identificadas las relaciones causa –efecto, se elaboró un cribado para posteriormente determinar su denominación, es decir, se establecen los impactos como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana, elaborando así un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder así determinar el índice de incidencia que se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual se define por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, para lo cual se utilizaron los atributos y el algoritmo propuesto por Gómez-Orea (2002), y jerarquizando así los impactos con el índice de incidencia. A partir del índice de incidencia y la magnitud de cada impacto, se hace un análisis de la relevancia o significancia de los impactos, misma que se evalúa a través de una serie de criterios jurídico, ecosistémico y de la calidad ambiental de los componentes, siempre relacionado a su efecto ecosistémico, para poder así, valorar y posteriormente describir los impactos de todo el proyecto sobre el SAR, finalizando el capítulo con las conclusiones del mismo.

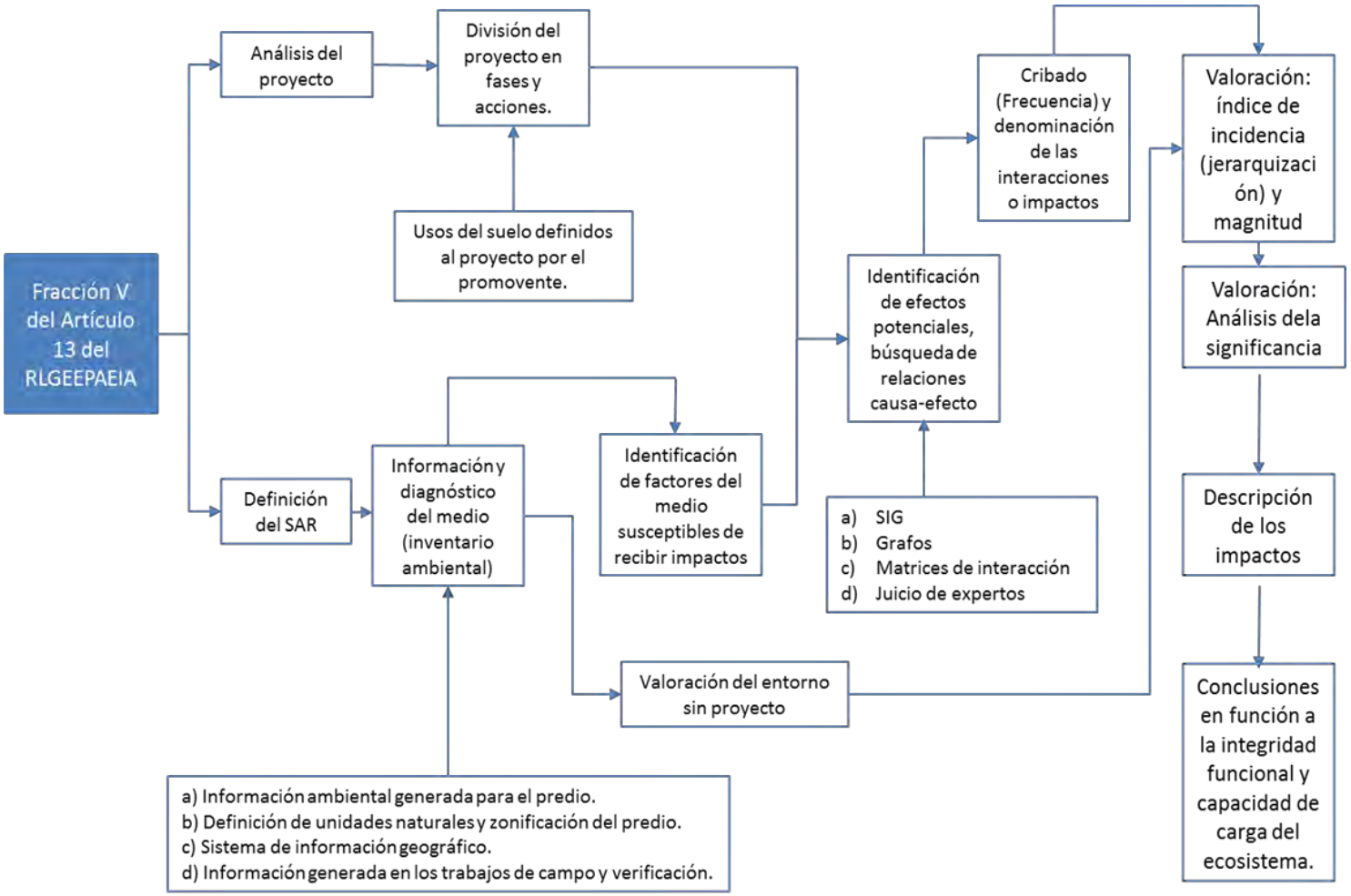


Figura V.1. Diagrama de flujo del proceso metodológico del proyecto.

V.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En el desarrollo de presente capítulo se diseñó un proceso metodológico que comprende por una parte, la consideración del diagnóstico ambiental del SAR para identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que, se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos, y se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del SAR.

V.2.1. Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en dos niveles: las fases y las acciones concretas, propiamente dichas.

Fases: se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

a. Preparación del sitio.
b. Construcción.
c. Operación y mantenimiento.

Acciones concretas: las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Las acciones concretas derivan de las actividades propias de la ejecución de las siguientes obras:

- Dos Campos de Golf
- Casa club
- Club Deportivo y Social
- Laguna de riego
- Marina y sus obras asociadas
- Planta Desaladora
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
- Planta de Transferencia de Residuos
- Aeropista
- Vivero
- Seguridad y control
- Vialidad
- Estacionamientos y miradores
- Obras provisionales (Campamentos, Almacenes de hidrocarburos)

Actividades o usos del suelo

- Hotel
- Residencial
- Lodge Ecoturístico
- Eco Parque
- Zonas comerciales y deportivas

- Mercado de Pescadores
- Cubes de Playa
- Accesos públicos a la playa

Tabla V.1. Fases y acciones del proyecto.

Fases	Acciones
Preparación del sitio	Desmonte y despalme
	Excavaciones y nivelación del terreno
Construcción	Construcción de campos de golf
	Construcción de casa club
	Construcción del club deportivo y social
	Construcción de la laguna de riego
	Construcción de marina y sus obras asociadas
	Construcción de planta desaladora
	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales
	Construcción de planta de transferencia de residuos
	Reubicación de aeropista
	Construcción del vivero
	Construcción de puestos de seguridad y control
	Construcción de la red vial
	Construcción de estacionamientos y miradores
	Lotificación (Hotel, Residencial, Lodge Ecoturístico, Zonas comerciales y deportivas, Mercado de Pescadores, Cubes de Playa y Accesos públicos a la playa)
	Obras provisionales (Campamentos, Almacenes de hidrocarburos)
Operación y Mantenimiento del proyecto	Operación y mantenimiento de campos de golf
	Operación y mantenimiento de casa club

	Operación y mantenimiento del club deportivo y social
	Operación y mantenimiento de marina y sus obras asociadas
	Operación y mantenimiento de planta desaladora
	Operación y mantenimiento de planta de tratamiento de aguas residuales
	Operación y mantenimiento de planta de transferencia de residuos
	Operación y mantenimiento de aeropista
	Operación y mantenimiento de la red vial
	Operación y mantenimiento de estacionamientos y miradores
	Operación y mantenimiento de obras provisionales (Campamentos, Almacenes de hidrocarburos)

V.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó la información manifestada en el Capítulo IV de la presente MIA-R, y a continuación, y derivado de la complejidad del entorno y su carácter de sistema, se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos:

Tabla V.2. Componentes y factores del entorno.

Medio	Proceso/Componente		Factor
Abiótico	Suelo		Cantidad
			Calidad
	Proceso geomorfológico	Relieve	Geoformas
			Duna
	Proceso hidrológico superficial	Hidrología superficial	Patrón del drenaje
			Gasto hidrológico
			Calidad
	Proceso geohidrológico	Acuífero	Cantidad
			Calidad
			Flujos
		Cuña salina	Extensión
	Proceso hidrodinámico	Transporte litoral	Línea de costa

Medio	Proceso/Componente		Factor
	costero		Corrientes
		Agua marina	Calidad
Biótico	Biodiversidad y conectividad regional ambientes terrestres	Flora	Cobertura vegetal natural
			Individuos silvestres y de sp dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Fauna	Individuos silvestres y de sp dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
			Desplazamientos de fauna
		Funcionalidad regional	Conectividad
			Hábitats
	Biodiversidad y conectividad regional ambientes marinos	Fauna marina	Fauna bentónica
			Tortugas marinas y áreas de anidación
			Mamíferos marinos
			Individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010
			Avifauna marina

V.2.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son:

a) El sistema de información geográfica.
b) Grafos o redes de interacción causa-efecto
c) Matrices de interacción
d) Juicio de expertos

A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

Tabla V.3. Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Herramienta	Descripción
El sistema de información geográfica.	Para el proyecto se generaron mapas de inventario de manera que a través de la sobreposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
Grafos o redes de interacción causa-efecto	Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aun cuando ésta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de

Herramienta	Descripción
	acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices deben considerarse de forma complementaria. (Gómez-Orea, 2002) En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha.
Matrices de interacción	Son cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que averiguar después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilita mediante la utilización de métodos diseñados para ello en donde cada participante señala los factores que pueden verse alterados por el proyecto y valora dicha alteración según una escala prestablecida y por aproximaciones sucesivas, en donde se comparan y revisan los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe. (Gómez-Orea, 2002)

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman, por lo tanto, la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA ya que un impacto que no es identificado, no es caracterizado, ni evaluado, ni descrito.

a) Sistema de información geográfica

Para la caracterización del SAR se utilizó

a) Información ambiental generada para el predio.

b) Definición de unidades naturales y zonificación del predio.

d) Sistema de información geográfico.

e) Información generada en los trabajos de campo y verificación.

Lo anterior permitió evaluar la situación ambiental del predio y el SAR definido y delimitado para el proyecto, considerando como contexto la porción de zona costera y de la unidad natural de la cual forma parte.

b) Grafos o redes de interacción causa-efecto

Se realizaron grafos para cada etapa del proyecto. Se eligió dicha técnica ya que representan sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún en la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto (la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha), se hizo una modificación a la técnica y se adicionó

el efecto de manera escrita para cada componente, lo anterior para una mejor y clara comprensión del efecto o impacto sobre el ambiente.

c) Matrices de interacción

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, y mencionada anteriormente, respecto de la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró la siguiente matriz de interacciones o de identificación de impactos (Matriz V.1), tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con el SIG, además de la prospección ambiental del predio, y unidades ambientales definidas.

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capitulo II) y los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectable (Tablas V.1 y V.2). Esta matriz se denominó *Matriz de Identificación de Impactos (Matriz V.1),* la cual permite identificar los impactos positivos y negativos que generará el proyecto, evidenciando qué componente es el mas afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo del mismo que generará mas efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia cada impacto identificado. Como ya se mencionó anteriormente, esta primera matriz, apoya el análisis del grafo, y el SIG, enmarcados en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito ya que no solo se identifican los impactos, sino que como resultado de ello se definirán posteriormente las medidas de prevención, mitigación y compensación que son integradas en programas que conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental propuesto para el proyecto y que se describe en el siguiente Capítulo VI.

d) Juicio de expertos

El juicio de expertos se consideró en todo momento para la identificación, caracterización, y evaluación de los impactos del proyecto.

A continuación se presenta la matriz que se elaboró para el proyecto:

Matriz V.1: Matriz de identificación de impactos (Interacciones proyecto-entorno)

	Medio	Abiótico													Biótico												Totales	
	Procesos ecosistémicos			Proceso geomorfológico		Proceso hidrológico superficial			Proceso geohidrológico				Proceso hidrodinámico costero		Biodiversidad y conectividad regional ambientes terrestres						Biodiversidad y conectividad regional ambientes marinos							
	Componentes ecosistémicos	Suelo		Relieve		Hidrología superficial			Acuífero			Cuña salina	Transporte litoral		Agua marina	Flora		Fauna			Funcionalidad regional		Fauna marina						
Fases	Acciones Factores	Cantidad	Calidad	Geoformas	*Duna	Patrón del drenaje	Gasto hidrológico	Calidad	Cantidad	Calidad	Flujos	Extensión	Línea de costa	Corrientes	Calidad	Cobertura vegetal natural	Individuos silvestres y de sp dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos silvestres y de sp dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Movilidad	Conectividad	Hábitats	Fauna bentónica	Tortugas marinas y áreas de anidación	Mamíferos marinos	Individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Avifauna marina	Interacciones negativas	Total interacciones negativas por etapa
Preparación	Desmonte y despalme	1	1	1		1	1		1							1	1	1	1	1	1						12	17
	Excavaciones y nivelación del terreno	1	1	1			1												1								5	
Construcción	Construcción de campos de golf	1	1	1			1		1			1							1	1							8	77
	Construcción de casa club	1	1				1												1		1						5	
	Construcción del club deportivo y social	1	1				1												1		1						5	
	Construcción de la laguna de riego		1				1	1											1		1						5	
	Construcción de marina y sus obras asociadas						1								1							1			1	1	5	

	Construcción de planta desaladora	1	1				1												1		1						5	
	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales		1				1																				2	
	Construcción de planta de transferencia de residuos	1	1					1											1	1	1						6	
	Reubicación de aeropista		1				1												1	1	1						5	
	Construcción del vivero		1				1												1								3	
	Construcción de puestos de seguridad y control		1				1												1		1						4	
	Construcción de la red vial		1	1			1											1	1	1	1						7	
	Construcción de estacionamientos y miradores		1				1												1								3	
	Lotificación (Hotel, Residencial, Lodge Ecoturístico, Zonas comerciales y deportivas, Mercado de Pescadores, Cubes de Playa y Accesos públicos a la playa)		1				1											1	1	1	1						6	
	Obras provisionales (Campamentos, Almacenes de hidrocarburos)	1	1				1	1										1	1	1	1						8	
Operación y Mantenimiento del proyecto	Operación y mantenimiento de campos de golf		1						1	1																	3	45
	Operación y mantenimiento de casa club		1						1										1								3	
	Operación y mantenimiento del club deportivo y social		1						1										1								3	
	Operación y mantenimiento de marina y sus obras asociadas											1	1	1								1	1	1	1	1	8	
	Operación y mantenimiento de planta desaladora													1													1	
	Operación y mantenimiento de planta de tratamiento de aguas residuales		1					1		1																	3	

	Operación y mantenimiento de planta de transferencia de residuos		1																		1						2	
	Operación y mantenimiento de aeropista		1															1	1	1	1						5	
	Operación y mantenimiento de la red vial	1	1				1												1	1	1						6	
	Operación y mantenimiento de estacionamientos y miradores		1															1	1								3	
	Operación y mantenimiento de obras provisionales (Campamentos, Almacenes de hidrocarburos)		1				1	1	1									1	1	1	1						8	
Interacciones	Interacciones negativas	9	25	4	0	1	18	5	6	2	0	1	1	1	3	1	1	7	21	10	15	2	1	1	2	2	139	139
	Total interacciones negativas por componente	34		4		24			9			5			2			28		25		8					Totales = 139	

*Este componente no tiene interacción con las obras y/o actividades del proyecto, sin embargo se incluye dada su importancia ecológica.

Matriz V.1: *Matriz de identificación de impactos (Interacciones proyecto-entorno).*

Se analizaron las interacciones proyecto-entorno, desglosando el proyecto en etapas y éstas a su vez en acciones concretas que pudieran afectar al entorno, que a su vez se expresó como componentes y factores que pudieran verse afectados por las acciones del proyecto. De ello se identificaron 139 interacciones entre las 28 acciones del proyecto y 11 componentes del entorno que pueden ser afectados, todas las interacciones se consideran negativas, ya que no se incluyeron las interacciones positivas que derivan de las actividades económicas. En relación a las etapas del proyecto, del total de interacciones 17 se refieren a la etapa de preparación del sitio, 77 a la de construcción y 45 a la de operación y mantenimiento.

V.2.4. Cribado y denominación de las interacciones o impactos

De las interacciones encontradas en la matriz de interacciones se realizó un cribado, es decir, se analizan cuáles son los efectos que resultan de dichas interacciones entre la obra o actividad y los factores ambientales que intervienen, que para el caso del presente proyecto se tienen 24 impactos ambientales negativos.

A continuación se enlistan los impactos ambientales identificados, denominándolos en términos de la alteración que introduce la actividad en los factores del entorno, presentándolos en forma de tabla asociados a los factores en los que incide cada uno.

Tabla V.4. Factores e impactos ambientales.

Medio	Proceso	Componente	Factor	Impacto Ambiental
Abiótico	Suelo		Cantidad	Pérdida de suelo
			Calidad	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos
	Proceso geomorfológico	Relieve	Geoformas	Alteración de geoformas
	Proceso hidrológico superficial	Hidrología superficial	Patrón del drenaje	Modificación del patrón del drenaje superficial
			Gasto hidrológico	Alteración en el gasto ecológico
			Calidad	Contaminación de las corrientes y cuerpos de agua por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos
	Proceso geohidrológico	Acuífero	Cantidad	Disminución en la cantidad de agua del acuífero
			Calidad	Contaminación del acuífero por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos
			Flujos	Alteración de los flujos del acuífero
		Cuña salina	Extensión	Desplazamiento de la cuña salina
	Proceso hidrodinámico costero	Transporte litoral	Línea de costa	Modificación de la línea de costa
			Corrientes	Movilización de la pluma salina

Medio	Proceso	Componente	Factor	Impacto Ambiental
		Agua marina	Calidad	Contaminación del agua marina por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos
Biótico	Biodiversidad y conectividad regional ambientes terrestres	Flora	Cobertura vegetal natural	Pérdida de cobertura vegetal
			Individuos silvestres y de sp dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010	Pérdida de individuos de flora silvestre y/o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Fauna	Individuos silvestres y de sp dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010	Pérdida de individuos de fauna silvestre y/o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
			Movilidad	Desplazamiento de la fauna fuera del predio
		Funcionalidad regional	Conectividad	Pérdida de la conectividad
			Hábitats	Modificación de hábitats
	Biodiversidad y conectividad regional ambientes marinos	Fauna marina	Fauna bentónica	Afectación a la fauna bentónica
			Tortugas marinas y áreas de anidación	Afectación a individuos de especies de tortugas marinas y/o modificación de áreas de anidación
			Mamíferos marinos	Modificación de zonas de alimentación y/o reproducción de mamíferos marinos
			Individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación a individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010
			Avifauna marina	Afectación a individuos de avifauna marina

V.3 VALORACIÓN DE IMPACTOS

Según Gómez-Orea (2002), el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración.

a) La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado[2].

b) La **incidencia** se refiere a la severidad: grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, y recuperabilidad.

[2] Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este MIA-R, se refiere al SAR definido.

V.3.1. Caracterización de Impactos: índice de incidencia

Como se mencionó anteriormente, la incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, por lo que tomando como base el juicio de expertos, la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, y el grafo que le dio origen, se generó una tabla de impactos ambientales por componente y factor ambiental (tabla V.4), a dichos impactos se atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1 mediante la aplicación del modelo conocido que se describe a continuación y propuesto por Gómez Orea (2002)[3], de manera que la autoridad pueda replicarlos al evaluar la MIA.

1) se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo, es decir el carácter del atributo, mismo que se cita en la tabla V.5;

2) se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo par la más favorable (tabla V.5), cabe hacer mención que para mayor claridad sobre la aplicación de cada valor, así como para su reproducción por parte de la DGIRA, se definió cada rango en la tabla V.6;

3) El índice de incidencia de cada impacto, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto (Tabla V.5) y sus rangos de valor o escala de la tabla V.6:

$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc$[4] Expresión V.1

4) Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$Incidencia = I - I_{min} / I_{max} - I_{min}$ Expresión V.2

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{max}= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I_{min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Tabla V.5 Atributos de los impactos ambientales

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3

[3] Domingo Gómez Orea (2002), página 330
[4] Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	irrecuperable	3

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos, se obtuvo la matriz V.2: *Matriz de Caracterización de impactos* ambientales, misma que permite:

a) Evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia.
b) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.
c) Identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, derivados de la evaluación puntual de los atributos de *acumulación y recuperabilidad*.

Tabla V.6. Descripción de la escala de los atributos

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 5 años.	Largo: la actividad dura más de 5 años.
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

Matriz V.2 Matriz de caracterización de Impactos Ambientales.

Componente	Factor	Impacto Ambiental Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelos	N	3	3	1	3	2	1	1	1	15	0.44
	Calidad	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos	N	1	1	1	3	2	1	1	1	11	0.19
Relieve	Geoformas	Alteración de geoformas	N	3	1	1	2	2	3	1	1	14	0.38
Hidrología superficial	Patrón de drenaje	Modificación del patrón del drenaje superficial	N	1	1	1	3	1	3	1	1	12	0.25
	Gasto hidrológico	Alteración en el gasto ecológico	N	1	1	1	3	2	3	1	1	13	0.31
	Calidad	Contaminación de las corrientes y cuerpos de agua por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos	N	1	1	1	3	2	1	1	1	11	0.19
Acuífero	Cantidad	Disminución en la cantidad de agua del acuífero	N	3	3	1	3	2	3	3	3	21	0.81
	Calidad	Contaminación del acuífero por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos	N	1	1	1	3	3	1	1	1	12	0.25
	Flujos	Alteración de los flujos del acuífero	N	1	1	1	3	2	3	1	1	13	0.31

Componente	Factor	Impacto Ambiental Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Cuña salina	Extensión	Desplazamiento de la acuña salina	N	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75
Transporte litoral	Línea de costa	Modificación de la línea de costa	N	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75
	Corrientes	Potencial de movilización de la salmuera	N	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75
Agua marina	Calidad	Contaminación del agua marina por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos	N	1	1	1	3	3	1	1	1	12	0.25
Flora	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	N	3	3	1	2	2	3	3	3	20	0.75
	Individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	3	1	2	2	3	3	1	18	0.63
Fauna	Individuos de especies de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida de individuos de especies de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
	Movilidad	Desplazamiento de la fauna fuera del predio	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
Funcionalidad regional	Conectividad	Pérdida de la conectividad	N	3	1	1	3	3	3	1	1	16	0.50
	Hábitats	Modificación de hábitats	N	3	3	1	2	2	3	3	1	18	0.63
Fauna marina	Fauna bentónica	Afectación a la fauna betónica	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63

Componente	Factor	Impacto Ambiental Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
	Tortugas marinas y áreas de anidación	Afectación a individuos de especies de tortugas marinas y/o modificación de áreas de anidación	N	1	1	1	3	3	3	3	1	16	0.50
	Individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación a individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
	Mamíferos marinos	Modificación de zonas de alimentación y/o reproducción de mamíferos marinos	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
	Avifauna marina	Afectación a individuos de avifauna marina	N	1	1	1	3	3	3	3	1	16	0.50

Matriz V.3 Matriz de jerarquización de Impactos

Componente	Factor	Impacto Ambiental Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (PI)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Acuífero	Cantidad	Disminución en la cantidad de agua del acuífero	N	3	3	1	3	2	3	3	3	21	0.81
Transporte litoral	Línea de costa	Modificación de la línea de costa	N	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75
Transporte litoral	Corrientes	Movilización de la pluma salina salmuera	N	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75
Cuña salina	Extensión	Desplazamiento de la acuña salina	N	3	1	1	3	3	3	3	3	20	0.75
Flora	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	N	3	3	1	2	2	3	3	3	20	0.75
Flora	Individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	3	1	2	2	3	3	1	18	0.63
Fauna	Individuos de especies de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida de individuos de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
Fauna	Movilidad	Desplazamiento de la fauna fuera del predio	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
Funcionalidad regional	Hábitats	Modificación de hábitats	N	3	3	1	2	2	3	3	1	18	0.63

Componente	Factor	Impacto Ambiental Atributo	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pl)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Fauna marina	Fauna bentónica	Afectación a la fauna betónica	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
Fauna marina	Individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación a individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
Fauna marina	Mamíferos marinos	Modificación de zonas de alimentación y/o reproducción de mamíferos marinos	N	3	1	1	3	3	3	3	1	18	0.63
Fauna marina	Tortugas marinas y áreas de anidación	Afectación a individuos de especies de tortugas marinas y/o modificación de áreas de anidación	N	1	1	1	3	3	3	3	1	16	0.50
Funcionalidad regional	Conectividad	Pérdida de la conectividad	N	3	1	1	3	3	3	1	1	16	0.50
Fauna marina	Avifauna marina	Afectación a individuos de avifauna marina	N	1	1	1	3	3	3	3	1	16	0.50
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelos	N	3	3	1	3	2	1	1	1	15	0.44
Relieve	Geoformas	Alteración de geoformas	N	3	1	1	2	2	3	1	1	14	0.38

Los marcados en rojo son significativos, en amarillo poco significativos y en verde despreciables.

Matrices V.2. y V.3. *Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales y Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales*

En la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales se obtuvo como resultado la evaluación de los impactos ambientales en función al índice de incidencia. La Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales, es solamente una variante de la de Caracterización de Impactos Ambientales, con el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Una vez acotados el resto de los impactos se tiene que los impactos adversos más relevantes por su incidencia, sin medidas y excluyendo los impactos positivos son:

- Disminución en la cantidad de agua del acuífero
- Modificación de la línea de costa
- Movilización de la pluma salina
- Desplazamiento de la cuña salina
- Pérdida de cobertura vegetal

De lo anterior, se puede acotar que estos impactos se consideran residuales, ya que aún con la aplicación de las medidas, si bien estos impactos se mitigan y compensan, estos persisten. No obstante en el capítulo VI se describen una serie de medidas para prevenir, mitigar y/o compensar según sea el caso dichos impactos.

Por otro lado, el resto de los impactos se analizan a mayor detalle en el apartado de descripción de impactos ambientales, con el fin de proponer las medidas adecuadas para prevenir, mitigar y compensar estos.

Con base en los valores obtenidos para la incidencia de cada impacto, se asignaron las categorías mostradas en la Tabla V.7, mismas que corresponden a los colores usados en la matriz de jerarquización, que si bien resultan del uso de una técnica determinada, en su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a continuidad de los componentes y factores que definen a los ecosistemas que ocurren en la región y a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y que se analiza con mayor detalle en los apartados posteriores.

Tabla V.7. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.65
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.66

De la anterior clasificación de impactos, si bien como se comentó anteriormente, es una clasificación previa en esta etapa de la evaluación, es conveniente acotar que los impactos despreciables, serán aquellos que no se van a considerar en la valoración de los mismos, es decir, aun cuando en este etapa hemos efectuado una valoración de los impactos, a nivel de la incidencia, debemos seguir evaluando los impactos por su magnitud y finalmente su significancia, por lo que, dicho análisis dejará excluidos a los impactos clasificados como "despreciables" aunque no por ello no se tomen en cuenta en el establecimiento de medidas para su prevención, mitigación, o compensación en el siguiente capítulo. Lo anterior se deriva de la propuesta de Gómez Orea sobre no estudiar todos los impactos con la misma intensidad, sino que conviene centrarse sobre los impactos clave.[5]

Caracterización de Impactos: determinación de la magnitud

Como ya se mencionó anteriormente, el valor de un impacto se expresa en términos de la incidencia y la magnitud, y en consecuencia la relevancia o significancia de un impacto.

La **magnitud**, como ya se citó anteriormente, representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado[6], misma que para el proyecto, se expresará en términos de la extensión de la alteración al componente en relación al SAR.

Retomando los resultados en la matriz de jerarquización, por su incidencia, los impactos más relevantes son, la disminución en la cantidad de agua del acuífero, la modificación de la línea de costa, la movilización de la pluma salina, el desplazamiento de la cuña salina y la pérdida de cobertura vegetal, mientras que en el caso de la magnitud, la cobertura vegetal es el componente mayormente afectado en términos de extensión, ya que se aprovecharan 833.519 has de vegetación, que representan el 22.11% del predio, el cual cuenta con una superficie 3, 769.50 has, por lo que no representa una extensión grande del predio, ni una afectación a la integridad funcional del ecosistema. Si bien es cierto que el componente de mayor afectación por su extensión es la flora terrestre, asociada a ella existen otros componentes como la fauna y la biodiversidad y el suelo que también se verán afectados, sin embargo, y de igual manera en referencia al sistema ambiental regional, no se afectan los procesos que definen la existencia y funcionamiento del SAR, garantizando con ello la conservación de los componentes ambientales asociados a este espacio, tales como la biodiversidad y recursos regionales; en particular el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal, quedando por ello fuera de los supuesto establecidos en el artículo 35 de la LGEEPA.

Caracterización de Impactos: determinación de la significancia

La determinación de la magnitud, así como de la significancia de un impacto es, según Gómez Orea (2002), la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinar de la evaluación de impacto ambiental, para poder estimar la alteración de los diferentes componentes ambientales así como su medición, por lo que se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios utilizados por la comunidad científica, por lo que en esta etapa es en donde intervienen de manera más intensiva el juicio de expertos.

A continuación se describen los criterios usados por los mismos para determinar la significancia o relevancia de los impactos evaluados, que se fundamenta en la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

[5] Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 324

[6] Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este MIA-R, se refiere al SAR definido.

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar los límites establecidos en las normas jurídicas específicas, por lo que antes de pasar al análisis específico de la relevancia de los mismos, es necesario describir y analizar los criterios que con base en dicha definición se tomaron en consideración en este caso, los cuales fueron los siguientes:

Criterio jurídico

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, etc., respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente. En este último caso, es por ejemplo conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre,
- En peligro de extinción,
- Amenazadas y
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma de acuerdo a su vulnerabilidad, así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de "en peligro de extinción" puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial.

Igualmente dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental.

Criterio ecosistémico (integridad funcional).

El nivel significativo de un impacto se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y generar un desequilibrio ecológico (p.ej. reducción el gasto ecológico de un río, eliminando las condiciones de permanencia de un bosque de galería).

Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental)

El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el conocimiento generalizado que se pudiera tener acerca de la importancia o escasez del recurso, ambiente o ecosistema a ser impactado. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA-R.

Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretenden afectar áreas de vegetación de bosque mesófilo o humedales, los cuales representan ecosistemas de muy limitada cobertura geográfica, asociado al reconocimiento de su alto valor en términos de los servicios ambientales que proporcionan.

Criterio de capacidad de carga

La significancia de este tipo de impactos se mide en razón de la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales.

Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretende afectar a una especie, cuyo rango de distribución es tan limitado que los efectos ambientales en el predio ponen en riesgo la permanencia de la misma. O cuando se vierten desechos, efluentes o emisiones a un cuerpo receptor en una proporción mayor que la capacidad natural de asimilación y/o dispersión.

V.5. ANÁLISIS DE LA SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS POR COMPONENTE:

Con base en la definición de impacto ambiental significativo expresado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y en los criterios jurídicos y ambientales descritos anteriormente, a continuación se analiza cada uno de los componentes del ambiente relacionado con el proyecto y los impactos ambientales identificados para el caso de dicho componente, así como la determinación en términos de la relevancia potencial que se le asigna. Cabe hacer la aclaración que de dicho análisis se excluyen los impactos ambientales positivos, así como aquellos negativos clasificados como despreciables en la sección V.3.1, es decir, aquellos que tienen un índice de incidencia menor a 0.33, lo anterior por considerarse que ninguno de ellos podrían causar afectaciones que alteren la integridad ecológica del SAR y/o sinergias negativas para el ambiente, por lo que los impactos a ser analizados son los siguientes:

Impacto Ambiental
Disminución en la cantidad de agua del acuífero
Modificación de la línea de costa
Movilización de la pluma salina salmuera
Desplazamiento de la acuña salina
Pérdida de cobertura vegetal
Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Pérdida de individuos de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Desplazamiento de la fauna fuera del predio
Modificación de hábitats
Afectación a la fauna betónica
Afectación a individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Impacto Ambiental
Modificación de zonas de alimentación y/o reproducción de mamíferos marinos
Afectación a individuos de especies de tortugas marinas y/o modificación de áreas de anidación
Pérdida de la conectividad
Afectación a individuos de avifauna marina
Pérdida de suelos
Alteración de geoformas

El análisis se presenta en forma de una tabla para cada componente la cual incluye los siguientes elementos: a) Proceso; b) Componente ecosistémico y factor; c) Síntesis de caracterización del componente; d) Impactos previsibles y su índice de incidencia; e) Determinación de la relevancia que se le asigna; y f) Razonamientos para dicha determinación.

Proceso Geohidrológico	Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
	Acuífero	Cantidad	0.81	Disminución en la cantidad de agua del acuífero	**NO RELEVANTE**
	Cuña salina	Extensión	0.75	Desplazamiento de la cuña salina	**NO RELEVANTE**

Síntesis de caracterización:

Con base en los términos administrativos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el proyecto se encuentra dentro de 2 acuíferos, cuyo límites atraviesa el predio en la parte central, la parte este del predio se encuentra dentro del **acuífero Cabo Pulmo** con clave 0318, y la parte oeste se ubica en el acuífero Santiago, con clave 0320, el cual su manejo administrativo es por el Organismo de Cuenca I Península de Baja California y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Baja California.

Acuífero Cabo Pulmo

El acuífero Cabo Pulmo, definido con la clave 0318 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción suroriental del estado de Baja California Sur, en el límite con el golfo de Baja California y el Océano Pacífico, entre los paralelos 23° 00' y 23° 35' latitud norte y los meridianos 109° 20' y 109° 40' longitud oeste, abarcando una superficie de 627 km^2.

Limita al norte con el mar de Cortés y Golfo de California, al este con el Océano Pacífico, al oeste con los acuíferos de Santiago y San José del Cabo, pertenecientes al estado de Baja California Sur y al sur con el Océano Pacífico.

Ambos impactos ambientales están directamente relacionados con el aumento de la demanda de agua para las diferentes etapas del proyecto al acuífero.

Para saber la afectación al acuífero, ocasionado por el aumento en la demanda de agua por parte del proyecto se llevo a cabo la determinación de demanda de cada una de las zonas del mismo; debido a la conformación del proyecto en su conjunto y a las diferencias que se presentan tanto en arquitectura como en densidad e integración territorial así como por el usuario objetivo de cada fase del proyecto, este análisis se realizó de forma independiente en cada una de las tres zonas atendiendo a sus características y al tipo de usuarios que se tendrán.

Es importante mencionar que dicho análisis se llevo a cabo de todos los usuarios que se presentarán el desarrollo los Pericúes para una condición crítica excepcional que es todos los usuarios y a capacidad completa, es decir, todos los predios ocupados con el 100% de los usuarios, situación que en la realidad nunca se presenta pero que es indispensable para obtener los índices de uso del agua por tipo y a partir de estos, con la estimación y proyección de la realidad esperada, proyectar la demanda a través del tiempo.

Zona I

Para esta zona contamos con usuarios Turístico hotelero, Residencial, Comercial, Campo de Golf y Marinas turísticas. La demanda generada para esta zona es de 6'531,438 metros cúbicos de agua. Este volumen de extracción excede el concesionado que es de 4.5 millones de metros cúbicos sin embargo, también es notorio que el campo de golf requiere de 766,500 millones de metros cúbicos y que el riego de áreas verdes en hoteles es de 182,500 metros cúbicos por año con lo

Situación Administrativa Actual.

El acuífero, pertenece al Organismo de Cuenca I Península de Baja California y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Baja California Sur. Su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del "Acuerdo que establece el Distrito Nacional de Riego de Baja California Sur, declarando de utilidad pública la construcción de las obras que lo forman", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 2 de julio de 1954 y por el "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región meridional del Territorio Sur de Baja California" publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 6 de julio de 1954. Ambos decretos son de tipo III que permiten extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.
De acuerdo a la Ley Federal de Derechos de Materia de Agua 2010, el municipio de Los Cabos, se clasifican en zona de disponibilidad 4.
El uso principal del agua subterránea es el Pecuario. En el acuífero no existe Distrito o Unidad de Riego alguna, ni se ha constituido a la fecha un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).
El acuífero Cabo Pulmo **no tiene disponibilidad de agua subterránea**, de acuerdo con lo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 14 de diciembre del 2011 y presenta un déficit de agua disponible de -0.727 millones de metros cúbicos al año.

Acuífero Santiago.
Sus límites son: al Norte con el Golfo de California, al Sur con la cuenca de San José del Cabo, al Oeste la Sierra de la Laguna y al Este con la cuenca de San José del Cabo y cual la posibilidad de reúso es de 949,000 de metros cúbicos anuales pudiendo reducir la extracción a 5.58 millones de metros cúbicos lo que hace viable con la cantidad de agua concesionada la construcción y operación de la primera fase del desarrollo.

Zona 2

En la Zona 2 únicamente se presenta un usuario, el turístico hotelero que está conformado por tres hoteles tipo boutique. La demanda generada para esta zona es de 229841 metros cúbicos de agua que solo pueden provenir de los pozos autorizados, De esta manera, el volumen de extracción acumulado por las Zonas 1 y 2 excede el concesionado que es de 4.5 millones de metros cúbicos por lo que más adelante se describen de alternativas para el suministro viable de agua para cubrir la demanda sin incrementar la dependencia al uso de agua subterránea

Zona 3

En la zona 3 se presentan 3 usuarios, el residencial, el comercial y el campo de golf. La demanda generada para esta zona es de 2'564,125 metros cúbicos de agua que solo pueden provenir de los pozos autorizados, de la misma forma que para la Zona 2, el acumulado de las 3 zonas excede el volumen concesionado que es de 4.5 millones de metros cúbicos sin embargo, también es notorio que en este escenario el reúso adicionalmente a que más adelante se discute la forma de atender la demanda sin afectar mayores aprovechamientos de agua subterránea mediante desalinización de agua, misma que también deberá ser integrada en la concesión.

El volumen total de aprovechamiento de agua subterránea estimado es de 9.3 millones de metros cúbicos que de utilizar el reúso del agua se reduciría a 7.5 millones de metros cúbicos anuales permitiendo el reúso de 1.77 millones de metros cúbicos anuales en riego y la posibilidad de poder regar más de 20 Ha de áreas verdes en la zona o inclusive conformar proyectos productivos de producción rural mediante el riego.

Estrategia para la obtención y distribución de agua del Proyecto Los Pericúes.
El tema del agua en zonas áridas es la preocupación básica, por lo que es

Golfo de California. Esta cuenca se encuentra comunicada por la carretera transpenínsular, cuenta además con una red de caminos revestidos que comunican a las principales poblaciones.
El 6 de julio de 1954, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Decreto Presidencial que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo, en la región meridional del territorio de Baja California Sur; dicho decreto abarca todo el ahora, Estado de B.C.S.
Por el régimen de extracción actual, se considera que el acuífero Santiago presenta disponibilidad de agua subterránea, de manera que por la demanda existente en la zona de Los Cabos y su subexplotación se retoma como alternativa para abastecer en lo futuro la demanda del crecimiento turístico.
El acuífero por tanto, tiene disponibilidad de agua subterránea, publicado en Diario Oficial de la Federación (DOF), el 28 de agosto del 2009 y presenta volumen de agua disponible de 4.153 millones de metros cúbicos al año.

Para el acuífero Santiago en el intervalo 1970-1975 el flujo subterráneo se considera de la siguiente manera: se deduce que el caudal del flujo subterráneo decreció gradualmente de 0.3 m^3/s en 1970 a 0.1 m^3/s en 1975, el promedio de ambos aplicado al intervalo de 5 años resulta en una descarga subterránea al mar de 9.5 millones de m^3.

Para el intervalo 1975-1980 el flujo subterráneo se considera de la siguiente manera: El caudal de flujo subterráneo hacia el mar fue de 0.1 m^3/seg en 1975 y no varió apreciablemente en todo el intervalo, resultando de 3 Mm^3. (Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero

indispensable idear un sistema que realice un balance entre el aprovechamiento de aguas y utilizar métodos alternativos para cubrir las necesidades de la demanda.

El riego de áreas verdes así como de campos de golf puede ser uno de los puntos más vulnerables por lo que aquí se plantea el uso mínimo de agua subterránea para tal fin y a corto plazo lograr el desarrollo de los campos y de las áreas verdes mediante el reúso del agua residual tratada.

Como se menciona anteriormente actualmente se cuenta con una concesión para el uso o aprovechamiento de aguas subterráneas hasta por 4.5 millones de metros cúbicos por año, sin embargo, con el fin de lograr un desarrollo armónico, el proyecto contempla el uso o aprovechamiento aproximado de 3.5 millones de metros cúbicos por año dejando hasta un millón de metros cúbicos por año suficientes para abastecer a una población de entre 2500 y 3000 habitantes.

Adicionalmente se considera el aprovechamiento de agua de mar para su desalinización, para cubrir la diferencia entre el volumen de agua disponible y el requerido para su desarrollo.

En resumen, el abastecimiento de agua se pretende realizar mediante el uso combinado de una parte del volumen concesionado, desalinización de aguas de origen marino y reúso de aguas residuales para cubrir la demanda total del sistema.

Considerando las estrategias establecidas para la obtención y distribución de agua del proyecto con las cuales esta se verá considerablemente reducida este impacto se considera NO relevante en términos de integridad funcional, ya que si bien el proyecto contempla la extracción de agua del acuífero, no excederá los niveles permitidos establecidos, por lo que se puede asegurar que el proyecto compromete la disponibilidad del mismo ya que la extracción de este no se verá sobrepasada. No obstante este impacto será atendido por el **Programa de Monitoreo Geohidrológico**, el cual se propone en el capítulo VI de esta MIA-R, con el cual una vez autorizado el proyecto se estará monitoreo que el funcionamiento del acuífero sea el correcto.

Como se menciona en el capítulo IV de esta MIA-R en todo acuífero costero la descarga del acuífero hacia el mar es el elemento más importante ya que permite

Santiago, B. C. S).

La descarga natural está constituida por la evapotranspiración y por el flujo subterráneo que escapa al Golfo de California. La evapotranspiración se considera constante, siendo del orden de los 16 millones de m^3/año y el flujo subterráneo que descarga al mar es cada vez menor, siendo en el periodo 1970-1975 de 9.5 millones de m^3/año y 1975-1980 de 3 millones de m^3/año. ***Por tanto se considera que en este acuífero es recomendable llevar a cabo extracción de agua subterránea y darle uso ante la alta pérdida por evapotranspiración y descarga al mar.***

Zona de interface acuífero-Mar de Cortés.

La fisiografía costera está definida con la presencia de zonas lacustres de baja elevación topográfica, por ejemplo la base del denominado Lago Sur es de 0.50 m.s.n.m. con un tirante de agua de escasa profundidad, el cual es temporal mente sostenido por las lluvias ocasionales de la región. No existe certidumbre sobre la infiltración de agua en las lagunas costeras dado su carácter arcilloso, de ahí que esta condición sugiere que al menos el agua almacenada sature la zona de aireación y que a profundidad esta alcance materiales de baja permeabilidad que limitan la infiltración. Por tanto el mecanismo de ascensión capilar predomina con ascenso de los niveles de saturación hasta sobresalir por encima del terreno natural, dando lugar a la aparición de cuerpos de agua superficial de escaso tirante (< 1,0 m).

Con base en lo anterior, y considerando que las lagunas forman parte del mecanismo de escurrimiento superficial, la mantener el equilibrio entre la descarga de aguas subterráneas y la penetración de agua marina al continente y que el equilibrio entre ambas zonas, se establece con un frente de intrusión que mezcla su agua con el agua de descarga continental, formándose una zona de interface que se mantiene como zona de agua de mezcla, cuya amplitud del pie de la cuña (frente de intrusión), puede evitar la descarga de agua dulce y con ello la intrusión marina, si se mantiene en equilibrio la mezcla.

Este ha sido un problema que se ha presentado en forma en otros acuíferos en el mismo estado de Baja California Sur, debido a la sobre explotación de acuíferos. En el área de estudio se encuentra una zona de interface que se distribuye geométricamente y depende de la granulometría del medio granular que constituye el acuífero, su espesor y las condiciones de fronteras de rocas de baja permeabilidad. Su carácter es más de origen natural que antropogénico. Por lo que para el caso del área de estudio, la retracción hacia su posición original de la cuña de intrusión se recomienda con la combinación del uso del agua salobre de los acuíferos costeros, extrayéndola para desalinización y posterior al uso del agua, realizar inyección de las aguas residuales tratadas utilizando pozos de inyección que de esta forma apoyen al acuífero en su equilibrio hidrodinámico e hidráulico (siguiente figura).

descarga del acuífero presenta las siguientes condiciones:

1. La permanencia temporal del cuerpo de agua en las lagunas, sometido a la evaporación de la zona, acelera precipitación de sales sobre la superficie del terreno incrementando paulatinamente la salinidad del agua; los valores de conductividad medidos durante el mes de octubre, cuando afloraba el agua en los lagos o lagunas, alcanzó para el denominado Lago Sur 10,000 μS/cm, equivalentes a un orden de 6,000 mg/l de STD.
2. El escurrimiento superficial a su paso por las lagunas toma de su mezcla con el agua de las lagunas una parte importante que circula aguas abajo, hacia zonas donde se encuentran los médanos arenosos, cauces de arroyos y bancos aluviales que conforman las zonas de mayor permeabilidad, induciendo la infiltración d agua de alta salinidad que se mezcla con el agua subterránea de menor salinidad y la enriquece en sales. Este mecanismo natural, ayuda en la presencia de agua salobre del acuífero.

El mecanismo anterior, permite que casi en donde inicia la zona de descarga, se presente una recarga temporal hacia el acuífero.

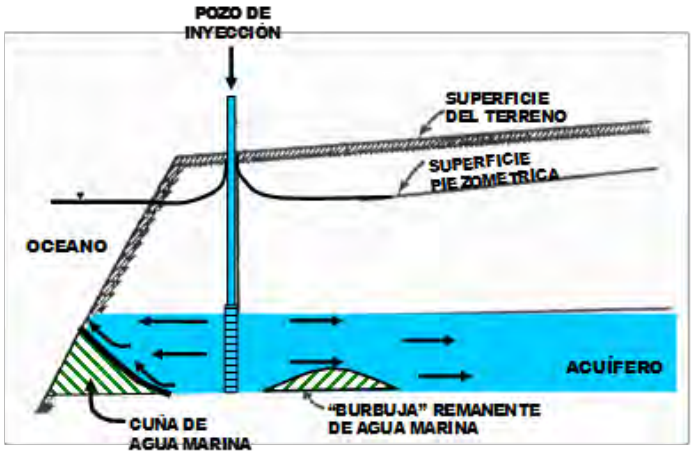


Figura V.2. Modelo del pozo de inyección para el equilibrio hidrodinámico e hidráulico.

Como se puede observar el impacto a la cuña salina, se encuentra estrechamente relacionado con el aumento en la demanda de agua dulce del acuífero, ya que se contempla que al haber una disminución del agua dulce del acuífero este permitirá que la cuña salina se extienda y así "contamine" o modifique las condiciones actuales del acuífero, sin embargo, como se menciona anteriormente la cantidad de agua dulce extraída del acuífero no representa una modificación relevante a este, por lo que no se prevé que en ningún momento que la cuña salina se extienda considerablemente a la zona del acuífero, además de que se considera la inyección de agua tratada para mantener el balance actual de la zona de interface. Por estas razones este impacto se considera NO relevante en términos de integridad funcional, ya que no se verá alterado el acuífero por el aumento de la cuña salina, no obstante de igual manera este impacto se atenderá con el **Programa de Monitoreo Geohidrológico**, el cual incluirá un subprograma de funcionamiento del acuífero y de la zona de interface (cuña salina), con el cual se estará monitoreando constantemente el funcionamiento del acuífero, con el fin de garantizar que se

	sustente lo anteriormente dicho.

Proceso Hidrológico costero	Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
	Transporte litoral	Línea de costa	0.75	Modificación de la línea de costa	**NO RELEVANTE**
		Corrientes	0.75	Movilización de la pluma salina	**NO RELEVANTE**

Síntesis de caracterización:

Tipo de Costa

La zona costera estudiada tuvo una extensión de 22 km con límite norte en “Punta Arena”, en el sur la ensenada “Los Frailes”

El tipo de costa pertenece a la unidad morfo-tectónica VI (Carranza - Edwards et al., 1975) que comprende el litoral oriental de la península de Baja California, el cual presenta plataforma continental muy estrecha o casi nula. Tectónicamente, es una costa de arrastre de neo-eje (Inman y Nordstrom, 1971) por su asociación con las áreas de expansión de piso oceánico que produce el desplazamiento de la península. El tipo de costa es abrasivo-acumulativas (mixtas) con avance de la línea de costa hacia el mar por emersión y/o sedimentación acresional (Ortiz- Pérez y Espinoza-Rodríguez, 1991).

En conjunto, la franja de estudio tuvo una tendencia de transporte litoral neto hacia el norte en verano y hacia el

Uno de los puntos importantes de este apartado es identificar el impacto de la Modificación de la línea de costa que se producirá con la construcción de las obras de la marina.

De acuerdo con Laval (1961), se pueden considerar cuatro categorías de obstáculos al transporte litoral:

1. Obstáculos naturales (cabos) o artificiales (rompeolas, escolleras, espigones) sensiblemente perpendiculares a la línea de costa.
2. Obstáculos naturales (islotes, arrecifes, campo de algas) o artificiales (diques) sensiblemente paralelos a la línea de costa.
3. Cauces naturales (cañones submarinos, desembocaduras de ríos y arroyos) o artificiales (canales de comunicación).
4. Interrupciones bruscas de la alineación de la costa (bahías).

Dado que el proyecto se encuentra dentro de la primera categoría se realizó un análisis para conocer la modificación real por la implementación del proyecto, para ello se estimó un periodo de vida de las obras de 20 años; para realizar este calculo se empleo el método de J M Brossen (Estudio hidrodinámico y transporte de sedimentos).

La utilización de este método ha dado buenos resultados para predecir la vida útil de una obra que se coloca e forma perpendicular a la playa, así como la evolución de la línea de costa.

sur en invierno. Dominó el mecanismo de transporte a lo largo de la costa, sin embargo en las ensenadas de “Cabo Pulmo” y “Los Frailes” se infiere una celda de transporte en sentido transversal en los sectores norte de cada una de ellas.

- Sector Punta Arena: En Otoño (2010) y Verano (2011) se observó una tendencia de transporte con dirección hacia el norte con volúmenes de 19,585.96 m^3año y 30,306.26 m^3año-1. La dirección del transporte se invirtió en Invierno con una disminución del volumen de 1.40 veces del orden de magnitud que la época inicial y continuó disminuyendo hacia Primavera donde se identificó la transición entre el flujo de sedimento de sur a norte. La dirección neta de transporte en esta ensenada fue hacia el norte con un incremento desde la campaña inicial de 10720.30 m^3año-1.Las corrientes litorales entre las isobatas de -1 y -1.5 m tuvieron una dirección predominante hacia el NW y contribuyó a la acumulación de material en la porción norte. Las magnitudes umbrales fueron de 0.68 ms-1 hacia el norte y 0.27 ms-1 hacia el sur.

- Sector Las Barracas: El volumen de transporte litoral neto tuvo una tendencia final a la acumulación en la porción norte de la ensenada. El transporte disminuyó de invierno a primavera, sin cambio en la dirección pero con una tasa volumétrica 16% menor. El volumen de transporte neto fue mayor en Invierno (54,721.89 m^3año-1) y Verano (56,508.31 m^3año-1) con una tendencia hacia el sur en el primer caso y hacia el norte en el segundo. Las corrientes litorales que contribuyeron en el acarreo del material litoral a lo largo de la costa tuvieron una dirección predominante

Según el estudio hidrodinámico y transporte de sedimentos realizado para el proyecto señala que el volumen que se desplaza influenciado por el oleaje se presenta en 2 direcciones, uno que viaje paralelo a la línea de costa en dirección del NW al SE y otro que viaja en sentido contrario de la dirección SE al NW, siendo estrictos en el análisis el trasporte litoral neto puede definirse como la diferencia entre el trasporte de mayor gasto menos el de menor gasto, sin embargo con la intención de analizar el caso mas desfavorable, se realizó el análisis integro para cada dirección, así entonces se puede observar asolvamiento en ambas escolleras, lo cual, solo representa el caso mas extremo de asolvamiento, ya que del análisis previo se puede concluir que las condiciones de trasporte en el sentido de SE a NW es prácticamente nulo.

Como se observa en la Figura V. 3 las características de asolvamiento en la playa oeste respecto al acceso a la marina, presentara un avance significativo, rebasando el nivel de la escollera en un tiempo estimado de 20 años, asimismo se presentan las diferentes líneas de evolución para diferentes años, las dos ultimas representan los años 15 y 20, la cual se extiende hasta los mil metros lejanos a la obra, esto no significa que hasta este punto se presente la evolución de la línea de costas, es simplemente el punto hasta donde se considero el grafico.

Es posible que la influencias de las mareas de gran magnitud pueda cooperar en la evolución de la línea de costa, sin embargo, es complicado determinar esta hipótesis que puede provocar que la vida útil de la obra de protección sea de menor tiempo, sin embargo, aun cuando esta hipótesis sea acertada, los cambios no serán tan significantes, manteniendo el tiempo estimado en el mismo orden.

Cabe mencionar que de ser aprobado este proyecto se mantendrá un monitoreo constante de las condiciones de la playa y de ser requerido se realizará un proceso de by pass, con la finalidad de coadyuvar en el aporte de material sólido a la playa adyacente y conservar su estabilidad.

En el caso de la movilización de la pluma salina, este impacto se da por la descarga de la salmuera, como parte de la operación de la planta desalinizadora del proyecto; dicha descarga tiene una mayor concentración de sales que la zona marina la cual con ayuda de las corrientes esta se moviliza a zonas aledañas, pudiendo ocasionar daños a la

hacia el NW, sin embargo hubo una interrupción en la parte central de la ensenada donde se infiere un cambio en el sentido de la corriente litoral asociado a la aproximación oblicua del oleaje desde los cuadrantes E - ESE. De Otoño a Primavera fueron dominantes desde el SE con magnitudes de hasta 0.31 ms-1 y de Primavera a Verano fueron dominantes hacia el NW con magnitudes de hasta 0.58 ms-1.

• Sector Cabo Pulmo: El volumen de material litoral transportado entre estaciones del año tuvo un incremento de 1% entre primavera y verano (2011), la tendencia en la primera época fue hacia el sur y hacia el norte en la segunda. En este caso, es necesario separar por celdas de transporte, ya que las acumulaciones de material solo fueron apreciadas entre las celdas 0 a 3 y de la 13 a la 15, puesto que en la celda central predominó el proceso de erosión. Las velocidades de corriente litoral tuvieron la misma magnitud (Vl=0.63 ms-1) pero en sentido inverso en el eje NW-SE.

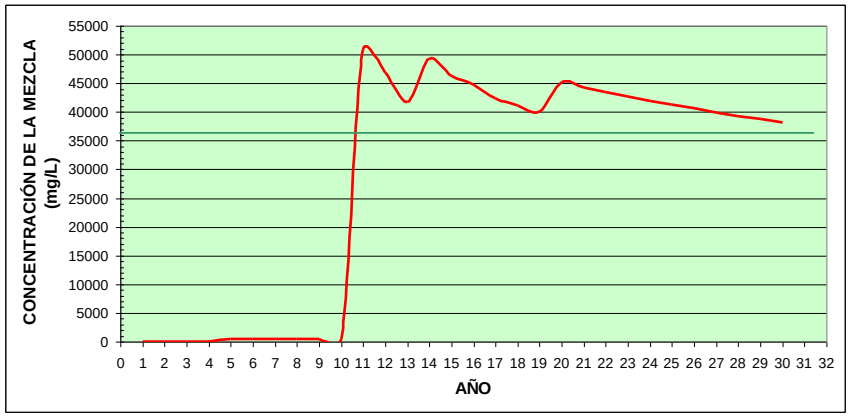
• Sector Los Frailes: Se observó un balance en los volúmenes de transporte litoral neto con sentido hacia el sur en Primavera y hacia el norte en Verano. Al igual que en “Cabo Pulmo”, las velocidades de corriente a lo largo de la costa fueron balanceadas en magnitud pero en sentido contrario.

Para el sitio en estudio el análisis del comportamiento de la costa reviste especial importancia, debido a las características especiales que reúne, como son:

1. Existe la descarga de dos grandes arroyos en la costa que, aunque sus escurrimientos son intermitentes, cuando se presentan lluvias

flora y fauna marina presente en las zonas cercanas a la descarga. Considerando esto y como parte del desarrollo sustentable del proyecto el funcionamiento normal de la instalación de desalación la descarga de la salmuera se realizará conjuntamente con la descarga del agua residual tratada en la planta de aguas residuales. La descarga conjunta de ambos efluentes tiene la ventaja de hacer que la salmuera se diluya previamente a su descarga al mar, minimizando el efecto negativo que la salmuera pudiera producir en el medio ambiente marino.

Según la previsión de caudales y concentraciones salinas de cada uno de los efluentes: agua residual tratada y salmuera de la desaladora, la concentración esperada del fluido mezcla es la presentada en la siguiente gráfica.



La línea horizontal en verde representa la salinidad del agua de mar en la zona de Punta Arenas y la línea roja representa la salinidad de la descarga. Como puede observarse las diferencias entre las concentraciones del agua de mar y de la descarga del fluido mezcla son muy pequeñas. Las puntas de salinidad aparecen en el año 11 que es cuando entrará en operación la Fase-I de la planta desaladora, la segunda punta aparece en el año 14 que es cuando entrará en operación la Fase-II y finalmente

relativamente importantes, acarrean grandes cantidades de sedimentos (principalmente arenas, arcillas y boleos o gravas). Estos sedimentos una vez en la costa son acarreados por el oleaje incidente a lo largo de ella, así como modelan las secciones transversales.

2. Al Norte de predio existe una península arenosa (Punta Arena) que, todo parece indicar, es de acreción de la costa; es decir, probablemente formada por el acarreo litoral a lo largo de la costa, ya que en ese punto ésta cambia drásticamente su dirección para orientarse hacia Noroeste.

Corrientes

Sector Punta Arena

• Velocidad: las corrientes presentaron una variabilidad mensual con máximas de 23.6 cms-1 y mínimas de -23.25 cms-1 ocurridas en la temporada invernal 2010. Las velocidades extremas ocurrieron el mes de enero (2011), con disminución en la intensidad a partir del mes de febrero hasta el 20 de julio donde los vectores velocidad incrementan su intensidad.

• Dirección: Se identificaron cambios estacionales en el patrón de dirección. Durante Otoño-Invierno, hay alternancia en direcciones sur a norte (SW – N – NNE), cambiando hacia el sur (SSW- S -SSE) hasta el mes de marzo donde inició la transición entre las épocas frías y cálidas, a partir del 22 de marzo se mantuvo un vector resultante hacia el SSW con una componente débil hacia el NNW-N- NE, que se mantuvo hasta el 20 de julio donde la tercera punta aparece en el año 20 que es cuando entra en operación la Fase-III y última de la planta desaladora prevista.

Esta situación es mucho mejor, desde el punto de vista ambiental, que si se descarga la salmuera sin ser mezclada, pero el principio de la prudencia nos lleva a considerar que ocurriría si la salmuera se descargase en el mar sin ningún tipo de dilución. Situación que podría ocurrir ante una avería en la planta depuradora de aguas residuales. Por tanto, a continuación se presenta el análisis del estudio de Modelación de la pluma de salmuera que se realizó para el proyecto sin considerar la dilución, sino como descarga directa al mar, a través de los difusores previstos para ello.

Es importante mencionar que el hecho de mezclar ambas corrientes no significa que no haya puntos de control independientes de la calidad de cada una de ellas antes de su mezcla, con el fin de cumplir con la legislación de vertidos vigente en México (Dado que no existe una norma Mexicana que fije el límite de incremento de salinidad para la pluma de salmuera con respecto a la salinidad del mar, se utilizará el dato facilitado en la “Directiva 2006/113/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos” en el Anexo 1, artículo 5, se dice: “La variación de la salinidad provocada por un vertido, en las aguas para cría de moluscos afectadas por dicho vertido, no deberá ser superior en más de un 10 % a la salinidad medida en las aguas no afectadas”. Por lo que se va a tomar este límite del 10% como límite de referencia).

Como se describe en el capítulo II de esta MIA-R la planta desaladora del Proyecto Los Pericúes se utilizará el proceso de ósmosis inversa para la desalación del agua de mar. El proceso de ósmosis inversa consiste en la captación de agua del mar y el bombeo de la misma a presión hacia unos tubos que contienen membranas semipermeables, la presión es suficientemente alta como para vencer la presión osmótica del agua de mar y en presencia de las membranas semipermeables, que no dejan pasar las sales en un alto porcentaje (aproximadamente el 99,5 % de las sales ionizadas del agua de mar), obtenerse agua con una baja concentración de sales por un lado (el agua desalada) y por otro, agua con algo menos del doble de concentración de sales de las que tenía inicialmente el agua de mar. El agua concentrada en sales es conocida como salmuera. La salmuera es devuelta al mar.

el cambio hacia el cuadrante SSW fue evidente y así permanece hasta el Otoño cuando nuevamente inicia la alternancia en el patrón de dirección de la corriente. En esta zona prevaleció la componente hacia el ENE en la época fría y un eje marcado hacia el SSE-SSW en la época cálida de menor magnitud a las observadas en la época fría. Sector Cabo Pulmo • Velocidad: Las velocidades de corrientes máximas fueron de 39.08 cms-1 y las mínimas de -25.93 cms-1 El mes de abril presentó el registro de magnitudes de corriente más débiles del periodo de medición (5 a 10 cms-1) que aumentaron a partir del 15 de mayo de 2011. En julio y agosto las corrientes tuvieron intensidad máxima de 20 cms-1. • Dirección: con un patrón de dirección dominante hacia el ENE. Durante abril se presentó una alternancia de la dirección en el eje WNW. En julio y agosto las corrientes se intensificaron, con patrón dominante hacia el NE.	Al descargar la salmuera en el medio marino, la salmuera sufre un proceso de dilución. En las cercanías de la descarga la concentración de sales del agua de mar aumenta y según nos alejamos del punto de descarga, la concentración se va igualando a la del agua de mar. La zona de dilución dependerá de: las condiciones ambientales del sector donde se produzca la descarga, de las características de la salmuera y del medio marino y del diseño de la descarga. La hidrodinámica de un efluente que descarga en continuo en un cuerpo de agua receptor, es un proceso en el que es posible distinguir dos regiones: la región del campo cercano y la región del campo lejano. En la región del campo cercano, las condiciones de descarga (incluyendo características de la descarga y diseño de la misma) determinan la trayectoria del efluente y la relación de mezcla. En la región de campo lejano, distante del punto de descarga, son las condiciones ambientales del medio marino las que determinan la evolución del efluente y la relación de mezcla. Dado que dentro de SAM se encuentra la ANP Cabo Pulmo, la cual cuenta con una zona de arrecifes que pudiese verse afectada por el transporte de la pluma salina hacia esa zona se llevo a cabo un Estudio de Modelación de la Pluma salina (Ver Anexos), de acuerdo con este estudio, no existe ningún escenario de corrientes, vientos y mareas que nos permita suponer que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo, situados a 10 km del punto de descarga de salmuera, puedan ser alcanzados por dicha pluma. En consecuencia, se puede afirmar que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo no van a ser afectados por la salmuera descargada por la planta desaladora; por todo lo anteriormente mencionado se considera que este impacto no es relevante en términos de integridad funcional del ecosistema, ya que ni el peor de los escenarios planteados, el ambiente marino se verá severamente afectado por la descarga de la salmuera.

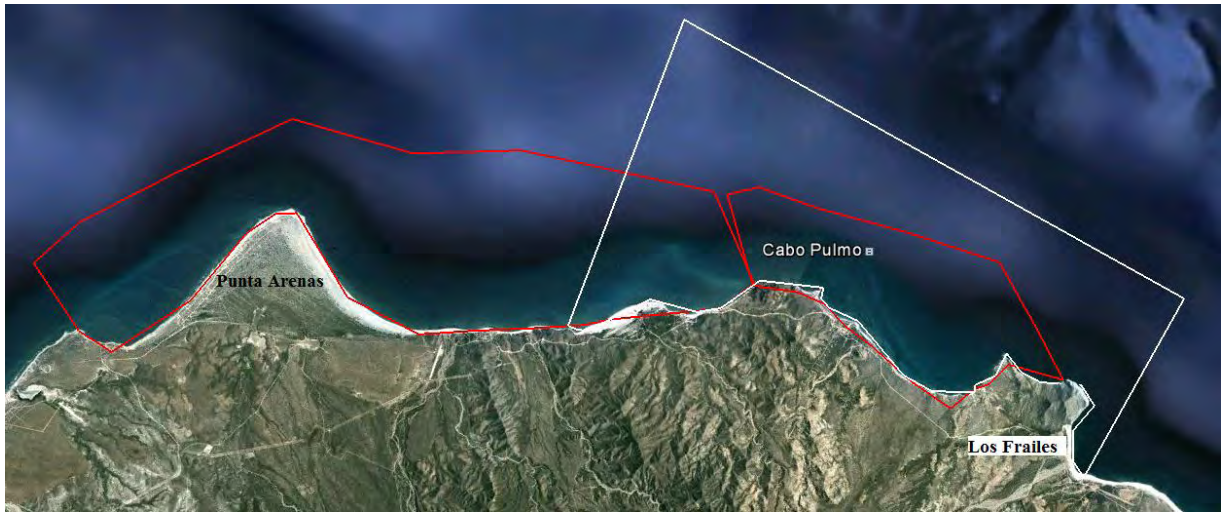


Figura V.3 Polígonos que delimitan el SAM del Proyecto.



Figura V.4 Evolución de la línea de costa producida por las escolleras hasta los 20 años.

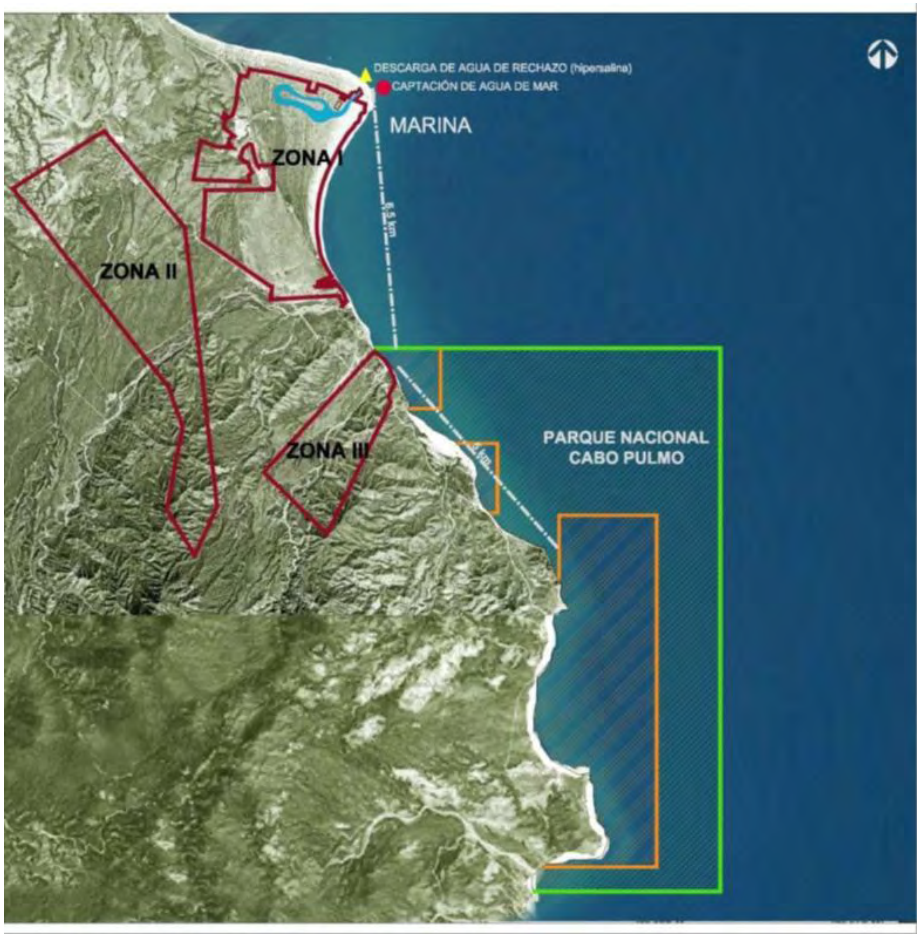


Figura V.5. En esta imagen se presenta la distacia de 10 km que existirá entre la zona de descarga de la Planta desaladora con respecto a la ANP Cabo Pulmo, por lo que según los resultados del estudio de simulación de la pluma salina, ésta no llegará a la zona de arrecifes de la ANP, por lo que no habrá una afectación hacia dicha comunidad.

Proceso	Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Biodiversidad y conectividad regional de ambientes terrestres	Flora	Cobertura vegetal natural	0.75	Pérdida de la cobertura vegetal natural	**NO RELEVANTE**
		Individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	0.63	Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	**NO RELEVANTE**

Síntesis de caracterización:

Vegetación Terrestre en un contexto Regional (Región Central del Golfo)

Los tipos de vegetación que conforma el Sistema Ambiental Regional se basan, principalmente por las geoformas (topografía), esto, debido a la gran heterogeneidad topográfica que presenta el predio y a la influencia que estas tienen en el desarrollo y establecimiento de las especies vegetales; asimismo, los subtipos de vegetación presentes se conforman principalmente por la dominancia (abundancia) y/o la forma de vida y la forma de crecimiento de las especies que conforman una comunidad vegetal (J.Rzedowski, 1978). Figura V. 6.

Matorral Sarcocaule.

El Matorral sarcocaule es el mejor representado en Baja California Sur y se distribuye en un intervalo altitudinal que va de 40 hasta 300 m.s.n.m (Morelos, 1988). Su composición florística tiene influencia de especies árido-tropicales provenientes de la selva baja caducifolia (Región del Cabo) y del Desierto Sonorense. Los elementos que lo componen suelen ser formas árboles y otras formas de vida con tallos carnosos, gruesos, a veces retorcidos y algunos con corteza papirácea (León de la luz, 1999; León de la luz et al., 2000). La composición florística del matorral sarcocaule corresponde con los rasgos señalados para la Región del desierto sarcocaulescente en donde se describen como elementos típicos a *Cercidium microphyllum*, el copal *Bursera hindsiana*, el lomboy *Jatropha cinerea*, el cardón *Pachycereus pringlei* y diversas especies de Opuntia y biznagas *Ferocactus spp.*

La pérdida de la cobertura vegetal es un impacto que se da a causa del desmonte y despalme que se lleva a cabo en la etapa de preparación del sitio, cabe considerar que en los últimos años el crecimiento urbano del Municipio de Los Cabos lo ha llevado ha convertirse en uno de los destinos de playa más importantes para el estado y favorito del turismo internacional. En 1974 el Gobierno Federal a través de FONATUR le dio impulso al municipio, creando la infraestructura para convertirlo en uno de los centros turísticos integralmente planeados más bellos del país. Se han establecido a todo lo largo del corredor turístico de 33 kilómetros de longitud, multitud de servicios como fraccionamientos residenciales, condominios, campos de golf, canchas de tenis, tráiler parks, restaurantes, centros nocturnos, discotecas, bares, boutiques, y todo lo que el turista más exigente puede esperar. Esta tendencia de transformación del uso de suelo ha tenido influencias sobre el Predio del proyecto. Como se menciona en el capítulo IV de esta MIA-R en cuanto al Uso de Suelo al interior del predio, el 1.0% de su superficie están desprovistas de vegetación debido a la existencia de brechas, infraestructura, abrevaderos, rancheríos, casas y una aeropista. El restante 99 % del predio cuentan con vegetación, predominantemente

Mezquital

Este tipo de vegetación es dominado por *Prosopis articulata* (mezquite) y se establece sobre el cauce de arroyos, o bien sobre terrenos en donde el sistema radicular de los mezquites pueda alcanzar la humedad del subsuelo. Las especies que lo componen son el mezquite *Prosopis articulata*, palo blanco *Lysiloma candida*, palo brea *Cercidium praecox* y el palo verde *C. microphyllum*. Sin llegar a ser un estrato definido, entre las especies arbóreas se pueden encontrar además algunos arbustos como mangle dulce *Maytenus phyllanthoides, lomboy Jatropha cinerea, Vallesia glabra, Bourreria sonorae* y el garambullo *Lophocereus schotii var. schotii*, además de algunas hierbas como *Ruellia californica, Bebbia juncea, Matelea spp* y *Krameria erecta*.

Pastizal cultivado.

Las comunidades vegetales en que el papel preponderante corresponde a las gramíneas se reúnen aquí convencionalmente bajo el nombre de pastizal o zacatal. El conjunto de esta manera delimitado incluye biocenosis diversas, tanto en lo tocante a su composición florística, como a sus condiciones ecológicas, a su papel en la sucesión, as u dependencia de las actividades humanas y aun a su fisonomía. Mientras la presencia de algunas está determinada claramente por el clima, muchas otras son favorecidas, a menos en parte por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por el hombre y sus animales domésticos (J.Rzedowski, 1978).

Pastizal Halófilo

Comunidad de gramíneas que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; aunque también se encuentran en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Su distribución en el SAR se localiza en algunas porciones de la planicie costera. Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas.

Selva Baja Caducifolia

matorral sarcocaule. Debido a la importancia de este componente y a que se encuentra estrechamente relacionado con otros componentes como fauna, hábitats, etc., se prevén una serie de medidas preventivas y de mitigación principalmente, las cuales parten desde la planeación del proyecto, esto ya que como parte del diseño de este, se contempla la conservación y protección de 2,935.98 ha del predio, con el cual este impacto se reduce considerablemente, ya que del total del predio se aprovechan únicamente 1,072.796 ha; es decir el 29% del total de la superficie del predio (3,769.50 ha); aunado a esto se propone un **Programa de Manejo Integral de Vegetación**, el cual a su vez se encuentra conformado por el **subprograma de áreas de conservación y mejoramiento de vegetación nativa, el subprograma de rescate y reubicación y el subprograma de reforestación**, con los cuales como su nombre lo dice no solo se llevará a cabo la conservación de gran parte del predio, si no también se llevará a cabo el rescate y reubicación de la vegetación así como la reforestación con individuos de especies nativas que serán tomadas del vivero; con estas medidas este impacto se ve mitigado considerablemente, por lo que se considera no relevante en términos de integridad ecológica, ya que si bien se removerá vegetación del sitio, esta no ocasiona que la integridad funcional del ecosistema se vea afectada.

En cuanto al impacto que esto ocasione a las 2 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, este será atendido de igual manera desde el diseño del proyecto con la creación de zonas de conservación y mejoramiento de la zona, las cuales contarán con vegetación nativa del lugar, la cual no se verá afectada en ningún momento por las obras y/o actividades del proyecto; como se menciona anteriormente se

La vegetación tropical seca de México se ha denominado selva baja caducifolia (SBC) (Miranda y Hernández-X, 1963), mientras que Rzedowski (1978) la denomina bosque tropical caducifolio. Dicho concepto engloba a la vegetación de franca afinidad tropical cuya principal característica consiste en que la mayor parte de los árboles y arbustos pierden sus hojas al menos durante seis meses debido a la prevalencia de un período sin lluvias (León de la Luz et al., 2012).

Vegetación Terrestre a nivel predio

La vegetación presente en los predios del proyecto es primordialmente matorral sarcocaule, vegetación que domina también en el Sistema Ambiental Regional, así como en un contexto Supraregional y hasta estatal, también se ubica vegetación de mezquitales, este tipo de vegetación está asociada a los arroyos, y es importante manifestar que es parte de la zona que se conservará, asimismo, se ubica vegetación de selva baja caducifolia en uno de los predios, y al igual que el mezquital forma parte de la zona de conservación.

Cabe resaltar que como resultado del esfuerzo de campo se identificaron 93 especies pertenecientes a 43 familia, cerca de un 30 % del total de familias registradas para toda la península de Baja California (Roberts, 1989). En la mayoría de los recorridos en campo se observaron poblaciones conformadas por ejemplares de diversas tallas, lo que refleja un grado de perturbación menor. Sin embargo en los lugares donde se concentran actividades humanas y efectos de fragmentación por barreras (cercos), áreas sujetas a ganadería extensiva, zonas de manejo de corrales temporales, caminos, entre otros, se encontraron especies indicadoras de perturbación como *Bidens ssp* y *Opuntia cholla*.

Las especies más representativas presentes de manera alterna a lo largo de los diferentes puntos de muestreo, pertenecen a los géneros Acacia, Bursera, Diospyros, Euphorbia, Pachycereus, Pithecellobium y Prosopis.

Individuos de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se reporta la presencia de individuos de dos especies de cactáceas dentro del SAR del proyecto, estas pertenecen a los géneros: *Echinocereus y Mammillaria.*

contempla la implementación de un Programa de Manejo Integral de Vegetación el cual incluye acciones de rescate y reubicación, en el cual se dará especial énfasis a los individuos de estas especies; por lo tanto este impacto se considera NO relevante ya que el proyecto no pone en riesgo la existencia de alguna especie como tal y únicamente se prevé la afectación a algunos individuos, por lo que queda fuera de los supuesto establecidos en el artículo 35 de la LGEEPA.

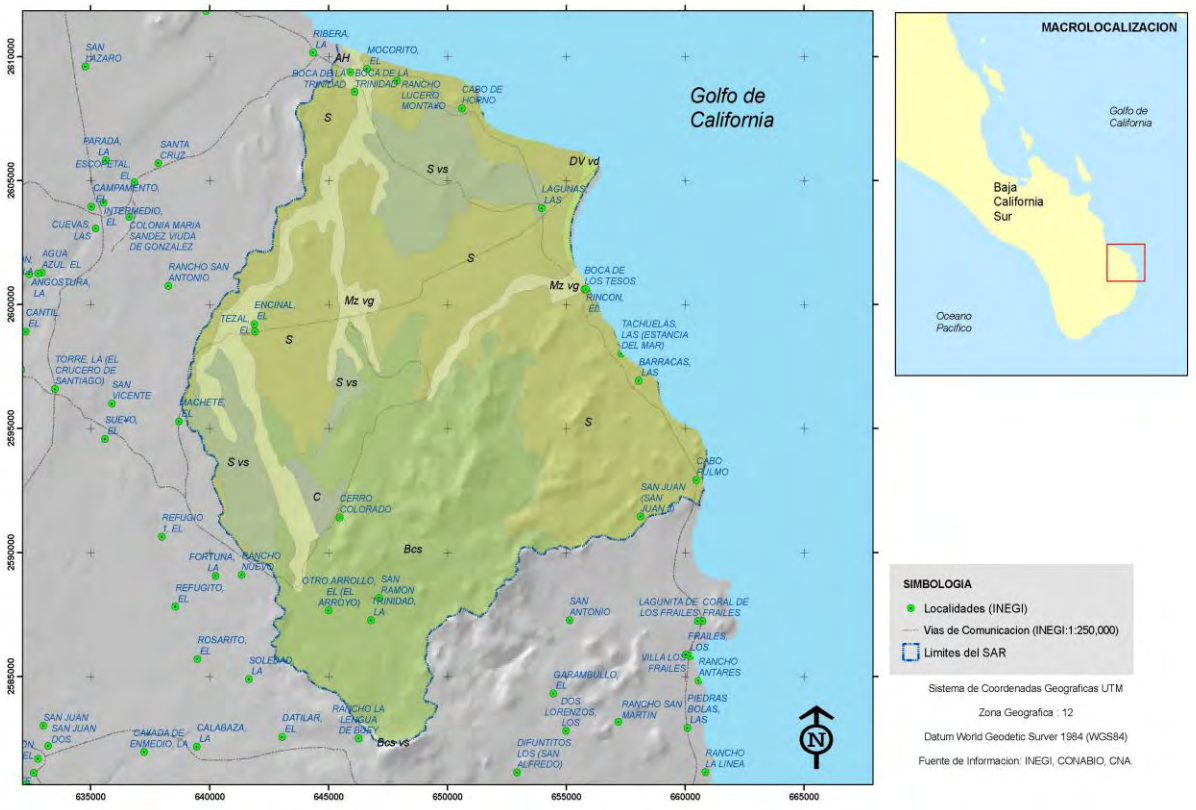


Figura V.6. Mapa de Vegetación a nivel SAR.

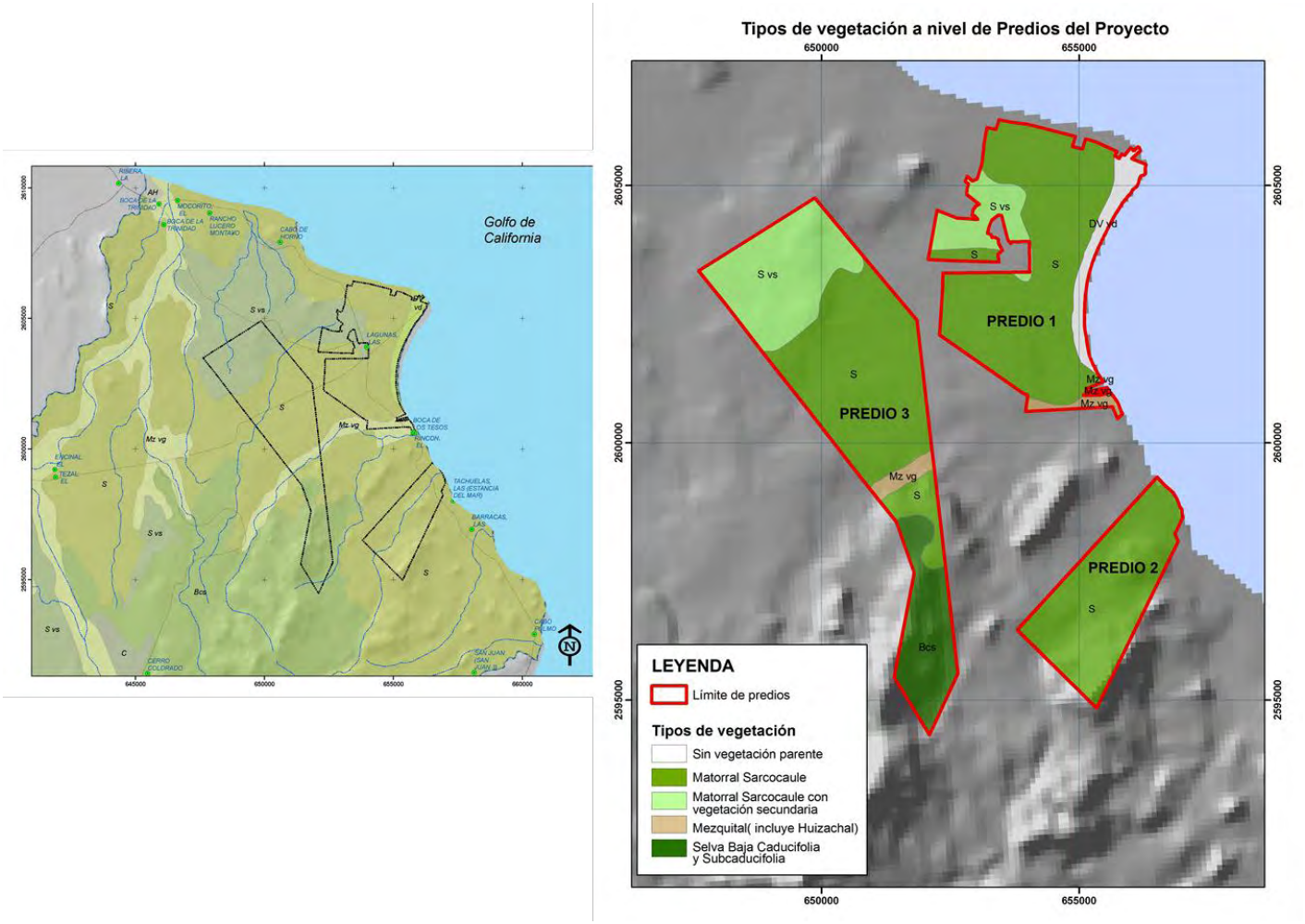
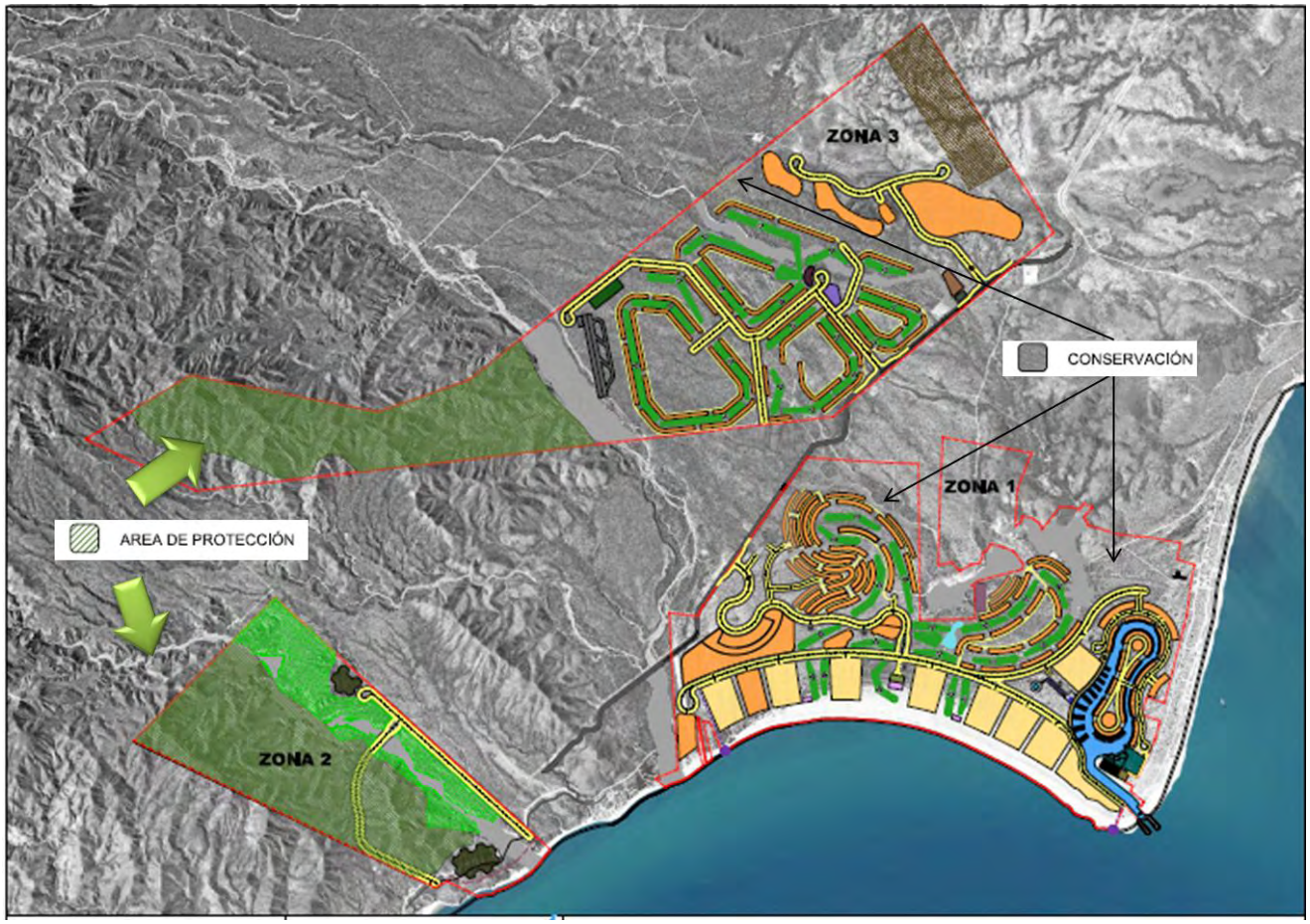


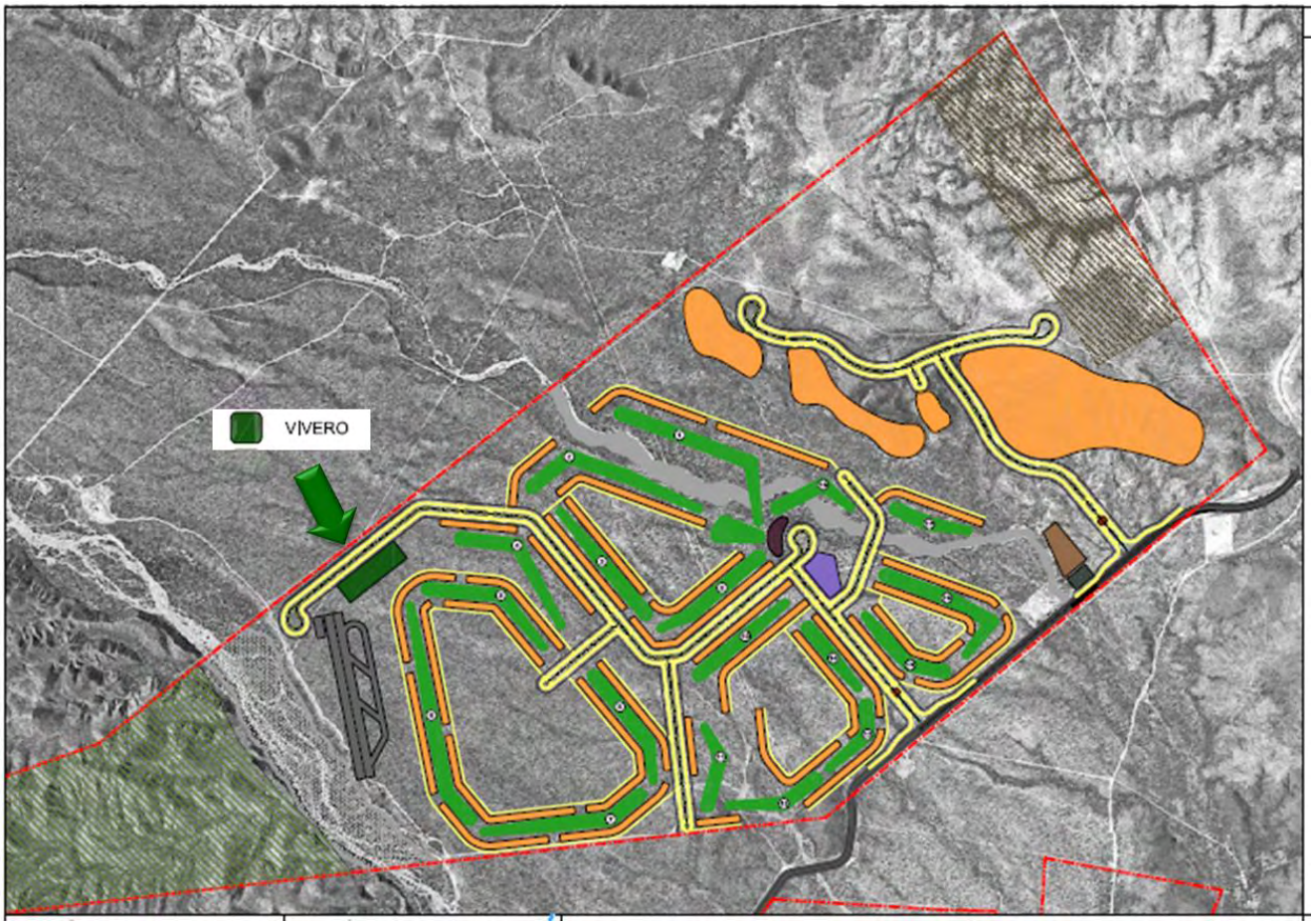
Figura V.7 Tipos de vegetación presentes en el predio.



Figura V. 8. Fotografía de matorral sarcocaule dentro del predio del proyecto.



V.9 Áreas de protección y conservación dentro de los predios del proyecto.



V.10 Ubicación del vivero que forma parte del proyecto.

Proceso	Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Biodiversidad y conectividad regional de ambientes terrestres	Fauna	Individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	0.63	Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	**NO RELEVANTE**
		Movilidad	0.63	Desplazamiento de la fauna fuera del predio	**NO RELEVANTE**

Síntesis de caracterización: Las regiones faunísticas de México se dividen en Neártica y Neotropical[7], el Sistema Ambiental se encuentra en la región Neártica, la cual comprende las zonas áridas y semiáridas del norte de México, las zonas templadas y frías de las sierras Madre Oriental y Occidental y las sierras volcánicas del centro del país. Los ecosistemas que predominan en esta región son los matorrales desérticos, el chaparral, el pastizal, los matorrales semiáridos, los bosques templados y los matorrales asociados que se encuentran en el norte y centro de México (Cervantes, 2007). Cada una de estas regiones presenta una fauna característica que refleja, en gran medida, el grado de aislamiento biogeográfico que han tenido en su historia geológica.

Aves

La riqueza específica observada en los predios del Proyecto corresponde a 52 especies, las cuales pertenecen a 12 órdenes, 22 familias y 52 géneros. Las familia más representativa es la Scolopacidae, Accipitridae y Laridae, en el mismo orden representan el 9.4%, 7.55% y 7.55% respectivamente de un total de 52 especies.

El 21% de las aves en la zona del proyecto y áreas de influencia se tiene que son aves que corresponden a hábitat costero, el 79% correspondió a aves de hábitat terrestres.

Herpetofauna

La riqueza específica de herpetofauna en los predios del Proyecto es de 1

Los impactos ocasionados a la fauna terrestre generalmente se encuentran estrechamente relacionados con la pérdida de cobertura vegetal y con las actividades que se realizan a lo largo de las diferentes etapas del proyecto, esto debido a que en las áreas en las que se elimine la vegetación en la etapa de preparación del sitio se perderá el hábitat conformado por los distintos tipos de vegetación. Los organismos perecerán o se verán obligados a desplazarse a los predios colindantes en busca de otras áreas de alimentación, crianza, refugio o reproducción, sin embargo dado el diseño del proyecto el cual como se menciona anteriormente prevé la protección, conservación y mejoramiento de la vegetación presente en el sitio, los individuos de fauna volverán a ocupar los espacios originalmente ocupados como hábitat por lo que este impacto se considera temporal, principalmente para las especies que puedan tolerar la presencia humana las cuales podrán regresar y ocupar dichas áreas una vez que el proceso constructivo haya concluido.

No obstante se llevará a cabo el **Programa de Rescate y reubicación de fauna**, con el cual como su nombre lo dice se rescatarán y reubicarán individuos de fauna, principalmente aquellos de lenta movilidad, estos se rescatarán y serán llevados a zonas similares a las ocupadas originalmente con el fin de aumentar la posibilidad de sobrevivencia de dichos individuos, asimismo se llevará a cabo el **Programa de Difusión y**

[7] http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/vegfauna/regiones.cfm

especie de anfibio y 17 especies de reptiles. La familia con mayor número de especies es Phrynosomatidae con 8 especies, seguida de Iguanidae con 2 especies, cada una de las familias restantes cuentan con dos o una especie. Mamíferos Se registró una riqueza específica de 16 especies pertenecientes a cinco órdenes y 11 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Canidae, Leporidae, Heteromyidae, Mustelidae y Vespertilionidae con 2 especies cada una. Mientras que, solo se registró una especie para las 7 familias restantes. En cuanto a la abundancia de especies solo fue posible contabilizar un organismo por especie. De las 16 especies de mamíferos observadas en los predios del proyecto, resaltan especies de gran tamaño como el venado bura y el gato montés, que han sido considerados como indicadores del grado de conservación, particularmente en las zonas de vegetación de galería y cauces de los arroyos. **Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.** Del total de especies de fauna observadas en los predios del Proyecto, 25 se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 18 especies son endémicas, siendo los reptiles y aves los grupos de mayor coincidencia. *Buteo albonotatus, Buteo jamaicensis, Psaltriparus minimus, Cardinaliscardinalis, Columbina passerina, Amphispiza bilineata, Pipilo erytrophtalmus, Larus heermanni, Larus livens, Polioptila californica, Odocoileus hemionus, Chaetodipus spinatus, Dipodomys merriami, Lepus californicus, Neotoma lepida, Taxidea taxus, Phyllodactylus xanti, Ctenosaura hemilopha, Callisaurus draconoides, Sceloporus zosteromus, Urosaurus lahtelai, Urosaurus nigricaudus, Uta stansburiana, Cnemidophorus hyperythrus, Crotalus ruber.*	**Educación Ambiental**, con el cual se pretende concientizar tanto a las personas que trabajen en la zona, así como a los turistas y pobladores del lugar, con el fin de establecer un ambiente de respeto a todos los seres vivos del lugar, por lo tanto este impacto se considera no relevante. En el caso de los individuos de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se llevará a cabo un programa específico el **Programa de Rescate y Manejo de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010**, el cual pretende incluir como su nombre lo dice acciones de rescate y manejo de especies incluidas en la NOM. Con dicho programa este impacto se verá significativamente mitigado, por lo que no se considera relevante en términos de integridad funcional del ecosistema, ya que el proyecto se compromete a cuidar a todas y cada una de las especies encontradas en el predio, principalmente aquellas que se encuentran en dicha Norma.



Figura V.11. El Venado bura (*Odocoileus hemionus)* se encuentra en la zona del proyecto, esta especie se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, considerando que esta especie no se verá afectada por el proyecto, así como su amplia distribución a lo largo de Norteamérica, este impacto se considero no relevante en términos de integridad ecológica ya que no se afectará a la especie como tal, quedando fuera de los supuestos del artículo 35 de la LEGEEPA. Sumado a esto se atenderá con el programa de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se describe en el siguiente capítulo.

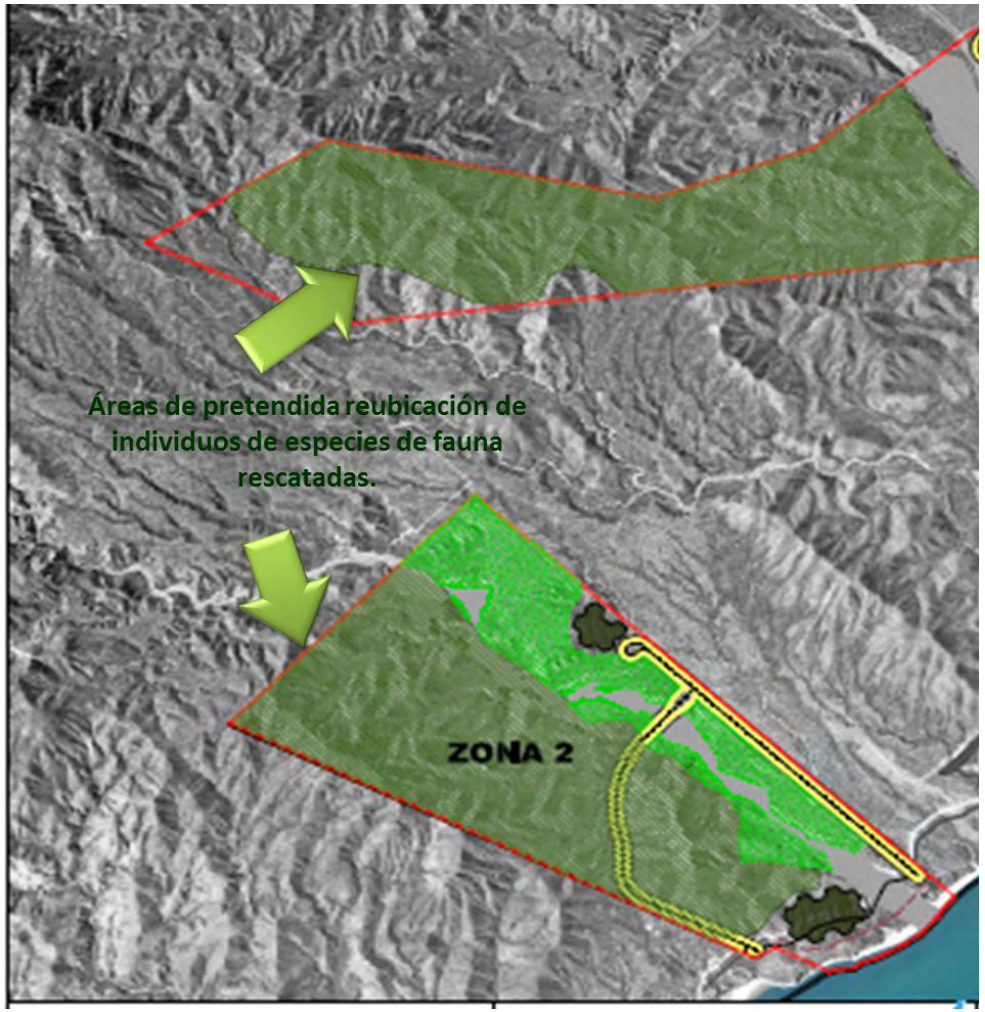


Figura V.12 Áreas de protección, donde se propone reubicar a los individuos de fauna de especies rescatadas.

Proceso	Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Biodiversidad y conectividad regional de ambientes marinos	Fauna marina	Mamíferos marinos	0.63	Modificación de zonas de alimentación y/o reproducción de mamíferos marinos	**NO RELEVANTE**
		Tortugas marinas y áreas de anidación	0.50	Afectación a individuos de especies de tortugas marinas y/o modificación de áreas de anidación	**NO RELEVANTE**
		Fauna bentónica	0.63	Afectación a la fauna betónica	**NO RELEVANTE**
		Individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010	0.63	Afectación a individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010	**NO RELEVANTE**
		Avifauna marina	0.50	Afectación a individuos de avifauna marina	**NO RELEVANTE**

Síntesis de caracterización:

Mamíferos marinos:

La región de Cabo Pulmo se encuentra en el extremo suroeste del Golfo de California colindando con el Océano Pacífico Oriental. Esta ubicación geográfica resulta favorable para la diversidad de mamíferos marinos presentes tanto en el Golfo de California como en el Océano Pacífico Oriental, representando cerca del 80% a nivel nacional y un 25% a nivel mundial. Esta biodiversidad de mamíferos marinos está sustentada por la gran riqueza de organismos marinos, que a su vez se debe a los valores extraordinarios de producción primaria dentro del Golfo.

Tortugas marinas

Las tortugas marinas se distribuyen ampliamente en mares tropicales y subtropicales.

Mundialmente se reconoce la existencia de ocho especies de tortuga marina, *Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata, y Nattator depresus* todas ellas consideradas

Los impactos ambientales a los mamíferos marinos, son debidos a la modificación que se realizará hacia las zonas de alimentación y/o reproducción de estos a causa de la operación de la marina, a este factor se suman los que se llevan actualmente en la zona de importancia económica y social, esto debido a que la zona es un lugar de gran atractivo turístico, así como de pesquerías importantes. Lo cuál genera un conflicto en la utilización de los recursos entre los mamíferos marinos y los humanos, quienes mediante sus actividades de pesca, construcción y contaminación han causado deterioros al ambiente afectando el hábitat de las especies marinas. Por lo cuál se hace patente la necesidad de la conservación de los hábitats marinos mediante el fomento de alternativas pesqueras, reducción de la contaminación y planeación del desarrollo urbano, que a su vez vayan de la mano con el desarrollo económico de las poblaciones locales.

Cabo Pulmo es una zona atractiva turísticamente por su diversidad y riqueza de especies marinas, producto de características oceanográficas que se complementan para dar lugar a muchas especies marinas. Sin embargo, no existen estudios sistemáticos que describan las especies de mamíferos marinos presentes en la región, ni la temporalidad ni el uso del área por estos mismos. Muchas de las especies que se han listado por considerar que la región se

como en peligro de extinción (GETM/UICN/CSE 1995; SEMARNAT 2010; CITES 2004). Siete de estas especies (*Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata*) arriban a los litorales mexicanos, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe, en estos litorales es donde las tortugas marinas desarrollan parte o la totalidad de su ciclo biológico, por lo que México es considerado en el ámbito mundial como "el País de las Tortugas Marinas" (Márquez 1996ª).

Las tortugas marinas que anidan en el litoral frente al predio del Proyecto Los Pericúes (PLP). Las especies registradas con conducta anidadora en la región son; La tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), La Prieta (*Chelonia agassizii*), y La Golfina (*Lepidochelys olivacea*. Estas tres especies cuentan con registros de anidación en la región. Sin embrago, se pretende incluir a las tortugas Carey (*Eretmochelys imbricata*), y Caguama (*Caretta caretta*) que aunque no cuentan con registros de anidación tienen áreas de alimentación en la zona arrecifal frente al predio del Proyecto Los Pericúes (PLP), no se descarta la posibilidad de encontrarlas en el predio.

Fauna bentónica:

Las comunidades bentónicas son altamente diversas y si éstas se desarrollan en ambientes que por sí mismos presentan una elevada complejidad estructural, esto potencia la riqueza de especies, creando ambientes ecológicamente importantes. Un ejemplo de estos, son las costas del Golfo de California, que presentan las características antes mencionadas, está plagado de ambientes con elevada importancia ecológica, ricos en especies y una alta tasa de endemismos. El SAM (Sistema Ambiental Marino) en cuestión puede ser dividido en dos zonas de importancia, con respecto a la complejidad de los hábitats que los conforman, la norte con menor heterogeneidad estructural y el sur con elevada heterogeneidad estructural, esto les confiere obvias diferencias en flora y fauna marina.

Invertebrados marinos

encuentra dentro de los límites de su distribución más que por reportes de avistamientos o varamientos. A excepción del lobo marino de California, muchas de las especies que se pueden observar en la región no muestran evidencias de actividades vitales en esta zona en particular, como en la Bahía de Loreto, la zona de las Grandes Islas, los alrededores de la isla San Pedro Mártir o el alto Golfo, lo cuál pudiera llevarnos a pensar que los mamíferos marinos utilizan el área como una zona de tránsito hacia regiones más internas del Golfo de California.

Debido a que la mayoría de los mamíferos marinos que pudieran encontrarse en el área de Cabo Pulmo no presentan reporte de avistamientos en la región y que el área se utiliza mayormente como tránsito, el mayor riesgo potencial para las especies es por colisión con embarcaciones. Por lo cuál se sugiere que se establezca una velocidad de navegación menor a 8 millas náuticas por hora para las embarcaciones en su ingreso al Golfo de California, así mismo se propone el **Programa de Buenas prácticas de marinas**, en el cual se describen una serie de acciones que tienen como principal objetivo la prevención de afectación a individuos de mamíferos marinos. Además se promoverá en coordinación con la Dirección del ANP Cabo Pulmo, así como con la SEMAR y la SCT, criterios y restricciones de navegación a favor de Cabo Pulmo y de especies como el tiburón ballena, las tortugas marinas y mamíferos marinos, por lo tanto este impacto se considera NO relevante en términos de integridad funcional, ya que se prevé que con estas acciones no habrá afectación directa a mamíferos marinos o a las zonas de alimentación y/o reproducción.

Pasando al impacto de afectación a individuos de especies de tortugas marinas y/o modificación de áreas de anidación, como se menciona en el capítulo IV de esta MIA-R, la zona donde se reporta el arribo de especies de tortugas marinas es la que se encuentra cercana a Cabo Pulmo, dada la importancia ecológica, así como la fragilidad de las especies, es muy importante para este proyecto asegurar que la playa colindante al proyecto mantenga su función de zona de arribazón y anidación de tortugas marinas. Si bien a pesar de que la zona del proyecto no representa un área importante para la arribazón de tortugas marinas ya que las principales playas de anidación en México se encuentran en el Pacífico en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, con anidaciones menores en BCS, Sinaloa, Jalisco y Colima, no obstante se propone un

Los equinodermos constituyen uno de los grupos más conspicuos en los márgenes costeros del planeta, al aparecer en todas las franjas latitudinales, alcanzando números y biomasas considerables (Lawrence 1987). Se conoce la relevancia ecológica de holoturias, ofiuros y equinoideos en sistemas de agua somera, especialmente como recicladores de material orgánico y como herbívoros (Reyes-Bonilla 2005).

De las 121 especies de macro invertebrados reportadas para Cabo Pulmo, 40 son encontradas en intima asociación con colonias de coral y el resto asociadas a fondos rocosos y arenosos (Brusca y Thompson, 1975).

La comunidad de moluscos es mejor representada para Cabo Pulmo, observando 7 especies de macro moluscos, y 47 especies de micro moluscos. Se observa que durante la primavera, la riqueza específica y la diversidad son mayores, una asociación positiva entre 15 especies de micro moluscos y 2 géneros de corales hermatípicos (Vicencio Aguilar, 1998).

Corales

La región del Pacífico oriental, históricamente se ha caracterizado por carecer de arrecifes coralinos propiamente dichos. Las condiciones físicas de la región aparentemente no favorecen el crecimiento del arrecife por sus bajas temperaturas, baja salinidad y por cargas elevadas de nutrientes. Pero, recientemente se ha demostrado que persiste el crecimiento coralino en algunas localidades con relativamente alta velocidad de acreción, que data de por lo menos 5 600 años antes del presente. Los arrecifes de coral del Pacifico oriental son típicamente pequeños (de unas cuantas hectáreas), de distribución discontinua y baja diversidad de especies. A escala global, los arrecifes del Pacifico oriental podrían ser considerados mínimamente como ejemplos de arrecifes coralinos, por la forma cómo se han logrado desarrollar y por soportar de las condiciones ambientales más restrictivas en la historia de los arrecifes coralinos del planeta. Los disturbios son frecuentes, la bioerosión intensa y su

Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas, el cual tiene como principal objetivo proteger a estas especies de tortugas marinas tanto de los posibles impactos ocasionados por el proyecto, como los ya existentes, como son, la extracción directa (ahora ilegal en casi todos los países) particularmente cuando está asociada con el tráfico internacional de productos y sub-productos, impactos por pesquerías causando mortalidad directa en la captura incidental, destrucción de los hábitats marinos y transformaciones en la trama trófica, desarrollo costero que altera, daña o destruye hábitats de las tortugas marinas a través de la degradación de playas de anidación, construcciones, alteración de la vegetación, y dragados, mal uso de la iluminación, obstáculos en la playa, relleno de la playa con materiales ajenos a esta, residuos dispersos en el mar y duna, etc., contaminación y patógenos, dado que la polución marina por medio de plásticos, artes de pesca descartados, productos derivados del petróleo y otras basuras impactan las tortugas marinas debido a su ingestión y enmallamiento letal. La contaminación por iluminación altera el comportamiento de anidación y desorienta a las crías recién eclosionadas ocasionando incrementos en su mortalidad. Contaminantes químicos debilita el sistema inmune de las tortugas marinas, haciéndolas susceptibles a agentes patógenos, calentamiento global que puede impactar desde la proporción sexual en las crías, agravar la frecuencia de eventos climáticos severos, incrementar la probabilidad de epidemias entre tortugas marinas, y la pérdida de playas de anidación, destrucción de arrecifes de coral y otras alteraciones críticas para los hábitats de las tortugas marinas y procesos oceanográficos básicos, fenómenos naturales tales como huracanes y tormentas tropicales que provocan la inundación de playas de anidación son otros factores que influyen negativamente en el éxito de la eclosión de las tortugas, factores no humanos que afectan a las tortugas marinas. Tales como; depredación por animales silvestres y domésticos que se alimentan de los huevos de tortuga, los depredadores más comunes de las crías de tortugas son hormigas, cangrejos, serpientes y mamíferos como mapaches, tejones, coyotes, cerdos, perros y gatos salvajes y domésticos, aves, peces. Y las adultas, y juveniles son depredadas en tierra por perros principalmente, y en el mar por tiburones y orcas.

Con la instrumentación del **Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas** del Proyecto Los Pericúes (PLP), y con la participación de todos los

recuperación parece ser extremadamente lenta (Cortés, 1997).

Por las características antes mencionadas, el Pacífico oriental y sus arrecifes destacan para hacer de la región un pequeño laboratorio de estudio de la estructura comunitaria coralina, su función a escala regional, así como estudios paleoclimáticos que permitan reconstruir su historia ambiental y oceanografía. A partir de los resultados obtenidos en dicho estudio los autores concluyen que solo unos cuantos arrecifes de la región se encontraban en relativamente buenas condiciones, encontrándose varios de ellos en áreas protegidas (Cortés, 1997).

La riqueza de especies de corales hermatípicos, describen los patrones generales de distribución geográfica del grupo en el Pacífico mexicano, con 23 especies de corales; la mayoría de los taxa habitan tanto en el Pacífico mexicano como en el Indo-Pacífico. La zona de las islas Revillagigedo y Nayarit son las que presentan la mayor riqueza de especies con 18 y 12 respectivamente. De estas solo dos especies se consideran especies endémicas (*Porites sverdrupi* y *P. baueri*), ambas habitan en el Golfo de California o zonas aledañas. Por lo anterior a la región se le ubica dentro de la zona con mayor riqueza específica dentro del Pacífico oriental tropical. De manera general, las especies se agrupan en unidades faunísticas que corresponden a las provincias zoogeográficas para organismos bentónicos tradicionalmente reconocidas para la región. No se encontraron evidencias de verdaderas barreras biogeográficas que restrinjan el paso a los corales entre asociaciones faunísticas (Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998).

De las especies registradas para México, cerca del 50% presenta una distribución geográfica muy restringida. En su mayoría tales taxa no son endémicos sino colonizadores recientes desde el Indo Pacífico y aún ocupan áreas limitadas en el país (principalmente insulares). Se menciona que los constantes eventos de extinción local, causados por lo limitado de la distribución de algunas especies y por el tipo y frecuencia de la colonización transpacífica, modifican los procesos normales de sucesión comunitaria, ocasionando que el Pacífico

componentes en las actividades propuestas, se espera obtener los siguientes resultados a largo plazo:

Proteger a las hembras de las tres especies de tortuga marina que anidan en la playa frente al PLP, Punta Arena BCS, México, por medio de patrullajes nocturnos y la vigilancia constante de las playas de anidación.

Controlar la población de fauna feral o silvestre que pudiera atacar o molestar a las hembras anidadoras o depredar sus nidadas y a sus crías, en el área de influencia del proyecto PLP, a través de un programa de control de fauna.

Establecer la coordinación con las autoridades participantes en el Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas para vigilar las playas de anidación correspondientes al PLP.

Coordinar con el personal de prevención o vigilancia del PLP mantener personal en la playa de anidación vigilando que la conducta anidadora de las tortugas marinas no sea perturbada.

Proteger las nidadas de tortuga marina en la playa del PLP, contra el saqueo y tráfico de huevos, a través de acciones coordinadas con las autoridades y aplicando las técnicas más adecuadas de manejo para cada especie.

Evitar la depredación de nidadas de tortuga marina en la playa del PLP, instrumentando estrategias de manejo adecuadas, tanto de las nidadas como de los depredadores potenciales.

Identificar y minimizar los impactos adversos que las actividades humanas pudieran tener sobre las nidadas de tortuga marina en la playa del PLP.

Establecer acciones emergentes de protección de nidadas de tortuga marina en el caso del posible impacto de un huracán en la zona de anidación, por medio de la aplicación de un plan de contingencias específico.

Proteger las nidadas y crías de tortuga marina contra cualquier evento natural o actividad humana que pudiera perturbar o afectar el desarrollo embrionario y la supervivencia de las crías, en el ámbito del Programa y con base en las técnicas disponibles.

Incrementar la supervivencia de las crías de tortuga marina en la etapa que va de la eclosión / emergencia hasta su liberación en la zona litoral, minimizando

mexicano sea una zona altamente dinámica desde el punto de vista de la fauna coralina (Reyes-Bonilla y López-Pérez, 1998).

Individuos de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Como se menciona dentro del capítulo IV de esta MIA-R se reportan algunas especies de fauna marina dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas son: *Isostichopus fuscus (*Pepino de mar), *Chromis limbaughi (*Damisela Azul), *Pomacanthus zonipectus* (Ángel de Cortes), *Holacanthus passer* (Ángel Rey), *Rhincodon typus* (Tiburón ballena) *Carcharodon carcharias* (Tiburón blanco); estas especies se reportan en zonas cercanas a Cabo Pulmo y no directamente en la zona del predio del proyecto.

Avifauna

Respecto a aves marinas y costeras, la lista final incluyó 38 especies, que se agrupan en 7 órdenes, 14 familias y 25 géneros. De estas, 16 (42%) están indicadas en las diferentes listas y 23 (58%) son potencialmente observables.
De las 16 especies registradas en literatura seis son residentes con poblaciones reproductivas en la región, cuatro son visitantes no reproductivos y seis más se consideran migratorias. Además cinco de ellas (31%) se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana, todas como “sujetas a protección especial”.
De las 22 especies potenciales, cinco son residentes, cuatro son visitantes no reproductivos y 13 migratorias. De estas especies cuatro están listadas por la Norma Oficial Mexicana, dos como “sujetas a protección especial”, una “amenazada” y una más “en peligro de extinción”.
Aun considerando las 38 especies en conjunto, la riqueza de la zona está por debajo de áreas lodosas como una pequeña playa de la Ensenada de La Paz, de apenas 2 km de largo, donde se tienen registradas 60 especies (Carmona, 1995) o las 60 especies observadas en una sola visita al oasis de la Purísima (Carmona *et al*., 2003). El bajo número de especies en Cabo Pulmo se debe a que, a diferencia del ambiente subacuático, la zona intermareal y supralitoral ofrecen una escasa gama de recursos a las aves. Por ejemplo para la mortalidad por medio de la aplicación de las técnicas de manejo más adecuadas al alcance.

Reducir la depredación de las crías de tortuga marina, instrumentando las estrategias de manejo necesarias.

Reducir impactos negativos sobre las poblaciones de tortugas marinas en la zona marina adyacente al área de protección por las actividades humanas que se llevan a cabo en la misma.

Coordinar con las autoridades competentes la protección de los sitios de alimentación y refugio de tortugas marinas en la zona marina adyacente al área de protección, llevando a cabo acciones de inspección y vigilancia necesarias.

Gracias a todo lo anterior se puede aseverar que este impacto no es relevante en términos de integridad funcional del ecosistema, ya que se prevé no se afectarán o dañaran individuos de tortugas marinas, así como sus nidos y/o zonas de anidación quedando fuera de los supuestos del artículo 35 de la LEGEEPA.

Como medida a este posible impacto se propone la creación de un campamento tortuguero, el cual se incluye en el **Programa de Manejo y Conservación de Tortugas marinas,** el cual se incluye en el capítulo VI de esta MIA.

Tiburón Ballena
En el caso de esta especie se tienen reportes de avistamientos frecuentes en la cercanía de Cabo Pulmo, asociados a las fosas marinas existentes.
Cabe recordar que el tiburón ballena se distribuye en ambos litorales de México y se ha reportado para el Golfo de California. Por sus hábitos alimenticios (filtradores), buscan zonas marinas con afloramientos de estos microrganismos. La gran riqueza de vida marina del golfo de California se debe a su extraordinaria producción de plancton, en esta agua es frecuente avistar a esta especie, así como a una alta diversidad de cetáceos (delfines y ballenas).

Actualmente y desde hace tiempo el tiburón ballena al igual que los mamíferos marinos comparten factores de riesgo como es la explotación pesquera y la captura incidental por otras pesquerías, por lo tanto es importante tomar

las aves playeras, el grupo migratorio con mayor número de especies y de individuos en la península, se ha indicado que un predominio de sedimentos arenosos dificulta su presencia, pues se trata de un hábitat físicamente riguroso, lo que ocasiona poca abundancia de invertebrados y presas disponibles, en comparación a sitios lodosos (Barnes, 1997). Respecto a las especies en la Norma Oficial, para la Gaviota parda (*Larus heermanni*) y el Gallito elegante (*Thalasseus elegans*) la zona representa un área esporádica de paso y alimentación, pues el 95% de sus respectivas poblaciones se reproducen en Isla Rasa, al norte del golfo (Velarde *et al*., 1995). El Gallito menor (*Sternula antillarum*) se reproduce en pequeñas colonias a lo largo de toda la península (Cuellar, 2003). La Gaviota de patas amarillas (*Larus livens*) presenta una distribución amplia dentro del Golfo de California (Patten, 1996) y la Garza morena (*Ardea herodias*) regularmente se encuentra muy dispersa (Becerril y Carmona, 1997).	acciones acerca de los posibles impactos ocasionados a los individuos de esta especie, por lo que se propone el **Programa de Manejo Integral de Fauna Marina,** así mismo por las características de la especie también se considera atendido por el **Programa de Buenas prácticas de marinas,** para evitar los posibles efectos o daños ocasionados por colisiones durante la operación de la marina, por lo tanto este impacto se considera no relevante en términos de afectación a la integridad funcional del ecosistema, ya que se prevé que no habrá afectación a dichos individuos de esta especie. En el caso de los posibles impactos ocasionados a la avifauna marina presente dentro del predio del proyecto, se prevé que éste se da por la modificación del hábitat, esto principalmente durante la preparación del sitio y construcción, ya que una vez concluidas dichas etapas la avifauna originalmente presente podrá regresar y reubicarse en la zona, por lo que este impacto se considera temporal y no relevante, además serán rescatados y reubicados los nidos en caso de ser encontrados, esto como parte de las acciones de **Programa de Manejo Integral de Fauna Marina,** además de que dentro del **Programa de Difusión y Educación Ambiental**, se contemplan acciones de capacitación y educación ambiental para trabajadores, visitantes y pobladores con el fin de que se promueva el respeto a los individuos de este grupo faunístico.





Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*)

En la figura V.13. se pueden observar las áreas de anidación de tortugas marinas en México, con lo cual se evidencia que la zona de estudio no es considerada como sitio de anidación, encontrándose la zona más cercana en Los Cabos, por lo que no se afectará a individuos o nidos de especies de tortugas marinas, sin embargo no se pretende desestimar la importancia de la zona marina, que pudiera ser parte de las rutas de los individuos de tortugas marinas, por lo cual se llevaran a cabo acciones para prevenir, mitigar y compensar la posible afectación a estas áreas, dichas medidas se describen en el siguiente capítulo, junto con el resto de las medidas propuestas para el proyecto.

Proceso	Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Proceso geomorfológico	Relieve	Geoformas	0.38	Alteración de geoformas	**NO RELEVANTE**

Síntesis de caracterización:

Geomorfología de la península de Baja California

Existen algunas referencias sobre las características geomorfológicas de los Cabos Baja California Sur. De acuerdo con Lugo y Córdova (1992) plantearon que en la región de los Cabos pertenece a la subprovincia Geomorfológica de Montañas de Rocas Cristalinas del Sur de Baja California.

Los principales tipos morfológicos que se presentan a nivel regional son: Montañas bloque de rocas cristalinas, principalmente granitos del Cretácico al Paleógeno. En esta unidad están incluidas las sierras de la Laguna y La Trinidad. Transversalmente a la sierra de la Laguna existen cauces intermontanos encañonados, controlados estructuralmente con dirección oeste-noroeste a este-sureste (López y Villers).

La porción baja de la Sierra se le denomina Montañas bajas de rocas volcánicas del Neógeno, en la porción extrema noreste de la Sierra de la Trinidad, al poniente y sur de Cabo Pulmo (López y Villers). Y es precisamente en esta unidad donde se localiza el SAR del proyecto.

Geomorfológicamente el SAR del proyecto se localiza dentro de dos etapas : una de juventud y otra de madurez temprana la primera con una topografía abrupta con altitudes que llegan hasta los 880 m en la Sierra La Trinidad y la segunda destaca por planicies y una serie de masas y lomeríos suaves.

El área se caracteriza por presentar un relieve complejo definido a escala regional por una estructura principal inferida de rumbo NE-SW denominada falla La Trinidad el cual presenta un desplazamiento normal con inclinación al NW,

En cuanto a la alteración de geoformas este impacto se prevé ocurra durante la construcción del sitio, con los cortes y nivelaciones propios del proceso constructivo, sin embargo, el proyecto se encuentra en una zona de planicies, por lo que no se verán afectadas las geoformas relevantes presentes en el SAR e incluso en el predio, ya que estas se encuentran en la zona de protección y conservación de éste, por lo tanto este impacto no se considera relevante en términos de integridad funcional del ecosistema, pues en ninguna etapa del proyecto se verá modificado el relieve del sitio por alguna obra o actividad del mismo.

limitando la fosa de San José-Santiago. A nivel regional destacan elementos morfológicos como terrazas escalonadas, así como los depósitos de abanicos aluviales y las secuencias marinas miosénicas, demuestran que han ocurrido denudación, depositación y levantamiento en el área. Las Sierra La Trinidad representa el relieve más pronunciado del lugar, presenta una altura aproximada de 800 m y su ladera desciende a este sobre la cual se desarrolla un piedemonte compuesto por suelo no consolidado derivado de la erosión de los macizos montañosos intrusivos de la sierra adyacente. Los suelos del piedemonte presentan disección por pequeños arroyos. Con respecto a la zona litoral colinda con las áreas más bajas del piedemonte que se componen básicamente por aluvión, es decir, un suelo inmaduro compuesto de gravas, arenas y limos.	

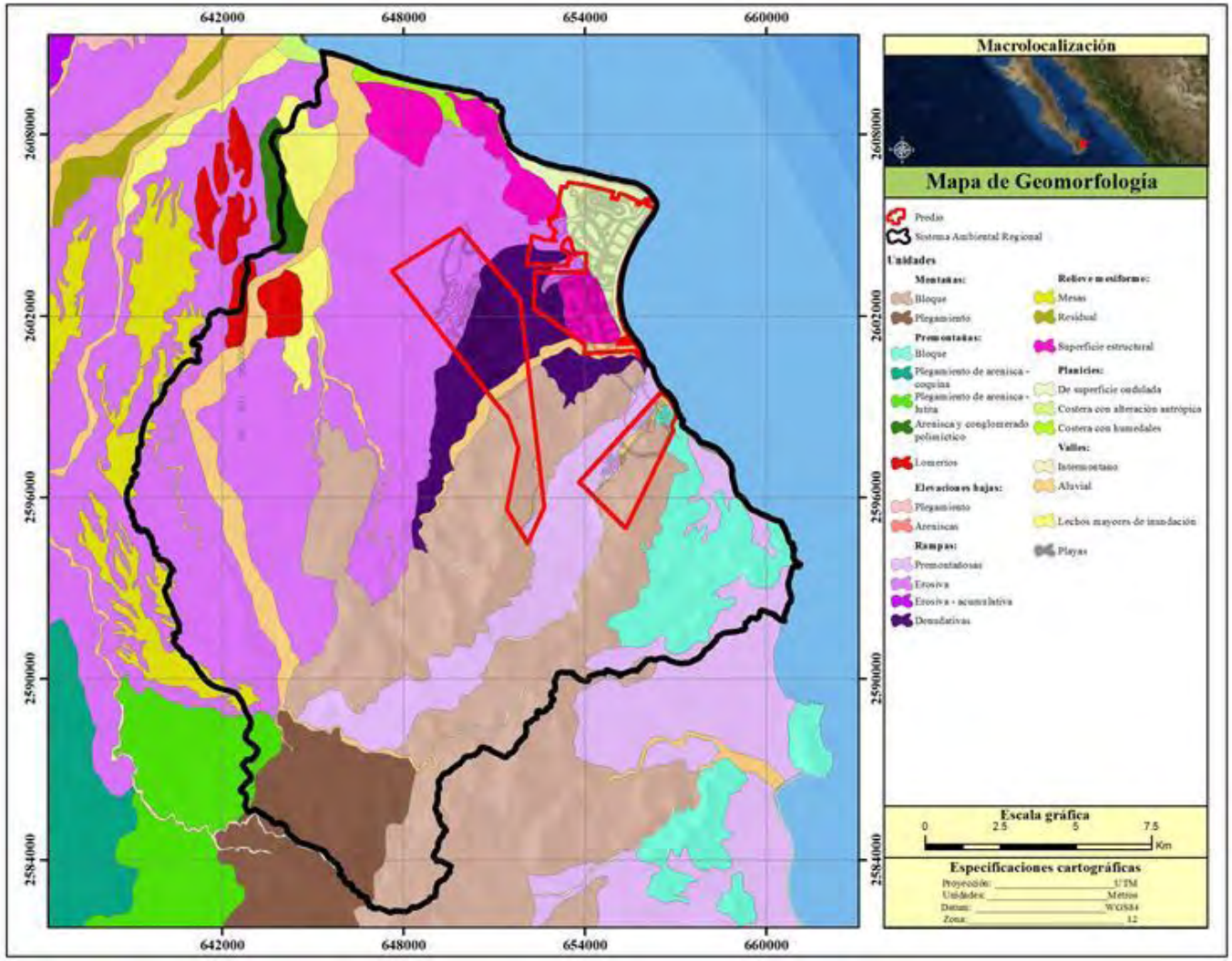


Figura V. 14. Mapa de unidades geomorfológicas del área del proyecto.

Proceso	Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Biodiversidad y conectividad regional de ambientes terrestres	Funcionalidad regional	Hábitats	0.63	Modificación de hábitats	**NO RELEVANTE**
		Conectividad	0.50	Pérdida de la conectividad	**NO RELEVANTE**

Síntesis de caracterización:

Las dos grandes zonas fitogeográficas en Baja California Sur son el Desierto Sonorense, que presenta cuatro regiones bien marcadas, y la zona Árido-Tropical en el extremo sur de la Península que incluye gran parte del distrito de los Cabos. En términos generales, estas regiones botánicas delimitan los hábitats disponibles para los vertebrados terrestres, por lo que presentan bastante coincidencia con los distritos faunísticos. Wilbur (1987) reconoce los distritos faunísticos del desierto del Vizcaíno y de los Cabos.

En la península no hay especies indicadoras que muestren con claridad la separación de las distintas zonas zoogeográficas, como sucede en otras regiones más septentrionales de Norteamérica, sino más bien es la estructura de las comunidades faunísticas las que caracterizan a una región determinada. El aislamiento geográfico de la península y las condiciones climáticas imperantes han modificado profundamente la fauna de vertebrados terrestres de la región, encontrándose muchas especies en hábitats diferentes a los que normalmente se les encuentra más al norte. Básicamente la fauna de vertebrados terrestres es de origen neártico y sólo han permanecido algunos elementos de origen neotropical.

Si bien los resultados obtenidos de los análisis son en ocasiones de alcances limitados, estas limitaciones permiten realizar propuestas en beneficio del ambiente en términos de mantener los procesos ecológicos actuales y futuros a través de la creación de corredores biológicos. Donde los corredores biológicos deberán de atender su definición y anatomía del corredor retomando la información de

La modificación de los hábitats es un impacto que afecta principalmente a la fauna del área, ya que se encuentra estrechamente ligada a las formaciones vegetales y/o a los recursos y condiciones ahí presentes, por lo que al cambiar la estructura y composición de la vegetación, la fauna tienda a modificar su distribución o adecuarse a las nuevas condiciones del hábitat. En este caso, al modificar la estructura de las formaciones vegetales se propicia que el hábitat de la fauna se reduzca y como consecuencia se aumente la competencia interespecífica e intraespecífica, como un impacto negativo, no obstante este impacto se considera No relevante, en términos de integridad funcional del ecosistema, ya que si bien se verán modificados ciertos hábitats el proyecto comprende una serie de medidas preventivas (planeación y diseño) como son la protección y conservación del 77.89% del predio, así como zonas de conservación y mejoramiento de la fauna natural, con los cuales se conservarán gran cantidad de hábitats; así mismo, se proponen medidas de mitigación como el **Programa de Manejo Integral de Vegetación,** con el cual se reduce significativamente este impacto.

La conectividad esta en función de los corredores biológicos presentes en un área determinada, éste proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica, y los procesos ecológicos y evolutivos además de contrarrestar la fragmentación de los hábitats.

Por otro lado desde un enfoque de la arquitectura del paisaje es una zona de amortiguamiento que permite una transición menos abrupta entre ambientes naturales y artificiales; ampliando la efectividad del área protegida por la reducción del efecto de borde, el aislamiento y la

CONABIO[8].

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos".

Anatomía de los corredores. Los corredores biológicos están integrados por zonas núcleo que la mayoría de las veces son áreas protegidas (parques nacionales, reservas de la biosfera, etc.), y por el corredor propiamente dicho o matriz. En la matriz, que está integrada por diferentes tipos de tenencia de la tierra, se llevan a cabo actividades económicas compatibles con la conectividad, es decir, que mantengan la composición, estructura y función de los ecosistemas y del paisaje.

Los beneficios que los corredores biológicos ofrecen a la conservación de la biodiversidad son entre otros, ayudar a la fauna a atravesar barreras locales y mantener desplazamientos a través de ambientes que son ecológicamente inhóspitos, ayudar a especies a que mantengan desplazamientos migratorios tradicionales entre áreas geográficas diferentes y permitir que las especies recolonicen hábitats mediante una mayor dispersión e inmigración.

Para efectos de lo anterior, un corredor biológico está conformado por una serie de elementos:

1. Los parches de vegetación natural (que a su vez se constituyen de un área con vegetación conservada y una zona circundante de amortiguamiento intervenida regularmente) y;

2. Los "pasillos" que los unen (zonas con o sin vegetación natural, que unen dos o más parches), conformando un mosaico (de fragmentación del hábitat, cabe destacar que esta definición tiene un contexto local y se enfoca en las especies residentes.

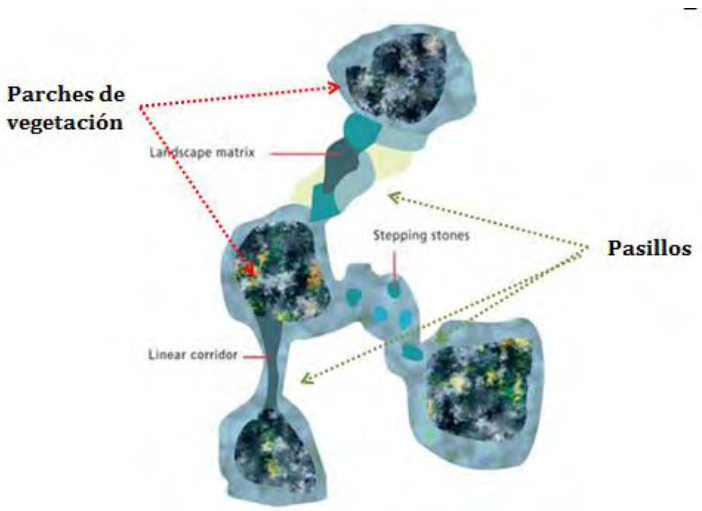
De acuerdo con la ecología del paisaje, la formación o permanencia de corredores biológicos contribuye con la conservación de la vida silvestre, esto porque disminuye el aislamiento, o mejor dicho aumenta la conectividad del paisaje, término que se establece a la condición del paisaje que permite el desplazamiento de la fauna silvestre, y considerando que dichas áreas tengan las condiciones para su desplazamiento, como puede ser el satisfacer las necesidades diarias (alimentación, tránsito, refugio, etc.) y sobrevivir en ambientes que los humanos han modificado con su uso.

En este contexto, los corredores biológicos en el SAR delimitado para el Proyecto, están en función de los arroyos existentes ubicados en la planicie, los cuales permiten que la mayoría de la fauna cubra sus necesidades básicas lo cual define la distribución de la flora y la fauna en el mismo. Asociado a este componente, tenemos también la topografía del lugar, ya que en las zonas altas es donde la vegetación esta mejor conservada, ya que es una limitante para el desarrollo de las actividades antrópicas que se llevan a cabo en el SAR, como es la agricultura, la apertura de brechas y caminos y la existencia del aeropuerto.

Como puede apreciarse en la figura siguiente, la conectividad existente entre la zona de arroyos y las zonas altas del SAR no se verán afectadas con el desarrollo del proyecto, por lo tanto este impacto es NO relevante en términos de integridad ecológica, además de esto se proponen dentro del proyecto existirán áreas de conservación y mejoramiento de la vegetación natural, con el fin de que estas sirvan de hábitat y funcionen como corredores biológicos.

[8] http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html

parches y pasillos) que reducen el aislamiento y la pérdida de biodiversidad.



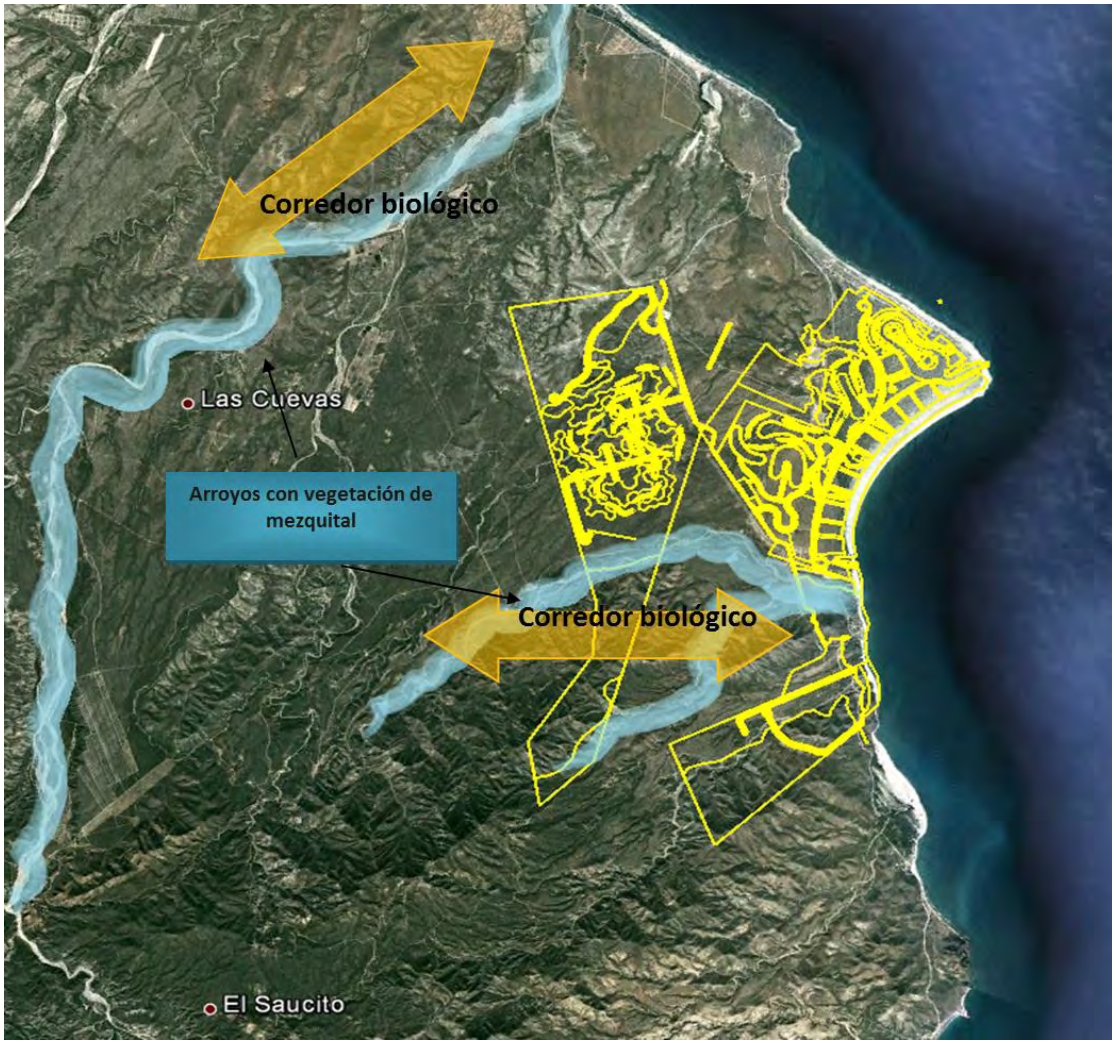


Figura V.15. Presencia de corredores biológicos en el SAR aun con la implementación del proyecto.

Componente:	Factor	Índice de incidencia	Impacto Ambiental	Relevancia:
Suelo	Cantidad	0.44	Pérdida de suelos	**NO RELEVANTE**

Síntesis de caracterización:

Como ya se mencionó, en Baja California Sur los climas que prevalecen son los muy secos semicálidos y cálidos, estos, en interacción con factores tales como el material parental y el relieve, han dado lugar a la formación de suelos jóvenes, poco desarrollados, entre ellos las unidades de mayor cobertura son: regosol, yermosol y vertisol. En el SAR predominan suelos de textura gruesa, de baja fertilidad, son someros o muy someros (menores de 50 cm) y tienen baja capacidad de intercambio de cationes. Entre los factores formadores del suelo tres son los que tienen importancia primordial: la naturaleza del material parental, las condiciones climáticas y la topografía.

Gran parte de los suelos se han originado principalmente de rocas del tipo de las areniscas, ígneas ácidas y graníticas cuyo contenido de cuarzo es alto, las areniscas además presentan cantidades considerables de carbonato. Estas rocas al ser intemperizadas generan suelos de textura gruesa o media, de consistencia suelta o muy porosos, por lo que presentan alta permeabilidad, sobre todo en los horizontes superficiales y no tienen capacidad de retención de agua o de nutrientes solubilizados, de ahí su baja fertilidad.

Debido a las características climáticas de aridez, la disgregación es el proceso de intemperismo físico dominante en la formación de suelos; éste da lugar al agrietamiento y fragmentación de las rocas, que se debe a factores como la temperatura y el viento entre otros. Se presentan además procesos acumulativos como depositación y adición.

Como resultado de los bajos índices de precipitación anual que se registran en la entidad y la excesiva evaporación, los suelos están prácticamente secos todo el año.

La pérdida de suelos es un impacto que se da a causa del desmonte y despalme que se lleva a cabo en la etapa de preparación del sitio; si bien este impacto no cuenta con un índice de incidencia alto, se considera importante ya que se encuentra relacionado con otros componente como la vegetación, la hidrología, etc., sin embargo su importancia esta en función de los servicios ambientales que presta y como se describe en la síntesis de caracterización y en el capítulo IV de esta MIA-R, las características ambientales de la zona no han favorecido a que dentro del área se encuentren suelos fértiles, ricos en materia orgánica y que presten grandes servicios ambientales al ecosistema, sin embargo no se soslaya la importancia del mismo y se proponen acciones preventivas y de mitigación para atender dicho impacto, asimismo este componente se verá favorecido indirectamente por algunas acciones dirigidas a la vegetación tales como las áreas de protección, conservación y mejoramiento, reforestación, etc., por lo tanto este impacto se considera NO relevante en términos de integridad funcional.

V.5 IMPACTOS RESIDUALES.

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del RLGEEPAMEIA, se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos residuales, es por ello que se dedica una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos con calificación de 3, es decir, que los factores no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas.

Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generará los impactos residuales mostrados a continuación; esto considerando que con la correcta aplicación de medidas que se describen a detalle en el capítulo VI, los impactos ambientales que afectan a dichos factores ambientales, podrán prevenirse, mitigarse y compensar considerablemente e incluso lograrán recuperarse a mediano o largo plazo.

Tabla V.8 Impactos residuales.

Impacto Ambiental	Atributo	Recuperabilidad (Rc)
Disminución en la cantidad de agua del acuífero		3
Modificación de la línea de costa		3
Movilización de la pluma salina salmuera		3
Desplazamiento de la acuña salina		3
Pérdida de cobertura vegetal		3

A continuación se presentan las medidas con las cuales se verán atendidos estos impactos, con el fin de que quede claramente establecido que se consideraron residuales únicamente por la importancia ecológica de los componentes y factores a afectar; pero que como se menciona anteriormente, prácticamente estos con la correcta aplicación de las medidas podrán volver a contar con las características actuales.

Impacto ambiental	Medida o Programa con el que será atendido
Disminución en la cantidad de agua del acuífero	Programa de Monitoreo Geohidrológico Planta desaladora Reúso de aguas residuales tratadas
Modificación de la línea de costa	Programa de monitoreo de evolución de la línea de costa
Movilización de la pluma salina salmuera	Programa Integral de la calidad del agua marina. Monitoreo de descarga de la desalinizadora.
Desplazamiento de la acuña salina	Programa de Monitoreo Geohidrológico Subprograma de funcionamiento del acuífero y de la zona de interface (cuña salina)
Pérdida de cobertura vegetal	Programa de Manejo Integral de la Vegetación Áreas de protección, conservación y mejoramiento de la vegetación natural dentro del predio

El contenido de estos programas se encuentra en el capítulo VI de esta MIA-R y serán sometidos a evaluación y aprobación por parte de la SEMARNAT.

V.6 IMPACTOS ACUMULATIVOS.

Al igual que los impactos residuales, la fracción V del Artículo 13 del RLGEEPAMEIA, establece que se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos acumulativos, es por ello que se dedica la presente sección su análisis.

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa. Como se mencionó con anterioridad, considerando que las matrices de interacción, y los grafos tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se debe destacar que éstos impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Caracterización de Impactos Ambientales, tomando en cuenta la caracterización del SAR, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, que fueron evaluados en la matriz de Caracterización de Impactos Ambientales.

Tabla V.9 Impactos Acumulativos

Impacto Ambiental Atributo	Acumulación (A)
Disminución en la cantidad de agua del acuífero	3
Pérdida de cobertura vegetal	3
Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	3
Modificación de hábitats	3
Pérdida de suelos	3

Si bien como ya se indicó anteriormente, estos impactos no se consideran impactos significativos o relevantes puesto que no representan una afectación a la integridad funcional del ecosistema presente en el SAR, se consideraron impacto acumulativos ya que estos están estrechamente vinculados con las actividades antropogénicas que se vienen realizando en la zona, como son el uso y explotación del acuífero, cambio de uso de suelo por actividades humanas como agricultura, urbanización y turismo principalmente, lo que ha venido ocasionando un cambio en la composición de la cobertura vegetal natural. Sin embrago, estos impactos no se consideran relevantes ya que como se menciona, no afectan la integridad funcional del SAR, así como por efecto de las acciones derivadas de las medidas descritas a detalle en el siguiente capítulo, siendo de las más importantes la conservación, restauración y reforestación de la vegetación dentro del área del proyecto.

V.3 Descripción de impactos

En esta sección, se describen los impactos evaluados, seleccionando los impactos significativos o relevantes, poniendo énfasis en los impactos acumulativos y sinérgicos.

Tomando como base la información de las tablas V.1 a V.7, y las matrices V.1 a V.3, así como la opinión de expertos, se describen a continuación en detalle los impactos ambientales esperados con la implementación del proyecto por componente ambiental, lo anterior, con la finalidad de que cada uno de ellos sea atendido a través de medidas que garanticen la continuidad del ecosistema en el que se inserta el proyecto.

Modificación de la Línea de costa

Se identificó un impacto a la línea de costa, ya que con la colocación de la marina se ocasionará la interrupción del transporte litoral de sedimentos provocando, siempre, una zona de erosión y otra de acreción dependiendo del sentido y magnitud del transporte litoral y puede ser desde definitivo hasta temporal y alternante para cada uno de los extremos de las estructuras.

Al construir las obras de la marina se creará un obstáculo para el acarreo natural de sedimentos en la zona litoral. La magnitud de este impacto se determino por medio del estudio especializado (Estudio hidrodinámico y transporte litoral).

A su vez, se calculó el proceso erosivo que se tendría en la zona Norte, el cual teóricamente alcanzaría una longitud del orden de 500 m y un ancho de 65 m. Para verificar realmente, tanto la vida útil del rompeolas, así como el probable proceso erosivo, se tendrían que realizar levantamientos topohidrográficos de monitoreo de la costa.

En el caso específico del proceso erosivo, para evitar poner en riesgo instalaciones y evitar la pérdida de playa, en su oportunidad se considera que se llevará a cabo alguna de las siguientes medidas:

• Alimentar artificialmente la playa, ya sea con el material que fuera retenido en la zona de acumulación del Rompeolas Sur, o bien del que posiblemente se captara en las presas de gaviones que se decidiesen construir.

• Diseñar y construir obras de protección costera; básicamente se recomienda la instalación de espigones en T o paralelos a la costa.

En cualquier caso, estas acciones deberán contemplarse en los programas de vigilancia ambiental para dar seguimiento a cualquier impacto distinto a los considerados aquí.

Asimismo se llevará a cabo el **Programa de Monitoreo ambiental litoral,** el cual contiene acciones de monitoreo y evolución de la línea de costa, con el fin de aplicar las acciones pertinentes para disminuir el impacto.

Disminución de la cantidad del acuífero.

La demanda de agua potable tiene variaciones en el transcurso del año y durante la época de calor el consumo de agua aumenta y se hace necesario suministrar una cantidad de agua superior al promedio en el año. El agua suministrada para el consumo humano, después de ser utilizada, será captada por el sistema de alcantarillado sanitario y conducida a un Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. El caudal vertido al sistema de alcantarillado corresponde a una fracción del agua potable suministrada, ya que algunos de los usos realizados por la población consumen parte de ella en evaporación e infiltración. La Comisión Nacional del Agua recomienda la utilización de un factor de 0.75 para determinar el agua a manejar en el sistema de alcantarillado en base al agua suministrada para agua potable, por lo que el agua recolectada por el sistema de alcantarillado tendrá un promedio de 227.5 l/s, llegando a producir en las épocas de máxima demanda hasta 318.5 l/s.

Cuando se tenga establecido en el desarrollo el tratamiento de las aguas residuales, proporcionará agua suficiente para el riego durante la mayor parte del año. Deberá revisarse durante las etapas de crecimiento el lograr satisfacer la demanda mediante la utilización de agua salobre y en su caso potabilizada. Deberá dotarse al sistema de riego de la flexibilidad suficiente para que sea alimentado por agua de estas fuentes.

La demanda de agua potable será satisfecha mediante el uso de dos fuentes de suministro; la primera será el agua proveniente de los pozos del arroyo Santiago, donde se tiene la concesión de 4,500,000 de m^3 al año, que equivalen a un gasto promedio de 142.7 l/s; la segunda fuente será el

producto de la desalación de agua de mar, que deberá satisfacer el complemento de la demanda para consumo humano que será de 281.9 l/s.

Pérdida de áreas de anidación de tortugas marinas

En el caso de las tortugas marinas, la pérdida de áreas de anidación, producido por la construcción de los rompeolas puede ser el menor de los impactos y más bien se debe analizar en un sentido más amplio ya que es necesario argumentar la afectación de las actividades antropogénicas en su conjunto y su relación con la etiología de las tortugas marinas, ya que diversos autores y ambientalistas aseveran que el cambio en la morfología de la línea de playa afecta negativamente el comportamiento de reconocimiento del sitio en que eclosionaron. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que dicho comportamiento tiene otras bases de funcionamiento diferentes a la morfología de la línea de playa que por ser tan dinámico puede ser poco útil para las tortugas.

Además es importante mencionar que la importancia global puede no ser significativa si se comparan los 1,200 nidos colectados anualmente en playas similares de la zona Norte del Pacífico con los 336,000 colectados en las playas del Pacífico Sur mexicano (Playa La Escobilla, Oaxaca).

También es importante considerar que los esfuerzos de conservación de las tortugas marinas en la zona no existen y de acuerdo a las visitas de campo y entrevistas, se observa una alta predación antropogénica sobre las tortugas marinas, ya sea sobre el saqueo de nidos o sobre las propias tortugas marinas que en su avance o marcha hacia la playa son sumamente vulnerables. Por ello en el siguiente capítulo se describen las medidas de prevención, mitigación, compensación, etc., las cuales deberán superar ampliamente a este impacto al revertir una situación actual crítica hacia una condición de conservación dichas medidas se concentran en el **Programa de Manejo y Conservación de Tortugas Marinas**.

Movilización de la pluma salina.

Este impacto se deriva de la descarga de la salmuera producto de la operación y mantenimiento de la planta desalinizadora, ya que la pluma salina puede movilizarse a través de las corrientes y ocasionar daños a sistemas marinos relevantes como es el caso de la ANP Cabo Pulmo, que se ubica en la parte Sur del SAM delimitado para el proyecto, sin embargo como se menciona anteriormente un factor importante que hay que considerar es que como parte del diseño del proyecto, la descarga de la salmuera se realizará conjuntamente con la descarga del agua residual tratada en la planta de aguas residuales. La descarga conjunta de ambos efluentes tiene la ventaja de hacer que la salmuera se diluya previamente a su descarga al mar, minimizando el efecto negativo que la salmuera pudiera producir en el medio ambiente marino. Asimismo de acuerdo con el estudio realizado (Estudio hidrodinámico y transporte de sedimentos), no existe ningún escenario de corrientes, vientos y mareas que nos permita suponer que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo, situados a 10 km del punto de descarga de salmuera, puedan ser alcanzados por dicha pluma. En consecuencia, se puede afirmar que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo no van a ser afectados por la salmuera descargada por la planta desaladora; por todo lo anteriormente mencionado se considera que este impacto no es relevante en términos de integridad funcional del ecosistema, ya que ni el peor de los escenarios planteados, el ambiente marino se verá severamente afectado por la descarga de la salmuera.

Desplazamiento de la cuña salina.

Con base en las modificaciones al estado de equilibrio hidrodinámico que se mencionaron, los posibles efectos, en la distribución de la salinidad que se pueden esperar del acuífero son: en

primer lugar, un incremento significante en el ámbito de influencia de la marina y, segundo la posibilidad de conectar con el agua salina de las lagunas en aquellas zonas en donde se tienen entrantes a manera de caletas, asimismo, hacia ambas costas en donde se disminuya la carga hidráulica, es de esperar una mayor intrusión salina, sin embargo, este impacto no se consideran relevante, ya que si bien con la implementación de este proyecto habría una disminución en la cantidad de agua por el aumento de la extracción al acuífero, lo que provocaría el incremento de la salinidad del agua de este, el acuífero será reinyectado con agua dulce proveniente de las plantas de tratamiento, lo que permitirá que el acuífero conserve la cantidad original de agua dulce y así mismo conserve la calidad con la que cuenta antes de la implementación del proyecto, además de esto la Planta desaladora se propone como una medida preventiva para aminorar este impacto, ya que con la operación de esta se reducirá la cantidad de agua extraída del acuífero, no obstante este impacto se considera no relevante será atendido por el **Programa propuesto de Monitoreo Geohidrológico,** que contiene acciones de monitoreo del comportamiento de la zona de interface (cuña salina) del acuífero.

Pérdida de cobertura vegetal.

La pérdida de cobertura vegetal es un impacto que se da por el desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio, sin embargo como parte del diseño del proyecto y con el fin de llevarse a cabo de manera sustentable, se proponen una serie de medidas preventivas, como son las zonas de protección y conservación que ocupan alrededor del 77.89% total del predio del proyecto; además de la aplicación de programas como el **Programa de Manejo Integral de Vegetación** con el cual este impacto se ve significativamente reducido.

Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se da principalmente por el desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio, como se menciona anteriormente dentro del predio del proyecto se reportaron únicamente 2 especies de flora incluidas en dicha NOM, las cuales pertenecen al grupo de las cactáceas; si bien son importantes este impacto no se considero relevante ya que se llevarán a cabo acciones de rescate y reubicación de estas, así como la conservación y mejoramiento de la vegetación de la zona, por lo que no se prevé la afectación a la especie como tal y únicamente se verán afectados algunos individuos, dicho impacto se atenderá por el **Programa de Rescate y Manejo de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Pérdida de individuos de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La pérdida de individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es un impacto que se da principalmente por las actividades de las etapas de preparación y construcción del sitio principalmente a que la fauna suele verse afectada por las obras y actividades, así como por la presencia de personal y maquinaría de igual manera que el resto de la fauna, sin embargo, en este caso es muy importante considerar que las especies que se incluyen dentro de esta NOM son aquellas que se encuentran protegidas a causa de que se consideran frágiles, con distribución limitada, etc., por lo que es importante poner mayor atención a estas. Para la zona del proyecto se reportaron 25 especies en la NOM, 10 pertenecientes a las aves, 9 a reptiles y 6 a mamíferos.

En el caso de las aves, dadas sus características no será necesario llevar a cabo acciones de rescate de los individuos como tal, siendo suficiente el rescate y reubicación de los nidos encontrados en la vegetación a afectar, es importante considerar que el grupo de las aves es de

los que mas toleran el “disturbio”, prueba de ello es que habitan grandes ciudades, este impacto no se considera relevante como se menciona anteriormente.

Para el grupo de los reptiles este se encuentra conformado principalmente por lagartijas, las cuales cuentan con gran rapidez y movilidad al momento de sentirse en riesgo, por lo que se prevé de igual manera no será necesario el rescate y reubicación de individuos, ya que con acciones de ahuyentamiento se considera este impacto se ve prevenido, por otro lado se considera que una vez que se retire el personal y la maquinaría estos individuos volverán a ocupar los hábitats presentes en el predio, en el caso de los individuos de la especie de iguana, estos si serán rescatados y reubicados en zonas cercanas que cuenten con características similares, por ejemplo las zonas de conservación y/o protección.

Pasando al grupo de los mamíferos, se reportan 6 especies, entre las que destacan el venado bura *Odocoileus hemionus*, el cual será atendido especialmente por el **Programa de Rescate y Manejo de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010,** no obstante considerando su amplia distribución en Norteamérica así como el echo de que el manejo y aprovechamiento de venado bura como de las otras tres especies de cérvidos distribuidos en México, no es una actividad nueva en nuestro país, ha sido realizado desde las culturas prehispánicas distribuidas en gran parte de las regiones conocidas como Mesoamérica y Aridoamérca, siendo parte, tanto de las actividades culturales y religiosas como de aquellas realizadas con el fin de satisfacer las necesidades alimenticias de la población. A partir de la colonia se generaron los primeros grupos que desarrollan actividades cinegéticas debido a la amplia riqueza de fauna con la que cuenta nuestra nación y con la novedad que implicaba la colonización de un nuevo continente. El abuso de las actividades cinegéticas a lo largo de varios siglos y de las presiones de las actividades humanas, principalmente el cambio de uso de suelo generado por la agricultura y la ganadería, ocasionaron que una gran cantidad de las especies que habitan nuestro país se consideraran en riesgo de desaparecer e incluso que algunas de ellas fueron extirpadas. A pesar de esta problemática, desde el siglo pasado una gran cantidad de iniciativas por parte del gobierno federal además de grupos interesados en la conservación, han promovido la protección y conservación de los recursos naturales con los que cuenta la nación. De esta manera surgen como una alternativa para la conservación y diversificación del sector rural, las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) que si bien su papel primordial es la conservación del hábitat, han permitido que se desarrolle el aprovechamiento sustentable de los recursos, siempre y cuando se establezca un manejo adecuado tanto del hábitat, como de las poblaciones.

Actualmente, el aprovechamiento que se lleva a cabo, así sea extractivo o no extractivo de las cuatro especies de cérvidos mexicanos, se realiza principalmente, a través del esquema de UMA. Este tipo de esquema ha sido ampliamente popularizado en los estados del norte de país con fines cinegéticos y ha podido convertirse en una de las alternativas productivas de mayor importancia para la derrama económica en dicha región, generando beneficios económicos a los poseedores de la tierra, prestadores de servicios y comercios asociados, y ha fomentado la generación de empleos, por otro lado ha permitido que las tierras antes destinadas a la agricultura y a la ganadería, actualmente sean destinadas a la conservación y manejo del hábitat y la fauna silvestre. La superficie actualmente manejada bajo este esquema a nivel nacional supera los 18 millones de hectáreas, lo cual se ha convertido en una de las principales alternativas para la conservación de los recursos naturales a nivel nacional. La suma de estas UMA, conforman el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA) actualmente gestionado a través de la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT.

Desplazamiento de la fauna fuera del predio.

El desplazamiento de la fauna es un impacto directamente relacionado con las actividades de preparación y construcción del sitio principalmente, ya que durante estas actividades, se llevan a cabo acciones de desmonte y despalme lo que ocasionara movilidad ya que como se sabe la fauna de un área se encuentra estrechamente ligada a las formaciones vegetales y/o a los recursos y condiciones ahí presentes, por lo que al cambiar la estructura y composición de la vegetación, la fauna tiende a modificar su distribución o adecuarse a las nuevas condiciones del hábitat, moviéndose a zonas cercanas mejor conservadas y alejadas de la perturbación y presencia humana. En este caso, al modificar la estructura de las formaciones vegetales se propicia que el hábitat de la fauna se reduzca y como consecuencia se aumente la competencia interespecífica e intraespecífica, como un impacto negativo, pero no relevante, ya que se considera puntual y temporal, puesto que una vez terminados los trabajos de construcción se considera la fauna podrá volver a utilizar los espacios previamente ocupados como hábitat. Sumado a esto este impacto será atendido directamente por el **Programa de Rescate y reubicación de fauna** e indirectamente por otros programas como son el **Programa de Difusión y Educación Ambiental** y el **Programa de Manejo Integral de Vegetación**, todos descritos en el siguiente capítulo.

Modificación de hábitats.

Este impacto se encuentra estrechamente relacionado con la pérdida de cobertura vegetal en la etapa de preparación del sitio, por lo que como se menciona anteriormente este impacto no se considera relevante, ya que si bien habrá modificación de hábitats los efectos se consideran de manera puntual y temporal, ya que el proyecto contempla zonas de conservación, protección y mejoramiento de la vegetación nativa con lo cual se mantendrán gran porcentaje (77.89%) de los hábitats del predio; no obstante se consideran medidas con el cual se verá significativamente reducido, tales medidas como el **Programa de Manejo Integral de Vegetación**, el cual se describe en el siguiente capítulo.

Afectación a la fauna betónica.

Uno de los impactos que se consideran significativos es la pérdida de individuos de bentos, a causa de la implementación del proyecto, ya que con las actividades de las diferentes etapas se prevé la pérdida de hábitats, lo que ocasionará de igual forma la pérdida de individuos principalmente equinodermos, en el caso de los invertebrados, estos también sufrirán cambios en su hábitat lo que ocasionará en el mejor de los casos que estos se trasladen a zonas de características ambientales similares, mejor conservadas, lo que llevará a la pérdida de biodiversidad local (Diversidad alfa) del área. Estos impactos se atenderán con las medidas que se describen en el siguiente capítulo y las cuales garantizan la no afectación a la biodiversidad y conectividad regional del ambiente acuático. En el caso de los individuos de Pepino de mar (*Isostichopus fuscus*), debido a que esta especies se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, será rescatado y reubicado; dichas acciones se describen en el **Programa de Rescate y Manejo de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Afectación a individuos de especies de tortugas marinas y/o modificación de áreas de anidación.

La construcción de las obras de protección de la marina provocará un cambio en la línea litoral debido a alteración de los patrones en el transporte de sedimentos. Para los organismos que utilizan las playas para anidación, como es el caso de las tortugas marinas, esto puede representar

un impacto adverso. Sin embargo, de acuerdo con los resultados de los estudios especializados para el diseño de la marina, la porción de playa afectada por el desarrollo es muy baja respecto a la longitud total de playa en que puede haber anidación de tortugas en la zona de Punta Arena. Además, en dicha playa no se realizarán otras actividades que puedan afectar a los quelonios.

La conservación de la playa es importante ya que durante la época de reproducción las hembras fecundadas se preparan para arribar a tierra firme y durante un período de una a dos semanas, algunas tortugas hacen incursiones exploratorias o arqueos buscando el sitio más indicado para depositar sus huevos. Cada hembra puede realizar numerosos arqueos. Durante la fase exploratoria, en realidad son pocas las hembras que localizan un lugar apropiado y llevan a cabo el desove.

Cuando la tortuga sale del mar, se arrastra lentamente por la arena, moviendo alternadamente las aletas delanteras y traseras. Durante este recorrido se detiene dos o tres veces a descansar, hasta que libra la distancia que existe entre la línea de la marea más alta y el punto donde excavará el nido. Es importante mencionar que la presencia de objetos como troncos u otros, así como luces y movimientos pueden ocasionar que la tortuga abandone la playa y regrese al mar sin haber ovopositado, por lo que la operación del proyecto incluye una serie de medidas orientadas a incrementar el éxito de las arqueadas.

Un impacto benéfico asociado al desarrollo será el incremento en la posibilidad de éxito de la anidación y eclosión de huevos de tortuga por la aplicación del **Programa de Manejo y Conservación de Tortugas Marinas**, en el cual se describe la creación de un campamento tortuguero dentro del área del SAR.

Afectación a individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies de fauna marina presentes en el SAR Marino del proyecto que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, son: *Isostichopus fuscus*, *Chromis limbaughi*, *Pomacanthus zonipectus*, *Holacanthus passer*, todas ellas dentro del estatus de protección especial (Pr), además de *Rhincodon typus*, *Carcharodon carcharias*, especies bajo el estatus de amenazadas (A); respecto al posible impacto de estas especies este se da principalmente por la operación de la marina, en el caso de *Isostichopus fuscus,* esta especie al considerarse de lenta movilidad será rescatada y reubicada como parte de las acciones del **Programa de Rescate y Manejo de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010;** en el caso de las demás especies estas se consideran de fácil movilidad por lo que no será necesario aplicar acciones de rescate, ya que por el contrario resultarían dañinas para los individuos de estas especies, por lo tanto las medidas a estas especies esta en función de la conservación de sus hábitats, así como establecer acciones que prevengan las colisiones principalmente de las especies de *Rhincodon typus*, *Carcharodon carcharias,* que son te taya grande y pueden ser afectados por los choques con los yates, dichas medidas se describen en el **Programa de Buenas prácticas de marinas** descrito en el siguiente capítulo.

Modificación de zonas de alimentación y/o reproducción de mamíferos marinos.

Para el caso de los mamíferos marinos, el principal impacto es causado por las alteraciones a su hábitat a causa de las actividades antropogénicas, principalmente ruido y movimientos, además de las posibles colisiones con los yates que arriben a la marina, este impacto se prevendrá con la ayuda del **Programa de Buenas prácticas de marinas** y de los programas de manejo descritos en el capítulo VI específicos para los individuos de estas especies, garantizando la no afectación de estos.

Este es un impacto negativo que no puede ser cuantificado por la falta de registros, el número de colisiones que ocurren entre mamíferos marinos y yates. Por lo que al haber reportes de avistamientos de mamíferos marinos principalmente en la zona de Cabo Pulmo, lo que hace que su presencia frente a Punta Arena sea una posibilidad.

Pérdida de la conectividad.

Pérdida de conectividad es un impacto que se encuentra estrechamente ligado a la pérdida de cobertura vegetal, ya que con las actividades de desmonte y despalme en la etapa de preparación podrían ocasionar el fraccionamiento de los corredores biológicos de la zona, esto dado a que la conectividad esta en función de los corredores biológicos presentes en un área determinada, éste proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica, y los procesos ecológicos y evolutivos además de contrarrestar la fragmentación de los hábitats. En este contexto, se puede concluir que los corredores biológicos en el SAR delimitados para el Proyecto, estan en función de los arroyos existentes ubicados en la planicie, los cuales permiten que la mayoría de la fauna cubra sus necesidades básicas lo cual define la distribución de la flora y la fauna en el mismo. Asociado a este componente, tenemos también la topografía del lugar ya que en las zonas altas es donde la vegetación esta mejor conservada, ya que es una limitante para el desarrollo de las actividades antrópicas que se llevan a cabo en el SAR, como es la agricultura, la apertura de brechas y caminos y la existencia del aeropuerto. Considerando las características de desarrollo sustentable del proyecto, en cual se respetarán los arroyos, así como gran parte de la superficie de vegetación natural del proyecto con la delimitación de zonas de protección, conservación y mejoramiento de vegetación natural, se concluye que no se perderá la conectividad del ecosistema a causa del proyecto.

Afectación a individuos de avifauna marina.

El impacto ocasionado a las aves marinas que se ubican en el área del proyecto, es a causa de los movimientos, ruidos etc., que implica la operación del proyecto, sin embrago en el caso de las aves generalmente estas se trasladan a zonas mejor conservadas dentro del mismo SAR, donde podrán llevar a cabo sus actividades de reproducción, alimentación, etc. este impacto ocasionará la pérdida de biodiversidad local (diversidad alfa) de aves marinas, sin afectar a la biodiversidad regional, cabe mencionar que será pertinentemente atendido por el **Programa de Manejo Integral de la Fauna Marina**.

Pérdida de suelos.

La pérdida de suelos es un impacto que se da por el desmonte y despalme dentro de las actividades de la etapa de preparación del sitio, este no se considero relevante ya que a causa de las características ambientales de la zona los suelos presentes en el predio se consideran poco fértiles y no representan gran cantidad de servicios ambientales a la zona; este impacto será atendido por las medidas presentes en el capítulo VI de esta MIA-R.

Alteración de geoformas.

La alteración de geoformas se da principalmente a causa de los cortes y nivelaciones que se dan durante la etapa constructiva del sitio, sin embargo en especifico para este proyecto las obras y actividades se llevarán a cabo en las planicies, por lo que no es necesario modificar las geoformas presentes en el predio, por el contrario la parte destinada para protección y conservación más

grande es la que cuenta con relieve importante y que no será afectada por alguna obra o actividad en las diferentes etapas del proyecto.

Impactos Socioeconómicos

Es de suma importancia señalar que aun cuando en la matriz de identificación de impactos no se consideraron los componentes socioeconómicos, en general, las interacciones del proyecto con dicho componente se identifica como un impacto positivo con la generación de empleos, demanda de servicios e insumos, debido a que los proyectos de este tipo son un detonador en la economía regional, por lo que se tomó la decisión de no incluirlos en dicha matriz para no generar conflictos por una posible creencia de minimización de los impactos negativos, además que con ello la evaluación se ajusta a lo indicado en el Artículo 35 de la LGEEPA respeto al ámbito ambiental de la evaluación en materia de impacto ambiental.

Cabo Pulmo

El 6 de junio de 1995, se concretó el sueño de un grupo de “cabeños” originarios de la región de “la costa”, quienes originalmente se dedicaban a la pesca de cabrillas, tiburones y hasta tortugas. Ellos, al darse cuenta de la rapidez con la que desde entonces se desarrollaba la región, sumaron sus inquietudes y esfuerzos con un grupo de investigadores y alumnos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur para solicitar a las autoridades federales que la zona conocida como “El Pulmo” se decretase como Área Natural Protegida (ANP).

El increíble valor ecológico de esta pequeña porción de mar enclavada en una pequeña meseta de la plataforma continental de la península de Baja California, que alberga el único arrecife coralino del Mar de Cortés y es alojamiento temporal de una gran cantidad de especies de peces que visitan el arrecife estacionalmente para alimentarse y —más importante aun— para reproducirse.

El arrecife de coral de Cabo Pulmo es uno de los pocos arrecifes vivos del Pacífico del Este, es el único del Mar de Cortés y representa un hábitat particular con una gran diversidad biológica y una notable cantidad de especies endémicas. Además, la localización de restos paleontológicos del Pleistoceno Tardío en el arrecife de Cabo Pulmo lo coloca como el más antiguo del Pacífico Americano. La protección de los arrecifes de coral es una estrategia fundamental para la conservación de la biodiversidad marina, pues éstos presentan procesos ecológicos fundamentales y su estado sirve como indicador de los cambios ambientales globales. Por todo ello, su protección adquiere una significancia regional, nacional e internacional.

La decisión de promover la creación de un ANP para conservar la riqueza natural de Cabo Pulmo ha demostrado su trascendencia fundamental al evaluar la situación actual de los recursos naturales directos del arrecife y de sus poblaciones asociadas.

Uso tradicional de la flora y de la fauna

El arrecife de Cabo Pulmo ha soportado la actividad pesquera por mucho tiempo, aunque, recientemente se ha mantenido en buenas condiciones ambientales debido a que el uso practicado tradicionalmente en la región, ha cambiado. Previo al Decreto de creación del Parque Marino Nacional en 1995, la captura de peces se realizaba en el arrecife y representaba una amenaza al sistema. Actualmente, gracias a la coordinación de los actores involucrados con el Parque, la pesca artesanal con fines comerciales de los peces mostrados en la tabla 6, se realiza fuera de la poligonal del Parque. Sin embargo, es importante señalar que posterior al Decreto, cada jefe de

familia tiene una cuota de pesca para consumo doméstico de 10 kg por día, la cual ha sido respetada.

Tanto en Cabo Pulmo, como en las aguas circundantes pueden encontrarse especies de peces y moluscos apreciados comercialmente. En zonas cercanas al arrecife, los pescadores del lugar extraen artesanalmente especies para carnada, aunque los volúmenes extraídos no son grandes los beneficios que obtienen son importantes para la economía local. Se torna necesario realizar un estudio de poblaciones de especies con uso potencial para carnada a fin de definir políticas de aprovechamiento de este recurso en un futuro próximo, en coordinación con la autoridad correspondiente.

Hace algún tiempo, las capturas de peces e invertebrados para ornato en Cabo Pulmo también estaban asociadas a la extracción. Esta actividad, que si bien no se ha denunciado con tanta frecuencia, durante los últimos dos o tres años, ha sido practicada en el área arrecifal del Parque ilegalmente en repetidas ocasiones por lo que es necesario normarla en el Programa de Conservación y Manejo de la ANP.

Una de la principales posibles afectaciones a la zona de arrecife de Cabo Pulmo es a causa de la pluma salina proveniente de la descarga de la Planta desalinizadora del proyecto, ya que esta podría viajar hacia esa zona, causando daños al ambiente marino de dicha zona, sin embargo como se menciona anteriormente, se realizó un estudio de simulación de la pluma salina con el cual se concluye que no existe ningún escenario de corrientes, vientos y mareas que nos permita suponer que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo, situados a 10 km. del punto de descarga de salmuera, puedan ser alcanzados por dicha pluma. En consecuencia, se puede afirmar que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo no van a ser afectados por la salmuera descargada por la planta desaladora. No obstante esto el funcionamiento normal de la instalación de desalación la descarga de la salmuera se realizará conjuntamente con la descarga del agua residual tratada en la planta de aguas residuales. La descarga conjunta de ambos efluentes tiene la ventaja de hacer que la salmuera se diluya previamente a su descarga al mar, minimizando el efecto negativo que la salmuera pudiera producir en el medio ambiente marino. Esta situación es mucho mejor, desde el punto de vista ambiental, que si se descarga la salmuera sin ser mezclada.

V.8 CONCLUSIONES

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y la opinión de expertos y las diversas técnicas de evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto generará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo, considerando los resultados de los análisis se identificaron los impactos ambientales determinando cuales son significativos sin medidas, y que derivado de la aplicación de las mismas, ningún impacto se consideró relevante. En adición a lo anteriormente expuesto, en el siguiente capítulo (VI) se presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA respecto a que la presente MIA-R y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.

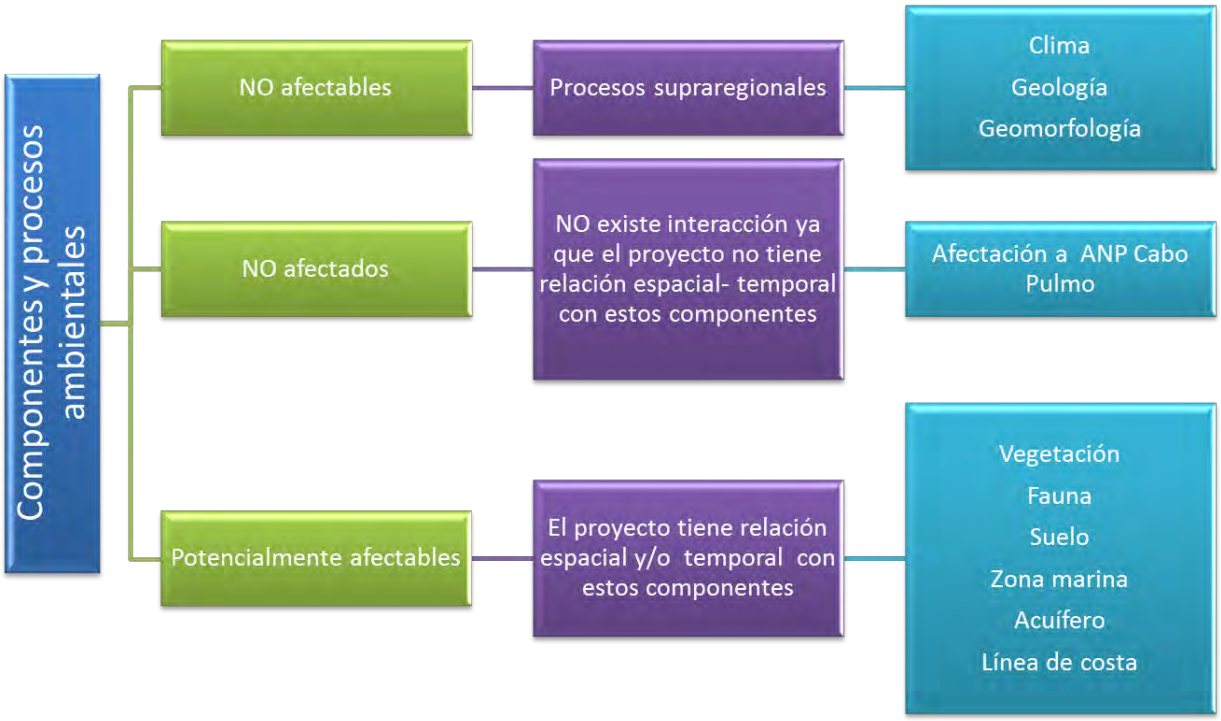


Figura V.16. Síntesis de la evaluación de impactos ambientales.

Lo anterior se sustenta en el reconocimiento de se analizaron las posibles interacciones que el proyecto pudiera tener con componentes y procesos ambientales del SAR a distintas escalas geográficas, tal y como se expresa en la Figura V.16. En este orden de ideas, se analizó y concluyó que:

1. Existen procesos cuya ocurrencia es mayor al propio sistema ambiental regional y que se les denominó supra-regionales, tales como el clima o la estructura geológica. Consecuentemente el proyecto no genera efectos que pudieran alterar estos macro-procesos. En específico, tal y como se discute en el Capítulo IV, se mantienen los procesos hidrológicos y geomorfológicos del SAR, con lo que se mantiene la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR.
2. Se identificaron componentes que presentan un cierto grado de importancia derivado de la percepción social y ambiental. En este sentido, de forma específico, se identificó a las áreas de anidación de tortugas marinas, ya que si bien como se menciono, en el área de estudio hay presencia de nidos de especies como *Dermochelys coriacea, Chelonia agassizii,* y *Lepidochelys olivacea*., la importancia global de estas áreas, puede no ser significativa si se comparan los nidos colectados anualmente en playas similares de la zona Norte del Pacífico, con los colectados en las playas del Pacífico Sur mexicano (Playa La Escobilla, Oaxaca)., esto sumado con la aplicación de las medidas que se detallan en el capítulo VI, se concluye, que el proyecto no afecta la existencia de dichas especies, ni la integridad del ecosistema, ya que no se compromete directamente las áreas de anidación y la propia distribución de estas especies es mayor que el predio y el propio SAR.
3. Aún con una inversión de las corrientes y, en consecuencia, de la pluma de descarga no se afectarían zonas del Parque de Cabo Pulmo, dada la corta distancia en que se logra la dilución.

4. Resulta relevante que el mantener y mejorar las condiciones de la zona de proyecto, sus áreas aledañas y en el marco del SAR permitirá el mantener los procesos de fauna existentes donde los impactos a generar deberán de estar mitigados o compensados vía acciones de Manejo en los componentes de paisaje enfocado a flora, así como los mencionados como relevantes como son las zonas de arroyos y su relación de vegetación, topografía y topoformas.
5. De acuerdo con esta modelación de la pluma salina, no existe ningún escenario de corrientes, vientos y mareas que nos permita suponer que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo, situados a 10 km. del punto de descarga de salmuera, puedan ser alcanzados por dicha pluma. En consecuencia, se puede afirmar que los arrecifes de coral de Cabo Pulmo no van a ser afectados por la salmuera descargada por la planta desaladora.
6. Se reconocieron interacciones entre distintas obras y actividades del proyecto y diversos componentes y procesos ambientales, en los cuales si se identificaron potenciales impactos ambientales, de los cuales se evaluó su significancia en el presente capítulo, que en particular y en cuanto al impacto al acuífero, habiéndose reconocido como un impacto con un índice de incidencia poco significativo, ya que en términos ecosistémicos no es relevante, y la afectación es referente únicamente al predio, garantizando así el correcto funcionamiento de este componente ambiental a largo plazo.

Con base en el contexto de la identificación de impactos analizados, las presentes conclusiones se derivan de demostrar con base en los criterios de significancia descritos en este capítulo, la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

- Calificar el efecto de los impactos sobre los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del REIA).

- Desarrollar esta calificación en el contexto de un SAR (Artículo 13, fracción IV del REIA), de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no solo al predio objeto del aprovechamiento.

- En el contexto de impacto relevante o significativo establecido en el propio Reglamento en la materia, la extensión de los mismos es no significativa, ya que se evidencia que con relación al ecosistema no se generan impactos relevantes. Con esto se garantiza su continuidad de los ecosistemas dentro del SAR.

- El enfoque del proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR, es decir la capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.

- Entendiendo la capacidad de carga de un ecosistema, como la capacidad que tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño del proyecto asegura estas dos condiciones.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos NO son relevantes y no serán afectados de forma significativa ya que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio SAR y, tomando en cuenta las características ambientales del predio de forma específica se afectarían a individuos (diversidad alfa o local) sin que ello represente efectos negativos a poblaciones y mucho menos a especies como tales en la escala regional (conservación de la diversidad beta y gamma). Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad regional, demuestra que el

proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectarán ciertas áreas que son ocupadas por individuos de flora y fauna, no se afecta a ninguna especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, en el siguiente capítulo se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de gestión y manejo integrado a través de un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos[9] de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado.

Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará:

1. Desequilibrios ecológicos.
2. Daños a la salud pública.
3. Afectaciones a los ecosistemas.

[9] LGEEPA, Artículo 3, fracc. **XII.-** Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto “Los Pericúes” (**PLP**) propone la implementación de un destino turístico que fomente el crecimiento de Cabo del Este ya que el corredor de “Los Cabos” está agotado, aportando al destino nuevos espacios recreativos y de alojamiento con amenidades del tipo campo de golf, marina y aeropista en tres zonas que se han denominado Marina & Golf Resorts, Eco Parque & Eco Lodge Resort y Hill-Side & Valley Villas, las que se consolidarán en los próximos 30 años. Para ello se ha previsto desarrollar la infraestructura urbana y los servicios necesarios para los lotes resultantes en los que se han propuesto usos afines al concepto del proyecto, todo ello está sujeto al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental Regional (MIA-R).

En los Capítulos II y V anteriores se describieron las características del proyecto asimismo, se manifestaron, identificaron y evaluaron los impactos ambientales previsibles que potencialmente puede inducir este desarrollo en su zona de influencia directa e indirecta descrita en el Capítulo IV. Su posible generación obliga a definir con anticipación las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de gestión y manejo integrado. Para el cumplimiento de esos fines, conforme la mejor experiencia aplicable disponible y el análisis interdisciplinario de los científicos y expertos participantes, se propone un Sistema de Gestión y Manejo Ambiental específico para el proyecto Los Pericúes (SGMA-PLP), con la estructura que se describe en la Figura VI.1.



Figura VI.1. Sistema de Gestión y Manejo Ambiental del proyecto Los Pericúes.

El alcance del SGMA-PLP incluiría las fases de preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento de las obras e infraestructura del proyecto y contemplaría las acciones necesarias de prevención, mitigación, manejo y control apropiado de los impactos esperados con el mismo, así como los impactos acumulativos y sinérgicos que pudieran presentarse considerando la existencia de otros proyectos turísticos y residenciales autorizados que se están implementando en el mismo Sistema Ambiental Regional. De esta manera el SGMA-PLP se puede definir como un instrumento técnico-científico de gestión, manejo y monitoreo ambiental integrado por 11 programas, cuyos objetivos principales son los siguientes:

1. Realizar las acciones necesarias para verificar de manera completa el cumplimiento estricto de los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga al proyecto en caso que lo autorice, así como de la legislación y normatividad ambiental aplicable.

2. Establecer los mecanismos necesarios para dar cumplimiento a la implementación del proyecto conforme la zonificación ecológica y los usos del suelo manifestados, así como a los criterios ambientales determinados voluntariamente derivados de los estudios científicos realizados para la elaboración de esta MIA-R.

3. Verificar, supervisar, coordinar y en su caso implementar las medidas de prevención, mitigación, manejo y monitoreo que fueron identificadas por los científicos y expertos participantes en la elaboración de esta MIA-R, las cuales se describen en este Capítulo.

4. Verificar la implementación y operación del proyecto como un desarrollo turístico-residencial sostenible y socialmente responsable, que asegure la conservación y el uso autorizado de los ecosistemas, sus bienes y servicios ambientales, así como los recursos naturales asociados.

Para estos fines a continuación se presentan los detalles de cada Programa y Subprograma previstos en el SGMA-PLP que se considera permitirán prevenir, mitigar, restaurar o eliminar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto.

VI.2. PROGRAMAS Y ESTRATEGIAS DEL SGMA-PLP

VI.2.1. Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSA)

El Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSA) del proyecto Los Pericúes (PSGA-PLP) es la herramienta principal del SGMA-PLP y tiene como objetivo primordial orientar y coordinar todas las acciones previstas para el Sistema. Por esta razón el logro de las metas de todos los demás programas y subprogramas es verificado de manera sistemática a través del PSA para confirmar su congruencia con el cumplimiento de los objetivos del SGMA-PLP. Su estructura se presenta en la Figura VI.2.

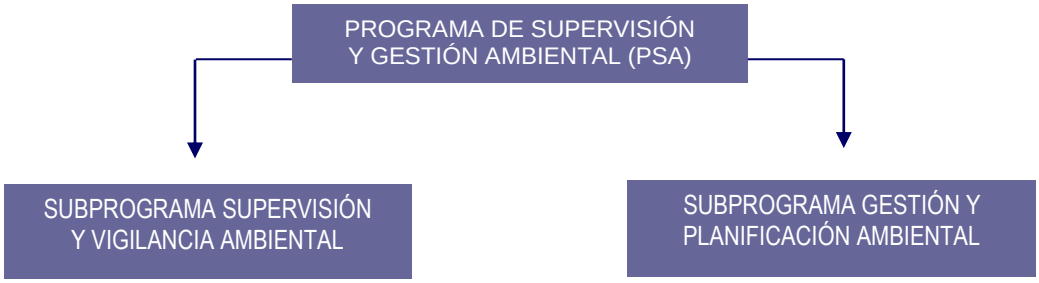


Figura VI.2. Componentes del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental del proyecto.

VI.2.1.1 Subprograma de Supervisión y Vigilancia Ambiental

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas etapas de implementación incluyendo: a) Los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga; b) La legislación y normatividad ambiental aplicable; c) Los criterios ambientales generados por los científicos y expertos participantes que de manera voluntaria acepta la Promovente; y d) Las medidas de prevención, mitigación y manejo que fueron identificadas por dichos participantes en la elaboración de esta MIA-R .

2. Integrar la información y las comprobaciones documentales necesarias para comunicar periódicamente a las Delegaciones en el Estado de Baja California Sur de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desempeño ambiental del proyecto entregando copias del mismo en la oficinas centrales de la PROFEPA y en la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

3. Servir como eje rector para el seguimiento y ajuste del resto de los programas y subprogramas del Sistema de Gestión y Manejo Ambiental del proyecto Los Pericúes (SGMA-PLP).

Las estrategias previstas para alcanzar las metas referidas son las siguientes:

A. Supervisión y vigilancia de las obras, procesos y actividades autorizadas

Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales que establezca la SEMARNAT al proyecto en caso de autorizarlo, mediante esta estrategia durante sus etapas de preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento, el responsable de la supervisión ambiental se coordinará de manera sistemática con el gerente de la construcción o de la operación, para planificar conjuntamente y establecer acuerdos previos que permitan cumplir en la práctica diaria con las obligaciones ambientales aplicables a cada etapa, identificar en términos verificables que no se está rebasando el impacto ambiental previsto y aplicar medidas complementarias para reducirlo hasta donde sea posible.

Con base en dichos acuerdos previos, en cada etapa se revisará directamente en campo y de manera periódica las zonas de preparación del terreno, construcción y operación, así como las actividades regulares y extraordinarias relacionadas con objeto de: a) Observar el grado de cumplimiento de obligaciones por parte de los actores involucrados en las etapas; b) Supervisar la implementación de las medidas de prevención, control y

mitigación de los impactos ambientales previstos para cada etapa; c) Coordinar la ejecución del SGMA-PLP y d) Dar seguimiento al estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio partiendo como línea base la información contenida en esta MIA-R.

B. Auditoría ambiental voluntaria

La finalidad principal de esta estrategia es la verificación directa y sistemática del cumplimiento de todas las obligaciones ambientales por medio de listas de chequeo y formatos para verificar y recabar la documentación oficial necesaria para comprobarlo.

Su realización será periódica y tendrá especial énfasis en el marco de los procesos y sitios identificados que se consideren como riesgosos en cada una de las diversas etapas de implementación del proyecto, por ejemplo, durante la fase de construcción se implementará un sistema de inspecciones y vigilancia continua a la labor de las empresas y prestadores de servicios que colaboren en el proyecto para verificar el cumplimiento de las obligaciones y la normatividad ambiental aplicable.

La integración de la información generada será la base para estructurar los informes periódicos a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT así como a sus Delegaciones en Baja California Sur.

A mediano plazo en la etapa de operación del proyecto se prevé transformar la experiencia obtenida en las bases necesarias para implementar una Auditoria Ambiental Voluntaria y acreditarla ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

C. Indicadores de cumplimiento del subprograma

a) Supervisión y vigilancia de las obras, procesos y actividades autorizadas

- Firmas de recibido por contratistas de reglamento ambiental para construcción.
- Número de reuniones de planificación con responsables de la construcción, operación y mantenimiento.
- Lista de acuerdos y medidas concertadas.
- Número de inspecciones para supervisión de obra u operación y para verificación del estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio.
- Informes periódicos a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT así como a sus Delegaciones en Baja California Sur.

b) Auditoria ambiental voluntaria

- Número de inspecciones y auditorias voluntarias realizadas.

- Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones del resolutivo por parte de los actores involucrados en las etapas y recopilación de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.

- Informes periódicos a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT así como a sus Delegaciones en Baja California Sur.

- Solicitud de inscripción al sistema de Auditoría Ambiental Voluntaria de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

c) Cumplimiento de obligaciones voluntarias

- Fotografía anual aérea digital georeferenciada para verificación de apego a la zonificación ambiental y a la zonificación de usos legales.

- Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en las etapas y recopilación de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.

- Informes periódicos a la a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT así como a sus Delegaciones en Baja California Sur.

VI.2.1.2. Subprograma de Gestión y Planificación Ambiental

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Promover de manera permanente y sistemática el desarrollo sostenible del proyecto conjuntamente con todos los actores involucrados (promovente, arquitectos, ingenieros, especialistas, operadores y/o propietarios) mediante actividades de planificación, gestión y ajuste o modificación.

2. Definir e implementar acciones y medidas concertadas que conduzcan al proyecto hacia esquemas de empresa sustentable y socialmente responsable en sus etapas de preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento.

Las estrategias previstas para alcanzarla las metas propuestas son las siguientes:

A. Mejora continua de proyectos y procesos específicos

Esta estrategia aplica desde el momento de la concepción de las ideas básicas para el desarrollo de un proyecto así como a lo largo de las diferentes etapas de su implementación hasta su etapa de operación y mantenimiento. Implica una labor permanente con los responsables del diseño, construcción y operación de los proyectos específicos de cada uno de los componentes autorizados al proyecto. Debe asegurar que cuando surjan dudas, se requieran ajustes o se presenten problemas en el diseño, construcción y operación del proyecto, se identifiquen en sus primeras manifestaciones y se proceda a definir e implementar las medidas que representen el menor impacto ambiental posible y pueda tramitarse la solicitud de cambios o ajustes al proyecto en tiempo y forma ante las instancias que corresponda.

Adicionalmente considera: a) la atención y resolución de conflictos ambientales; b) la definición e implementación de convenios de colaboración con instancias académicas, organismos no gubernamentales y autoridades ambientales a nivel federal y estatal sobre acciones de manejo y desarrollo sostenible de interés compartido y c) el fortalecimiento de la pertinencia social del proyecto.

B. Implementación de buenas prácticas ambientales y ecotecnologías aplicables

Incluye la identificación, implementación y el mantenimiento de buenas prácticas ambientales existentes o disponibles en la región o en sitios equivalentes, que demostradamente hayan sido exitosas para la conservación de vegetación y fauna, manejo integral de residuos, uso de energía alternativa, sistemas de construcción y operación de infraestructura de bajo impacto ambiental, uso de especies nativas y propias de la región para el ajardinado y habilitación de las áreas verdes del proyecto, entre otras.

Asimismo permite identificar e implementar en las diferentes etapas del proyecto ecotecnologías disponibles que permitan disminuir al máximo posible las fuentes y los niveles de contaminación e impacto ambiental previsto en el proyecto.

Las buenas prácticas y ecotecnologías que sean identificadas e implementadas en el proyecto mediante esta estrategia representarán medidas preventivas o correctivas que coadyuvarán a disminuir los impactos ambientales previstos por el proyecto. La definición y aplicación de estas buenas prácticas serán incorporadas como parte de los informes anuales de cumplimiento de términos y condicionantes que son presentados a la PROFEPA y a la SEMARNAT.

C. Identificación y obtención de certificaciones ambientales

Esta estrategia se centra en la búsqueda, identificación y elaboración de expedientes de candidatura para que el proyecto en lo general o de sus componentes en lo particular

estén en posibilidad de obtener una certificación ambiental en el ámbito nacional y/o internacional, acorde con la imagen objetivo de un desarrollo turístico sustentable.

Obtenida una certificación, la estrategia implica las acciones necesarias de supervisión y vigilancia para verificar que se cumplan las obligaciones que haya establecido la entidad otorgante para mantener la certificación. Cuando sea identificado el tipo de certificación, se decida su gestión o se obtenga alguna se informará lo correspondiente en los informes anuales de cumplimiento de términos y condicionantes que sean presentados a la PROFEPA a la SEMARNAT así como a sus Delegaciones en Baja California Sur.

D. Indicadores de cumplimiento del subprograma

a) Mejora continua

- Relación de procesos de construcción u operación mejorados o certificados.
- Relación de conflictos ambientales resueltos.
- Convenios de colaboración establecidos con instancias académicas, ONG´s, autoridades ambientales a nivel federal estatal sobre acciones de manejo, desarrollo sostenible o pertinencia social del proyecto.

b) Buenas prácticas y ecotecnologías

- Relación de buenas prácticas o ecotecnologías incorporadas.

c) Certificaciones ambientales

- Relación de procesos de certificación iniciados, sometidos y aprobados.

VI.2.2. Programa de Difusión Ambiental (PDA)

La conservación de los ecosistemas y recursos naturales asociados al proyecto con especial valor ecológico depende en gran parte del grado se sensibilización, competencia y participación de los actores involucrados. La inversión financiera y técnica no dará frutos si es que no va acompañada de un enfoque claro en la dinámica social. Es aquí donde la educación y la comunicación cumplen el papel fundamental. El programa de difusión contempla acciones de educación y comunicación que constituyen los elementos de interacción con las estrategias incluidas dentro de este capítulo.

Usualmente la falta de información, concientización y capacitación sobre el valor ecológico de los ecosistemas, los bienes y servicios ambientales que estos proporcionan y sus recursos naturales asociados, son causas de usos no apropiados que pueden determinar desde un mal manejo hasta un daño severo.

Para lo anterior y reconociendo que en el predio donde se pretende la implementación del proyecto, existen ecosistemas y recursos naturales asociados de especial valor ecológico, se propone la implementación de un Programa de Difusión Ambiental (PDA), orientado a incidir sobre todo el espectro de protagonistas del proyecto incluyendo directivos, ejecutivos y empleados del proyecto, empresas prestadoras de servicios, turistas y población de la región, cuyos componentes se presentan en la Figura VI.3.

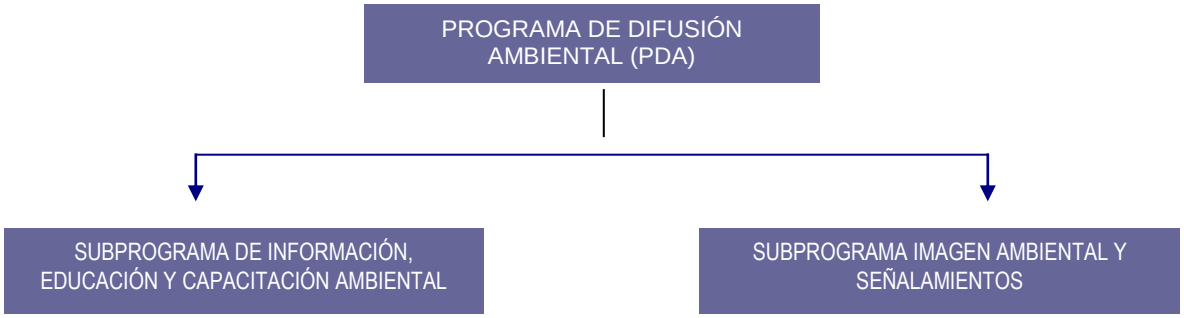


Figura VI.3. Componentes del Programa de Difusión Ambiental (PDA) del proyecto.

Esta necesidad de acciones concretas de difusión, información y concientización orientadas a la protección, preservación y buen uso de los ecosistemas del predio y de sus recursos naturales asociados se aplica con modalidades específicas, a las etapas de preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

VI.2.2.1. Subprograma de Información, Educación y Capacitación Ambiental

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Generar materiales de información audiovisual sobre el valor ecológico, social, económico y cultural, los ecosistemas y recursos naturales de la región y del predio del proyecto, así como difundirlos apropiadamente entre los diversos protagonistas del proyecto de acuerdo a la etapa de implementación que corresponda.

2. Generar materiales de información audiovisual sobre el manejo y uso sostenible de recursos, así como la prevención de problemas de contaminación ambiental, así como difundirlos apropiadamente entre empleados, usuarios y población local de acuerdo a la etapa de implementación que corresponda.

3. Generar materiales de información audiovisual sobre los avances del Programa de Supervisión Ambiental del proyecto y difundirlos apropiadamente entre los diversos protagonistas del proyecto de acuerdo a la etapa de implementación que corresponda.

4. Concientizar a constructores y operadores del proyecto, sobre el valor e importancia de preservar los ecosistemas y recursos naturales involucrados en el predio y la zona de influencia del proyecto, promoviendo la sensibilización y la reflexión sobre estos temas.

5. Capacitar a constructores y operadores del proyecto sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al caso.

6. Informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto PLP.

7. Promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del predio del proyecto.

8. Cumplir con uno de los preceptos del turismo socialmente responsable que es la comunicación y difusión ambiental de los usuarios y población de la región.

Las principales estrategias previstas para alcanzar las metas son las siguientes:

A. Diseño y distribución de material de información sobre ecosistemas y recursos naturales

Para ejemplificar el tipo de materiales a elaborar en el marco de este subprograma, en la Figura VI.4., se muestra el ejemplo de un tríptico elaborado para otro proyecto, donde se señala la importancia de separar los residuos que pueden ser generados para poder reutilizarlos o reciclarlos y así disminuir el volumen de residuos que se disponen en el basurero municipal. Otro de los temas que se abordan con materiales impresos en trípticos es el de la normatividad ambiental aplicable al Desarrollo.

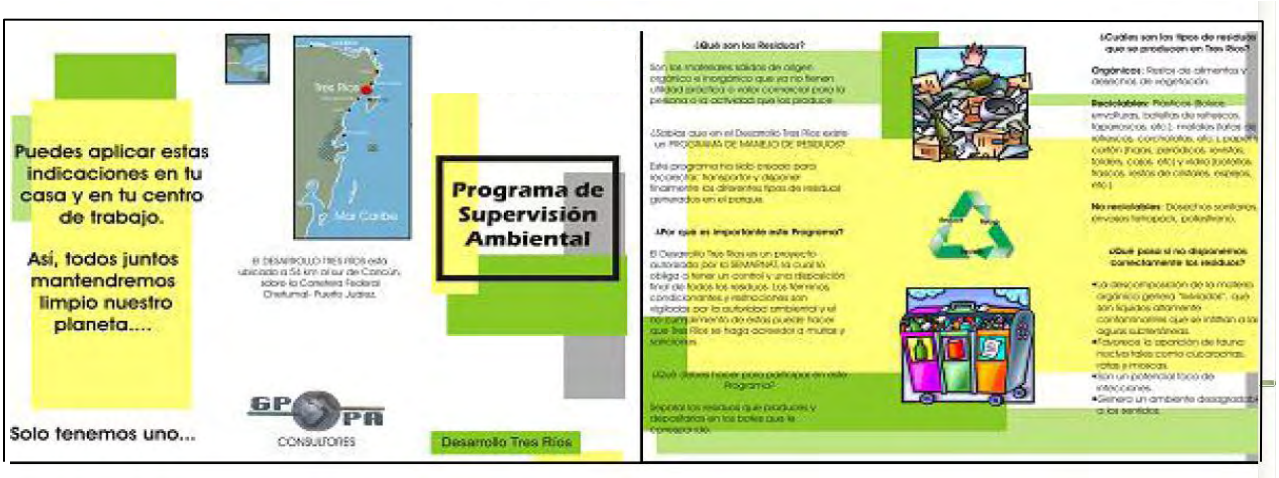


Figura VI.4. Ejemplo de tríptico elaborado para orientar el manejo, separación y reciclado de residuos.

B. Diseño e impartición de talleres y cursos de capacitación ambiental

Como ejemplo del contenido, objetivos y metas de este tipo de talleres en la Tabla VI.1, se presenta una relación de los temas que pueden ser abordados para la capacitación básica de los actores involucrados en la construcción y operación del proyecto.

Tabla VI.1. Ejemplos de talleres para capacitación ambiental a impartir a contratistas, mandos medios y en su caso a personal del obra del proyecto.

CONTENIDO	OBJETIVOS	METAS
LA FAUNA DEL PROYECTO • Importancia ambiental. • Normatividad que aplica en el predio. • Fauna protegida conforme la Normatividad Ambiental. • Manejo de fauna. • Serpientes venenosas y tratamiento de su mordedura. • Animales venenosos del predio. • Fauna feral nociva.	1. Informar y sobre el valor ecológico de la fauna y la normatividad que existe para propiciar su cuidado y conservación en el predio. 2. Proporcionar conocimiento al personal para que sepan protegerse de la fauna peligrosa y para que contribuyan con la conservación y apreciación de la fauna terrestre y acuática del predio.	a) Incrementar el número de reportes de avistamiento de fauna normal y/o con algún daño. b) Disminuir el número de animales atropellados y/o capturados
LA VEGETACIÓN DEL PROYECTO • Su función como reguladora de factores ambientales. • Tipos de vegetación del predio (matorral sarcocaule). • Vegetación con estatus en la Normatividad Ambiental. • Importancia ecológica del ecosistema de manglar del predio. • Variación espacial y temporal de la vegetación. • Uso de sistemas de Información geográfica para el control del desmonte de la vegetación.	1. Informar sobre la importancia de preservar vegetación que sirve como refugio biológico para la alimentación, protección, reproducción y anidación de la fauna silvestre asociada y migratoria que vive en el predio. 2. Generar concientización y conocimiento sobre la importancia de la conservación de los manglares como un ecosistema de gran importancia por la gran diversidad de servicios y bienes ambientales que proporciona al predio. 3.Lograr la toma de conciencia y el	a) Que los trabajadores puedan diferenciar los tipos de vegetación para fines prácticos de su conservación. b) Mantener en buen estado de conservación los diferentes tipos de vegetación del predio.

CONTENIDO	OBJETIVOS	METAS
	desarrollo de valores y actitudes que permitan contribuir a la solución de los problemas de la conservación de los conjuntos vegetales del predio.	

B. Indicadores de Cumplimiento del Subprograma

- Presentaciones visuales y/o audiovisuales elaboradas y relación de su exposición ante protagonistas del proyecto.

- Relación y copia de trípticos elaborados para ecosistemas, obligaciones y buenas prácticas ambientales, en el marco del proyecto.

- Relación de talleres y/o cursos impartidos en el marco del proyecto y de los asistentes.

VI.2.2.2. Subprograma de Imagen Ambiental y Señalamientos.

La meta principal que contempla la implementación de este Subprograma es definir y generar un sistema integral de señalamientos y carteles ambientales para el proyecto con énfasis en las áreas de conservación e infraestructura turística orientado a fines de protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de ecosistemas, vegetación y fauna.

La principal estrategia prevista para alcanzar la meta referida es:

A. Diseño y colocación de señalamientos y carteles ambientales

Para ejemplificar el tipo de materiales a elaborar en el marco de este subprograma, en la Figura VI.5. se muestran señalamientos con enfoque prohibitivo o preventivo para caminos de obra y/o vialidades definitivas y en la Figura VI.6. carteles ambientales que orienten la aplicación de medidas preventivas y el mejor manejo de los ecosistemas y recursos a colocar en frentes de trabajo, áreas de almacenes y vialidades principales. Ambas figuras representan elementos aplicables como modelos a seguir en el caso del proyecto.



Figura VI.5. Tipos de señalamientos ambientales con fines prohibitivos y preventivos para caminos de obra y vialidades, aplicables como modelos a seguir en el caso del proyecto.



Figura VI.6. Tipos de carteles ambientales a colocar en frentes de trabajo, áreas de almacenes y vialidades, aplicables como modelos a seguir en el caso del proyecto.

B. Indicadores de Cumplimiento del Subprograma

- Diseños finales de la señalización determinada para protección, prevención, restricción, manejo y/o uso sustentable de ecosistemas, vegetación y fauna en el marco del proyecto.

- Relación de señalizaciones colocadas y fotos de ejemplificación.

VI.2.3. Programa de Manejo Integral de la Vegetación (PMV)

En el caso de ser autorizada la implementación del proyecto la preparación del terreno y construcción implicará necesariamente la afectación parcial de la cobertura vegetal original, lo cual modificará la distribución actual así como su remplazo y sustitución por obras en las áreas de despalme.

En este marco, las guías principales establecidas por los científicos especialistas participantes en esta MIA-R para la protección, conservación, reforestación de la vegetación original y para el ajardinado del proyecto, fueron las siguientes:

1. Que exista dentro del predio una zona de protección, en estas zonas se respetará en su totalidad a la vegetación original que conjuntamente con las zonas de conservación y mejoramiento de la vegetación nativa, así como las zonas a reforestar permitan el mantenimiento de la representación, funcionalidad y conectividad básica de los hábitats que actualmente existen y su diversidad de especies, incluyendo áreas con los tipos de vegetación identificados y descritos en la presente MIA-R y asimismo los tipos de zonas del gradiente ambiental de la barra arenosa.

2. Que en las zonas de reforestación se utilicen exclusivamente especies nativas de la zona y propias de la región (entendidas como aquellas que por sus características y adaptaciones han sido de utilidad tradicional en el estilo de vida peninsular), buscando el realce de la belleza del ambiente vegetal natural desértico regional.

3. Restringir el uso de especies exóticas para aprovechar las plantas nativas o plantas propias de la región peninsular, esto ocurrirá en gran parte del proyecto ya que las áreas de protección, conservación y mejoramiento de la vegetación mantendrán su cubierta vegetal natural, por lo que no será necesario introducir individuos de otras especies.

4. Que la selección de especies tanto para las áreas de reforestación del proyecto, se fundamente principalmente en el listado florístico que se presenta en esta MIA-R y en los estudios previos realizados para el proyecto.

5. Incorporar de manera coherente y ordenada todos los esfuerzos de protección, reforestación, conservación de la vegetación original, así como de manejo de áreas verdes del proyecto en el marco metodológico de un programa de manejo integral.

Es en este marco de referencia se propone la implementación de un Programa de Manejo Integral de la Vegetación (PMV) del proyecto, con el objetivo primordial de orientar y coordinar de manera integrada todas las acciones relacionadas directa o indirectamente con la vegetación del predio previstas para su protección, conservación, rescate y reforestación. Su alcance comprende las etapas de preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento.

Los fines principales son: a) atenuar los impactos por la pérdida de vegetación y asegurar el buen estado de las áreas de protección; b) el adecuado mantenimiento de las áreas de conservación; c) la correcta restauración y reforestación que resulten necesarias; d) la correcta conservación y mejoramiento de las áreas vegetación natural. La estructura del PMV se presenta en la Figura VI.7.

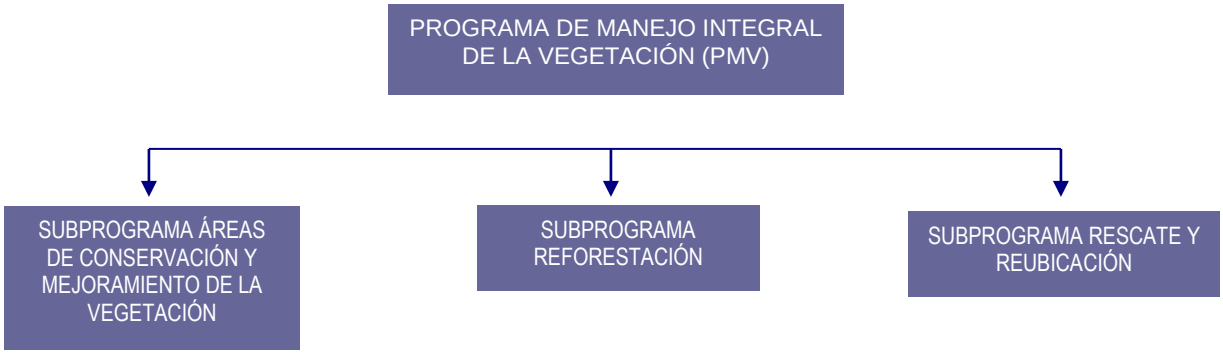


Figura VI.7. Componentes del Programa Manejo integral de la Vegetación del proyecto.

VI.2.3.1 Subprograma de Manejo Áreas de Conservación y Mejoramiento de la Vegetación.

Como parte del diseño del proyecto se contempla la conservación y mejoramiento de áreas con vegetación natural, estas áreas son las que se encuentran en las diferentes obras del proyecto y que funcionarán como áreas verdes, cabe mencionar que estas no se verán modificadas en ningún momento del proyecto y que únicamente se llevará a cabo su mejoramiento y mantenimiento a lo largo del desarrollo del proyecto.

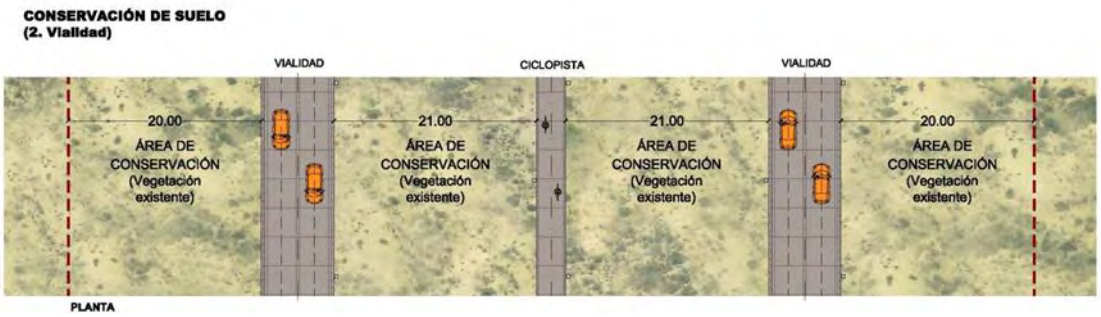


Figura VI.8. Ejemplo de las áreas de conservación y mejoramiento de vegetación natural, presentes en el predio.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Proteger estrictamente las superficies de vegetación natural presentes en el predio, para que no sean modificadas así como mantenerlas adecuadamente, integrarlas correctamente al diseño del proyecto y mejorarlas en la medida de lo posible para que sirvan como refugios biológicos de alimentación, protección, reproducción y anidación de la fauna silvestre asociada.

2. Preservar las superficies de vegetación costera presentes en el predio como corredores y parches biológicos, mantenerlas adecuadamente, integrarlas correctamente al diseño del proyecto y mejorarlas en la medida de lo posible para que sirvan como refugios y áreas para la alimentación, protección, reproducción y anidación de la fauna silvestre asociada.

3. Contar con fuentes de germoplasma para apoyar la continuidad en el tiempo y en el espacio de las diversas especies de plantas existentes en el predio y la región de Los Cabos especialmente aquellas que se encuentran amenazadas o con algún estatus de protección.

4. Promover la conservación de los bienes y servicios que ofrece la vegetación y hábitats del predio, como parte integral del diseño del proyecto en la búsqueda de un beneficio ecológico para el ambiente y económico para los propietarios.

5. Proponer áreas seleccionadas de protección o conservación del predio como Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA's) y

6. Erradicar y controlar la presencia de especies exóticas nocivas para la flora nativa.

Las estrategias previstas para alcanzar las metas referidas son las siguientes:

A. Delimitación georeferenciada de las áreas de protección y conservación.

La estrategia base de seguimiento de las delimitaciones se fundamenta en el uso de las siguientes herramientas metodológicas principales: a) Cuantificación y valoración de los tipos de vegetación del SAR en lo general y del predio en lo particular por especialistas locales que determinaron los tipos de vegetación en los estudios especializados de esta MIA-R.

Con base en la opinión de los especialistas y expertos participantes en esta MIA-R se determinaron como zonas de protección inicial la zona terrestre colindante con la ANP Cabo Pulmo. Dichas zonas seleccionadas serán reforzadas gradualmente mediante la incorporación de los porcentajes de reforestación específicos manifestados para cada lote del proyecto con especies nativas y propias de la región peninsular.

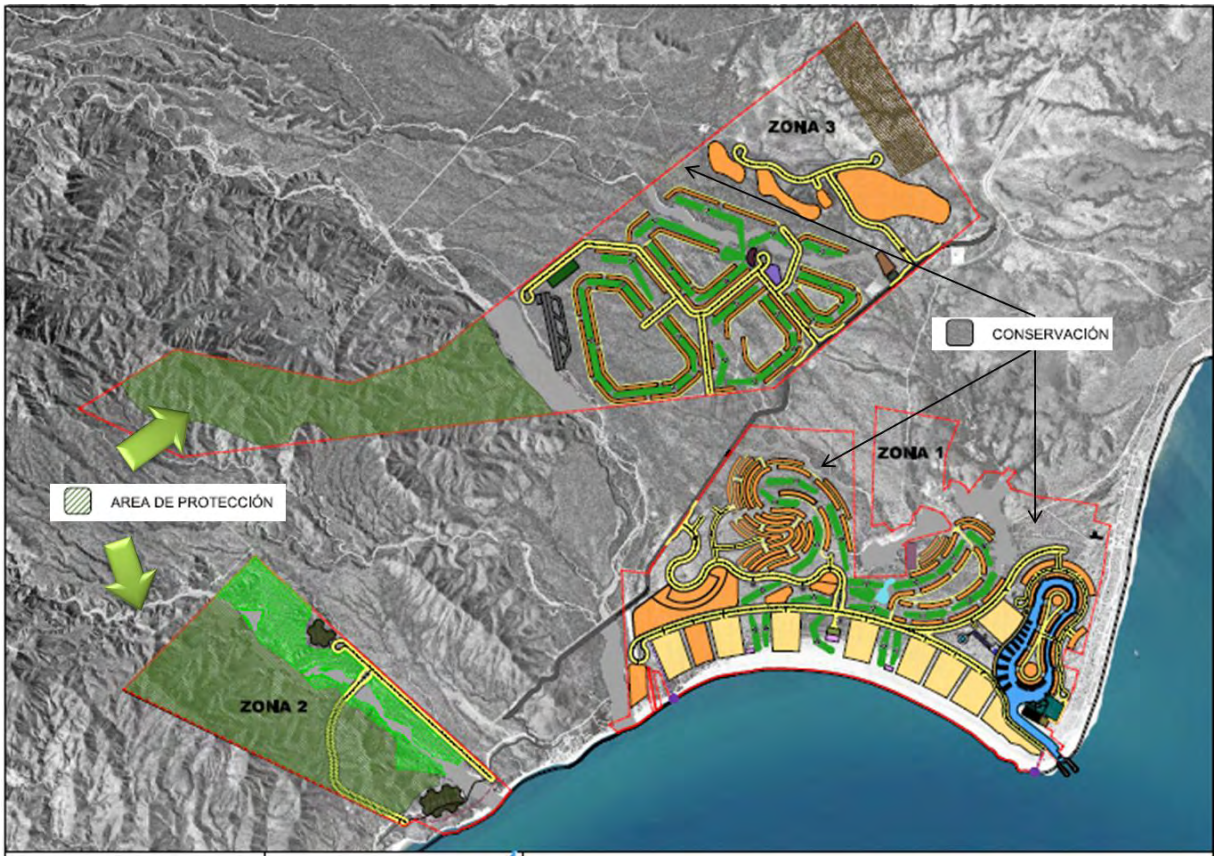


Figura VI.9. Zona de conservación dentro del Plan Maestro del proyecto.

Como se puede apreciar, el porcentaje total de conservación en sus cuatro tipos representa en 76% del terreno y la superficie de conservación que es libre de cualquier

uso y/o actividad representa el 49% ya que es la suma de la superficie de conservación de suelo y de vegetación costera.

Para verificar que esto se cumpla, se vigilará: a) Que los polígonos de protección se conserven al 100%; b) El estado de las áreas de conservación y mejoramiento de vegetación; c) Que las obras y actividades respeten estrictamente dichas zonas; d) Que los procesos de reforestación correspondiente sumen las áreas de conservación comprometidas para cada lote de la infraestructura autorizada; y e) Que al final de la implementación del proyecto quede el porcentaje del total del predio previsto como áreas de protección, conservación y mejoramiento.

B. Delimitación física de las áreas de protección y conservación

Con base en el uso de herramientas metodológicas para la determinación cartográfica geo-referenciada se delimitó espacialmente en campo las zonas de protección y conservación diferenciándolas de las áreas de aprovechamiento del proyecto (áreas de desmonte) se propone que se delimite físicamente la zona de protección con el fin de que quede protegida del posible efecto de los procesos de preparación del terreno y construcción. Esta labor se complementará mediante la señalización e identificación requerida como parte del Programa de Difusión y Educación Ambiental.

C. Mejora de las zonas de conservación y adecuada asociación del proyecto

En caso de ser necesario se implementarán acciones de mejora de las zonas de conservación tales como limpieza o riego. Asimismo se implementarán las acciones indispensables para lograr una relación armónica de los componentes y las actividades autorizadas al desarrollo del proyecto con la vegetación natural en términos funcionales y estéticos, para lo cual se tendrá como base estricta la experiencia y recomendaciones de especialistas.

D. Erradicación de especies nocivas

En el caso de que los especialistas durante sus monitoreos de vegetación identifiquen la necesidad de erradicar alguna especie por ser nociva para la vegetación nativa se implementará con su orientación las acciones de extracción y control necesarias. Lo cual en caso de considerarse pertinente podrá ser motivo de un esquema de coordinación conjunta con los propietarios de predios vecinos.

E. Indicadores de cumplimiento del subprograma

- Porcentaje de la superficie total del predio con cobertura vegetal original preservada. Umbral de inadmisibilidad: un porcentaje menor al establecido por el resolutivo ambiental y la autorización de cambio de uso de suelo forestal correspondientes.

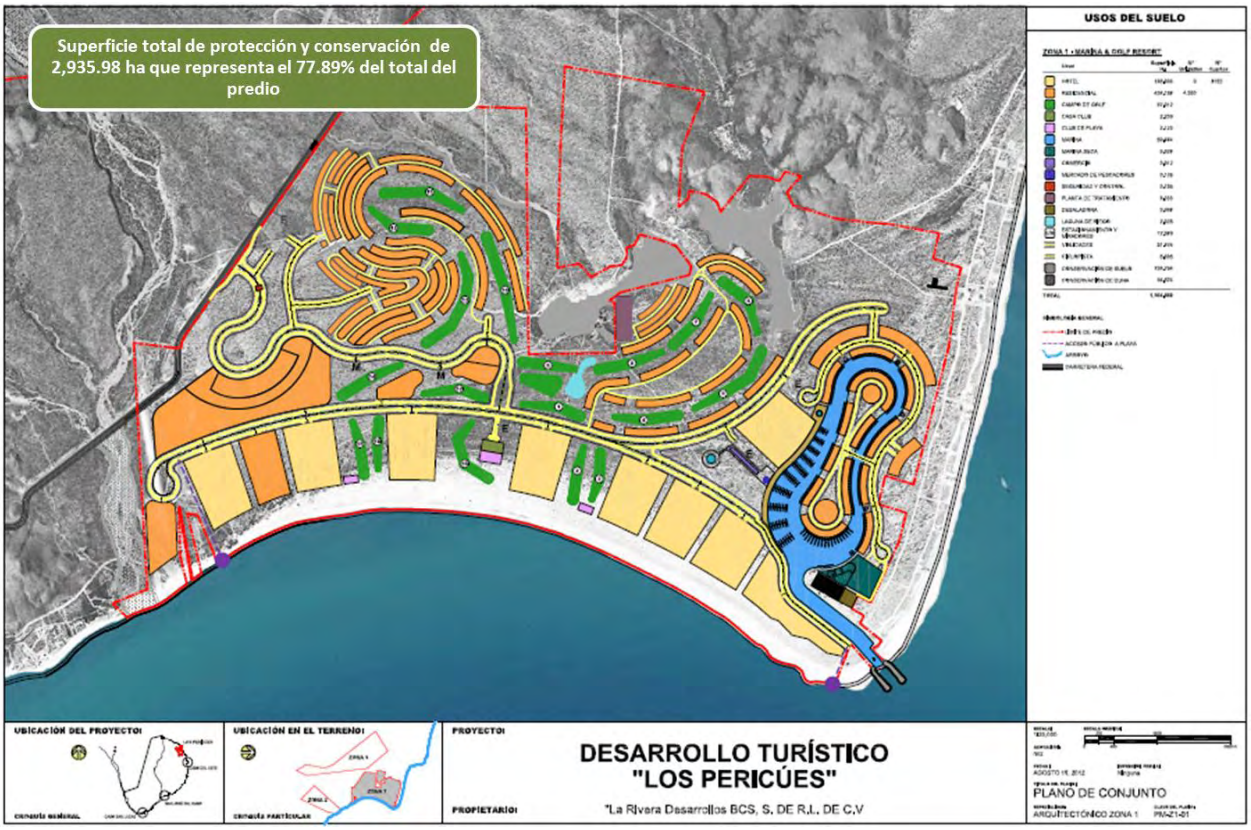


Figura VI.10. Porcentaje de conservación y protección del predio del proyecto.

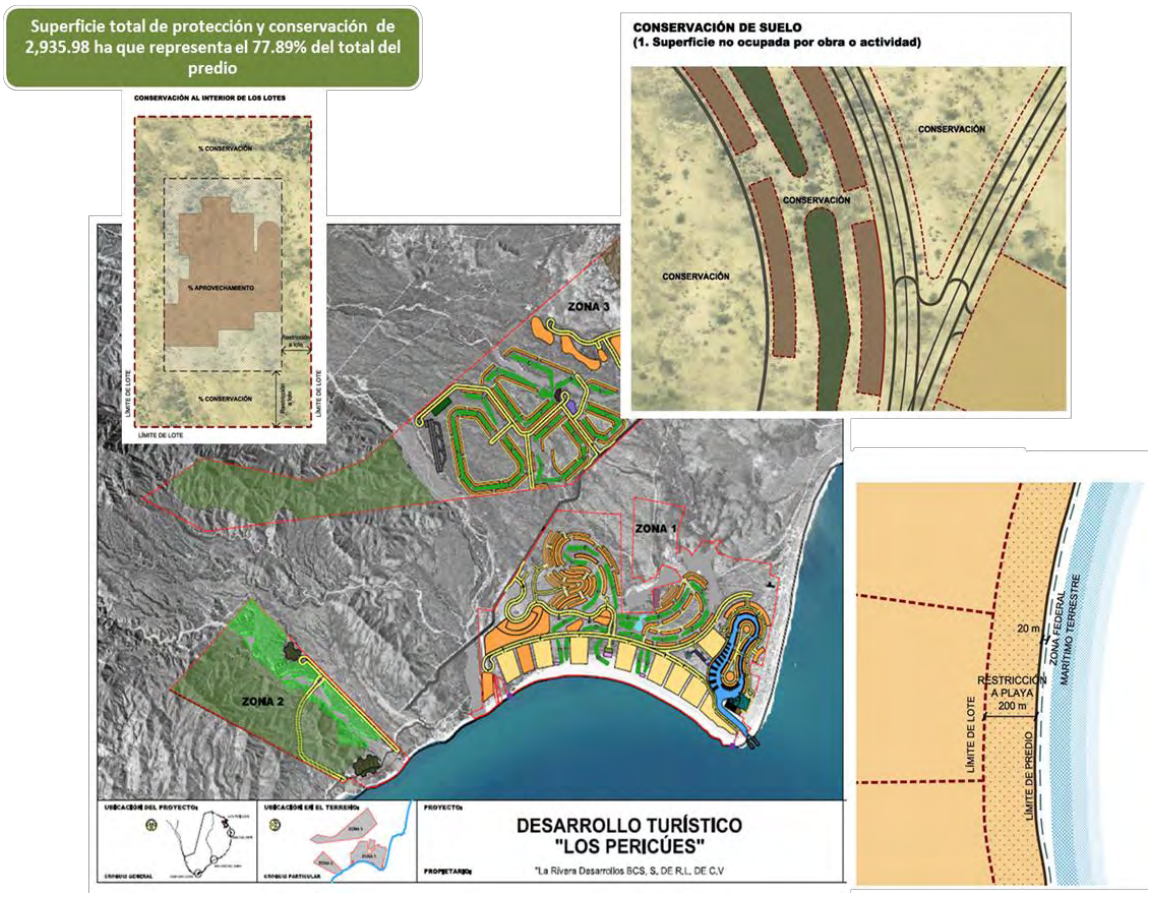


Figura VI.11. Áreas de conservación y protección del predio del proyecto.

- Planimetría sistemática de los polígonos de vegetación su destino y estado de conservación.

- Superficie total acumulada de áreas de vegetación natural sujetas al procedimiento de protección, conservación, mejoramiento y finalmente reforestación.

- Total acumulado de ejemplares de especies nocivas erradicadas del predio (en caso de que esto aplique).

VI.2.3.2 Subprograma de Rescate y Reubicación

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

- Rescatar oportunamente antes de los procesos constructivos, ejemplares de especies nativas, endémicas y propias de la región con posibilidad de ser trasplantados.

- Rescatar, proteger y reubicar especies vegetales que se encuentran amenazadas o con algún estatus de protección.

- Incrementar el conocimiento y la importancia que se le debe otorgar a la vegetación y los ecosistemas locales y regionales.

Las estrategias previstas para alcanzar las metas referidas son las siguientes:

A. Planificación y gradualidad del proceso de desmonte y despalme

Mediante la supervisión necesaria se vigilará que el proceso de desmonte y despalme se realice exclusivamente en las superficies autorizadas y en forma gradual, selectiva y programada para permitir el rescate de vegetación.

En cada zona autorizada para desmonte se tendrá que hacer una planeación estratégica en campo del proceso a ejecutar tomando en cuenta de manera secuencial los siguientes aspectos: inspección, definición de conservación posible, marcado de ejemplares, delimitación mediante trazo topográfico, rescate de ejemplares de vegetación susceptibles de ser rescatados, todo ello previamente al desmonte y despalme.

B. Aplicación de un Programa de Rescate

El programa de rescate de flora se deberá llevar a cabo simultáneamente a las actividades de desmonte. Las brigadas de rescate de flora deberán trabajar junto con el equipo de trabajo de construcción.

a) Especies que considera el programa

De manera enunciativa más no limitativa, en la Tabla VI.2 se proponen algunas especies que podrían ser susceptibles a la reubicación determinadas por los especialistas. Del total de individuos encontrados en la superficie del proyecto, se considera posible rescatar entre el 20 y 40% de ejemplares.

Tabla VI.2. Especies principales presentes en el predio del proyecto, recomendadas para la reubicación, dada su susceptibilidad.

Especie	Endemismo a BCS	Posibilidad de trasplante
Cyrtocarpa edulis	Endémico	Alta
Bursera epinnata		Alta
Bursera filicifolia	Endémico	Alta
Cylindropuntia alcahes		Alta

Especie	Endemismo a BCS	Posibilidad de trasplante
Cylindropuntia cholla		Alta
Lophocereus schotii		Alta
Stenocereus gummosus		Alta
Stenocereus turberi		Alta
Jatropha cinerea		Alta
Fouquieria diguetii		Alta

b) Numero de individuos a rescatar

Con base a la densidad encontrada en el muestreo del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para cambio el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se realizará la estimación del número de individuos a rescatar de cada especie.

c) Sitios de trasplante

Los sitios de reubicación se elegirán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Sitios indicados en los oficios resolutivos de esta MIA-R y del ETJ correspondiente.
- Superficies autorizadas de desmonte durante el desarrollo del proyecto.
- Zonas con mayor propensión a la desestabilización.

d) Técnicas de rescate

Para el rescate de flora se usarán tres técnicas; extracción completa con raíz desnuda, extracción con cepellón y reproducción vegetativa y por semillas.

- Extracción completa con raíz desnuda

Mediante este método se extraerá al ejemplar completo, evitando causar daño a las plantas. Este método se utilizará en ejemplares de tallas menores o hasta un máximo de 2.5 m de altura (dependiendo de su longevidad y grado de ramificación) y para especies que resisten la exposición a la intemperie de sus raíces desnudas. Entre las especies que resisten este método se encuentran las especies de la familias Cactaceae, Burseraceae y Fouquieriaceae, además de algunas Euforbiáceas y la anacardiácea *Cyrtocarpa edulis* (ciruelo).

Este tipo de extracción se realizará también en ejemplares de tallas mayores, por lo que para facilitar el manejo de los ejemplares de porte robusto se podrá aplicar una poda de baja intensidad, a efecto de eliminar follaje, ramas o brazos.

- Extracción con cepellón

Este método de rescate considera la salvaguarda de las estructuras principales de las plantas, tanto aéreas (ramas y brazos) como subterráneas (raíces), y la poda de estructuras secundarias que permitan su manejo. La extracción de los individuos se realiza con la parte del suelo (o tierra) que rodea las raíces del ejemplar (cepellón). Esta práctica se utilizará en ejemplares adultos de Ciruelo, Torote, etc.

- Reproducción vegetativa

Esta técnica realizada a partir de estructuras vegetativas (brazos o postes) o bien de semillas, representa un método de rescate que se recomienda cuando las características biológicas de la especie lo permiten y en el caso de que la sobrevivencia de las plantas rescatadas por otros métodos sea baja.

La práctica con estructuras vegetativas, será utilizada con el material que resulte de las podas necesarias realizadas a ejemplares rescatados por otros métodos, con el fin de tener individuos en vivero en reserva para el caso de que los ejemplares trasplantados presenten mortalidad significativa. Las especies que se pueden reproducir por postes o brazos son el palo adán, ciruelo y pitahaya agria, entre otras.

e) Proceso general de rescate

- Elección de experto técnico en el manejo de la especie.
- Exploración del área y marcado de segmentos de manejo.
- Identificación, elección y marcado de individuos.
- Selección y acondicionamiento de sitios de trasplante
- Extracción o producción de las plantas
- Acarreo y/o traslado
- Trasplante
- Riego pos-trasplante
- Cuidados post-sembrado y monitoreo de sobrevivencia

f) Secuencia de actividades para el rescate de la vegetación.

- Contratación de técnico especializado
- Delimitación de área de desmonte
- Identificación, selección y marcaje de plantas a rescatarse
- Selección y preparación del sitio de reubicación temporal o permanente
- Remoción de la vegetación factible de ser trasplantada
- Traslado de plantas a un sitio provisional para cicatrización

- Trasplante y plantado
- Monitoreo del trasplante

G. Indicadores de cumplimiento del subprograma

- Total acumulado de número de plantas de especies nativas y propias de las regiones rescatadas.

- Total acumulado del número de especies nativas y propias de la región, inventariadas en el vivero del proyecto.

- Total acumulado del número de plantas de especies nativas de la región, inventariadas en el vivero del proyecto.

- Dominio en las técnicas de rescate y reubicación, así como de producción y siembra de especies vegetales que se encuentran bajo algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Los avances que se registren en estos indicadores representarán además mayor conocimiento técnico y científico para la protección y producción de germoplasma de especies nativas.

VI.2.3.3 Subprograma de Reforestación

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Diseñar e implementar a través de las etapas de preparación de terreno, construcción y operación del proyecto, una campaña general de reforestación sobre bases las técnicas y científicas así como la experiencia disponible para la región, aplicables a las zonas destinadas a estos fines en el predio del proyecto.

2. Aprovechar para la reforestación los ejemplares arbóreos de la vegetación original susceptibles de ser trasplantados mediante su rescate previo al desmonte.

3. Reforestar zonas de conservación y mejoramiento vegetal natural con especies nativas o propias de la región peninsular en el vivero del proyecto.

La estrategia prevista para alcanzar las metas referidos son las siguientes:
- Identificación y delimitación en campo de áreas que requieran ser reforestadas.
- Determinación de las especies a utilizar con base en la opinión del especialista.
- Preparación del terreno a reforestar.
- Trasplante y siembra de los ejemplares seleccionados.

- Limpieza, mantenimiento, riego y mejora del área reforestada.
- Refuerzo de la reforestación.

A. Indicadores de cumplimiento del subprograma

- Total acumulado de la superficie de áreas reforestadas.
- Mejora constante de los procedimientos de reforestación y creación de áreas de conservación y mejora con vegetación de matorral sarcocaule.
- Incremento de la densidad de los elementos de la cobertura vegetal original.

Los avances que se registren en estos indicadores representarán además mayor conocimiento técnico y científico para la protección, conservación y creación de zonas con vegetación de la región.

VI.2.3.4 Monitoreo Ambiental de la Vegetación

Para comprobar la consolidación gradual de los tres subprogramas del PMV-PLP descritos anteriormente y el desempeño ambiental relacionado con la protección, conservación y mejoramiento, rescate y reforestación; se proponen acciones de monitoreo de la vegetación del predio del proyecto, cuya ejecución quede a cargo de los especialistas que realizaron la caracterización correspondiente de esta MIA-R, misma que conformará la línea base respectiva. Dichas acciones se implementarán antes del inicio de obras del proyecto y tendrá continuidad durante el proceso de construcción y en la fase de operación. Su ejecución permitirá evaluar de manera sistemática la estructura y calidad ambiental de los tipos de vegetación del predio, así como la efectividad de las medidas de control y mitigación propuestas.

La finalidad del monitoreo es asegurar el mantenimiento y buen estado de conjuntos importantes de vegetación y que estos se incorporen de manera integral al desarrollo turístico. Con este enfoque los objetivos principales son:

- Vigilar la salud y calidad ambiental de los ecosistemas de vegetación costera y matorral sarcocaule, particularmente las áreas que serán incorporadas como zonas de conservación y reforestación;

- Identificar medidas preventivas, correctivas o de minimización de impactos ambientales imprevisibles;

- Evaluar cuantitativamente los efectos ambientales del proyecto en los diferentes tipos de vegetación y la efectividad de las medidas propuestas para su mitigación;

- Establecer indicadores de éxito y calidad de las acciones autorizadas identificando causas naturales e inducidas. Generar información técnico-científica que soporte la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos.

A. Métodos y Parámetros de monitoreo

- Medición de las especies arbóreas con diámetros igual o mayores a los 10 cm en DAP, con la ayuda de una cinta métrica de metal o de tela, evitando el uso de cintas de plástico, las cuales se estiran y no dan las medidas reales de las especies.
- Identificación de las especies que se incluyen en el muestreo.
- Medición de la altura de las especies, por medio del uso distanciómetro láser con medición de nivel y ángulo para determinación de altura instantánea.
- Determinación de distancia y rumbo de la ubicación de cada especie, por medio de brújula y distanciómetro láser.
- Medición de la distancia de cada especie con respecto al centro de la parcela, con distanciómetro láser.
- Anotación de todos los datos anteriores en formatos realizados *ex profeso*, con un contenido similar al que se presenta en la Tabla VI.3.

Tabla VI.3. Formato guía de registro para el monitoreo ambiental de la vegetación del proyecto.

Proyecto				Lote		
Sitio de muestreo:			Tipo Vegetación		Fecha:	
Datos de arbolado con DAP* > 10cm						
No. Identificador	Especie	DAP*	DIST	Rumbo	Coordenadas	Observaciones
Posición estructura	1 = dominante, 2 = Co-dominante, 3= suprimido					
Sanidad	0= Sano, 1= dañado, 3=Otros (parasitarias)					
Forma	0= Recto, 1= Inclinado, 2= Curveado					

* DAP: Diámetro a la altura del pecho.

F. Análisis de datos e integración en reporte

El análisis de los datos incluirá como se menciono el uso de índices de diversidad, abundancia y análisis estadísticos que permitan verificar la efectividad de los indicadores.

Establecer relaciones entre los posibles factores que podrían estar afectando a las especies, sus hábitats y sus patrones de distribución.

- Cálculo de los parámetros ecológicos pertinentes (Abundancia, Densidad, Cobertura, Valor de importancia ecológica, entre otros), con base en los registros obtenidos.

- Aplicación de índices de similitud entre comunidades y entre estratos, también se considera el cálculo de índices de diversidad que contribuyen al mejor entendimiento de la estructura del ecosistema en su conjunto.

Con lo anterior las medidas de éxito serán evaluadas con los resultados obtenidos y en consecuencia podrán representarse en mapas de distribución de los sitios muestreados con la información de línea base correspondiente al mapa de vegetación de la zona del proyecto. Todo lo anterior permitirá la determinación las medidas de acción a tomar, así como medidas de mitigación ante la presencia de impactos sobre las áreas monitoreadas.

Vivero.

Como parte del diseño del proyecto se propone la creación de un vivero con una superficie de 4.50 has, donde se ubiquen temporalmente individuos rescatados para ser replantados, así como para cumplir con los requerimientos de climatización de plantas nuevas, requeridas por las disposiciones ambientales como medida de mitigación de los efectos ocasionados por el desarrollo del proyecto. Por otro lado, para el mantenimiento de las áreas verdes, se hace indispensable la creación de un vivero para proveer de los servicios adecuados de jardinería al desarrollo, que prevé exclusivamente el uso de especies nativas de la región.

Un vivero es, básicamente, un conjunto de instalaciones agronómicas para propagar y cultivar diferentes tipos de plantas.

Actividades y objetivos del vivero

Las principales actividades centradas en objetivos que se realizarán en el vivero son:

1. Estandarización de técnicas de propagación para los diferentes grupos vegetales.
2. Mantenimiento de la diversidad de germoplasma regional mediante recuperación y cuidado de flora nativa en áreas de resguardo temporal.
3. Aclimatación de plantas introducidas para su trasplante definitivo en campo.
4. Producción y mejoramiento de sustrato para su uso en jardinería.

Para que el vivero sea exitoso se perseguirá un aumento en tres componentes:

1) Diversidad de germoplasma.
2) Calidad y Cantidad de plantas o productos generados.

3) Técnicas de propagación estandarizadas y prácticas.

El vivero puede partir de un banco de germoplasma (tanto de estructuras vegetativas como sexuales) haciendo uso de material de primera mano como el resultante de programas de rescate de flora. Una de las vías para incrementar la diversidad vegetal es mediante la introducción de especies ornamentales comerciales (no invasivas), intercambios con jardines botánicos y colecta de germoplasma del medio silvestre, previa aprobación de la autoridad ambiental.

Resultados esperados del vivero

- Contar con fuentes de germoplasma que permitan garantizar la continuidad en el tiempo y en el espacio de las diversas especies de plantas existentes en el área del proyecto.

- Rescatar, proteger y producir un banco de germoplasma de especies vegetales endémicas o que se encuentran bajo algún estatus de protección conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010, para su uso en reforestación y creación de zonas de conservación de flora nativa.

- Seleccionar, rescatar, producir y propagar material vegetativo de especies nativas propias de la región para la reforestación de las áreas de conservación del predio del proyecto, así como para el ajardinado y ornamentación de vialidades y áreas verdes del proyecto.

- Reducir costos y requerimientos de riego y uso de agroquímicos para la creación y el mantenimiento de áreas verdes del proyecto, a través de la utilización de especies nativas y propias de la región, producidas en el vivero.

- Definir y coordinar acciones de vinculación con los jardines botánicos de la región para el intercambio de materiales, germoplasma, experiencias, literatura y actualización, así como para la realización de actividades de difusión y educación ambiental en la región y el estado.

- Ofrecer al turista como fuente de valor y atractivo, el disfrute de los ecosistemas y elementos biofísicos existentes en el predio, a través de la apreciación del vivero.

- Aumentar el conocimiento y el valor otorgados a la vegetación y los ecosistemas locales.

A continuación se presenta la ubicación del vivero dentro del predio del proyecto.

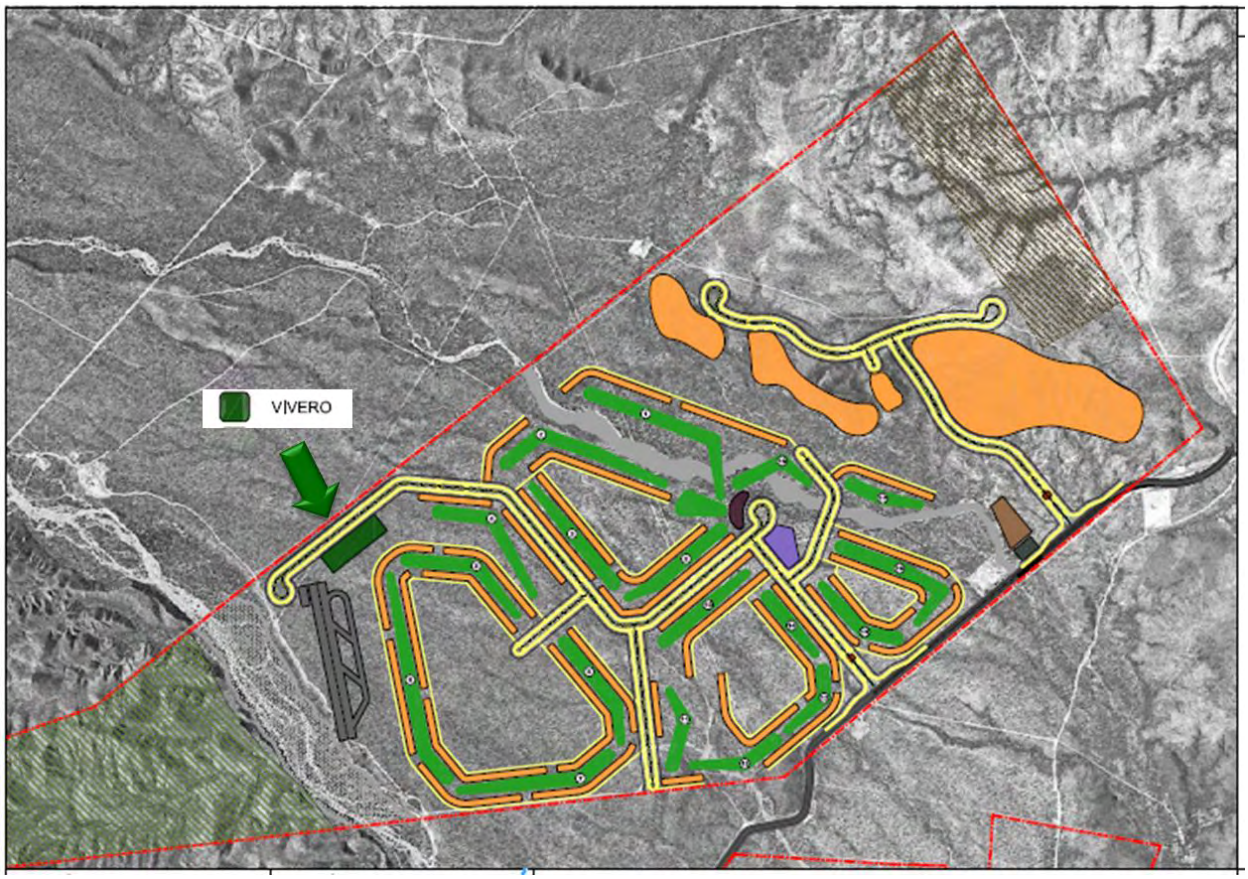


Figura VI.12. Ubicación del vivero dentro del predio del proyecto.

VI.2.4. Programa de Rescate y Manejo de Fauna.

Las respuestas de la fauna a las perturbaciones en el medio ambiente dependerán de las características intrínsecas de la especie (tipo de desplazamiento, conducta, estado físico) y del tipo e intensidad de la alteración en el ambiente. Para las especies altamente móviles como aves y mamíferos de tamaño mediano la respuesta es el desplazarse a sitios con mejores condiciones; sin embargo, su traslado también depende de la rapidez con que se producen los cambios en el ambiente.

En el caso de especies de lento desplazamiento las opciones no son muchas debido a su incapacidad de cambiar rápidamente de hábitat, por lo cual son especies más vulnerables a los cambios en el ambiente. En este contexto se decidió diseñar el **Programa de Rescate y Manejo de Fauna** del Predio en el cual se toman en consideración todos estos aspectos con la finalidad de tener el menor impacto negativo posible en la fauna del predio por la implementación del proyecto.

Este programa estará enfocado a 1) rescatar a las especies nativas, con énfasis en las consideradas como vulnerables o que se encuentren en alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** que se presenten en el sitio de las obras del proyecto y que por sus propios medios no sean capaces de trasladarse hacia un hábitat más viable; 2) Mantener a la fauna en las mejores condiciones hasta su reincorporación al medio silvestre; 3) Trasladar a la fauna en el menor tiempo posible; 4) Brindar a la fauna un hábitat viable para que puedan desarrollar sus actividades básicas.

Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

1. Proteger la fauna relevante del predio, manteniendo adecuadamente zonas de conservación, que permitan establecerse como refugios biológicos de alimentación, protección, reproducción y anidación de dicha fauna presente en el predio.

2. Implementar un plan de rescate y manejo de fauna silvestre, que permita prevenir o mitigar cualquier impacto ambiental adverso de la fauna silvestre presente en el predio.

3. Implementar estrategias de manejo y monitoreo que propicien la conservación de la fauna dentro del predio.

4. Establecer cuando así corresponda la coordinación necesaria con programas de manejo de fauna a nivel federal, estatal o por especie con la SEMARNAT, así como con los centros de investigación y expertos en el estado para asistencia técnica, investigación e intercambio de información y conocimientos sobre el manejo de fauna de la región.

5. Propiciar el hábitat para la fauna presente en el predio.

Estrategias del Programa

Las estrategias previstas para alcanzar las metas referidas son las siguientes:

A. Garantizar las acciones de rescate en todas las etapas.

El rescate de fauna no será una acción exclusiva de las etapas de preparación del terreno y construcción, ya que será posible realizarla durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, en caso de ser necesario.

No obstante, es especialmente crítica su importancia en las dos primeras etapas, por lo cual, antes del inicio de la etapa de preparación del terreno y simultáneamente a la campaña de rescate de vegetación, en cada sitio autorizado para desmontar se deberá

implementar la campaña de rescate de fauna con especial énfasis en especies de poca movilidad como pequeños mamíferos que usan cuevas o cavidades y nidos de aves que puedan ser reubicados.

Cada ejemplar rescatado, será identificado y registrado en una bitácora, para posteriormente ser trasladado hacia áreas de conservación o a las zonas designadas por los especialistas.

De acuerdo con lo anterior para la ejecución del rescate de fauna se necesita:

- Un equipo interdisciplinario, que incluya como mínimo a biólogos y veterinarios, con experiencia en rescate y manejo de fauna en vida libre y cautiverio.

- Ubicar las áreas dentro del predio (a conservar) más adecuadas para liberar a la fauna.

Para llevar a cabo la aplicación de las acciones que permitan proteger a las especies de fauna silvestre que habitan el predio se deberán seguir las siguientes acciones:

- Capacitación del personal. La capacitación se le brindará a todos aquellos trabajadores que colaboren en las actividades de rescate, ahuyentamiento y liberación de organismos, debido a que estos serán los encargados de manipular a los organismos que se rescaten y liberen, cabe señalar que la capacitación consistirá básicamente en proporcionarles las técnicas adecuadas para el manejo de cada uno de los grupos de vertebrados que se ahuyentarán, rescatarán y liberarán, dicha capacitación será llevada a cabo por un especialista en el manejo de fauna silvestre, el cual instruirá al personal en el uso del equipo para la manipulación de los organismos, como es el empleo del gancho herpetológico, la colocación de trampas Tomahawk, Sherman, pit fall, dry-frence, etc., de igual forma, proporcionará las características distintivas de las especies a rescatar, con el objeto de que el personal pueda reconocer fácilmente las especies de fauna que se rescatarán así como aquellas que puedan constituir un riesgo para los trabajadores (especies venenosas), con el objeto de que muestren el mayor cuidado al llevar a cabo la manipulación de los organismos.



Figura VI.13. Ejemplo de capacitación del personal involucrado en las acciones de rescate de fauna.

- Determinación de las especies a rescatar. Los criterios de elegibilidad estarán establecidos por las especies a proteger conforme a la opinión de los especialistas participantes, especies vulnerables, con ámbito hogareño pequeño y de distancias de dispersión cortas (baja movilidad) y especies de hábitats críticos y/o zonas de reproducción.



Figura VI.14. Ejemplo de brigadas de determinación de las especies a rescatar de acuerdo a los criterios establecidos.

- Implementación de técnicas de ahuyentamiento. Es de esperarse que dada la libre movilidad de la fauna, especialmente aves, reptiles y mamíferos, y su sensibilidad a la perturbación (tránsito de personas y maquinaria, ruido), éstos abandonen por sí mismos la zona a desmontar ocupando los hábitats disponibles en otras zonas. En el caso de pequeños mamíferos de ámbito hogareño reducido cuyo micro hábitat se verá directamente modificado, se espera que al incrementarse la

perturbación una parte de sus poblaciones de manera natural, abandonen sus madrigueras y se desplacen a las inmediaciones del predio.

El empleo de ruido generado por la maquinaria generalmente ahuyenta a la fauna, por lo cual se recomienda que esta se encienda un poco antes de empezar sus actividades para que la fauna perciba el ruido y las vibraciones. Esta técnica generalmente es útil para especies de gran agilidad y que pueden desplazarse distancias considerables como aves y mamífero medianos a grandes.

Por lo cual para la fauna con menor capacidad de desplazamiento y para todos los grupos en general, previo al inicio de actividades de desmonte en cada frente de trabajo, se realizarán recorridos a pie en las horas de mayor actividad con la finalidad de ahuyentar a los organismos e inducirlos a abandonar el sitio. En estos recorridos se recomienda utilizar palos o ramas para hacer ruido, avanzar en transectos en los cuales se pueda ir revisando las madrigueras, oquedades en rocas, troncos o cualquier sitio que pueda servir de refugio para la fauna. Una vez localizados estos refugios y después de asegurarse que no haya individuos dentro se deberán de cerrar o destruir para evitar que los organismos retornen a ellos. Si dentro hay organismos que no puedan ser ahuyentados se deberá de emplear las técnicas adecuadas al grupo.

Asimismo el tránsito diario del personal durante los días programados inducirá el abandono del área de los individuos más sensibles a la perturbación, dando como resultado un desplazamiento inducido.



Figura VI.15. Ejemplo de que la operación de la maquinaria y el tránsito del personal propiciarán que la fauna se aleje de la zona de obras.

- Rescate y reubicación de individuos. Secuencia de actividades para el rescate de fauna en la Etapa prioritaria:

  - ✓ Contratación de técnico especializado
  - ✓ Recorridos para identificación de madrigueras y refugios

- ✓ Construcción de sitios alternativos de refugio
- ✓ Rescate y reubicación
- ✓ Monitoreo

Identificación de áreas donde se pretende liberar a la fauna. Como parte de las acciones del programa relacionados con la vegetación, se elegirán las áreas destinadas a protección dentro del predio y que colinda con la parte terrestre de la ANP Cabo Pulmo, para que sea utilizadas como áreas de liberación.

A continuación se describen las técnicas específicas recomendadas para cada grupo:

Anfibios y reptiles

La captura de anfibios y reptiles en campo, se realizará antes de la etapa de preparación del sitio, por personal especializado con entrenamiento adecuado en la forma de atrapar y manipular a los organismos, para asegurar su supervivencia y evitar daños a los individuos.

En el caso de los reptiles se tiene que para la captura de estos organismos se recomienda el empleo de trampas de caída (Pit-fall), cuyo principio radica en que la trampa se coloque en la zona de paso de los animales de manera que sea imperceptible y al pisar esta caigan. Para esto se debe de excavar un hoyo y enterrar en él una cubeta sin tapa, se cubre hasta el ras de la superficie del suelo. Para hacer más eficiente la trampa se puede colocar una malla misma que servirá de barrera y producirá que los organismos se dirijan hacia las cubetas.



Figura VI.16. Ejemplo de una trampa de caída.

La selección de los sitios para la colocación de trampas Pit-fall se realizará en función de la cobertura vegetal, principalmente se recomienda sean colocadas donde se presente una buena cobertura vegetal con el objeto de que los organismos al caer en dichas trampas no se estresen demasiado por las condiciones climáticas a las que estarán expuestas las trampas (principalmente insolación). La colocación de las trampas se realizará por la tarde antes de que oscurezca y se mantendrán activas durante cinco días sumando un total de 120 hrs efectivas de muestreo.

Las trampas deberán ser revisadas en las primeras horas de la mañana y antes de que oscurezca, lo anterior se propone en función de los hábitos que presentan los organismos.

Para la manipulación de los sapos y lagartijas se deben de usar guantes de carnaza para evitar mordeduras, una vez capturados se deben depositar en bolsas de manta o en recipientes plásticos como mascoteras para su posterior reubicación.

Asimismo se deberán localizar los sitios de refugio, capturar a las culebras y serpientes con el uso de ganchos herpetológicos y liberarlos en otros sitios con oferta o disponibilidad de microhábitats. Es importante que el manejo de las serpientes, sobre todo las especies venenosas, lo haga personal especializado para evitar accidentes. Estos organismos una vez capturados deberán ser colocados en los contenedores y trasladados hacia sitios sombreados a fin de mantener las condiciones adecuadas.

La liberación de los especímenes, será en las áreas a conservar dentro del predio (en áreas adecuadas para la liberación según la especie).

Aves

En el caso de las aves, por tener la capacidad de desplazarse fácilmente no será necesaria la captura, en este caso la principal estrategia para la protección de las aves será ofertar sitios alternativos de refugio y sitios de perchado y dormideros para aves pequeñas. Por lo que se deberá construir estructuras de madera, cubiertas por vegetación que proporcionarán sitios de percha, refugio y dormidero para aves pequeñas. Se pondrá especial énfasis en las especies vulnerables y/o especies que estén incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

La mayoría de los mamíferos presentes por su fácil movilidad migrarán hacia zonas limítrofes con las áreas a desmontar. La estrategia de protección será que se concientice al personal para evitar que sean cazados o molestados.

B. Reubicación y monitoreo de la fauna rescatada.

La reubicación de los ejemplares rescatados será en las áreas de protección y conservación y aplicará a todas aquellas especies que hayan sido capturadas a través del rescate, con especial atención a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es importante señalar que las técnicas de rescate, así como la liberación de los organismos rescatados, se llevará a cabo considerando las características biológicas de las especies rescatadas, de igual forma, es importante señalar que las técnicas de reubicación y liberación que se propongan estarán enfocadas a salvaguardar en todo momento la integridad de los organismos rescatados, así como del personal que realice la manipulación de los mismos.

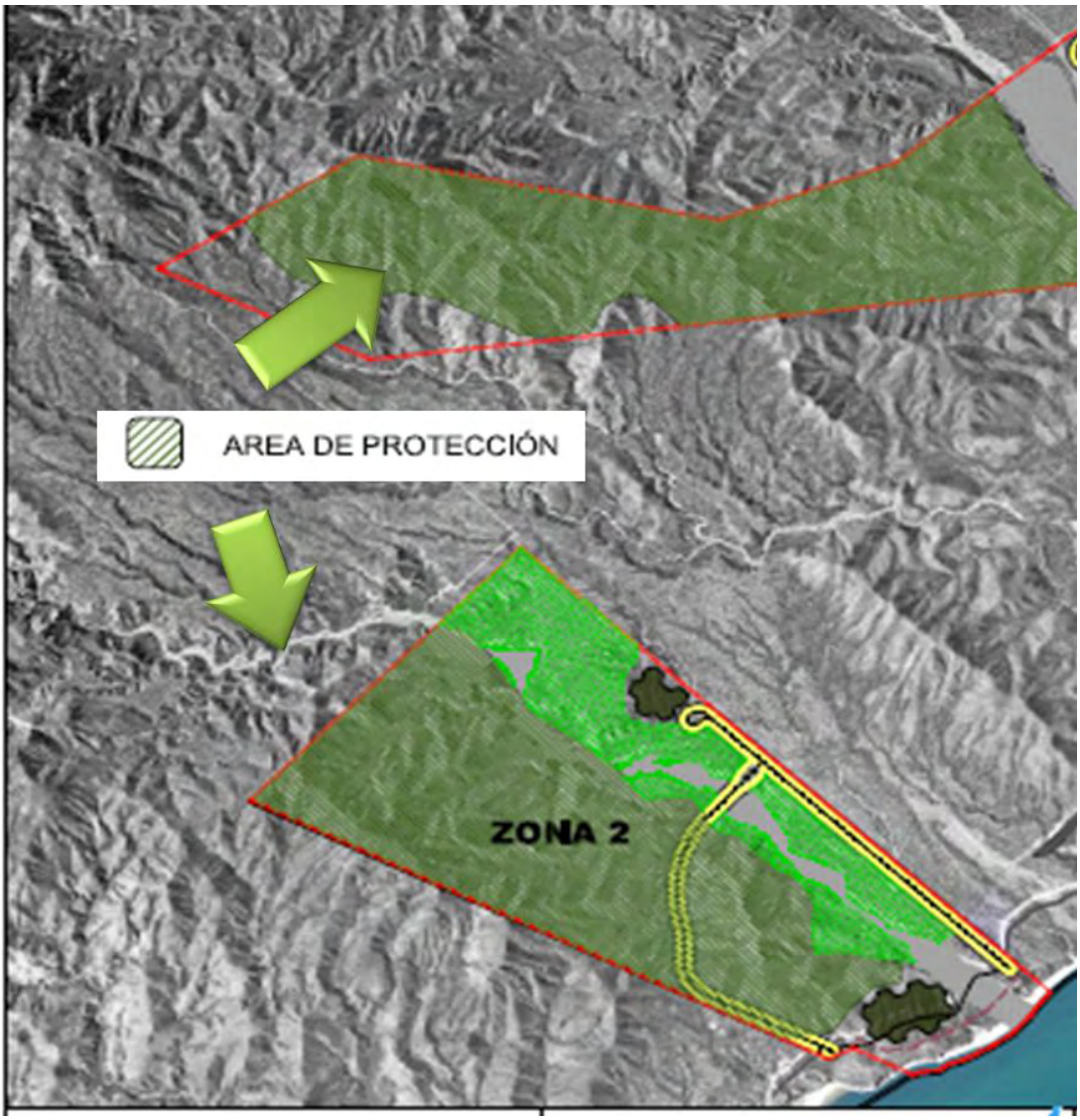


Figura VI.17. Áreas propuestas para la reubicación de la fauna rescatada, dentro del predio del proyecto.

C. Protección de la fauna.

Se deberán elaborar regulaciones de protección de fauna silvestre que incluya acciones y medidas, mismas que deberán de ser de naturaleza preventiva y correctiva. Tales medidas giran en torno al supuesto de que durante la etapa de preparación del sitio, la fauna se desplazará por medios propios fuera del área de construcción hacia zonas contiguas, cuyas condiciones sean apropiadas para su sobrevivencia. Estas regulaciones deberán aplicar a todos los contratistas que intervengan en el proyecto a lo largo de la vida útil del mismo.

En las autorregulaciones debe de quedar claramente especificado que estará prohibido matar, capturar, vender, coleccionar o molestar deliberadamente a la fauna existente en el sitio del proyecto o sus inmediaciones. Asimismo se recomienda imponer sanciones económicas y administrativas a los trabajadores que incumplan ésta disposición.

Se deberán instalar avisos donde se informe a los trabajadores sobre las restricciones relacionadas con la fauna silvestre (prohibido cazar, molestar, matar a los animales). Dentro de estos avisos se deberán incluir aquellos que indiquen la presencia de fauna silvestre, con el fin de tomar las precauciones adecuadas como: disminuir la velocidad de los vehículos en los caminos de acceso, recoger cualquier residuo sólido depositado inadecuadamente, reducir el ruido o cualquier actividad que pueda repercutir en la fauna.

Se deberán aplicar las acciones encaminadas al manejo y disposición final de residuos con el objeto de evitar la proliferación y dispersión de basura dentro del predio, y por consiguiente la proliferación de fauna nociva que pueda competir con las especies de fauna silvestre nativa.

Se deberá prohibir la presencia de perros y gatos así como de cualquier especie exótica, sí por razones de seguridad es necesario mantener perros dentro de la obra se recomienda que se mantengan encadenados y bajo supervisión en caso de ser liberados.

Se deberá evitar que el material de desecho, producto de las labores de construcción, quede disperso. Dicho material deberá ser confinado en un sitio especialmente diseñado para estos fines y retirado de la zona de obras. Con lo anterior se pretende evitar la creación de barreras físicas que limiten el desplazamiento de especies con escasa agilidad o de refugios indeseables para la fauna silvestre (lagartijas, ratones de campo, serpientes, víboras de cascabel, alacranes) y para fauna nociva (ratas y ratones caseros).

Los vehículos de carga deberán circular a no más de 40 km/hora dentro del área de construcción con el fin de evitar atropellamientos de animales (como serpientes y mamíferos pequeños). Debe minimizarse, en la medida de lo posible, la circulación de vehículos en las noches y de preferencia minimizarla también en las primeras horas de la mañana (6 a 9 am) y las últimas horas de la tarde (a partir de las 5 pm), dado que la mayor actividad de la fauna silvestre es activa en esos horarios.

Si durante las actividades de operación y mantenimiento del proyecto, se detecta la presencia de fauna silvestre los trabajadores deberán ahuyentar a los organismos, si se trata de una especie venenosa, deberán dar aviso inmediatamente al encargado del manejo de fauna silvestre y se prohibirá estrictamente hacerle daño al organismo.

Finalmente el mantener la diversidad de los hábitats será otra estrategia que promueva la conservación y protección de la fauna. Para lograr esto el proyecto ha contemplado en su diseño el conservar las áreas de mayor valor ecológico, que se detallan en el Programa de Manejo Integral de Vegetación.

Indicadores de cumplimiento del Programa

Para comprobar la consolidación gradual del programa se propone la implementación de indicadores de cumplimiento.

- ✓ Total acumulado de número de ejemplares de fauna rescatados y reubicados.
- ✓ Grado de dominio de las técnicas de captura para rescate de especies de fauna.

Al respecto es importante aclarar que es imposible analizar la fauna en su totalidad. Sin embargo, es posible hacerlo de manera aproximada mediante especies o grupo indicadores que reflejen el estado de la integridad ecológica de todo el sistema. Por definición un indicador biológico nos da información acerca del estado del ambiente.

Considerando que existen especies que indican perturbación, así como especies que indican un buen estado de conservación, así como especies cuyo status las hacen de interés particular, por ejemplo especies reportadas en los libros rojos de la UICN y de la Norma Oficial Mexicana, las especies o grupos y los parámetros seleccionados se describen en la tabla siguiente:

Tabla VI.4. Parámetros, índices e indicadores sugeridos para el subprograma.

Parámetros, índices o indicadores	Definición	Objetivo
Riqueza específica	Es el conjunto de especies de un taxón dentro de un área determinada. Se propone evaluar en aves, mamíferos, reptiles y anfibios.	Establecer la línea base de especies presentes, así como las especies potencialmente utilizables como bioindicadoras o aquellas de interés especial.
Abundancia relativa	Es la proporción del tamaño poblacional de una especie con respecto al total de la población de las especies simpátricas, en el grupo de interés.	Determinar tendencia poblacional, así como obtener información para los índices de diversidad. Se determinará para aves.

Parámetros, índices o indicadores	Definición	Objetivo
Índice de diversidad de especies	Se estima utilizando la riqueza específica y sus abundancias relativas. Se utilizará el índice de Shannon-Wiener.	Evaluar los cambios ocurridos a través de la comparación entre el sitio a desarrollar y un sitio testigo.
Indicadores biológicos	Especies o grupos de especies que reflejan el estado de integridad ecológica del sistema.	Conocer el grado de afectación del ambiente a lo largo del desarrollo y del manejo del predio.
Especies de interés particular	Son especies elegidas por razones obvias de conservación tales como su status de acuerdo a la NOM-059 o carismática.	Aportar información de utilidad para planes de conservación de dichas especies.

VI.2.4.1 Monitoreo Ambiental de la Fauna

Para comprobar la consolidación gradual del programa descrito anteriormente y el desempeño ambiental del manejo y rescate de fauna silvestre, se propone la implementación de acciones de monitoreo de la fauna del predio del proyecto. Dichas acciones se llevarán a cabo antes del inicio de obras del proyecto y tendrá continuidad durante el proceso de construcción y en la fase de operación. Su ejecución permitirá evaluar de manera sistemática los aspectos previstos relacionados, así como la efectividad de las medidas de control y mitigación propuestas.

Los objetivos principales del monitoreo son: a) Evaluar los efectos ambientales del desarrollo turístico sobre los recursos faunísticos del terreno y zona de influencia del proyecto para definir estrategias de mitigación, b) Generar información técnico-científica que soporte la toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible de los recursos.

El monitoreo permitirá evaluar la permanencia o desplazamiento de la fauna y patrones de interacción entre las especies. A través de estas acciones de monitoreo y del análisis integrado que se realice, se podrá también evaluar el grado de integridad ecológica de los ecosistemas, entendiendo esta última como el estado de los valores de los componentes bióticos del sistema.

Considerando que existen especies que indican perturbación, así como especies que indican un buen estado de conservación, así como especies cuyo *status* las hacen de interés particular, por ejemplo especies reportadas en los libros rojos de la UICN, CITES y de la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010, las especies o grupos y los parámetros seleccionados para el monitoreo de fauna fueron los que se describen en la Tabla 6.4.

A. Monitoreo y Sitios de muestreo

El monitoreo de fauna recomendado para el predio contempla tres tipos básicos de actividades: Monitoreo de Biodiversidad, Monitoreo de Impacto y Monitoreo de Especies de interés particular.

El monitoreo se propone en dos etapas. La primera etapa corresponde a los estudios de inventario previos a la preparación del terreno y cada 6 meses durante la construcción del proyecto. Para la segunda etapa, se plantea que el programa de monitoreo se realice dos veces al año.

En los tres casos, el monitoreo se llevará a cabo en áreas de aprovechamiento y conservación.

Se propone registrar los cambios generales en la biodiversidad utilizando 4 grupos indicadores de vertebrados: aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

- Considerando los 4 grupos de indicadores y la diversidad de fauna representativa en la zona del proyecto, se propone utilizar ejes de muestreo, sobre los que cruzaran transectos y sobre dichos transectos se localizarán puntos de muestreo.

B. Métodos para el monitoreo de mamíferos, aves y reptiles

Existen varios métodos para el monitoreo de mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Los más detallados, y por lo general los más costosos, son aquellos en los que media la captura de los animales. Esta técnica permite obtener información tal como sexo, edad, peso y tamaño de los individuos. Además, los animales pueden ser marcados para luego ser identificados en eventuales recapturas durante el monitoreo. Técnicas de radio-telemetría son otro tipo de marca que permiten estimaciones precisas sobre ámbitos de hogar e información de movimientos y preferencia de hábitats de los animales bajo estudio.

a) Métodos directos

Los métodos directos son los conteos de los animales observados en un determinado recorrido. Para esto se deben seleccionar varios transectos de una misma distancia; por ejemplo 1 kilómetro de largo. Los transectos deben estar distribuidos idealmente en forma aleatoria, o de forma práctica y factible para el muestreo en una superficie de territorio dado.

Cada recorrido debe hacerse de tal forma que el tiempo de observación invertido en cada transecto sea el mismo. También se debe escoger una distancia mínima de detección a cada lado del transecto, puede ser 1 metro, reptiles y mamíferos y de 30 metros

considerando aves. En este caso al finalizar el recorrido se tendría el número de individuos observados en una distancia de 1 Km. por 60 m de ancho para un total de 60,000 m^2 (6 ha).

Si las especies bajo monitoreo tienen hábitos nocturnos, se requiere realizar los conteos durante la noche. En caso que se conociera que una especie es más activa al atardecer o al amanecer, este debe ser el horario óptimo para realizar los conteos, pues así habría una mayor probabilidad de detección de los individuos.

b) Métodos indirectos

Los métodos indirectos se basan fundamentalmente en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente.

Los rastros más comunes que se encuentran son huellas, excrementos, piel (reptiles), marcas en troncos, rascaderos, madrigueras, echaderos de descanso, partes de cuerpos (presa o evidencia de restos dejados por depredador), y olores.

Para el conteo de rastros se deben también establecer varios transectos fijos de igual longitud, los cuales deben recorrerse en forma sistemática cada cierto tiempo e idealmente durante un mismo horario. Los rastros contabilizados deben permitir la identificación precisa de la especie que los dejó.

C. Método de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles sugerido para el área del proyecto

El método a aplicar es por transectos fijos y por el método indirecto de conteo de huellas. El número de transectos y la duración del monitoreo estará definido por las áreas de conservación, corredores y áreas de protección. También es importante mencionar que la capacidad de movilidad dentro del área a monitorear será un componente importante para hacer de manera eficiente los recorridos diurnos o nocturnos.

a) Método indirecto

Se recomienda el uso de huellas como principal rastro para cualquier monitoreo de mamíferos y reptiles con métodos indirectos. Esto porque a diferencia de otros rastros, es más fácil encontrar guías con huellas y sus correspondientes medidas. Otros tipos de rastros identificables pueden ser utilizados como complemento de la información de campo durante el monitoreo.

Duración del monitoreo: Se sugiere desde el inicio del proyecto coincidiendo con la época de seca y húmeda (primavera verano y otoño invierno).

- Establecer un mínimo de 3 transectos en las zonas coincidentes con áreas de conservación, protección y reforestación. También debe de considerarse que el personal pueda movilizarse periódicamente sin mayores dificultades.

- Todos los transectos deben medir por lo menos 1 kilómetros de largo.

- El conteo de huellas se realiza a lo largo del kilómetro base propuesto y a un metro a cada lado del transecto. Se cuentan todas las huellas observadas de las diferentes especies.

- Cada transecto se recorrerá una vez a los tres meses durante un año (dos recorridos por cada 6 meses, cuatro en total por un año), idealmente en forma simultánea en todas las áreas del proyecto cuando correspondan a diurnos y nocturnos. Cada transecto tendrá un identificador respectivo.

c) Formato de recolecta de datos

La anotación de todos los datos de campo se hará en formatos realizados *ex profeso*, con un contenido similar al que se presenta en la Tabla VI.5.

Tabla VI.5. Formato guía de registro para el monitoreo ambiental de la fauna del proyecto.

Transecto:		**Colecto:**		**Fecha:**
Distancia	Nombre de la especies	# de huellas	Tipo de vegetación	Observaciones
0+100				
0+nnn				

d) Identificación de huellas y rastros.

Este componente estará soportado con información de guías especializadas en cada una de las especies a considerar. También con información recopilada en campo y las fuentes bibliográficas que describen los hábitos de especies de zonas desérticas.

El soporte de análisis de fotografías tomadas en campo para su posterior identificación permitirá el tener un expediente mas especifico de las características de las huellas, tanto para mamíferos y reptiles.

En el caso de mamíferos de tallas de medio a grandes se considera elaborar una guía específica de estas especies como marco de referencia en campo, en donde se tendrá en dimensiones aceptables a la comparación visual de cada una de estas especies. Lo anterior facilitara el proceso de detección y asentamiento en la memoria de campo.

Con referencia a los reptiles, también será conveniente caracterizar los componentes de las huellas de las especies base, considerando que no varían los rastros dejados por los reptiles en la zona del proyecto tomando en cuenta que la característica del suelo es arenoso.

D. Identificación de aves

El procedimiento de avistamiento será soportado con guías de campo, fotografías y el conocer de antemano las especies que se presentan en la zona del proyecto. Será de importancia el incrementar la lista de especies base a darle monitoreo como un elemento extra de conocer las variaciones de diversidad de especies por época del año.

E. Organización de la información y presentación.

Toda la información recopilada en campo será capturada en una base de datos específica para fauna. Lo anterior permitirá el analizar las variables tomadas en campo de cada uno de los transectos hechos en la zona del proyecto. Lo cual permitirá el presentar por época del año la diversidad de especies que confluyen en tipos de hábitats, así como que especies coinciden en características propias de un territorio. Todo lo anterior será posible plasmarse dentro de sistema de información geográfica (SIG) generan un mapa que integre la información de las especies encontradas.

VI.2.5. Programa de Manejo Integral de Fauna Marina (PMFM).

La implementación de un Programa de Manejo Integral de la Fauna Marina (PMFM) es con el objetivo de orientar y coordinar de manera integrada todas las acciones relacionadas directa o indirectamente con la fauna marina incluyendo en las zonas de playa, previstas para su protección, conservación. Su alcance comprende las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento.

Su objetivo principal será el prevenir y/o mitigar los posibles impactos ambientales por la realización del proyecto, particularmente se tendrá especial énfasis en el cuidado de la fauna que se puede ver afectada por las obras y actividades del proyecto en sus diferentes etapas.

Las metas principales que contempla la implementación de este programa son las siguientes:

1. Proteger en el mayor grado posible la fauna relevante del sitio.
2. Implementar acciones permanentes de rescate y traslado para fauna marina de baja movilidad.
3. Propiciar el mantenimiento de áreas y hábitats para la fauna marina relevante del sitio y la región.

4. Implementar estrategias de manejo y monitoreo que propicien la conservación y apreciación de la fauna marina.
5. Establecer cuando así corresponda la coordinación necesaria con programas de manejo de fauna marina a nivel federal, estatal o por especie con la SEMARNAT, así como con los centros de investigación y expertos en el estado y el extranjero para asistencia técnica, investigación e intercambio de información y conocimientos sobre el manejo de fauna de la región.
6. Ofrecer al turista como fuente de valor y atractivo, el disfrute de la fauna y elementos biofísicos existentes en el sitio.

El Programa de Manejo Integral de Fauna marina deberá cumplir las siguientes metas:

A. Garantizar la realización de acciones de rescate.

Dada la libre movilidad de los animales, especialmente aves, peces y mamíferos marinos, etc., y su sensibilidad a la perturbación (tránsito de embarcaciones, ruido), es de esperarse que éstos abandonen por sí mismos la zona a construir ocupando los hábitats disponibles en otras zonas. Sin embargo, es probable que retornen algunas especies de aves después de las construcciones. Por lo que, las acciones de rescate serán de manera muy ocasional cuando se requiera.

El rescate de fauna marina no será una acción exclusiva de las etapas de preparación del sitio y construcción ya que asimismo deberá ser posible realizarla durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto. No obstante, es especialmente crítica su importancia en las dos primeras etapas, por lo cual antes del inicio de la etapa de preparación del sitio en cada área autorizada para su construcción se deberá implementar la campaña de rescate de fauna con especial énfasis en especies de poca movilidad. Cada ejemplar rescatado, será identificado y registrado en una bitácora, para posteriormente ser trasladado hacia áreas de conservación o a las zonas designadas por los especialistas.

a) Secuencia de actividades para el rescate de fauna marina.

- Contratación de técnico especializado.
- Delimitación de área.
- Recorridos para identificación de individuos.
- Construcción de sitios alternativos de refugio
- Rescate y reubicación de individuos.
- Monitoreo.
- Conferencias a trabajadores y distribución de tríptico.

b) Cuidados de la fauna rescatada.

Los ejemplares de fauna marina rescatados durante las etapas de preparación del terreno, construcción, operación o mantenimiento del proyecto, identificados y registrados en buenas condiciones serán trasladados de la manera más inmediata posible a áreas de conservación semejantes a su hábitat o sitio de captura. En caso de organismos incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estos se encuentran atendidos por el Programa de Rescate de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el cual se presenta más adelante.

B. Acciones de protección y conservación.

La estrategia fundamental para proteger a los animales silvestres es la de mantener la diversidad de los hábitats. Esto asegura la disponibilidad de los distintos medios para su sobrevivencia.

a) Criterios de elegibilidad de grupos o especies a proteger.

Conforme la opinión de los especialistas participantes en esta MIA-R, los grupos o especies a proteger se eligieron con base a tres criterios**:**

- Especies con distancias de dispersión cortas (baja movilidad).
- Hábitats críticos y/o zonas de reproducción.

b) Estrategias y métodos de protección.

- Mantener la diversidad de los hábitats.
- Protección de individuos de baja movilidad.
- Rescate y rehubicación de organismos de baja movilidad.
- Educación ambiental.

C. Elaboración de un catalogo de la fauna del sitio y zona circundante.

Con base en los registros de fauna obtenidos de manera directa o indirecta por los especialistas en los estudios de caracterización ecológica, así como los correspondientes a los rescates y observaciones de campo, se propone conformar gradualmente un Catálogo de la Fauna del Predio y Zona Circundante, como apoyo y respaldo para los fines de fomento a su protección, conservación, rescate, educación y difusión relacionados con el Programa Integral de Manejo de Fauna Marina del proyecto.

D. Indicadores de cumplimiento del programa.

- Total acumulado de número de ejemplares de fauna rescatados y reubicados.
- Total acumulado del número de especies de fauna incluidas en el Catalogo de la Fauna del Predio y Zona Circundante.
- Grado de dominio de las técnicas de captura para rescate de especies de fauna.

E. Educación Ambiental y Difusión.

Las actividades de educación ambiental se dirigirán hacia los trabajadores involucrados en la obra. Se deberán ofrecer conferencias abordando temas sobre: las características ecológicas y la importancia del área, normatividad en materia de protección de flora y fauna y medidas de seguridad en el manejo de fauna. Además se deberá elaborar un folleto divulgativo con fotografías de las especies en estatus de protección.

Acciones de monitoreo

Las comunidades marinas son ecosistemas complejos por lo que no es práctico monitorear todos los animales, plantas y sus interacciones. Pero a partir de una caracterización general se puede definir algunos indicadores que nos permitan conocer el estado de la comunidad.

El objetivo del programa de monitoreo es evaluar los avances y la efectividad de las acciones propuestas en el presente programa con la finalidad de conocer que tan eficientes son las medidas propuestas, y en caso de ser necesario replantearlas o bien actualizarlas.

Asimismo nos permite documentar los cambios relacionados a eventos perturbadores para el sistema como derrames de hidrocarburos, daños por anclas, encallamientos, aumento en los niveles de turbiedad, sedimentación o cambios en la salinidad. Y servir como instrumento para evaluar los resultados de las acciones de manejo para la conservación de las especies. A la vez que sirve como mecanismo para evaluar la tolerancia y la rapidez de la restauración o degradación del sistema por posibles efectos causados por las actividades del proyecto.

Para evaluar la comunidad de peces se puede utilizar el método establecido en el PMS basado en el protocolo AGRRA (Ginsburg, 1999) que consiste en nadar sobre un transecto de 30 x 2m, identificando y contabilizando todos los individuos de peces adultos de las familias indicadoras que se atraviesen en el transecto.

El programa de monitoreo debe de hacerse de manera constante y por lo menos se debe de contar con un reporte técnico anual.

A partir del monitoreo que se realice se podrá hacer una evaluación de la eficacia de las acciones propuestas para cada grupo. Esta evaluación podrá ser estimada a partir de

algunos indicadores de éxito que sirvan como referencia para medir la eficiencia del programa. A continuación se mencionan algunos:

INDICADORES DE ÉXITO

Biológicos

- Contar con el registro en el caso del rescate y reubicación de individuos de fauna marina.
- Contar con un reclutamiento de peces una vez terminadas las obras en el área del proyecto.
- Tener una base de datos de los pocos avistamientos que se hagan de las diferentes especies de fauna marina.
- No tener afectaciones, disturbios en el agua o hábitat que provoquen afectaciones directas o indirectas en las especies.
- Que el área del proyecto reincorpore sus procesos naturales y su dinámica como parte del sistema marino.

VI.2.6. Programa de Rescate y Manejo de Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aún a pesar de toda esta gran biodiversidad con la que cuenta nuestro país, las actividades humanas han ejercido principalmente una marcada influencia en la disminución del número de especies, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y en la pérdida irreversible de hábitats y ecosistemas. Aunado a esto, algunos fenómenos naturales tales como incendios, erupciones, huracanes, inundaciones y terremotos contribuyen en cierta medida a la pérdida de ésta biodiversidad.

De este modo, una amenaza se define como un acontecimiento (natural o inducido) que causa un efecto perjudicial sobre el estado y la utilización de cualquier componente de la diversidad biológica. Las amenazas que atentan contra la integridad y permanencia de los recursos naturales y la biodiversidad, se pueden manifestar a nivel de ecosistemas, especies y genes. Dentro de las amenazas a nivel de ecosistema se identifican el cambio climático, la erosión, la fragmentación del hábitat, la contaminación y los efectos acumulativos de todas estas. A nivel de especies se identifican como amenazas la introducción, la erradicación y el comercio ilegal e irracional de las mismas. La introducción de especies exóticas, la pérdida de germoplasma (variabilidad), las especies modificadas (variedades mejoradas), la biotecnología (clonación) y la bioseguridad (riesgo de liberar organismos genéticamente modificados al medio ambiente) son claras amenazas que afectan la diversidad genética. Debido a esta tendencia de pérdida de diversidad, es necesario tomar medidas de protección de especies, principalmente aquellas que se encuentran en peligro o amenazadas, etc.

En México la NOM-059-SEMARNAT-2010 es el documento oficial que enlista las especies y subespecies de flora y fauna en riesgo. De acuerdo a dicha Norma, actualmente el grupo taxonómico con el mayor número de especies en riesgo es el de las plantas (tanto angiospermas como gimnospermas), con 987 especies.

Como se menciona dentro del capítulo IV de esta MIA-R, tanto dentro del SAR como del SAM se encuentran especies dentro de dicha norma, por lo que este programa se propone con la finalidad de prevenir, mitigar y/o compensar los posibles impactos a dichas especies.



Figura VI.18. Componentes del Programa.

VI.2.6.1. Subprograma de Manejo de Fauna Terrestre en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las dos grandes zonas fitogeográficas en Baja California Sur son el Desierto Sonorense, que presenta cuatro regiones bien marcadas, y la zona Árido-Tropical en el extremo sur de la Península que incluye gran parte del distrito de los Cabos. En términos generales, estas regiones botánicas delimitan los hábitats disponibles para los vertebrados terrestres, por lo que presentan bastante coincidencia con los distritos faunísticos. Wilbur (1987) reconoce los distritos faunísticos del desierto del Vizcaíno y de los Cabos.

En la península no hay especies indicadoras que muestren con claridad la separación de las distintas zonas zoogeográficas, como sucede en otras regiones más septentrionales de Norteamérica, sino más bien es la estructura de las comunidades faunísticas las que caracterizan a una región determinada. El aislamiento geográfico de la península y las condiciones climáticas imperantes han modificado profundamente la fauna de vertebrados terrestres de la región, encontrándose muchas especies en hábitats diferentes a los que normalmente se les encuentra más al norte. Básicamente la fauna de vertebrados terrestres es de origen neártico y sólo han permanecido algunos elementos de origen neotropical.

Las regiones faunísticas de México se dividen en Neártica y Neotropical[1], el Sistema Ambiental se encuentra en la región Neártica, la cual comprende las zonas áridas y semiáridas del norte de México, las zonas templadas y frías de las sierras Madre Oriental y Occidental y las sierras volcánicas del centro del país. Los ecosistemas que predominan en esta región son los matorrales desérticos, el chaparral, el pastizal, los matorrales semiáridos, los bosques templados y los matorrales asociados que se encuentran en el norte y centro de México (Cervantes, 2007). Cada una de estas regiones presenta una fauna característica que refleja, en gran medida, el grado de aislamiento biogeográfico que han tenido en su historia geológica.

Las comunidades que forman la fauna terrestre están constituidas por un conjunto complejo de especies de animales silvestres, y que conjuntamente con las comunidades de los demás reinos bióticos interactuantes y el medio abiótico, dan forma a los ecosistemas locales, en los cuales cada especie tiene su lugar en la trama trófica y en el flujo de energía, ocupando niveles tróficos específicos en el ciclo de los nutrientes del ecosistema, y en el reciclaje natural de la materia.

Los ecosistemas que predominan en el Sistema Ambiental Regional, son Selva Baja Subcaducifolia, Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea, Matorral Sarcocaule, Matorral sarcocaule con vegetación secundaria, Pastizal cultivado, Vegetación de dunas y Mezquital - Vegetación de Galería asociada a arroyos, Área sin Vegetación Aparente y Asentamiento Humano por lo que los grupos de aves, mamíferos, anfibios y reptiles que habitan esta región se encuentran adaptados a las condiciones de temperatura y humedad extrema que caracterizan estos ecosistemas.

Con la finalidad de mitigar al máximo posible los impactos a la fauna, particularmente las especies de fauna silvestre que se distribuyen potencialmente en el SAR determinado para el proyecto que se encuentran o no bajo alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se considera la implementación del Programa de Protección y Conservación de Fauna que contempla el Manejo y Rescate de individuos.

Objetivo

Identificar y preservar individuos de especies de fauna silvestre, presentes en el área de desarrollo del **proyecto**; consideradas bajo algún estatus de protección, con base en los listados de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**, y/o aquellas que en el ámbito local o regional estén consideradas bajo condición restringida en cuanto a su distribución y abundancia, y/o por sus características de lento desplazamiento.

[1] http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/vegfauna/regiones.cfm

Alcances

Este programa de Protección y conservación, aplica para las especies de fauna silvestre con las características anteriormente descritas, que pudieran verse afectadas o desplazadas por la ejecución de actividades de las obras a ejecutar, por el **proyecto** dentro del SAR determinado.

Tabla VI.6. Lista de especies reportadas para el SAR dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ID	Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría	Distribución
1	Aves	Aguililla aura	*Buteo albonotatus*	Pr	no endémica
2	Aves	Aguililla cola roja de Socorro	*Buteo jamaicensis*	P	endémica
3	Aves	Sastrecillo de La Laguna	*Psaltriparus minimus*	Pr	endémica
4	Aves	Cardenal rojo de Tres Marías	*Cardinaliscardinalis*	Pr	endémica
5	Aves	Tórtola coquita de Socorro	*Columbina passerina*	A	endémica
6	Aves	Zacatonero garganta negra	*Amphispiza bilineata*	A	no endémica
7	Aves	Toquí pinto de La Laguna	*Pipilo erytrophtalmus*	Pr	no endémica
8	Aves	Gaviota ploma	*Larusheermanni*	Pr	no endémica
9	Aves	Gaviota pata amarilla	*Larus livens*	Pr	no endémica
10	Aves	Perlita californiana	*Polioptila californica*	A	no endémica
11	Mamíferos	Venado bura	*Odocoileus hemionus*	A	endémica
12	Mamíferos	Ratón-de abazonesde Baja California	*Chaetodipus spinatus*	A	endémica
13	Mamíferos	Rata canguro de Merriam	*Dipodomys merriami*	A	endémica
14	Mamíferos	Liebre cola negra	*Lepus californicus*	Pr	endémica
15	Mamíferos	Rata de campo	*Neotoma lepida*	A	endémica
16	Mamíferos	Tejón	*Taxidea taxus*	A	no endémica
17	Reptiles	Salamanquesa del Cabo	*Phyllodactylus xanti*	Pr	endémica
18	Reptiles	Iguana espinosa de Sonora	*Ctenosaura hemilopha*	Pr	endémica
19	Reptiles	Lagartija cachorra	*Callisaurus draconoides*	A	no endémica
20	Reptiles	Lagartija escamosa de San Lucas	*Sceloporus zosteromus*	Pr	endémica
21	Reptiles	Lagartija-arbolera de BC	*Urosaurus lahtelai*	A	endémica

ID	Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría	Distribución
22	Reptiles	Lagartija-arbolera cola negra	*Urosaurus nigricaudus*	A	endémica
23	Reptiles	Lagartija-costado manchado común	*Uta stansburiana*	A	endémica
24	Reptiles	Falta definir la especie, hay variasen la nom	*Cnemidophorus hyperythrus*	Pr	endémica
25	Reptiles	Serpientes de Cascabel	*Crotalus ruber*	Pr	no endémica

Las categorías de las especies corresponden a 1 especie en peligro de extinción (P), 12 especies como amenazadas (A), y 14 especies sujetas a protección especial (Pr).

2.2.2 En peligro de extinción (P). Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

2.2.3 Amenazadas (A). Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

2.2.4 Sujetas a protección especial (Pr). Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Medidas preventivas

Enseguida se listan y describen las actividades principales para la ejecución del programa.

a. Establecer reglamentos internos para evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal de las empresas constructoras involucradas en el presente proyecto. Teniendo como base la protección de las especies de fauna, es decir, que no se deberá, perseguir, capturar, cazar, colectar, comercializar, traficar y perjudicar especies de fauna silvestre, que habitan en la zona de estudio, acciones normadas por la Ley General de Vida Silvestre.

b. Evitar cualquier afectación derivada de las actividades del personal a su cargo sobre las poblaciones de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas y especialmente sobre aquellas que se encuentran en categoría especial de conservación, según lo

establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y otras disposiciones aplicables en la materia.

c. Todas estas especificaciones generales también aplican en las actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

Técnicas propuestas de captura, manejo y traslado de especies sujetas a rescate.

Para los reptiles se procederá a la captura manual directa y en el caso de especies peligrosas (serpientes) se realizará a través de pinzas o ganchos herpetológicos. Se usarán trampas Sherman para la captura de mamíferos pequeños no voladores, como marsupiales pequeños, ratones y ratas, mientras que para mamíferos de talla mediana y grande se emplearán trampas Tomahawk.

a) Reptiles

El registro de las distintas especies de reptiles se realizará mediante transeptos al azar en los diferentes tipos de vegetación presentes en la zona del **proyecto**. Se realizarán dos sesiones de muestreos diarias, de las 10:00 a las 12:00 hrs. y de las 16:00 a las 18:00 hrs. Además, se realizarán algunos muestreos durante la noche, con el fin de detectar a los reptiles de actividad nocturna. Con la técnica de transepto se camina lentamente a través del área elegida, revisando troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, charcas temporales y permanentes, que constituyen los microhábitat potenciales de los reptiles.

La colecta de los ejemplares se realizará directamente con la mano o con ayuda del gancho y/o pinzas herpetológico. En otros casos se registrará la presencia de las especies por métodos indirectos, tales como entrevistas informales con gente de la región, cadáveres, huesos, mudas, etc.

Aves

Se realizará la búsqueda utilizando vocalizaciones de aves y observaciones directas para documentar la presencia de especies. Las observaciones de aves se efectuarán en los puntos de muestreo para cada tipo de vegetación o en su caso en puntos estratégicos.

Para los avistamientos de aves se utilizarán binoculares con aumento de 10 x 50; mientras que para la captura, se emplearán redes ornitológicas de 9 y 12 metros, tanto en la tarde como en la mañana.

Mamíferos

El registro de mamíferos dentro del área de proyecto, se realiza por medio de observaciones en las zonas aledañas al sitio de estudio. Los mamíferos serán caracterizados mediante tres metodologías propias a sus hábitos de vida. Los mamíferos

medianos y grandes se identifican sin tener que capturarlos, pero las especies pequeñas, como murciélagos, roedores y otros, serán atrapadas para su identificación.

Registros por métodos indirectos

El registro de los mamíferos de talla mediana y grande se realiza a través de recorridos tanto diurnos como nocturnos a lo largo del área de estudio de manera que se incluyan las distintas especies presentes en las zonas que previamente se muestrearon. Durante los recorridos se registran diversos tipos de evidencias de la presencia de mamíferos como: huellas, restos óseos, cadáveres, refugios, pieles y excretas. Se camina lentamente, haciendo paradas cada 50 m para observar con mayor atención el lugar. Las caminatas diurnas se realizan de 6:00 a 10:00 horas, mientras que las caminatas nocturnas se realizan de las 19:00 a las 23:00 horas.

Igualmente, se utilizarán estaciones olfativas, las cuales consisten en trampas de arena con carnadas y esencias atrayentes de carnívoros y omnívoros, para el registro de especies por medio de sus huellas. Asimismo se aprovecharán las zonas con sustratos óptimos para el registro de huellas, tales como las orillas de los cuerpos de agua, entre otros.

Adicionalmente, se realizaran entrevistas informales a cazadores y pobladores locales para obtener información sobre la presencia de mamíferos grandes, hábitos, consumo local, frecuencia de caza, tiempo invertido en la caza, etc. Posteriormente, se identificaran las especies con ayuda del manual “Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México”.

Nidos y Madrigueras

a) Se inspeccionarán sitios potenciales de madrigueras para verificar que no se encuentren individuos en su interior. En caso contrario se procederá al rescate y el cierre de la madriguera para evitar que los ejemplares regresen y puedan ser afectados por las obras.

b) Al encontrarse individuos o madrigueras durante la limpieza del terreno o durante el desmonte y despalme, se procederá al rescate de los organismos, teniendo cuidado durante la manipulación de las diferentes especies, empleando guantes de cuero para evitar lastimarlo o que pueda morder, especialmente con mamíferos pequeños.

c) De encontrarse nidos, éstos se rescatarán y se ubicarán en lugares estratégicos con hábitats similares. En caso de que se encuentren ocupados con huevos y/o polluelos, se capturaran para reubicarlos en un sitio aledaño fuera del área de obras.

d) Los nidos que se encuentren en estratos altos, medios y al ras de suelo dentro del predio del proyecto y que deban ser reubicados, se buscará en la medida de lo

posible que sean colocados en la misma posición y altura en la que se encontraban.

e) Cuando los nidos contengan polluelos, cuando sea posible, se capturará a los progenitores junto con el nido, con la finalidad de que al remover el nido y colocarlo en otro sitio no sea abandonado por los padres.

f) En el caso de polluelos con plumas que estén próximos a volar, se colocarán en jaulas y se les proporcionaran los cuidados necesarios para que sobrevivan, liberándolos a la brevedad cuando sean independientes.

g) En todos los casos se registrarán los datos en una libreta de campo, se tomarán fotografías de evidencia y se efectuará su determinación taxonómica con ayuda de guías de campo.

Sitios propuestos para la liberación y reubicación de especies capturadas

Los puntos donde se realizará la liberación y reubicación de los organismos deberán cumplir con las condiciones mínimas necesarias que aseguren su supervivencia y se determinarán directamente en campo, después de hacer un reconocimiento minucioso de los sitios propuestos. Estos serán caracterizados en función del tipo de hábitat que ofrecen para poder asignar cada uno de los organismos rescatados al hábitat correspondiente, asimismo deberán contener las condiciones ambientales similares a las del lugar o sitio de rescate. Los puntos de reubicación identificados y clasificados por tipo de hábitat serán señalados y georreferenciados en una carta topográfica para facilitar el seguimiento al éxito del rescate y serán consideradas como zonas de protección.

Indicadores de desempeño y éxito de las acciones

Para el seguimiento para la protección de la fauna silvestre, también se basará en la formulación de dos indicadores de éxito de los rescates (realización y seguimiento):

El indicador de realización cuantifica el número de rescates de fauna completados con respecto a los grupos faunísticos y a las distintas etapas del proyecto. El indicador de seguimiento evalúa la eficiencia de las técnicas utilizadas para el rescate, en cuanto a la supervivencia de los individuos a las acciones de manejo y manipulación de los animales.

Entre las distintas medidas de la efectividad se encuentran:

- ✓ Número de ejemplares rescatados (por especie).
- ✓ Proporción de ejemplares capturados con relación al total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie.
- ✓ Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total del proyecto.
- ✓ Número de capturas en días sucesivos; para el caso de rescate en días consecutivos, en los que se determina el número acumulado de capturas, de tal forma que se pueda estimar el nivel de saturación de capturas, a partir del cual se

puede determinar que ya se han rescatado o ahuyentado la mayor parte de los individuos.

- ✓ Proporción de capturas en los diferentes períodos de muestreo; para rescates que constan de más de un período de captura.
- ✓ Número de especies y de ejemplares endémicos, amenazados y restringidos rescatados, conforme la definición de estatus de cada especie establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ✓ Condiciones de la estructura poblacional de las especies rescatadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.
- ✓ Número de ejemplares muertos como consecuencia de la captura y/o estrés en las condiciones de cautiverio temporal.

Para evaluar el cumplimiento de los objetivos del programa se usará el siguiente indicador de supervivencia:

Índice de supervivencia = Ml/Mr

De manera más formal este índice se define como:

$$\phi_t = \frac{Tamaño - de - la - población - liberada}{Tamaño - de - la - población - rescatada}$$

Donde: φ_t = Probabilidad de supervivencia para el muestreo tf a el muestreo ti

Es decir:

M l = Tamaño de la $\phi_t = \frac{\hat{M}l}{\hat{M}r}$ población liberada.
M r = Tamaño de la población rescatada.
Nota: Ml puede ser igual, pero nunca mayor a Mr.

Esta fórmula puede representarse en porcentajes de la siguiente forma:

$$\phi_t = (100)\frac{\hat{M}l}{\hat{M}r}$$

Donde: φ_t = Probabilidad de supervivencia para el muestreo ti a el muestreo tf

Para determinar el porcentaje de efectividad de supervivencia de las diferentes especies de vertebrados en los que se aplicará, se presenta la siguiente escala:

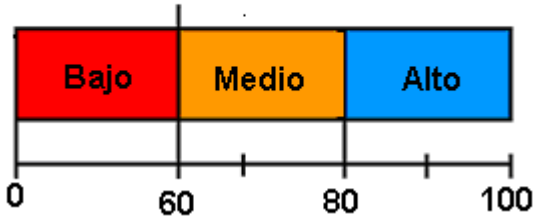


Figura VI.19. Escala porcentual del índice de supervivencia

Esto nos indica la efectividad sobre la ejecución del Programa.

Se elaborará una ficha técnica de las especies de fauna silvestre a rescatar incluidas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Figura VI.20. Ejemplo de la ficha técnica con fotografía



Fuente: Sacado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común: Rana leopardo**,** Río Grande Leopard Frog
Nombre técnico*: Rana berlandieri*
Descripción: Rana de tamaño mediano (5.7-11.4 cm) con variabilidad en colores desde verde olivo, marrón grisáceo hasta el color aceituna, manchas pequeñas difusas de un color más oscuro que el resto de la piel, una línea clara por el costado que desaparece o se decolora a la altura del ojo, ventralmente es color amarillenta.
Hábitos: Acuática, típicamente una rana de charco., encontrado raramente lejos del agua, pero puede tolerar condiciones bastante secas. Puede ser activa en el día y más probables en la noche, y casi todo el año. Alimentaciones una variedad de presa terrestre (insectos) y acuática (peces), incluyendo otras ranas.
Estatus de conservación: Protección especial

Técnica para su manejo: Captura directa o con trampas tipo embudo dentro del agua, en márgenes de cuerpos de agua.

En el caso del Venado bura se propone la aplicación del Plan de Manejo Tipo para Venado bura (*Odocoileus hemionus*), desarrollado por la SEMARNAT. Dicho Plan se presenta Anexo.

VI.2.6.2.Subprograma de Manejo de Fauna Marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Avifauna marina

De las 22 especies 9 están listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 7 como "sujetas a protección especial", una "amenazada" y una más "en peligro de extinción" (Tabla VI.7.).

Tabla VI.7. Lista de especies de avifauna marina reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Sula nebouxii[5,6]	Bobo Pata azul	Pr
Ardea herodias[1,2,3]	Garza Morena	Pr
Egretta rufescens[5]	Garceta Rojiza	Pr
Charadrius nivosus[5]		A
Haematopus palliatus[5]		P
Larus heermanni[3]		Pr
Larus livens[1,3]		Pr
Sternula antillarum[3]	Harán minimo	Pr
Thalasseus elegans[3]	Charrán elegante	Pr

Como se menciona en el capítulo IV de esta MIA y anteriormente en el área se reportan especies de aves marinas, las cuales podrían verse afectadas principalmente por el ruido causado en las etapas de preparación y construcción, y por las actividades antropogénicas en la operación de la marina, sin embargo, no se considera que sufrirán la pérdida de hábitats. Las acciones consideradas en este apartado son dirigidas específicamente para las especies que se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. El impacto que se pueda causar a estas especies se considera no relevante, ya que

debido a la capacidad de desplazamiento de las aves, estas se trasladan a zonas de características similares mejor conservadas.

Asimismo es probable que una vez terminadas las obras de construcción y que se elimine el ruido generado por estos eventos las aves retornen al sitio. Por lo cual se considera que la afectación que pudiera causarse en estos organismos es temporal y que no requiere de implementar ninguna acción correspondiente.

Ictiofauna

Los registros indican que solo tres especies determinadas se encuentran sujetas a protección especial según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. La castañeta mexicana (*Chromis limbaughi*) se reporta como una especie endémica para el Golfo de California. No obstante el ángel real (*Holacanthus passer*) y el ángel de Cortés (*Pomacanthus zonipectus*), forman parte de ictiofauna del Pacífico oriental tropical.

Tabla VI.8. Listado de especies de ictiofauna reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre común	Nombre científico	Estatus en la NOM-059
Castañeta mexicana	*Chromis limbaughi*	Pr
Ángel real	*Holacanthus passer*	Pr
Ángel de Cortés	*Pomacanthus zonipectus*	Pr



Figura VI.21. Peces sujetos de protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010) en la zona de estudio. a) *Chromis limbaughi*, b) *Holacanthus passer*, c) *Pomacanthus zonipectus*.

Tiburón ballena (*Rhincodon typus*).

Consideraciones:

- ✓ En la zona marina de Cabo Pulmo se tienen reportes ocasionales de avistamientos de tiburones ballena (Villareal-Cavazos et al. 2000); sin embargo no es una zona considerada como área de crianza o reproducción para tiburones (Salomón-

Aguilar et al. 2009) y tampoco constituye uno de los centros de concentración de individuos de esta especie (Ketchum 2003, Eckert y Stewart 2001).

- ✓ Teniendo en cuenta que *R. typus* es una especie que realiza grandes migraciones, es probable que los organismos avistados en Cabo Pulmo, sean organismos en transito que se dirigen a zonas de mayor concentración como La Bahía de La Paz, o "Gorda Banks" al sur de la Península de Baja California, o incluso hacia el Pacífico Norte.
- ✓ Con base en la información analizada previamente, puede concluirse que el área marina de Cabo Pulmo es un área de transito ocasional y no constituye un hábitat para actividades de alimentación, reproducción o crianza del tiburón ballena.
- ✓ El tiburón ballena es una especie que depende en gran medida de la calidad del hábitat para el desarrollo de sus actividades de alimentación, dado que requiere aguas con alta productividad. Por esta razón las actividades humanas que producen contaminación por el desarrollo industrial o de infraestructura; o el uso de artes de pesca que deterioren el hábitat o pongan en riesgo a esta especie; deben regularse para no causar impactos o daños a la misma.
- ✓ La mayor amenaza que podría ocasionar el desarrollo del Proyecto a la población de tiburones ballena en la zona marina de Cabo Pulmo es el aumento del tráfico de embarcaciones que incrementaría la posibilidad de lesionar a los individuos por choques con las embarcaciones.

  Por lo anterior se recomienda establecer límites de velocidad para todo tipo de embarcaciones en la zona marina correspondiente, con el fin de disminuir la posibilidad de choques con los tiburones ballena que puedan estar en tránsito por el área y de esta manera proteger la integridad de los animales. Adicionalmente en caso de realizarse actividades de avistamiento de estos organismos, se sugiere regular el buceo y las observaciones de los mismos en las embarcaciones.

En la región donde se establecerá el proyecto la presencia de la especie es esporádica y puede estar relacionada únicamente con actividades de alimentación. Sin embargo ante la importancia de esta especie se decidió establecer acciones con la finalidad de prevenir cualquier afectación que se pudiera ocasionar a esta especie. Asimismo se anexa una Propuesta de Programa de Manejo de Tiburón Ballena con Referencia Específica al SAM, el cual se presenta como anexo.

Mamíferos marinos.

Aún cuando es difícil registrar avistamientos directos dentro del SAM delimitado para el Proyecto, considerando que la zona marina con la que colinda el sitio del proyecto es esencialmente un arenero, delimitado al Norte y Este por un sistema de fosas que delimitan la plataforma continental y que en la cercanía de Punta Arena se ubican a menos de 40 metros de la línea costera. La parte sur del SAM es una zona atractiva turísticamente por su diversidad y riqueza de especies marinas, producto de características oceanográficas que su complementan para dar lugar a muchas especies

marinas. Sin embargo, no existen estudios sistemáticos que describan las especies de mamíferos marinos presentes en la región, ni la temporalidad ni el uso del área por estos mismos. Muchas de las especies que a continuación se describen, se han listado por considerar que la región se encuentra dentro de los límites de su distribución más que por reportes de avistamientos o varamientos.

Mamíferos marinos que por su límite de distribución se pudieran encontrar en el SAM delimitado para el Proyecto, con probable presencia en la parte sur del SAM.

Tabla VI.9. Listado de especies de mamíferos marinos reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos Marinos		
Nombre científico	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**
Balaenoptera acutorostrata	Ballena Minke	Pr
Balaenoptera borealis	Ballena de Sei	Pr
Balaenoptera edeni	Ballena de Bryde	Pr
Balaenoptera physalus	Ballena de aleta	Pr
Balaenoptera musculus	Ballena azul	Pr
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	Pr
Eschrichtius robustus	Ballena gris	Pr
Physeter macrocephalus	Cachalote	Pr
Kogia sima	Cachalote enano	Pr
Kogia breviceps	Cachalote pigmeo	Pr
Delphinus capensis	Delfín común de rostro largo	Pr
Delphinus delphis	Delfín común de rostro corto	Pr
Grampus griseus	Delfín de Risso	Pr
Globicephala macrorhynchus	Calderón de aletas cortas	Pr
Lagenorhynchus obliquidens	Delfín de costados blancos del Pacífico	Pr
Orcinus orca	Orca	Pr
Pseudorca crassidens	Orca falsa	Pr
Peponocephala electra	Calderón pigmeo	Pr
Stenella attenuata	Delfín manchado pantropical	Pr
Stenella coaeruleoalba	Delfín listado	Pr
Stenella longirostris	Delfín tornillo de rostro largo	Pr
Steno bredanensis	Delfín de dientes rugosos	Pr
Tursiops truncatus	Tursión	Pr
Berardius beardii	Zífido de Baird	Pr
Indopacetus pacificus	Zífido de Longman	Pr
Mesoplodon densirostris	Mesoplodonte de Blainville	Pr
Mesoplodon peruvianus	Mesoplodonte pigmeo	Pr
Ziphius cavirostris	Zífido de Cuvier	Pr

Mamíferos Marinos		
Nombre científico	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**
Zalophus californianus	Lobo marino de California	Pr
Arctocephalus townsendi	Lobo fino de Guadalupe	Pr
Phoca vitulina	Foca común	Pr
Mirounga angustirostris	Elefante marino del norte	A

Las colisiones generalmente ocurren en áreas costeras con concentración de ballenas, por ejemplo donde estas se alimentan o reproducen (Laist et al. 2001). La velocidad de los barcos es uno de los factores más importantes para que las colisiones con ballenas ocurran. De acuerdo con Jensen y Silver (2004) el 90% de los casos en que se conoció la velocidad de los barcos, estos iban a 10 nudos o más, con una mayor frecuencia entre 13 y 18 nudos.

Acciones

1. Queda prohibido en caso de avistamiento manejar a velocidades mayores a 3 nudos en las áreas de agregación de mamíferos marinos.
2. Se ha observado que el acercamiento de los humanos a el animal de manera violenta provoca su rechazo por lo cual se propone que en caso de observación de algún mamífero marino se evite el aproximarse a él para evitar molestarlo.
3. Las embarcaciones mayores a 10 metros deben evitar acercarse con la finalidad de evitar perturbar a los animales y también para evitar colisiones debido a que son menos fáciles de maniobrar.
4. Colectar, capturar, cazar, retener o apropiarse de mamíferos marinos.
5. Verter al mar residuos líquidos (combustibles, lubricantes, productos de limpieza, etc) o sólidos (desperdicios, basura, etc.).
6. Utilizar grabadoras, micrófonos o cualquier aparato que produzca ruido o sonidos que puedan perturbar a los mamíferos marinos o a cualquier otro animal marino en la zona.
7. Deber prohibirse tomar fotografías con flash.
8. Depositar todos los desechos orgánicos e inorgánicos en bolsas de plástico en los contenedores de basura a bordo de las embarcaciones, y ya en tierra hacer la disposición de estor en el Sistema Municipal de recolección de desechos sólidos.
9. Promover el uso de motores de cuatro tiempos en las embarcaciones, eliminando el uso de aceite en la combustión.
10. Contar con el apoyo de las autoridades cuando así lo requieran.
11. En caso de alguna colisión entre lanchas o embarcaciones por causas antropogénicas o naturales se deben de notificar a la capitanía de puerto. Para evitar este tipo de problemas se debe de mantener a las embarcaciones en buen estado y con equipo suficiente para una navegación segura. Asimismo las embarcaciones debe de dar cumplimiento a las reglas básicas de navegación establecidas por la STC.
12. Establecer sanciones para que quienes infrinjan los lineamientos puedan ser sancionados.

13. Establecer patrullajes de vigilancia en los cuales pueden estar involucrados los locatarios en coordinación con las autoridades competentes.
14. Elaborar una base de datos con los registros de los sitios donde se observe a la especie para a largo plazo establecer los puntos de paso de la especie. Y también para poder analizar esta información en busca de patrones, es decir si dentro de la zona hay algunos puntos específicos que prefiera la especie.
15. Poner a disposición de los investigadores encargadas de estudiar esta especie esta información para que ellos puedan seguir completando la información ecológica y biológica de la especie.
16. Establecer un sistema de monitoreo permanente, este se podrá llevar a cabo en coordinación con instituciones académicas que estén trabajando con esta especie.

Fauna bentónica.

Pepino de mar (*Isostichopus fuscus*)

Los pepinos de mar se alimentan de materia sedimentaria o suspendida, a través de una superficie tentacular impregnada de moco que atrapa partículas las cuales ingiere por succión de la faringe, arrastrándose sobre el fondo, con la boca hacia abajo. La importancia de los pepinos de mar en las comunidades bénticas radica en que constantemente remueven sedimentos con lo cual permiten la oxigenación del sustrato. Asimismo se les considera una especie recicladora debido a que se alimentan de pequeñas algas, sedimentos ricos en nutrientes y material de desecho. Sus huevos, larvas y juveniles constituyen una fuente de alimento para otras especies marinas. Cuando estos animales son eliminados o cosechados sin control las poblaciones que viven en el fondo asociados con el pepino desaparecen y el sustrato se endurece. Además es una especie hospedera de diferentes especies como cangrejos y peces, los cuales se alojan en la cloaca y entran o salen del pepino cuando se abre el esfínter del ano.

Los pepinos de mar normalmente se encuentran asociados a fondos con sustrato rocoso, arrecifes coralinos y ocasionalmente en suelos arenosos y arcillosos, así como entre algas, alimentándose de sedimento y con ello manteniendo el fondo limpio de materia orgánica.Se distribuye desde los 0.5 hasta los 40 m de profundidad.

Los individuos de menos de 140 mm se localizan principalmente dentro de oquedades y grietas en las rocas, así como debajo de las mismas, mientras que los organismos de tallas menores se encuentran sobre las rocas.



Figura.VI.22. Pepino de mar (*Isostichopus fuscus*)

Uno de los impactos que se consideran significativos para esta fauna es la pérdida de hábitat como consecuencia de las modificaciones que se harán del sitio durante las diferentes etapas del proyecto. En el caso de los peces estos sufrirán cambios en la estructura de su hábitat lo que ocasionará que estos se desplacen a zonas de características ambientales similares mejor conservadas lo que ocasionará que el efecto en los peces sea indirecto. En el caso de los organismos sésiles como el pepino de mar la consecuencia es la pérdida de individuos, por lo cual se propone que cuándo sea posible se lleven acciones de rescate y la translocación de los individuos que se encuentren en el interior de la zona a intervenir. A continuación se describen las acciones que se podrían seguir.

Acciones

1. Antes de iniciar las acciones de ejecución de las obras marinas se deberá de ahuyentar a los organismos vágiles como los peces para que abandonen el lugar y se establezcan en otras zonas y evitar que se vean afectadas de manera directa.
2. Una vez logrado lo anterior se deberá de colocar una malla antidispersante (geotextil) que delimite la zona de ejecución de acciones del proyecto y que a su vez ayude a contener el sustrato fino en suspensión y material flotante que se pueda generar. Esto ayudará a contener los sedimentos que se liberen por efecto del hincado de pilotes y que no se dispersen a áreas aledañas y pudieran causar el sepultamiento de la flora y fauna bentónica.
3. Tras colocar la malla geotextil y previo a la ejecución de las obras del proyecto, se requerirá del rescate y traslado de la fauna bentónica que se localice al interior del área a intervenir. La translocación de especies es una herramienta útil para restituir la abundancia de poblaciones que han disminuido su número a escala local, así como para conservar especies de alto valor ambiental (Minckley, 1995).
4. Para lo cual se llevará a cabo la revisión del fondo marino y se colectará manualmente todos los ejemplares de fauna bentónica (pepinos de mar) que se encuentre dentro del área a intervenir. Se debe de llevar un registro de la especie, el número de individuos por especie. Los ejemplares se trasladarán a áreas aledañas que se conservarán en su estado natural y se liberarán inmediatamente.

5. En caso de los peces que pudieran haber quedado en el área y en caso de que se pueda identificar que se trate de alguna de las especies que se encuentran en la Norma Oficial Mexicana se podría translocar la mayor cantidad de ejemplares posible. Para hacer esto se recomienda:
   -Transportar ejemplares en densidades bajas por contenedor (1 individuo/litro agua), reducir el tiempo de mantención de los peces en recipientes aireados.
   -Es recomendable utilizar tiestos de más de 50 lt de volumen con el fin de mantener a los peces en buenas condiciones previo a su traslado. El agua de estos debe de ser permanentemente aireada y resulta adecuado incluir cierta heterogeneidad microambiental para que pueda ser usado como refugio por parte de los peces (bolones). Se ha observado que los peces en estados juveniles presentan mayor mortalidad por lo que el esfuerzo debe enfatizarse en los ejemplares adultos quienes tienen mayores probabilidades de sobrevivencia (Habit et al., 2002). En estos casos se debe de realizar el manejo lo más rápido posible, así como reducir el tiempo de manutención de los peces en los recipientes aireados y transportar a los ejemplares en bajas densidades por contenedor.
6. Otras medidas generales a llevar a cabo son:
   -Diseñar y difundir medidas de seguridad en caso de derrames de hidrocarburos para prevenir afectaciones al hábitat.
   -Sensibilizar a los trabajadores y verificar que tanto ellos como los prestadores de servicios cumplan con los requisitos de seguridad marítima establecidos por la SCT.
   -Colaborar con las autoridades de pesca en la difusión del respeto a las vedas de pesca y la captura de especies consideradas bajo protección.
   -En el caso específico del pepino de mar se debe de prohibir el uso de redes de arrastre y la extracción ilegal del mismo.
   -Prohibir la extracción de ejemplares de invertebrados (peces y pepino de mar) que se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

VI.2.6.3. Subprograma de Manejo de Flora en la NOM-059-SEMARMAT-2010.

Introducción.

Las dos especies de flora encontradas dentro del SAR del proyecto pertenecen al grupo de las cactáceas.

La familia Cactácea es nativa de América con excepción de *Rhipsalis baccifera* (Anderson, 2002). Comprende aproximadamente 100 géneros y cerca de 1,500 especies, es uno de los grupos de plantas con mayor proporción de especies incluidas en la lista roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (Hunt, 1999; Hernández y Godines, 1994: Nobel, 1994).

México ha sido reconocido como uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo (Gómez-Pompa *et al*., 1994). Según Rzedowski (1991), en México existen 9,300 especies de Flora Fanerogámica endémicas al país, mientras que usando el concepto amplio de

Megaméxico 3 se calcula en 12,900 especies, lo que implica cerca del 52% y el 72% del total de la flora mexicana. Los endemismos, en particular a nivel de especie, son frecuentes sobre todo en regiones templadas y húmedas y zonas áridas y semiáridas.

México es el centro más importante del mundo en concentración de cactáceas. El estado de San Luis Potosí es el que posee una mayor diversidad, con un registro de 151 especies. Le siguen los estados de Coahuila con 126 especies y Nuevo León y Oaxaca con 118 especies cada uno. San Luis Potosí también es el estado con mayor riqueza de géneros (33), seguido por Oaxaca con (32) y Tamaulipas (31) (Guzmán *et al*., 2003).

Presentando cerca de la mitad de los géneros (48), y más de una tercera parte de las especies (563) y se reconocen 244 subespecies, presentando gran cantidad de endemismos a nivel genérico y especifico (73% y 78% respectivamente). Las cactáceas se distribuyen especialmente en las regiones áridas y semiáridas del país, principalmente en el Desierto Chihuahuense y regiones adyacentes (Hernández y Bárcenas, 1996; Hernández y Godines, 1994; Barthott y Hunt, 1993).

En los ambientes más áridos, con precipitaciones anuales menores a 600 mm, como ocurre en el desierto Chihuahuense (Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Aguascalientes, Estado de México e Hidalgo), abundan biznagas (*Ferocactus* spp., y *Echinocactus platyacanthus*), cactáceas pequeñas como el "peyote cimarrón" (*Ariocarpus spp.)* y otras pertenecientes al género *Astrophytum* y *Coryphantha*, además de las biznaguitas o chilitos pertenecientes al género *Mammillaria*. En algunas regiones de este desierto se presentan poblaciones de peyotes (*Lophophora williamsii* y *L. diffusa*). También se encuentran grandes nopaleras formadas por poblaciones de diversas especies (*O. Streptacantha, O. leucotrich)* y Xoconoxtles o cardones (*Cylindropuntia spp)*. En algunas regiones de San Luis Potosí, Guanajuato e Hidalgo, existen zonas donde dominan los garambullos (*Myrtillocactus geometrizans)*, los pitayos (*Isolatocereus dumortieri* spp), así como los chilayos (*Marginatocereus marginatus)* (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1978).

El alto endemismo presente en las especies de cactáceas y la alta especificidad ambiental de sus poblaciones, es todavía un misterio para los científicos, pero sin duda es la causa de que muchas poblaciones y especies se encuentren en alguna categoría de riesgo de extinción. Además, el lento crecimiento de estos organismos, que es el costo que deben pagar por su metabolismo CAM[2] el cual les permite vivir exitosamente en ambientes con escasez de agua, hace que sus poblaciones se recuperen muy lentamente de los disturbios poblacionales, ocasionados de manera natural o como consecuencia de la actividad humana.

[2] El metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM) es un tipo de metabolismo que se da en plantas y que se descubrió en la familia de las *crasuláceas*, de ahí su nombre. El nombre de metabolismo ácido hace referencia a la acumulación de ácidos orgánicos durante la noche por las plantas que poseen este mecanismo de fijación de carbono. Esta vía metabólica es semejante a la vía C4, sin embargo en la vía CAM la separación de los dos carboxilaciones no es espacial, como ocurre en las plantas C4, sino temporal.

Muchas de las cactáceas se encuentran bajo presión por exceso de colecta y destrucción de su hábitat, además tienen una limitada habilidad para recuperar su población cuando ésta ha sido dañada (Gibson y Nobel, 1986). Por lo que es necesario implementar programas de rescate de cactáceas en caso de que se realicen cambios en la cubierta vegetal en las zonas donde se localicen poblaciones de especies amenazadas (González, 2004).

Con la realización de las actividades y obras propuestas por el establecimiento del proyecto, se pretende efectuar el proceso de cambio de uso de suelo en superficies de matorral medianamente perturbadas en sus condiciones naturales; donde se presume que la distribución de especies de interés especial es menor a aquellos lugares donde la comunidad se encuentra en un estatus ecológico mayormente conservado.

En virtud de lo anterior, se presenta el presente Programa de Rescate, haciendo énfasis en las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudiesen ser afectadas y que fueran susceptibles de rescate; dirigido principalmente a los ejemplares del grupo de las cactáceas que han sido identificados durante las actividades recientes de reconocimiento del sitio.

Objetivo.

a) Describir la técnica que será aplicada durante el rescate de los elementos de la Familia Cactaceae, misma que podría variar de acuerdo a las condiciones micro-climáticas que caracterizan el trazo carretero y en relación a los patrones de crecimiento de los ejemplares documentados en el área de estudio.

Metas.

a) Contribuir a la conservación de la riqueza biológica de México, específicamente del grupo de las cactáceas, realizando de manera previa a la construcción del proyecto, el rescate de las especies identificadas en los recorridos preliminares, que pudieran verse afectados por la ejecución de dicha obra.

b) Minimizar la afectación al ecosistema, principalmente durante la etapa de preparación del sitio, dando cumplimiento a las condicionantes establecidas en las autorizaciones correspondientes en relación al manejo de especies de interés especial.

Definición de las especies a rescatar.

Tabla VI.10. Especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el SAR del proyecto.

Nombre común	Especie	Categoría	Distribución
Falta definir la especie, hay varias en la nom	*Echinocereus spp.*	Pr	endémica
Falta definir la especie, hay varias en la nom	*Mammillaria spp.*	Pr	endémica

Simbología. PR= protección especial.

<u>Sujetas a protección especial (Pr).</u> Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Así mismo, en el SAR se identificaron otros ejemplares de la familia de las cactáceas que, aún y cuando no se encuentran protegidas por las leyes mexicanas, pueden incluirse como especies susceptibles de rescate y trasplante en el Programa como medida de prevención, previo a la remoción de la cubierta de matorral en el área.

Metodología.

Se utilizará principalmente la técnica denominada "Extracción con cepellón", la cual consiste en extraer los ejemplares con la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema radical; acción que puede realizarse de manera manual o con la ayuda de herramientas. Una vez extraídas las cactáceas, serán transportadas lo más pronto posible a sitios dentro del predio que no se verán afectadas por la construcción del gasoducto; siendo esta metodología especialmente útil cuando se cuenta con tiempo suficiente previo al inicio de las labores constructivas de la obra.

a) *Ubicación de los ejemplares:* Previo a las labores de desmonte, se procederá a localizar las especies que se distribuyen en el sitio.

b) *Extracción:* Para el caso de individuos aislados se recomienda usar un espadón, asegurando su penetración en el suelo a una profundidad mayor a 20 cm, ya que estos poseen amplias raíces que les permiten una mayor captación de agua, además de que se mantienen los hongos micorrícicos vesiculo-arbusculares que contribuyen a la mejor asimilación de los nutrientes del suelo.

c) *Transporte:* Conforme se vayan extrayendo los individuos, estos deberán ir colocándose en carretillas ubicadas bajo sombra; previendo que no sea cubierta con bolsas de plástico, ya que esto ocasionaría la deshidratación de los ejemplares.

d) *Ubicación de áreas de trasplante:* De manera previa, se delimitaran los predios que fungirán como viveros para su conservación y sobrevivencia.

e) *Preparación de cepas:* Con la finalidad de ayudar a la formación de nuevas raíces, es conveniente hacer las cepas de tal manera que sea removido el suelo al máximo y permita el intercambio de gases. En caso de que las partículas sean muy finas, se recomienda aflojar la mayor cantidad, ya que un suelo compacto no asegura el éxito del trasplante.

f) *Trasplante:* Se sugiere trasplantar los individuos de tal manera que al momento de cubrir las raíces, éstas no queden por encima del nivel del suelo, ya que paulatinamente el recurso puede perderse o compactarse, quedando la planta desprotegida. Del mismo modo, una planta trasplantada por debajo del nivel, puede acumular exceso de agua cuando se presenten lluvias extraordinarias y originar pudrición de la misma. Una vez

plantada, es conveniente compactar bien el suelo alrededor de la misma y colocar una o varias piedras, a fin de evitar que sea dañada por roedores que aprovechen lo blando del suelo para desenterrarla, voltearla y comerlas desde la base, burlando así la protección que de manera natural le proporcionan las espinas.

g) *Marcado:* se realizará el marcado por coordenadas o puntos en GPS.

h) *Protección contra erosión:* Se recomienda aplicar una presión moderada sobre el suelo y un ligero riego con atomizador, tratando de proporcionar humedad a la planta y procurar evitar la erosión eólica. Se recomienda también la aplicación de hojarasca sobre el suelo desnudo.

Evaluación y seguimiento (periodicidad después del inicio).

Con la finalidad de conocer el éxito del Programa, se realizarán evaluaciones de sobrevivencia mensualmente durante el primer año posteriores a las prácticas de trasplante en el sitio, con el propósito de determinar el índice que será reportado a las autoridades ambientales en los informes correspondientes.

VI.2.7. Programa de Manejo y conservación de Tortugas Marinas.

En la actualidad existe preocupación por los efectos que las actividades antropogénicas mal planeadas o sin criterios ecológicos, tienen sobre la conservación y protección de las especies de tortugas marinas que desovan en las costas mexicanas. Durante la anidación, incubación de huevos y emergencia de las crías y el camino de éstas de regreso al mar, las tortugas marinas se exponen a múltiples riesgos que se pueden potenciar ante la presencia de actividad humana. Es por ello que cualquier actividad humana a desarrollar en zonas de anidación de tortugas marinas deberá implementar las actividades necesarias para asegurar la conservación y protección de las hembras anidadoras, nidos y crías presentes en la zona de influencia del proyecto. Consciente de ello como parte del proyecto se propone desarrollar un programa de conservación de Tortugas marinas presentes en el SAR.

En el PLP uno de los objetivos es llevar a cabo actividades de manejo de no extractivo de tortugas marinas, mediante el establecimiento de un campamento Tortuguero. Con este fin se elabora el presente programa de manejo y conservación de tortugas marinas del proyecto PLP Punta Arena, Baja California Sur, México. El cual se pretende ejecutar en la zona costera frente al predio PLP. Este litoral tiene una extensión de más de 8 kilómetros de playa arenosa.

Como parte de los compromisos ambiéntales derivada de la visión sustentable del Promovente es la responsabilidad de garantizar el mantenimiento de áreas y ecosistemas críticos para la fauna del predio y de la región, implementar estrategias de manejo y monitoreo que permitan la conservación de fauna terrestre y acuática, establecer y

mantener las condiciones adecuadas para el arribo o colonización de las especies al predio.

Las especies de tortuga marina registradas en la región y que se pretende incluir en las estrategias de manejo son las tortugas Laúd (*Dermochelys coriacea*), Prieta (*Chelonia agassizii*), la Golfina (*Lepidochelys olivacea),* Carey (*Eretmochelys imbricata*), y Caguama (*Caretta caretta*). Aunque solo se tienen registros de anidación de las tres primeras (laúd, prieta y golfina). Las otras dos especies tienen áreas de alimentación en la zona arrecifal frente al predio PLP. Las actividades que serán desarrolladas para preservar el recurso tortugas marinas es el que tradicionalmente se viene realizando en la zona; recorridos o patrullaje nocturnos y diurnos durante la temporada de arribazón de tortugas marinas para registrar y ubicar las nidadas, su remoción y reubicación a un corral de anidamiento para que transcurra su incubación de manera natural y bajo resguardo, y posterior a esta la liberación de las crías. Se espera obtener un éxito de eclosión por arriba del 80% de las nidadas, y la total liberación a su medio ambiente de cada individuo o cría nacida en el corral aprovechando este evento para dar platicas de educación ambiental de las tortugas y su medio ambiente a aquellas personas que participen en la liberación.

Los costos resultados de la operación del campamento serán absorbidos internamente por la empresa promovente Sabadell.

RESPONSABLE DEL CAMPAMENTO Y PERSONAL TÉCNICO:

El responsable del campamento y de la aplicación del plan de manejo tortugas marinas del PLP es M.C. Hugo Rivas, asimismo, el personal técnico que participara en la coordinación de las actividades del campamento tortuguero es el Comité Ambiental a través de los las personas Alberto Merino. El contacto del responsable del proyecto es el M.C. Hugo Rivas.

ANTECEDENTES

Golfo de California (Mar de Cortés)

El golfo de California, también llamado mar de Cortés cubre un área de 889,300 km^2 y cuenta con 19 áreas naturales protegidas, que representan 98,755 km^2 (11% de la región). Un 4% del área marina está actualmente bajo protección. En el Golfo de California existen además 14 áreas marinas protegidas y siete sitios Ramsar (humedales de Importancia Internacional). Todas las islas están protegidas como Áreas para la Protección de Flora y Fauna y en 2006 fueron declaradas "Patrimonio de la Humanidad" por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Esta región ecológica incluye cinco áreas marinas prioritarias de conservación (APC) de la iniciativa *Baja California al mar de Béring* (también llamada B2B por su acrónimo en inglés):17 la APC 24 – Corredor Los Cabos/Loreto; la APC 25 – Alto Golfo de California; la APC 26 – Grandes islas del golfo de California/Bahía de Los

Ángeles; la APC 27 – Humedales de Sonora, Sinaloa y Nayarit/Bahía de Banderas, y la APC 28 – Islas Marías (Morgan *et al*., 2005).

Es un mar parcialmente cerrado conocido por sus excepcionalmente elevados niveles de biodiversidad y elevada productividad primaria, resultantes de la combinación de su topografía, latitud meridional y sistemas de surgencia. La ecorregión cuenta con 36 especies de mamíferos marinos, incluyendo a la vaquita (*Phocoena sinus*), la marsopa en mayor peligro de extinción (alrededor de 245 individuos); 31 especies de cetáceos que viven, transitan o visitan esta región para su reproducción, crianza y alimentación; 5 de las 7 especies de tortugas marinas del mundo; 754 especies de peces, incluyendo tiburones; 210 especies de aves, 222 de tetrápodos y poco más de 6,000 especies de macro invertebrados. Hay por lo menos 18 especies coralinas. El endemismo (especies únicas) es extraordinario: 766 macro-invertebrados (15.8% de las especies conocidas del Golfo) y 77 especies endémicas de peces (10%). Sin embargo, esta región privilegiada está en riesgo. La pesca excesiva y con artes de pesca no sustentables, junto al turismo mal planeado, los asentamientos urbanos irregulares y la contaminación de los mares y los cuerpos de agua dulce, está amenazando hábitats críticos, especies únicas y mermando los recursos naturales, lo que pone en una situación también difícil a los más de 40,000 pescadores ribereños y 80,000 industriales, y sus familias. Por ello, en 2007 la Alianza WWF-Telcel inició la primera etapa de un programa integral de conservación de especies marinas en peligro de extinción o amenazadas y de sus hábitats en el Mar de Cortés y la Península de Baja California, enfocándose en: grandes ballenas y delfines (incluyendo la ballena azul, la ballena gris, la ballena jorobada, la ballena de aleta y la orca); tortugas marinas (laúd, carey, amarilla, prieta y golfina); tiburones (tiburón blanco , tiburón ballena y otros tiburones); y los peces "picudos" (pez espada, pez vela, marlín y dorado).

Su diversidad biológica ha sido documentada a través de diversos estudios realizados con las comunidades arrecífales. En el Golfo de California se presenta la cobertura coralina más extensa y un alto porcentaje (78%) de las especies de corales hermatípicos reportadas. La riqueza Ictiológica también es considerablemente importante, pues de las 875 especies de peces reportadas para el golfo, aproximadamente el 26% se presentan en el arrecife.

Mundialmente se reconoce la existencia de ocho especies de tortuga marina, *Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata, y Nattator depresus* todas ellas consideradas como en peligro de extinción (GETM/UICN/CSE 1995; SEMARNAT 2010; CITES 2004). Siete de estas especies (*Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caratta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata*) arriban a los litorales mexicanos, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe, en estos litorales es donde las tortugas marinas desarrollan parte o la totalidad de su ciclo biológico, por lo que México es considerado en el ámbito mundial como “el País de las Tortugas Marinas” (Márquez 1996ª).

La construcción de represas río arriba y el desvío de aguas del río Colorado han dado lugar a una considerable disminución del aporte de agua dulce de este curso fluvial, lo que a su vez ha alterado drásticamente las condiciones ecológicas del Alto Golfo: sistema estuarino relevante para la reproducción de la ictiofauna, que hoy día registra un exceso de salinidad. La pesca, sobre todo con redes, es una actividad esencial para las comunidades costeras de la región; sin embargo, son preocupantes los declives en la abundancia de varias especies ictiológicas y los cambios en los tipos de artes de pesca. Las aguas cercanas a los estados mexicanos de Nayarit, Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur forman parte de esta región, cuya frontera sur se extiende —desde las perspectivas oceanográfica y faunística— del cabo Corrientes, en el extremo noroeste del estado de Jalisco, al cabo San Lucas, en la punta de la península de Baja California (Brusca *et al*., 2005).

Una de las actividades trascendentales en materia de conservación de las tortugas marinas es la declaratoria de las principales playas de anidación como Zonas de Reserva y Sitios de Refugio, distribuidas en ambos litorales del país (SEPESCA 1986), mismas que en julio de 2002 fueron formalmente decretadas como Áreas Naturales Protegidas, con la categoría de Santuarios (CONANP 2005). Así mismo, destacan el acuerdo de veda total y permanente para todas las especies y subespecies de tortuga marina, sus productos y derivados en aguas de jurisdicción nacional, publicado el 31 de mayo de 1990 (SEPESCA 1990) y la adición del Capítulo de Delitos Ambientales al Código Penal para el Distrito Federal en Materia de Fuero Común y para toda la República en Materia de Fuero Federal en 1996 (SEGOB 1996).

La publicación del acuerdo de veda propició la creación del Programa Nacional de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (SEDUE/SEPESCA 1990) y, en 1993, de la Comisión Intersecretarial para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (SEPESCA 1993a) y del Comité Nacional para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas integrado por representantes de los sectores productivo, académico y gubernamental (SEPESCA 1993b).

En el ámbito internacional, destaca la adhesión de México, en 1998 a la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, que es el único tratado internacional dedicado exclusivamente a las tortugas marinas, ratificando su adhesión en 1999 (CIPCTM 1998).

ESPECIES A PROTEGER.

El campamento tortuguero que pretende establecerse en el Proyecto Los Pericúes (PLP), Punta Arena, BCS, México. Tiene como objetivo hacer el manejo y conservación de las tortugas marinas que anidan en el litoral frente al predio PLP. Las especies registradas con conducta anidadora en la región son; La tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), La Prieta (*Chelonia agassizii*), y La Golfina (*Lepidochelys olivacea* (Ver siguiente Figura*)*. Estas tres especies cuentan con registros de anidación en la región. Sin embrago, se

pretende incluir a las tortugas Carey (*Eretmochelys imbricata*), y Caguama (*Caretta caretta*) (Ver Figura VI.24) que aunque no cuentan con registros de anidación tienen áreas de alimentación en la zona arrecifal frente al predio PLP, no se descarta la posibilidad de encontrarlas en el predio.



Lepidochelys olivacea (Golfina)



Dermochelys coriacea (Laúd)



Chelonya agassizii (prieta)

Figura VI.23. Especies de tortuga marina con conducta anidadora registradas en la zona de influencia del Proyecto Los Pericúes, Punta Arena, BCS, México. Incluidos en el presente Plan de Manejo.



Eretmochelys imbricata (Carey)



Caretta caretta (Caguama)

Figura VI.24. Especies de tortugas marinas que aunque no se cuentan con registros de anidación, no se descarta la posibilidad de encontrarlas en el predio.

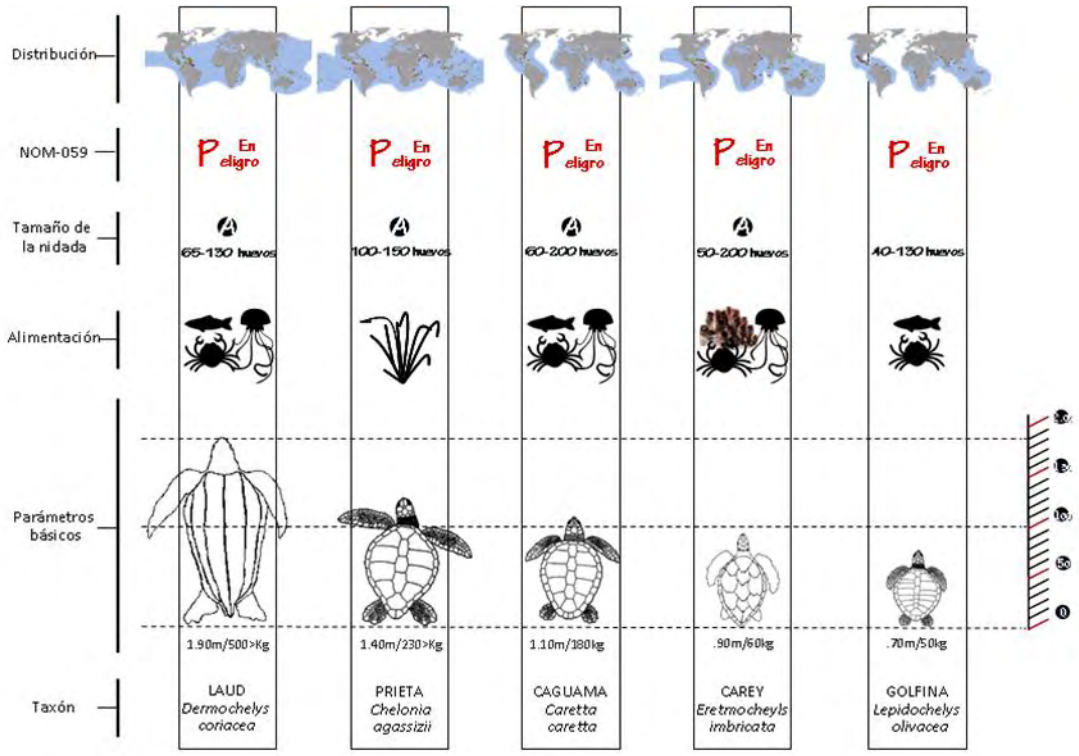


Figura VI.25. Características básicas de las especies de tortugas marinas incluidas en el presente Plan de Manejo del Proyecto Los Pericúes, Punta Arena, Baja California Sur, México.

Zonas de Anidación en BCS

De las siete especies de tortugas marinas que se encuentran en mares de jurisdicción mexicana, cinco de ellas se distribuyen en el Océano Pacifico (WIDECAST 2004), y en la región del Mar de Cortés donde se pretende realizar el PLP, se cuenta con registros de anidación de al menos tres especies Prieta (*Chelonia agassizii*), Laúd (*Dermochelys coriacea*), y la Golfina (*Lepidochelys olivacea*), y registros de Caguama (*Caretta caretta*), y Carey (*Eretmochelys imbricata*). El ANP Cabo Pulmo cuenta con programas de monitoreo de nidos cuyo objetivo primordial es determinar cuales especies de la tortuga marina anidan sobre las playas del Parque Marino, cuidar los nidos de sus depredadores naturales y del hombre y proteger a las crías en su liberación. (http://www.pulmoamigos.org/proyectos.php). Igualmente, aunque más al Sur, el Municipio de los Cabos a través del Programa de Protección de Tortuga Marina cuentan con un campamento Tortuguero Don Manuel Orantes que realiza actividades con tortuga golfita, laúd y prieta. Donde se incluyen actividades con la comunidad de los pueblos de la región y los hoteles.

La conservación del arrecife frente al PLP es muy importante para la conducta alimentaria, reproductiva y anidadora de las tortugas marinas. Este arrecife que se encuentra dentro del Área Natural Protegida (ANP) Cabo Pulmo. Desde el punto de vista ambiental Cabo Pulmo es el único ecosistema de arrecife coralino en el Golfo de California y como tal, representa un tipo particular de hábitat, de procesos ecológicos, de comunidades biológicas y de características fisiográficas; situación que le confiere no sólo una importancia regional, sino una gran relevancia en el ámbito mundial. Se trata del arrecife coralino que tiene la ubicación más septentrional en el Pacífico Este y es, actualmente, uno de los de mayor cobertura coralina (Durhamm, 1947; Squires, 1959; Brusca y Thomson, 1975; Reyes-Bonilla, 1990).

Cabo Pulmo y el resto de la zona son importantes debido a que ahí también se presentan especies que se encuentran consideradas bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre las mas sobresalientes se encuentran cinco especies de tortugas marinas (*Caretta caretta, Chelonia agassizi, Dermochelys coriacea, Eretmochelys imbricata y Lepidochelys olivacea*), todas bajo la categoría de en peligro de extinción, y por lo tanto consideradas especies prioritarias para su conservación en México (SEMARNAT 2010).

Esta ecorregión es un sitio de alimentación clave para la tortuga prieta o verde (*Chelonia mydas*). Aquí también se ubican diversas playas de anidación para la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), la más abundante en el Pacífico Oriental. Hay una concentración importante de nidos en la punta sur de la península de Baja California.y el sur de Sinaloa. La golfina también frecuenta las bahías, los esteros y la zona pelágica de la ecorregión para alimentarse y desarrollarse (http://baja.seaturtle.org/ y http://www.tortugamarina.com).

Temporada de Anidación en la región Sur de BCS.

En general las principales playas de anidación en México se encuentran en el Pacífico en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, con anidaciones menores en BCS, Sinaloa, Jalisco y Colima. La temporada de anidación para esta zona del Pacífico va de junio a marzo.

En la región del Mar de Cortés donde se localiza el PLP la temporada de anidación para laúd va de Octubre a Marzo. Cada ejemplar puede poner hasta 6 nidadas por temporada, con 60 huevos en promedio. Para la Golfina la temporada inicia de junio y termina en diciembre.

De acuerdo con la abundancia de la anidación anual las playas se clasifican en dos categorías 1. Playas prioritarias, y 2. Playas de anidación ocasional o rara.

Las playas primarias son Mexiquillo (Michoacán) Tierra Colorada (Guerrero) y Acuitan y Barra de La Cruz (Oaxaca). Las playas secundarias son Agua Blanca y Los Cabos (BCS) Playa ventura (Guerrero) y La Tuza, Chacahua y Cerro Hermoso (Oaxaca).

PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS

Características que las tornan susceptibles a la extinción.

Todas las especies de tortuga marina exhiben complejos y prolongados ciclos de vida que duran 15 a 30 años en completar. Son altamente migratorias, realizando extensos movimientos que las trasladan de sus playas de nacimiento hacia uno o varios hábitats marinos de alimentación y desarrollo antes de regresar a reproducirse. Los derroteros de éstos pueden cruzar aguas territoriales de uno o varios países, en ocasiones con políticas incompatibles de manejo. No obstante sus hábitos migratorios, las tortugas marinas son muy específicas en el lugar donde anidan, no solo obedecen a conductas circadianas sino que regresan a la misma playa donde nacieron en sucesivas migraciones para la reproducción (una característica llamada “filopatría”). Aun así, a pesar de que cada colonia regresa fielmente a su propia playa al momento de su reproducción, en los hábitats marinos de desarrollo y alimentación convergen tortugas de varios stocks, con orígenes en playas cercanas y distantes. Este factor significa que cualquier factor de impacto podría afectar más de una población y, en ocasiones, provenientes de más de una región.

La complejidad de estas historias de vida dificulta sobremanera su conservación, manejo y seguimiento. Primero, la permanencia durante más del 99% de su tiempo en hábitats marinos (en algunas especies en aguas internacionales) las hace de difícil acceso para cualquier acción de conservación. Segundo, cada colonia anidadora tiende a comportarse como unidad poblacional y con demografía independiente lo que significa que las colonias que sufran merma o colapsos por cualquier causa (natural o antropogénica) no podrán

recuperarse a través de un reclutamiento natural proveniente de poblaciones externas, por lo menos dentro de las escalas de tiempo relevantes para fines de manejo. Tercero, por lo prolongado del desarrollo y la magnitud de la extensión geográfica que utilizan durante su ciclo vital, los impactos se van sumando en el espacio (a lo largo de sus circuitos migratorios) y en el tiempo (a lo largo de las varias décadas de vida). Las tortugas de manera natural enfrentan altas mortalidades en las fases iniciales pero esto requiere de altas tasas de sobrevivencia en las fases tardías (juveniles y adultos) para que las poblaciones logren crecimientos poblacionales positivos o por lo menos estables (Heppell, 2003) que permitieran revertir los procesos de declinación ocasionados por la sobre-explotación histórica. Finalmente, a consecuencia de un crecimiento poblacional lento y prolongado, su capacidad para sustentar aun niveles moderados de mortalidad adicional por presiones antropogénicas, especialmente en poblaciones ya mermadas, es extremadamente limitado.

Principales amenazas.
Las principales amenaza para las tortugas marinas tiene un origen antropogénico y sus actividades incluyen:

Extracción directa (ahora ilegal en casi todos los países) particularmente cuando está asociada con el tráfico internacional de productos y sub-productos,
Impactos por pesquerías causando mortalidad directa en la captura incidental, destrucción de los hábitats marinos y transformaciones en la trama trófica.
Desarrollo costero que altera, daña o destruye hábitats de las tortugas marinas a través de la degradación de playas de anidación, construcciones, alteración de la vegetación, y dragados, mal uso de la iluminación, obstáculos en la playa, relleno de la playa con materiales ajenos a esta, residuos dispersos en el mar y duna, etc.
Contaminación y patógenos, dado que la polución marina por medio de plásticos, artes de pesca descartados, productos derivados del petróleo y otras basuras impactan las tortugas marinas debido a su ingestión y enmallamiento letal. La contaminación por iluminación altera el comportamiento de anidación y desorienta a las crías recién eclosionadas ocasionando incrementos en su mortalidad. Contaminantes químicos debilita el sistema imune de las tortugas marinas, haciéndolas susceptibles a agentes patógenos,
Calentamiento global que puede impactar desde la proporción sexual en las crías, agravar la frecuencia de eventos climáticos severos, incrementar la probabilidad de epidemias entre tortugas marinas, y la pérdida de playas de anidación, destrucción de arrecifes de coral y otras alteraciones críticas para los hábitats de las tortugas marinas y procesos oceanográficos básicos.
Fenómenos naturales tales como huracanes y tormentas tropicales que provocan la inundación de playas de anidación son otros factores que influyen negativamente en el éxito de la eclosión de las tortugas.

También hay factor no humano que afectan a las tortugas marinas. Tales como; depredación por animales silvestres y domésticos que se alimentan de los huevos de

tortuga, los depredadores más comunes de las crías de tortugas son hormigas, cangrejos, serpientes y mamíferos como mapaches, tejones, coyotes, cerdos, perros y gatos salvajes y domésticos, aves, peces. Y las adultas, y juveniles son depredadas en tierra por perros principalmente, y en el mar por tiburones y orcas.

Por lo anterior, la conservación para estas especies requiere acciones sistemáticas y unificadas, con (1) un conocimiento de la ubicación de los hábitats críticos para cada unidad demográfica, (2) monitoreos y protección a largo plazo de sus hábitats clave, tanto los terrestres como los marinos, (3) normatividad de protección al ambiente acorde a las características y necesidades de las tortugas marinas, con eficaz control y cumplimiento, (4) estrecha coordinación y comunicación entre los diferentes grupos de interés alrededor de las acciones (gobierno, academia, ong's, sociedad civil e iniciativa privada) a realizar a dentro del ámbito geográfico total del ciclo vital de cada población, (5) una conciencia de la problemática de las especies entre la sociedad civil y (6) la integración de las comunidades locales con actividades asociadas a las tortugas marinas, a los programas de protección, manejo e investigación.

Se considera que el PLP a través de la instrumentación del Programa de Conservación de Tortugas Marinas y con el establecimiento y operación del Campamento Los Pericues en coordinación con las instituciones participantes en el Programa Nacional de Protección, Conservación y Manejo de Tortugas Marinas, el PLP pretende contribuir a la recuperación de las poblaciones de tortugas marinas en el Mar de Cortés, a través de acciones de protección, conservación, investigación, educación ambiental y capacitación.

NORMATIVIDAD DE RELEVANCIA APLICABLE A TORTUGAS MARINAS

Las acciones de protección y conservación de tortugas marinas se apoyan en un amplio marco jurídico, que incluye la protección de algunas de las playas más importantes de anidación, la regulación del uso de instrumentos en artes de pesca que puedan representar riesgo para las tortugas marinas, así como la prohibición de la comercialización de ejemplares y productos derivados de ellas. En la Tabla VI.11 se enlistan de manera general los ordenamientos o legislación en la materia de cuidado y protección a las tortugas marinas en territorio y aguas nacionales.

Tabla VI.11. Marco jurídico vigente relacionado con tortugas marinas

FECHA DE PUBLICACIÓN EN EL D.O.F.	INSTRUMENTO	ACCIONES
1927	Decreto	♦ Prohibición de explotación de huevo de tortuga marina y destrucción de nidos
26/06/79	Decreto	♦ Se establece Zona de Refugio Faunístico el área conocida como Ría Lagartos, Yucatán.
08/01/82	Ley General de Bienes Nacionales	♦ Creación.

FECHA DE PUBLICACIÓN EN EL D.O.F.	INSTRUMENTO	ACCIONES
08/01/86	Ley Federal del Mar	♦ Creación.
29/10/86	Decreto	♦ Se determinan como zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diversas especies de tortuga marina, los lugares donde anidan y desovan dichas especies.
10/08/87	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	♦ Reforma del párrafo tercero del Art. 27 y adición de la fracción XXXIX-G al art. 73, mediante el cual se eleva a rango constitucional la función pública de promover la protección del medio ambiente.
28/01/88	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	♦ Marca las directrices general para la protección de la biodiversidad.
31/05/90	Acuerdo	♦ Se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina, en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California.
21/08/91	Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.	♦ Señala los criterios para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.
30/12/91	Código Penal para el Distrito Federal en Materia de fuero Común y para toda la República en Materia de Fuero Federal.	♦ Adición del Art. 254-Bis.
06/03/92	Decreto	♦ Promulgatorio de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).
25/06/92	Ley de Pesca	♦ Establece criterios para las actividades pesqueras y las bases para que las pesquerías sean acordes con las necesidades de protección al medio ambiente.
08/10/93	Bases de colaboración	♦ Celebran las bases de colaboración entre la Secretaría de Marina, la Secretaría de Desarrollo Social y la Secretaría de Pesca, con la finalidad de implementar medidas de control y vigilancia de los campamentos tortugueros y dar el debido cumplimiento a

FECHA DE PUBLICACIÓN EN EL D.O.F.	INSTRUMENTO	ACCIONES
		lo establecido en los artículos noveno y decimotercero del acuerdo de veda para las especies de tortuga marina en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California.
02/12/93	Acuerdo	♦ Se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.
02/12/93	Integración	♦ Comité Nacional para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas con carácter técnico consultivo de concertación y de apoyo en la investigación, protección, conservación y rescate de las tortugas marinas.
31/12/93	Norma Oficial Mexicana	♦ Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, en la cual se establece el uso obligatorio de dispositivos excluidores de tortuga marina.
16/03/94	Aviso	♦ Se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción
30/12/2010	Norma Oficial Mexicana	♦ NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.
29/07/94	Ley General de Bienes Nacionales	♦ Reforma.
28/12/94	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.	♦ Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Administración Pública Federal.
27/12/95	Acuerdo	♦ Acuerdo que establece la clasificación y codificación de mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de la SEMARNAP.
8/06/96	Reglamento Interior de la SEMARNAP	♦ Da facultades específicas a cada Unidad Administrativa de esa Secretaría.
13/12/96	Decreto	♦ Reforma, adiciona y deroga diversas

FECHA DE PUBLICACIÓN EN EL D.O.F.	INSTRUMENTO	ACCIONES
		disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
13/12/96	Decreto	♦ Se reforma, adiciona y deroga diversos artículos del Código Penal para el Distrito Federal en materia de Fuero Común, y para toda la República en materia de Fuero Federal; adicionándose el Título Vigésimo Quinto (Capítulo de Delitos Ambientales).
30/07/97	Norma Oficial Mexicana	♦ Modificación a la Norma Oficial Mexicana 002-PESC-1993 para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.
29/12/97	Acuerdo que modifica a la Ley Federal de derechos.	♦ Modifica los derechos por los servicios que presta la Federación.
10/08/98	Manual de Procedimientos para autorizaciones, permisos, registros, informes y avisos relacionados con la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos.	♦ Establece los procedimientos relacionados con la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos a los que se deberán someter los usuarios.
29/09/99	Reglamento de la Ley de Pesca	♦ Establece términos y condiciones para el desarrollo de investigaciones sobre las diversas poblaciones de tortugas marinas.
21/02/00	Acuerdo	♦ Se dan a conocer los trámites inscritos en el Registro Federal de Trámites Empresariales que aplica la SEMARNAP y sus órganos administrativos desconcentrados, y se establecen diversas medidas de mejora regulatoria.
2000	Ley General de Vida Silvestre	♦ Creación

De esta lista destacan el Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina, en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California (D.O.F. 31 de mayo de 1990), y la adición del Capítulo de Delitos Ambientales al Código Penal para el Distrito Federal en Materia de Fuero Común y para toda la República en Materia de Fuero Federal y en el que el Artículo 420 establece las sanciones que se impondrán a quien de manera dolosa capture, dañe o prive de la vida a algún mamífero o quelonio marino o recolecte o comercialice en cualquier forma sus productos o subproductos (D.O.F. 13 de diciembre de 1996), por ser instrumentos que por una parte

restringen el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos de tortuga marina y por la otra, especifican las sanciones a las que se hacen acreedores aquéllos que infringen la Ley.

Marco jurídico internacionales.

México ha asumido un papel eminentemente conservacionista y con gran responsabilidad dentro de diversos instrumentos ambientales internacionales que constituyen una fuente de derecho aplicable en nuestro sistema jurídico, y existen muchas disposiciones que de manera general y en algunos casos de manera particular tratan las temáticas relacionadas con la conservación y protección de las tortugas marinas, además de sus hábitats. De los instrumentos ambientales se extraen las siguientes fracciones de relevancia (tomado de Alanís-Ortega y Rabasa-Salinas, 2001).
En la Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992) se acuerda:

- el derecho de acceso adecuado a la información ambiental en poder de las autoridades públicas; y el acceso adecuado a los procedimientos judiciales y administrativos (Principio 10)
- compromiso de los Estados Partes de establecer una evaluación de impacto ambiental como instrumento nacional, aplicable a cualquier actividad que se proponga y sea susceptible de causar impactos negativos considerables en el medio ambiente (Principio 17)

Al ser Parte del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) el país se compromete a:

- Establecer un sistema de áreas naturales protegidas en las que se tomen medidas especiales para conservar la diversidad biológica.
- Proteger ecosistemas y hábitats naturales, así como mantenimiento de especies en sus entornos naturales.
- Promocionar un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en las zonas adyacentes a las áreas protegidas.
- Establecer las medidas legislativas necesarias para la protección de especies amenazadas.

LA CONVENCIÓN INTERAMERICANA PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS

De primordial relevancia internacional para las tortugas marinas es la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, del cual México ha ratificado su aplicación. Este tratado internacional tiene como objetivo principal Promover la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de los hábitats de los cuales dependen, basándose en los datos científicos más

fidedignos disponibles y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de las Partes.

El de aplicación de esta Convención, abarca el territorio terrestre de cada una de las Partes en el continente americano, así como las áreas marítimas del Océano Atlántico, el Mar Caribe y el Océano Pacífico, respecto a los cuales cada una de las Partes ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción sobre los recursos marinos vivos, de acuerdo con el derecho internacional, tal como se refleja en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

Las medidas apropiadas y necesarias, de conformidad con el derecho internacional y sobre la base de los datos científicos más fidedignos disponibles, para la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats:

a. En su territorio terrestre y en las áreas marítimas respecto a las cuales ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, comprendidos en el área de la Convención;

b. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Artículo III, en áreas de alta mar, con respecto a las embarcaciones autorizadas a enarbolar su pabellón.

Tales medidas comprenderán:

a. La prohibición de la captura, retención o muerte intencionales de las tortugas marinas, así como del comercio doméstico de las mismas, de sus huevos, partes o productos;

b. El cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en lo relativo a tortugas marinas, sus huevos, partes o productos.

c. En la medida de lo posible, la restricción de las actividades humanas que puedan afectar gravemente a las tortugas marinas, sobre todo durante los períodos de reproducción, incubación y migración;

d. La protección, conservación y, según proceda, la restauración del hábitat y de los lugares de desove de las tortugas marinas, así como el establecimiento de las limitaciones que sean necesarias en cuanto a la utilización de esas zonas mediante, entre otras cosas, la designación de áreas protegidas, tal como está previsto en el Anexo II;

e. El fomento de la investigación científica relacionada con las tortugas marinas, con sus hábitats y con otros aspectos pertinentes, que genere información fidedigna y útil para la adopción de las medidas referidas en este Artículo;

f. La promoción de esfuerzos para mejorar las poblaciones de tortugas marinas, incluida la investigación sobre su reproducción experimental, cría y reintroducción en sus hábitats con el fin de determinar la factibilidad de estas prácticas para aumentar las poblaciones, evitando ponerlas en riesgo;

g. La promoción de la educación ambiental y la difusión de información, con miras a estimular la participación de las instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y del público en general en cada Estado, en particular de las comunidades involucradas en la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats;

h. La reducción al mínimo posible de la captura, retención, daño o muerte incidentales de las tortugas marinas durante las actividades pesqueras, mediante la regulación apropiada de esas actividades, así como el desarrollo, mejoramiento y utilización de artes, dispositivos o técnicas apropiados, incluidos los dispositivos excluidores de tortugas (DETs) de conformidad con lo dispuesto en el Anexo III, y la correspondiente capacitación, de acuerdo con el principio del uso sostenible de los recursos pesqueros;

i. Cualquier otra medida, conforme con el derecho internacional, que las Partes juzguen pertinente para lograr el objetivo de esta Convención.

Con respecto a tales medidas:

a. Cada una de las Partes podrá permitir excepciones al inciso 2(a) para satisfacer necesidades económicas de subsistencia de comunidades tradicionales, teniendo en cuenta las recomendaciones del Comité Consultivo establecido de conformidad con el Artículo VII, siempre y cuando dichas excepciones no menoscaben los esfuerzos para lograr el objetivo de la presente Convención. Al hacer tales recomendaciones, el Comité Consultivo considerará, entre otras cosas, el estado de las poblaciones de las tortugas marinas en cuestión, el punto de vista de cualquiera de las Partes en relación a dichas poblaciones, los impactos sobre tales poblaciones a nivel regional, y los métodos usados para el aprovechamiento de huevos o tortugas marinas para cubrir dichas necesidades;

b. La Parte que permite dicha excepción deberá:

i) establecer un programa de manejo que incluya límites en los niveles de captura intencional;

ii) incluir en su informe anual, a que se refiere el Artículo XI, la información relativa a dicho programa de manejo.

c. Las Partes podrán establecer, por acuerdo entre ellas, planes de manejo de alcance bilateral, subregional o regional;
d. Las Partes podrán, por consenso, aprobar las excepciones a las medidas establecidas en los incisos (c) al (i) del párrafo 2, cuando circunstancias especiales así lo requieran, siempre y cuando dichas excepciones no menoscaben los esfuerzos para lograr el objetivo de la presente Convención.

Cuando se identifique una situación de emergencia que menoscabe el logro del objetivo de esta Convención y que requiera una acción colectiva, las Partes considerarán la adopción de medidas oportunas y adecuadas para hacer frente a esa situación. Esas medidas serán de carácter temporal y deberán basarse en los datos científicos más fidedignos disponibles.

La Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas en su ANEXO II "PROTECCION Y CONSERVACION DE LOS HABITATS DE LAS TORTUGAS MARINAS" dice a la letra;

Cada Parte considerará y, de ser necesario, podrá adoptar, de acuerdo con sus leyes, reglamentos, políticas, planes y programas, medidas para proteger y conservar, dentro de sus territorios y en las áreas marítimas respecto a las cuales ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, los hábitats de las tortugas marinas, tales como:

1. Requerir estudios de impacto ambiental de las actividades relativas a desarrollos costeros y marinos que pueden afectar los hábitats de las tortugas marinas, incluyendo: dragado de canales y estuarios; construcción de muros de contención, muelles y marinas; extracción de materiales; instalaciones acuícolas; establecimiento de instalaciones industriales; utilización de arrecifes; depósitos de materiales de dragados y de desechos, así como otras actividades relacionadas.

2. Ordenar y, de ser necesario, regular el uso de las playas y de vegetación costera respecto a la localización y características de edificaciones, al uso de iluminación artificial y al tránsito de vehículos en áreas de anidación.

3. Establecer áreas protegidas y otras medidas para regular el uso de áreas de anidación o distribución frecuente de tortugas marinas, incluidas las vedas permanentes o temporales, adecuación de las artes de pesca y, en la medida de lo posible, restricciones al tránsito de embarcaciones.

Marco jurídico nacional.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) donde se encuentran los principios básicos de la política ambiental nacional. En su Artículo 15, fracción IV se establece que: "Quien realice obras y actividades que afecten o puedan

afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales".

En su artículo 25 la LGEEPA establece que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

La misma LGEEPA contiene secciones que describen la planeación ambiental (artículos 17 y 18) en donde se incorpora la política ambiental y el ordenamiento ecológico del territorio en la planeación del desarrollo. Un instrumento indispensable que marca la LGEEPA son los ordenamientos ecológicos que aplican en la Zona de BCS. Por ejemplo el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) del Municipio de los Cabos publicado el 31 de agosto de 1995, en el Boletín Oficial del Estado de Baja California Sur. Este documento contiene los lineamientos del ordenamiento ecológico del Municipio. Sin embargo, no se cuenta con un ordenamiento ecológico dentro de la zona marina del Parque Nacional Cabo Pulmo. No obstante el Programa de Manejo de la ANP Cabo Pulmo (aunque solo un 1% de esta ANP corresponde al continente establece tres categorías de zonificación como políticas de manejo de los recursos naturales en el parque; a) Subzona de preservación (SP1 y SP2), b) Subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (SASRN), y c) Subzona de uso público. (SUP).

En general la Política Estatal y Municipal de desarrollo, así como el Marco Legal y de Planeación Territorial favorecen que proyectos de la Naturaleza de Cabo Cortés puedan desarrollarse en gran parte del Territorio Municipal, no sólo en el corredor turístico "San José – San Lucas" sino también en la zona costera del Pacífico hacia "Todos Santos" y en el resto de la costa del Golfo de California hasta "La Ribera"; con la obvia excepción de las Áreas Naturales Protegidas, de las cuales resalta la Sierra de La Laguna. Ejemplo de ello son los Usos de Suelo previstos en el Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Los Cabos que regula las 345,151 hectáreas que constituyen el Municipio de Los Cabos y asigna a 258,375 hectáreas del territorio municipal (75%) usos de suelo compatibles con Asentamientos Humanos o Desarrollos Turísticos.

Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Los Cabos (POET)

El Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de los Cabos BCS, conforme a la Ley General de equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, es un instrumento de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos

naturales, con el fin de lograr el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales y la preservación de la naturaleza. El 5 de Junio de 1995, mediante el acta de Cabildo No. 49 del H. Ayuntamiento del Gobierno de BCS, se aprobó el Plan de Ordenamientos Ecológico del Municipio de Los Cabos. Este POE del Municipio de los Cabos se publica el 31 de agosto de 1995 en el Boletín Oficial del Gobierno de Baja California Sur. Siendo este el instrumento de planeación vigente. En lo particular, este instrumento tiene como Meta sentar las bases para que las actividades productivas se localicen en los sitios adecuados y así, el aprovechamiento de los recursos naturales sea de forma racional y sostenida. De acuerdo con el POET, el predio de Los Pericués se distribuye en las Unidades de Gestión Ambiental: UT-13, UT-14 y UT-19. Estas Unidades de Gestión Ambiental poseen Políticas Ambientales de Conservación establecidas por el POET, además que la UGA T-14 presenta restricciones de Protección al Parque Nacional Cabo Pulmo. El predio, se encuentra distribuido en tres Unidades de Gestión Ambiental, cada una con criterios ambientales y vocación de uso del suelo específico, que son aptas para la conservación, para el turismo, con baja densidad de cuartos, poca demanda al ambiente, actividades productivas de baja densidad y preservación de la naturaleza y uso forestal.

Decreto por el que se declara Área Natural Protegida a la zona conocida como Cabo Pulmo.

El 6 de Junio de 1995 se publicó el decreto por el que se declara Área Natural Protegida con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Cabo Pulmo, ubicada frente a las costas del municipio de Los Cabos, B.C.S., El arrecife Cabo Pulmo constituye la única zona arrecifal en el Golfo de California y como tal presenta un tipo particular de hábitat donde ocurren procesos ecológicos, habitan comunidades biológicas y se presentan características fisiográficas particulares; lo cual le confiere no solo una significancia regional y nacional, sino también internacional. Para comprender la propuesta de vinculación de Cabo Cortés al Decreto del ANP Cabo Pulmo, así como los motivos por los cuales propone llevar a cabo un “Programa de Colaboración con el Área Natural Protegida de Cabo Pulmo” es indispensable leer el capítulo IV en la sección relativa a Cabo Pulmo y su área de influencia terrestre, particularmente los arroyos. Así como el capítulo II que refiere todos los criterios de prevención asumidos desde la concepción del plan maestro para proteger y evitar interacciones negativas con el ANP.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California

El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de política ambiental, a través del cual gobierno y sociedad construyen de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generan, instrumentan y evalúan las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente. El 29 de noviembre de 2006 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el cual se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California para el análisis de este instrumento de planeación, primero

se identificó la unidad de gestión ambiental vinculante al proyecto que tiene influencia o interacción con la Unidad Ambiental 2.2.2.7.5.6, y la UGC 1 (Unidad de Gestión ambiental Costera). De acuerdo con el POEMGC, por sus atributos ambientales la UGC1 tiene aptitud para el desarrollo de actividades turísticas y de conservación.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Las 7 especies de tortugas marinas que ocurren en México están incluidas dentro de la lista de especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, clasificadas en la categoría de especies y subespecies “en peligro de extinción”. Esta norma se articula con el POET en el sentido que considerando su categoría de especies en peligro de extinción, la protección de sus hábitats se busca por el contenido y directrices de los programas de en los sitios específicos.

Sitios RAMSAR

La Lista de Ramsar se estableció con arreglo al párrafo 1 del artículo 2 de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) menciona que cada parte contratante designará humedales idóneos de su territorio para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, en adelante llamada “la Lista”, que mantiene la Oficina [secretaría de la Convención] establecida en virtud del Artículo 8. Los humedales incluidos en la Lista pasan a formar parte de una nueva categoría en el plano nacional y la comunidad internacional reconoce que tienen un valor significativo no sólo para el o los países donde se encuentran, sino también para la toda la humanidad.

La Convención estipula que “la selección de los humedales que se incluyan en la Lista deberá basarse en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos.” Con los años la Conferencia de las Partes Contratantes ha adoptado criterios más precisos para interpretar el texto de la Convención, así como una Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar y un Sistema de Clasificación de tipos de humedales. Todas las cuestiones relacionadas con la Lista de Ramsar se encapsularon en la Resolución VII.11 adoptada por la Conferencia de las Partes en mayo de 1999, titulada Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo de la Lista de Humedales de Importancia Internacional. El contenido íntegro del Marco Estratégico descansa en la siguiente “Visión para la Lista de Ramsar”: Crear y mantener una red internacional de humedales que revistan importancia para la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana debido a las funciones ecológicas e hidrológicas que desempeñan. La meta de la Convención es que se incluya en la Lista el mayor número posible de humedales de todo el mundo que cumplan los criterios de importancia internacional; el objetivo a corto plazo es que la Lista contenga por lo menos 2500 sitios para el año 2010, casi el doble del número actual. Para que esta proporción de los recursos de los humedales del mundo queden sujetos al régimen global de Ramsar, la

Convención exhorta a todos los Estados a realizar esfuerzos significativos para aplicar en su territorio el enfoque sistemático de desarrollo de la Lista adoptado en el *Marco Estratégico.* Todos los datos facilitados por las Partes respecto de cada uno de sus sitios Ramsar se introducen en la Base de Datos sobre los Sitios Ramsar, administrada por Wetlands International en virtud de un contrato con la Convención.

Para la región del Proyecto Los Pericúes (PLP), Punta Arena, BCS, México. El Parque Nacional Cabo Pulmo que colinda al sur del PLP es un sitio RAMSAR.

ÁREA DE PROTECCIÓN

En la actualidad los litorales de BCS son reconocidos como destino de reproducción para varias tres especies de tortugas marinas*;* la laúd (*Dermochelys coriacea*), Recientemente se registro la anidación de la tortuga prieta (*Chelonia agassizii*) (Tiburcio, G. 2006)*,* y la de mayor actividad anidadadora la golfina *Lepidochelys olivacea.* Asimismo, los arrecifes frente al predio y en la ANP Cabo Pulmo son sitios reconocidos como zonas de alimentación para otras dos especies de tortuga marina. La tortuga caguama, *Caretta caretta* y la carey, *Eretmochelys imbricata.*

A diferencia de lo ocurrido en el Mar Caribe donde los datos de anidación son particularmente impresionantes para la tortuga caguama. En BCS no hay registros de anidación de caguama. Sin embrago, la golfina presenta playas muy importantes para esta especie en materia de anidación, no comparables con las arribazones de Oaxaca. Por su parte la anidación de Laúd si bien no es importante, con las actividades de protección que se pretender realizar en el campamento tortuguero PLP se piensa en un futuro incrementar estos números.
Las capturas en las pesquerías históricas de BCS son indicativos irrefutables de la importancia ecológica del Estado para tortugas marinas. Por otra parte, la temporada reproductora para cada especie es diferente, al menos para la tortuga laúd en comparación con la golfina. Esta última inicia en junio y termina en diciembre. Para el caso de la tortuga laúd, la temporada inicia en octubre y termina en marzo. Esto significa en el la región donde se ubica el PLP la temporada de tortugas marinas va de junio a marzo. Es decir, 10 meses del año hay actividad reproductiva en la zona. Para la tortuga prieta, las fechas no están bien establecidas.

Las actividades derivadas del campamento tortuguero pretenden entonces mantener una vigilancia de los meses junio a marzo en los 8 Km. de litoral frente al predio del PLP. Este Proyecto Los Pericúes (PLP) se localizará en el litoral de Baja California Sur, en la región conocida como Punta Arena, frente al Golfo de California y abarcará un predio de 3,769.50 ha. La ubicación general del proyecto es entre la ciudad de La Paz, situada al Norte del predio y San José del Cabo al Sur.

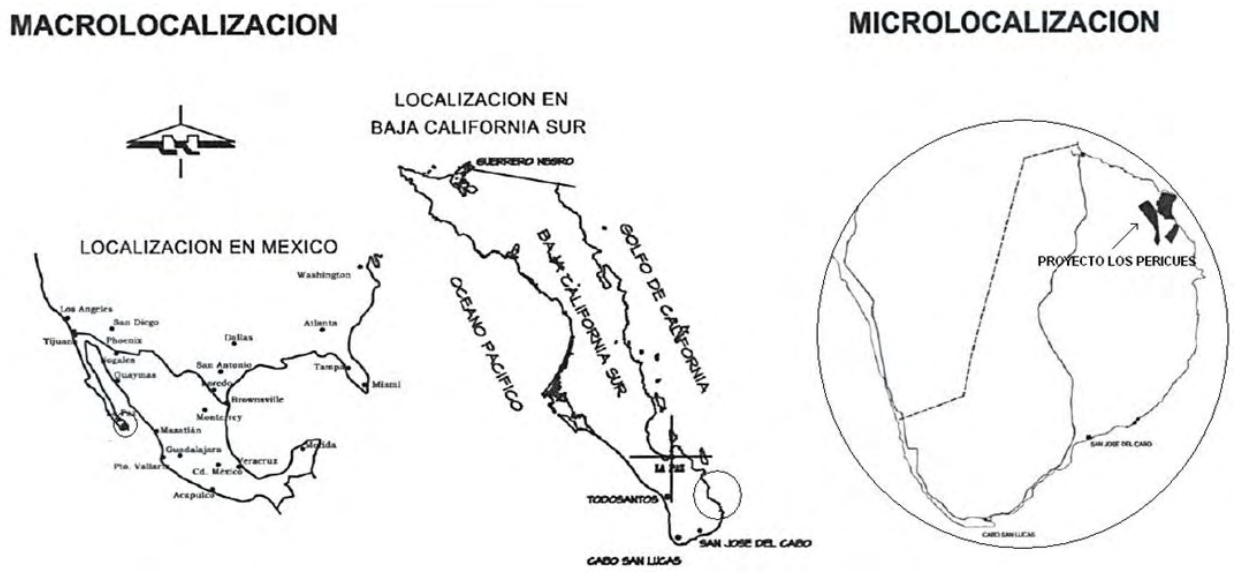


Figura VI.26. Localización del Proyecto Los Pericúes, Punta Arena, BCS México. Donde se pretende realizar actividades no extractivas de tortuga marina



Figura VI.27. Cartel informativo sobre las actividades de manejo y conservación de las Tortugas Marinas en el Proyecto Los Pericúes. Punta Arena, BCS, México.

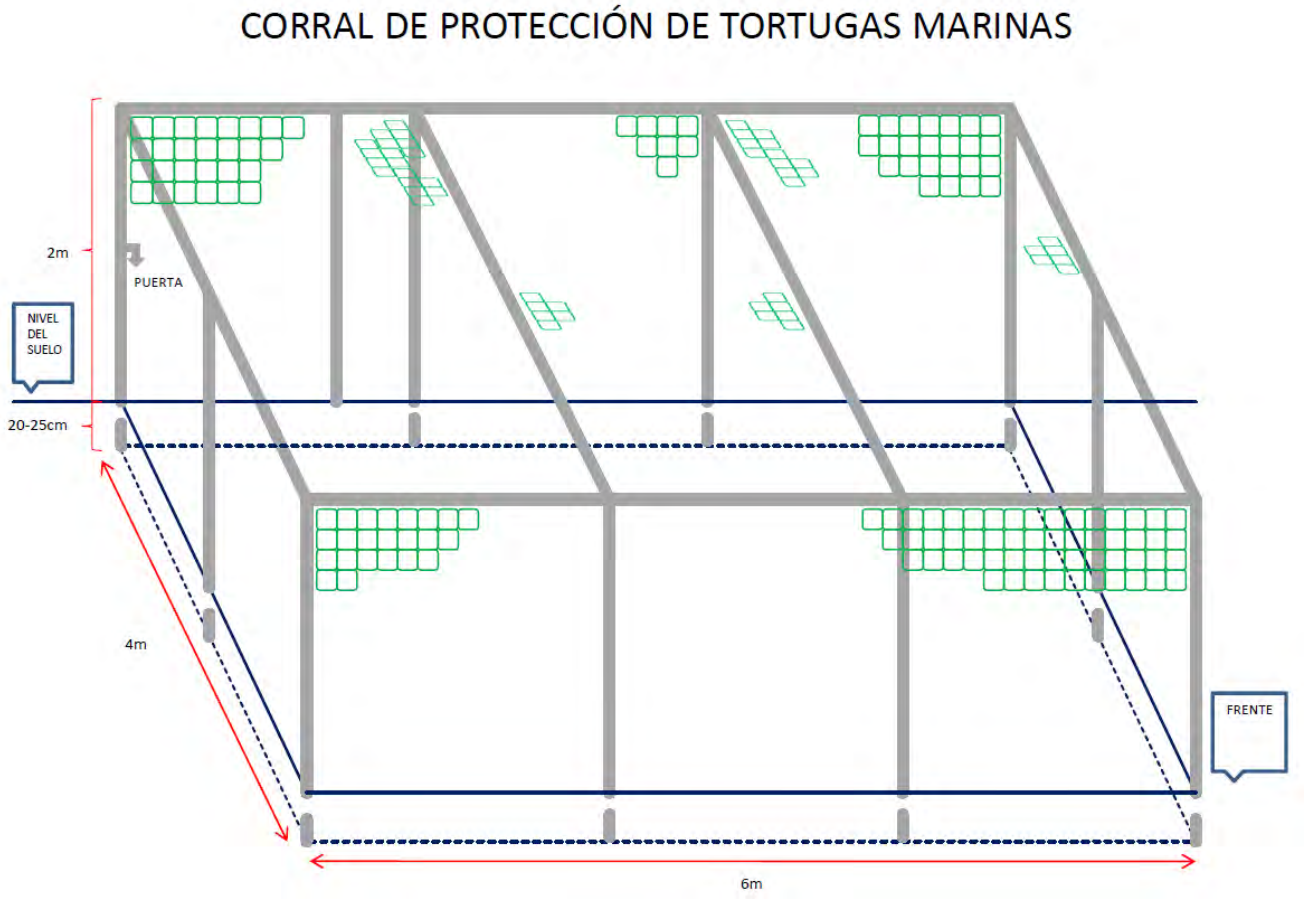


Figura VI.28. Propuesta de corral de incubación del Proyecto Los Pericúes, Punta Arena, BCS, México

OBJETIVOS

Algunos de los objetivos establecidos en los componentes del presente proyecto se enlazan o se traslapan, esta condición se considera apropiada para promover un enfoque completo e integral en la conservación y manejo de las tortugas marinas.

OBJETIVOS GENERALES.

- Contribuir al restablecimiento de las poblaciones de tortugas marinas en el estado de BCS, a través de acciones de protección, conservación, investigación, capacitación y educación ambiental.

- Colaborar con las autoridades para el cumplimiento de los objetivos del Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas, dentro de las áreas de influencia del Programa de Conservación de Tortugas Marinas del Proyecto Los Pericúes (PLP).

- Instrumentar un programa permanente de seguimiento ambiental en el área de influencia del proyecto, para identificar y evaluar los posibles impactos adversos a los ecosistemas críticos de las tortugas marinas o sus poblaciones y emitir recomendaciones para evitar o minimizar dichos impactos.

- Identificar los procesos ecológicos que permiten el desarrollo de las poblaciones de tortuga marina en la zona Centro del estado de BCS.

- Contribuir al conocimiento de la biología básica de las tortugas marinas que se distribuyen en el Mar de Cortés y sus hábitats de desarrollo, a través de proyectos de investigación específicos.

- Rescatar y proporcionar tratamiento médico-veterinario a los ejemplares de tortuga marina, varados, heridos o enfermos que se encuentren en el área de influencia del proyecto.

- Rehabilitar y reintegrar a sus ambientes naturales a los ejemplares de tortuga marina varados, heridos o enfermos que se rescaten en el área de influencia del Centro para la Conservación y Protección de la Tortuga Marina.

- Establecer un programa educativo permanente sobre la conservación de la tortuga marina y su entorno que promueva e incremente la conciencia hacia una cultura ambiental.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Proteger a las hembras de las cuatro especies de tortuga marina que se han registrado con conducta anidadora en la región.

- Evitar el sacrificio de hembras anidadoras en la zona de influencia del proyecto, a través de la vigilancia permanente y la coordinación con las autoridades competentes.

- Vigilar las playas de anidación correspondientes a la zona de influencia del PLP, estableciendo una coordinación con las autoridades participantes en el Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas.

- Proteger las nidadas de tortuga marina en la zona de influencia del PLP, contra el saqueo y tráfico de huevos, a través de acciones coordinadas con las autoridades y aplicando las técnicas más adecuadas de manejo para cada especie.

- Evitar la depredación de nidadas de tortuga marina en las playas frente al predio del PLP, instrumentando estrategias de manejo adecuadas, tanto de las nidadas como de los depredadores potenciales.

- Proteger las nidadas de tortuga marina de posibles inundaciones, utilizando las técnicas de manejo más adecuadas para tal fin.

- Identificar y minimizar los impactos adversos que las actividades humanas pudieran tener sobre las nidadas de tortuga marina en las playas frente al PLP.

- Establecer acciones de protección de nidadas de tortuga marina en el caso del posible impacto de un huracán en la zona de anidación, por medio de la instrumentación de un plan de contingencias específico.

- Proteger las nidadas y crías de tortuga marina contra cualquier evento natural o actividad humana que pudiera perturbar o afectar el desarrollo embrionario y la sobrevivencia de las crías, en la medida de las posibilidades y con base a las técnicas disponibles.

- Incrementar la supervivencia de las crías de tortuga marina en la etapa que va de la eclosión/emergencia hasta su liberación en la zona litoral, minimizando la mortalidad por medio de la aplicación de las técnicas de manejo más adecuadas al alcance.

- Reducir la depredación de las crías de tortuga marina, instrumentando las estrategias de manejo necesarias.

- Reducir impactos negativos sobre las poblaciones de tortugas marinas en la zona marina adyacente al área de protección propuesta, por las actividades humanas que se llevan a cabo en la misma.

- Evitar la captura incidental de tortugas marinas en la zona marina adyacente al área de protección “PLP”, a través de acciones de vigilancia y educación ambiental, en coordinación con las autoridades competentes.

- Proteger los sitios de alimentación y refugio de tortugas marinas en la zona marina adyacente al área de protección “PLP”, apoyando las acciones de inspección y vigilancia coordinadas por las autoridades competentes.

- Evitar actividades que molesten a las hembras anidadoras y/o impidan el proceso de anidación en el área de protección “PLP”.

- Mantener las playas de anidación libres de obstáculos que pudieran impedir el desplazamiento de las hembras o la animación exitosa en “PLP”.

- Minimizar la iluminación de las áreas de anidación en Mayakoba de forma tal que no se perturbe a las hembras anidadoras.

- Ubicar los sitios de mayor densidad de anidación en el PLP para evitar impactos negativos en dichas áreas y emitir recomendaciones para su manejo adecuado.

- Identificar y minimizar los impactos negativos en los distintos hábitats de desarrollo y anidación de las tortugas marinas, en la zona de influencia del PLP y proponer las recomendaciones pertinentes.
- Promover acciones de conservación de la vegetación costera, en el área de influencia del proyecto.
- Reforzar la política de conservación de tortugas marinas en el Municipio de Los Cabos.
- Analizar las condiciones de conservación de los distintos hábitats de desarrollo de las tortugas marinas, en el área del PLP y emitir recomendaciones para su manejo.
- Evaluar la ubicación de sitios para el manejo de nidadas *in situ* dentro de la zona de influencia del PLP.
- Evitar actividades humanas que pudieran dañar las nidadas de tortuga marina en el PLP, como el tránsito de vehículos, remoción de arena en la playa, introducción de fauna doméstica, etc.
- Evitar impactos negativos sobre las crías de tortuga marina en la zona de influencia, promoviendo un control de las actividades que se desarrollan en la zona durante la temporada de anidación.
- Minimizar la mortalidad de crías de tortuga marina por desorientación, evaluando el uso de luminarias que no perturben su conducta y sus mecanismos de orientación y controlando la iluminación en las áreas adyacentes a la playa de anidación.
- Mejorar la sobrevivencia de las crías de tortuga marina desde su nacimiento hasta su liberación, utilizando las técnicas de manejo más adecuadas al alcance.
- Identificar los posibles impactos negativos sobre las crías de tortuga marina y emitir las recomendaciones de manejo pertinentes.
- Evaluar y localizar los mejores sitios para la liberación de las crías de tortuga marina y minimizar la depredación durante las primeras fases de su entrada al mar.
- Identificar los posibles impactos negativos producidos por las actividades humanas en la zona marina adyacente al área de protección propuesta y emitir las recomendaciones de manejo pertinentes que promuevan su conservación a largo plazo.

- Evitar la contaminación de los diferentes hábitats de desarrollo de las tortugas marinas dentro del área de influencia del proyecto, promoviendo el manejo adecuado de los desechos y la instrumentación de campañas de limpieza de playa y marinas.

- Sensibilizar a los usuarios de la zona marina adyacente para evitar que sean molestadas las tortugas marinas durante las actividades recreativas.

- Establecer un programa de seguimiento continuo de los hábitats y poblaciones de tortuga marina en la zona de protección propuesta, en coordinación con las autoridades competentes.

- Rescatar y proporcionar tratamiento médico-veterinario a los ejemplares de tortuga marina, varados, heridos o enfermos que se encuentren en el área de influencia del proyecto.

- Rehabilitar y reintegrar a sus ambientes naturales a los ejemplares de tortuga marina varados, heridos o enfermos que se rescaten en el área de influencia del Centro para la Conservación y Protección de la Tortuga Marina.

- Canalizar a los ejemplares rehabilitados que no puedan ser reintegrados a su ambiente, coordinando con las autoridades las acciones necesarias.

- Promover el restablecimiento de las condiciones que permiten el desarrollo de las tortugas marinas en los diferentes hábitats, dentro del área de influencia del proyecto, que así lo requieran.

- Instrumentar un programa de reforestación de la vegetación costera y la rehabilitación de la laguna arrecifal en los sitios que así lo requieran, en el ámbito de influencia del proyecto.

MÉTODOLOGÍA

PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN.

Protección**.**

A partir del mes de junio se iniciarán recorridos diurnos (censos) por la playa de anidación, registrando cualquier signo de actividad anidadora (rastros), principalmente de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*).

Los patrullajes diurnos se realizarán a pie o en vehículos ATV a baja velocidad por el personal capacitado y miembro del Programa, cada mañana a partir de las 07:00 horas, llevando el registro de los rastros de tortuga marina encontrados en las fichas de campo correspondientes.

Se distinguirán tres tipos de huellas, Arqueo, Intento y Anidación (Figura VI.29), los cuales serán utilizados como indicadores de la actividad de anidación, las condiciones de la playa, presencia de perturbación, calidad de la arena, etc. al efectuar el análisis de los resultados obtenidos.

El registro de rastros contendrá la información básica recomendada por el Grupo de Especialistas en Tortugas Marinas de la UICN (Cuadro VI.1).

Los recorridos diurnos se llevarán a cabo durante toda la temporada, hasta que no se detecten signos de actividad de anidación en la playa y no queden nidadas *in situ* o reubicadas pendientes de emerger.
Al detectarse el primer rastro de tortuga marina en la playa, se iniciarán los recorridos nocturnos por el personal del Programa, a pie, y en caso de contar con ellos, apoyados por voluntarios. Por medio de los patrullajes nocturnos se vigilará la playa propuesta, protegiendo a las hembras de tortuga marina que anidan en la zona, sus nidadas y crías, contra cualquier perturbación o amenaza.

Se colocará un filtro de color rojo a las lámparas para minimizar cualquier perturbación de la patrulla sobre la actividad de las hembras andantes. Cada vez que se detecte una hembra en proceso de anidación se registrarán los datos en la ficha correspondiente (Cuadro VI.2) y se procederá con sumo cuidado para no perturbar su actividad, acercándose por atrás, fuera del ángulo visual de la tortuga, para evaluar la fase de la anidación en que se encuentra. Se mantendrá la vigilancia en el sitio donde se encuentra la tortuga hasta que ésta finalice su actividad y regrese al mar, impidiendo cualquier perturbación hacia la misma y garantizando su integridad. Cuando se localice un rastro se revisará con cuidado para evaluar la presencia de huevos en el nido y se aplicarán los criterios de manejo correspondientes.

En coordinación con las autoridades competentes se establecerá un programa de vigilancia permanente en la zona de influencia del proyecto, para evitar el sacrificio de hembras anidadoras. Se aplicará un programa controlar la población de fauna introducida que pudiera atacar o molestar a las hembras anidadoras o depredar sus nidadas o a sus crías, en el área de influencia del proyecto. Se establecerá la coordinación con las autoridades participantes en el Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas, a fin de vigilar las playas de anidación correspondientes al proyecto.

Las nidadas de tortuga marina encontradas en la playa del PLP, serán manejadas de acuerdo con las condiciones del sitio donde sean encontradas, pudiendo aplicarse los siguientes tipos de manejo:

Nidadas in situ.- Aquellas nidadas que se localicen en las áreas de playa consideradas aptas para el manejo *in situ* serán dejadas en el nido hecho por la tortuga, registrando su ubicación exacta con ayuda de un GPS o por medio la triangulación, utilizando las marcas

de estación y los componentes de la vegetación cercana como referencia y disimulados, borrando las huellas de la anidación, estableciendo una vigilancia constante para evitar el saqueo y la depredación.

Nidadas reubicadas.- Las nidadas localizadas en las áreas aptas para el manejo *in situ* pero que se ubiquen en zonas que pudieran ser afectadas por la pleamar o el tránsito de personas, serán removidas y colocadas en un sitio más alto, alejado de la influencia de la marea, y acorde con los parámetros específicos de cada especie; registrando su ubicación exacta con ayuda de un GPS o por el método de triangulación, con referencia a las marcas de estación y los componentes de la vegetación, encubriendo el nido y manteniendo una vigilancia constante.

La recolección de las nidadas para su reubicación se hará preferentemente al momento de la puesta, recogiéndolos con cuidado conforme van siendo depositados por la tortuga, evitando molestarla y colocándolos en una cubeta de plástico limpia a la que se le colocará un poco de la arena del nido en el fondo. Se registrará el número de huevos recolectados y se llenará la ficha correspondiente (Cuadro VI.2).

En el caso de que no se observe la puesta y se localice el nido por medio del rastro, los huevos serán recolectados estimando el tiempo que ha transcurrido desde su puesta, teniendo mayor cuidado con aquellas nidadas cuyo tiempo de puesta es mayor a dos horas. En este caso, se evitará rotar o sacudir los huevos para evitar el rompimiento de las membranas embrionarias, lo cual mataría al embrión; marcando con un lápiz graso suave la parte superior del huevo antes de transferirlo a la cubeta, manteniendo la posición durante el transporte. Una vez recolectados los huevos se cubrirán con un poco de arena del nido o cubrir con una tapa para evitar su desecación por exposición al ambiente externo. Los huevos serán transportados inmediatamente al sitio de reubicación y sembrados en un nido construido de manera que se asemeje lo más posible al nido natural, teniendo cuidado de repetir las características de profundidad y diámetro del cuelo del nido.

Para iniciar el proceso de sembrado se separará la arena superficial hasta alcanzar la arena húmeda (unos 5-10 cm, dependiendo de las condiciones del sitio), para prevenir que se derrumbe la excavación. Luego se excavará manualmente un conducto angosto a la profundidad necesaria, procediendo a ampliar el diámetro según se requiera y, finalmente se amplía el fondo de la cámara de los huevos, dando una forma de cántaro o de una bombilla invertida. La colocación de los huevos será cuidadosamente, sin dejarlos caer abruptamente, en grupos de 2 a 5, registrando la cantidad de huevos sembrados en la ficha correspondiente (Cuadro VI.2) y cubriéndolos con la arena húmeda que fue removida al construir el nido, presionando ligeramente sin llegar a romper los huevos. En el caso de las nidadas reubicadas después de dos o más horas de la puesta, la siembra se efectuará manteniendo la posición indicada por la marca en la parte superior de los huevos, teniendo especial cuidado de no girarlos ni sacudirlos, colocándolos uno a uno en el interior del nido.

Finalmente se enmascara el nido tratando de borrar las evidencias visibles, emparejando el sitio del nido con el resto de la playa.

Nidadas en corral.- Todas las nidadas encontradas en áreas propensas a circunstancias peligrosas para la sobrevivencia de las mismas, como sitios muy cerca del mar, demasiado cercanos a fuentes de iluminación artificial, sitios susceptibles de erosión, cercanos a construcciones, en áreas de tráfico intenso de personas, o en sitios donde el saqueo puede ser alto, serán trasladadas a un corral para su protección efectiva.

El corral estará ubicado en una zona de la misma playa, por lo menos a un metro por encima del nivel de marea más alta, para prevenir que el agua subterránea inunde los huevos. Estará cercado con malla de alambre de 2 m de altura y forrado en todo el perímetro con malla plástica de 1 a 2 m de ancho, enterrada a 50cm de profundidad, para evitar la entrada de cangrejos o de otros depredadores pequeños y de excavadores. Se colocará una cubierta de alambre en la parte superior del cerco, para evitar que pequeños mamíferos como los mapaches o coatíes entren al mismo, así como aves que pudieran depredar las nidadas en el interior del corral. Para evitar la infección con hongos y bacterias no se utilizará el mismo sitio para instalar el corral durante dos temporadas consecutivas. La recolección de las nidadas para su traslado al corral se hará preferentemente al momento de la puesta, recogiéndolos con cuidado conforme van siendo depositados por la tortuga, sin perturbarla y colocándolos en una cubeta de plástico limpia a la que se le colocará un poco de la arena del nido en el fondo.

Durante el rescate de la nidada se registrará el número de huevos recolectados y se llenará la ficha correspondiente (Cuadro VI.2). En el caso de que no se observe a la tortuga durante la puesta y se localice el nido por medio del rastro, los huevos serán rescatados considerando en tiempo estimado que ha transcurrido desde su puesta, teniendo mayor cuidado con aquellas nidadas cuyo tiempo de puesta es mayor a dos horas. En este caso, se procederá evitando rotar o sacudir los huevos para prevenir el rompimiento de las membranas embrionarias, y la muerte del embrión; poniendo una marca con un lápiz graso suave en la parte superior del huevo antes de transferirlo a la cubeta, manteniendo la misma posición durante el transporte. Una vez puestos todos los huevos en la cubeta se cubrirán con un poco de arena del nido para evitar la desecación por exposición al ambiente externo. Los huevos serán transportados inmediatamente al corral, no debiendo pasar más de seis horas desde su recolección hasta la siembra, con la finalidad de reducir los daños potenciales provocados por el movimiento a los embriones. El traslado de las nidadas se hará asegurándose que el recipiente con los huevos está amortiguado para minimizar el trauma físico a los huevos durante el transporte.

Para iniciar el proceso de sembrado en el corral se separará la arena superficial hasta alcanzar la arena húmeda (unos 5-10 cm, dependiendo de las condiciones del sitio), para prevenir que se derrumbe la excavación. Luego se excavará con ayuda de una pala o java

un conducto angosto a la profundidad necesaria, procediendo a ampliar el diámetro manualmente según se requiera y, finalmente ampliando el fondo de la cámara de los huevos, dando una forma de cántaro o de una bombilla invertida. La colocación de los huevos en el nido será muy cuidadosamente, sin dejarlos caer abruptamente, en grupos de 2 a 5, registrando la cantidad de huevos sembrados en la ficha correspondiente (Cuadro VI.2) y cubriéndolos con la arena húmeda que fue removida al construir el nido, presionando ligeramente sin llegar a romper los huevos. En el caso de las nidadas reubicadas después de dos o más horas de la puesta, la siembra se efectuará manteniendo la posición indicada por la marca en la parte superior de los huevos, teniendo especial cuidado de no girarlos ni sacudirlos, colocándolos uno a uno en el interior del nido.

Finalmente se colocará una estaca numerada encima del nido, con los datos mínimos necesarios para su seguimiento, en correspondencia con la ficha de recolección y siembra de nidadas (Cuadro VI.2). Alrededor de cada nido se colocará un cerco cilíndrico de malla plástica de menos de 1 cm de apertura de malla, de 40 cm de altura y 60 cm de diámetro, enterrado a una profundidad de 10 cm, con la finalidad de reducir la entrada de organismos excavadores y evitar que las crías al emerger se dispersen por el corral.

Nidadas en caja.- En caso de que se presente la amenaza de inundación o erosión de las nidadas por la aproximación de una tormenta o un huracán, todas las nidadas que en ese momento se encuentren expuestas a dicha amenaza, tanto las nidadas *in situ* como las reubicadas y en corral, serán removidas a cajas de plástico para terminar su incubación en un sitio seguro que resista el impacto del meteoro.

En este caso, se procederá localizando y destapando el nido con cuidado, rescatando los huevos poco a poco, evitando exponerlos excesivamente al ambiente, rotarlos o sacudirlos para prevenir la muerte del embrión; poniendo una marca con un lápiz graso suave en la parte superior del huevo antes de transferirlo a la caja. Se utilizarán cajas de plástico perforadas o taras, a las que se les colocará un trozo de tela de nylon en el fondo, ligeramente más grande que la superficie del fondo de la caja, o una bolsa de plástico con perforaciones de 0.5 cm de diámetro, espaciadas en intervalos de unos 5cm, para facilitar el drenaje. Encima de la tela de nylon o la bolsa de plástico perforada se colocará una capa de 10 cm de arena húmeda del fondo del nido, luego otro trozo de tela de nylon u otra bolsa de plástico, sobre ella se colocarán cuidadosamente 3 o 4 capas de huevos, manteniendo la posición marcada, sin girar ni sacudir los huevos.

Se llevará el registro de la cantidad de huevos colocados en cada caja y se relacionará con la ficha correspondiente a cada nido, marcando cada caja con el número de ficha / nido designado anteriormente. Una vez puestos todos los huevos del nido en la caja se cubrirán con otro trozo de tela de nylon o de plástico y otra capa de 10 cm de arena húmeda del nido. Las cajas serán transportadas inmediatamente a una instalación resistente y protegida, con condiciones constantes de humedad y temperatura, con apoyo de un vehículo, asegurándose que el recipiente con los huevos está amortiguado para

minimizar el trauma físico a los huevos durante el transporte. Periódicamente se aplicará agua dulce en dosis controladas cuidadosamente para mantener la proporción de humedad y evitar la inundación, colocándose una fuente de calor para mantener la temperatura adecuada, utilizando una lámpara con un foco rubí. Cuando inicie la eclosión se removerán la capa superior de arena y la tela de nylon, colocando una cubierta para mantener la humedad alta. Las crías se mantendrán en el interior de la caja cubierta por algunos días antes de ser liberadas, hasta que hayan absorbido el saco vitelino externo y su plastrón se haya aplanado.

Se aplicarán las técnicas de manejo más adecuadas al alcance, para Incrementar la supervivencia de las crías de tortuga marina en la etapa que va de la eclosión / emergencia hasta su liberación en la zona litoral, minimizando la mortalidad.

Una vez que se observen los primeros signos de emergencia (hundimiento de la capa superficial de arena del nido) se procederá de acuerdo al tipo de manejo que se haya establecido para la nidada y se registrara la actividad de la eclosión en el formato de campo correspondiente (Cuadro VI.3). Como medida de protección, las crías serán liberadas lo más pronto posible después de su emergencia, reteniendo solamente aquellas crías que aún no hayan absorbido completamente el saco vitelino externo y cuya liberación se hará en cuanto hayan superado esta etapa.

Aquellas crías que emerjan durante el día y/o en condiciones que se consideren peligrosas para su liberación, serán retenidas hasta que dichas condiciones mejoren, para reducir la mortalidad por depredación u otros factores que afecten su supervivencia. Durante su retención, las crías se colocarán en taras de plástico con arena fresca de la playa, y mantenidas en un lugar templado, sin exponerlas al sol directo o al calor excesivo. Se dará un seguimiento constante a las condiciones de las crías, los aspectos ambientales y de conducta de las mismas, para evaluar el manejo que se está llevando a cabo. Por medio de los recorridos diurnos y nocturnos, además del seguimiento continuo de los hábitats, tanto marinos como terrestres, se evaluará la presencia de depredadores potenciales, su distribución, abundancia relativa y algunos de sus hábitos de alimentación, que permitan seleccionar los sitios y horarios que representen el menor riesgo para la liberación de crías de tortuga marina. Se coordinará con las autoridades competentes a fin de que se realicen las acciones de inspección y vigilancia necesarias para proteger los sitios de alimentación y refugio de tortugas marinas en la zona marina adyacente al área de protección.

Conservación.
Se establecerán las acciones necesarias para evitar actividades que molesten a las hembras anidadoras y/o impidan el proceso de anidación en el área de protección. Diariamente se verificará que las playas de anidación estén libres de obstáculos que pudieran impedir el desplazamiento de las hembras o la anidación exitosa en el área de protección, principalmente camastros y sillas. Durante la temporada de anidación se coordinará con los operadores o constructores para minimizar y orientar la iluminación del

complejo, de forma tal que no perturbe a las hembras anidadoras en el área de protección y la zona marina adyacente.

Se evaluará la utilización, en las instalaciones del PLP, de luminarias cuya longitud de onda no perturbe el proceso de anidación en la playa. Durante la temporada de anidación se reducirán actividades que pudieran perturbar a las hembras durante el proceso de anidación, en las áreas de playa del PLP. A lo largo del año y durante la temporada de anidación se analizarán las condiciones de conservación de los distintos hábitats de desarrollo de las tortugas marinas, en el área del PLP y se elaborará una base de datos que, en su momento, permita emitir recomendaciones para su manejo.

Así mismo, se evaluarán las condiciones de las playas de anidación para la ubicación de sitios para el manejo de nidadas *in situ* dentro del área de protección. Controlando las actividades que se desarrollan en la zona durante la temporada de anidación, se pretende evitar impactos negativos sobre las crías de tortuga marina en la zona del PLP. Se realizarán prospecciones en la zona marina adyacente al área de protección PLP con la finalidad de evaluar las condiciones de conservación que presenta e identificar los posibles impactos negativos producidos por las actividades humanas en la zona. Se establecerá una base de datos con los registros de estas prospecciones y con su análisis poder emitir las recomendaciones de manejo pertinentes que garanticen su conservación a largo plazo. Se instrumentarán campañas de limpieza de playas y de la zona marina adyacente al área de influencia del proyecto, además de la participación activa en el manejo adecuado de los desechos. Se coordinará con las autoridades competentes, así como con los usuarios de la zona marina adyacente para evitar que las tortugas marinas sean molestadas durante las actividades recreativas que se efectúan en dicha zona. Se promoverá el fortalecimiento del marco legal vigente con relación a las tortugas marinas y sus hábitats de desarrollo, a través de la participación activa de los integrantes del programa en foros especializados.

Rehabilitación***.***
En caso de encontrar en el área de influencia del proyecto ejemplares de tortuga marina, varados, heridos o enfermos se procederá a su rescate, evaluando su estado de salud general y se procederá a proporcionar los primeros auxilios y en caso necesario, el tratamiento médico-veterinario requerido.

Para lo anterior se integrará a la red de rescate y rehabilitación de tortugas marinas en la zona Norte del Estado, coordinando con las autoridades competentes y todos los grupos interesados en la conservación de las tortugas marinas, capacitando personal y estableciendo intercambio de información para el mejor tratamiento de los ejemplares.

Así mismo, se evaluará, en función de la demanda observada, la construcción de estanques adecuados en el área correspondiente al proyecto para poder proporcionar los cuidados y tratamientos que se requieran a fin de rehabilitar y reintegrar a su ambiente

natural a los ejemplares de tortuga marina varados, heridos o enfermos que se rescaten en el área de influencia.

En coordinación con las autoridades competentes se instrumentarán las acciones necesarias para canalizar aquellos ejemplares rehabilitados que no puedan ser reintegrados a su ambiente.

INVESTIGACIÓN.

Caracterización de hábitat.

Con ayuda de la estación meteorológica del PLP, se establecerá el registro diario de los parámetros ambientales locales, a fin de conocer los aspectos ambientales, físicos y biológicos de los hábitats de desarrollo y anidación de las tortugas marinas comprendidas en el área de protección. A través del registro y análisis de los parámetros ambientales, de los aspectos socioeconómicos relevantes y de las características bióticas del área de protección PLP y su zona de influencia se elaborará un diagnóstico general de los hábitats críticos de las tortugas marinas. A través de un programa de seguimiento continuo de los hábitats y poblaciones de tortugas marinas en el área de protección se documentarán y evaluarán los impactos que los huracanes tienen sobre los sitios de refugio, alimentación y desarrollo de las mismas.

Caracterización de Poblaciones.

Se analizarán los parámetros ambientales, físicos y biológicos, que influyen en la selección del sitio de anidación en la zona de protección a través del registro y seguimiento continuo de la actividad anidadora. Por medio del análisis de la actividad anidadora y el registro de los parámetros poblacionales se pretende describir la distribución espacial y temporal de la anidación de las tortugas marinas en el PLP, así como identificar los sitios de mayor densidad de anidación de tortugas marinas en la playa de del PLP y su variación en el tiempo. Para cada nidada observada se registrará la ubicación del nido, midiendo la distancia de éste a la vegetación y a la marca de marea alta al momento del registro.

Utilizando los datos generados por el programa durante varias temporadas, así como la información disponible, se estimará el tamaño de la población de hembras anidadoras en la playa del PLP, el periodo remigratorio y la frecuencia de anidación. Para cada avistamiento se revisará el estado físico de las hembras que arriban a la playa del PLP, y se registrarán las biometrías largo estándar curvo y ancho curvo del caparazón, así mismo se elaborará la base de datos correspondiente.

Como parte de la evaluación de cada tortuga avistada, se registrará la presencia de tumores que pudieran ser fibropapilomas, su tamaño, ubicación y cualquier otro dato pertinente para evaluar la incidencia de fibropapilomatosis en la población de tortugas marinas que anida en el PLP y se llevarán estos datos a la base correspondiente. Así

mismo, cada hembra será revisada cuidadosamente en busca de marcas o cicatrices de marca o cualquier otro signo que evidencie la procedencia de los ejemplares encontrados, llevando a cabo el registro correspondiente en la base de datos. Las marcas se buscarán principalmente en las aletas delanteras de las especies; prieta, laúd y golfina.

Se evaluará y coordinará con las autoridades competentes, la instrumentación de un programa de marcaje a saturación de hembras anidadoras en la playa del PLP, para conocer los movimientos migratorios de las poblaciones de tortugas marinas en la zona de influencia del área de protección.

De ser posible se llevará a cabo el registro de los parámetros ambientales del interior nido, como temperatura, humedad relativa, granulometría, etcétera, para identificar y analizar cómo estos parámetros influyen en la incubación de las nidadas de tortuga marina. Se llevará el registro del tamaño de la nidada y se relacionará con el marcaje para determinar la fecundidad de las hembras que desovan en el PLP. Así mismo, por medio del análisis de la nidada y el registro correspondiente se evaluará la fertilidad de las hembras que arriban a la playa del PLP. Llevando el seguimiento continuo de cada nidada se calculará la tasa de supervivencia de las nidadas en la playa del PLP desde la puesta hasta la etapa de eclosión / emergencia y se identificarán las etapas de mayor mortalidad embrionaria en las nidadas de la playa del PLP.

Se evaluará la incidencia de malformaciones en embriones y crías de tortuga marina en las nidadas incubadas en el PLP por medio del análisis de la eclosión y los restos de la incubación. Para determinar la eficacia de las técnicas de incubación utilizadas y evaluar su utilización a corto, mediano y largo plazos se llevará un análisis comparativo continuo de los resultados de las técnicas utilizadas, así como el intercambio de información pertinente.

Por medio de un seguimiento continuo de los factores ambientales y antropogénicos se pretende identificar y dar seguimiento a las amenazas potenciales que pudieran afectar nidadas, crías y adultos de tortuga marina en las playas de anidación del PLP. Se coordinarán con las autoridades e instituciones participantes, recorridos en la zona marina adyacente para caracterizar a la población de juveniles y adultos de tortuga marina en los sitios de refugio y alimentación en el área de influencia del PLP, conocer su distribución espacial y temporal, estimar su tamaño poblacional y evaluar el estado físico general de los ejemplares en los hábitat de desarrollo. Se podrá elaborar una serie embrionaria de tortugas marinas como herramienta educativa y de investigación, utilizando y conservando los embriones muertos o que no llegaron a término.

Bases de Datos.

Se establecerán las bases de datos necesarias sobre los aspectos básicos de la biología reproductiva de las tortugas marinas que se desarrollan en el PLP, así como su administración actualización continua. Así mismo, se elaborará y administrará una base de datos acerca las características de los diferentes hábitats de desarrollo de las tortugas

marinas en el PLP", con relación al seguimiento continuo de los mismos. Con la información generada en el Programa Integral se construirá y mantendrá una base de datos actualizada sobre las poblaciones residentes y migratorias de juveniles y adultos de tortugas marinas que se encuentran en el PLP y su área de influencia.

EDUCACIÓN AMBIENTAL.

Educación para la Conservación.

Inicialmente se evaluará el estado de sensibilización y el grado de conocimiento de los colaboradores del PLP, acerca de la problemática de las tortugas marinas, por medio de una serie de encuestas, talleres y diversas actividades que permitan establecer las necesidades de educación ambiental.

A partir de este punto y a través de su participación en diversas actividades educativas, se pretende mejorar el nivel de sensibilización y los conocimientos de los colaboradores del PLP y, de manera indirecta de sus familias, con respecto a la problemática de las tortugas marinas, así mismo, sensibilizar a los prestadores de servicios turísticos y, en general, a todos aquellos que hacen un uso directo o indirecto de los diversos hábitat de desarrollo de las tortugas marinas, por medio de actividades educativas y de difusión.

Se fomentará la participación activa de los colaboradores del PLP y sus familias en las actividades de conservación de las tortugas marinas, no solo durante la temporada de anidación, sino durante todo el año, a través de la instrumentación del Calendario de la Naturaleza.

Difusión.

Se dará a conocer entre la comunidad del Desarrollo Turístico Mayakoba la problemática de las tortugas marinas y su ambiente, así como los avances en materia de su conservación, por medio de carteles, folletos y la edición de un boletín periódico. Se promoverá entre los huéspedes y visitantes del PLP las actividades de conservación de tortugas marinas que se llevan a cabo en el campamento PLP, a través de su participación en las mismas y por medio de boletines y carteles alusivos. El personal del Programa participará en foros especializados y en eventos relacionados con la conservación de las tortugas marinas, tanto nacionales como internacionales a fin de difundir la información generada por el Centro.

Se elaborarán y difundirán los informes técnicos y reportes necesarios, los cuales serán presentados ante las autoridades correspondientes. Se pretende promover el intercambio de información entre los especialistas en tortugas marinas, a través de una comunicación constante, con especialistas y autoridades de BCS y del País.

CAPACITACIÓN.

Se establecerá un programa de mejora continua que permita preparar y mantener un equipo motivado y comprometido de especialistas en tortugas marinas que lleve a cabo las actividades planteadas en el Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas. La capacitación incluirá, además, su participación en foros especializados nacionales e internacionales y entrenamiento en las técnicas y métodos más eficaces para la conservación de las tortugas marinas y sus hábitat, con la finalidad de mantener la calidad y el desempeño de los participantes en el Programa.

Por medio de la organización de talleres técnicos se pretende capacitar al personal del PLP, y a la comunidad en general, en las acciones de conservación de tortugas marinas y sus hábitats, de modo que el concepto de sustentabilidad se integre a sus actividades cotidianas.

FINANCIAMIENTO.

OHL Desarrollos o el Promovente proporcionará el apoyo financiero que el Programa requiere, así como la infraestructura y equipo necesarios para la ejecución del mismo.

EVALUACIÓN Y MONITOREO CONTINUO.

Se establecerán los mecanismos de evaluación y monitoreo continuo para conocer los avances y logros de cada uno de los componentes del Programa y valorar sus objetivos para, en caso necesario, replantearlos de manera que se ajusten a los resultados obtenidos y a las necesidades de conservación de las tortugas marinas. El sistema de evaluación incluirá los impactos positivos y negativos que las actividades del Programa pudieran tener sobre las poblaciones de tortugas marinas y sus hábitat y podrá emitir las recomendaciones pertinentes para valorar los avances en la ejecución del Programa y el cumplimiento de sus objetivos.

Por último se promoverá la continuidad a largo plazo de las actividades de protección, conservación, educación ambiental, investigación y capacitación bajo un esquema de seguimiento continuo y formal de los objetivos del Programa a través de la mejora constante en la calidad de los resultados del mismo.

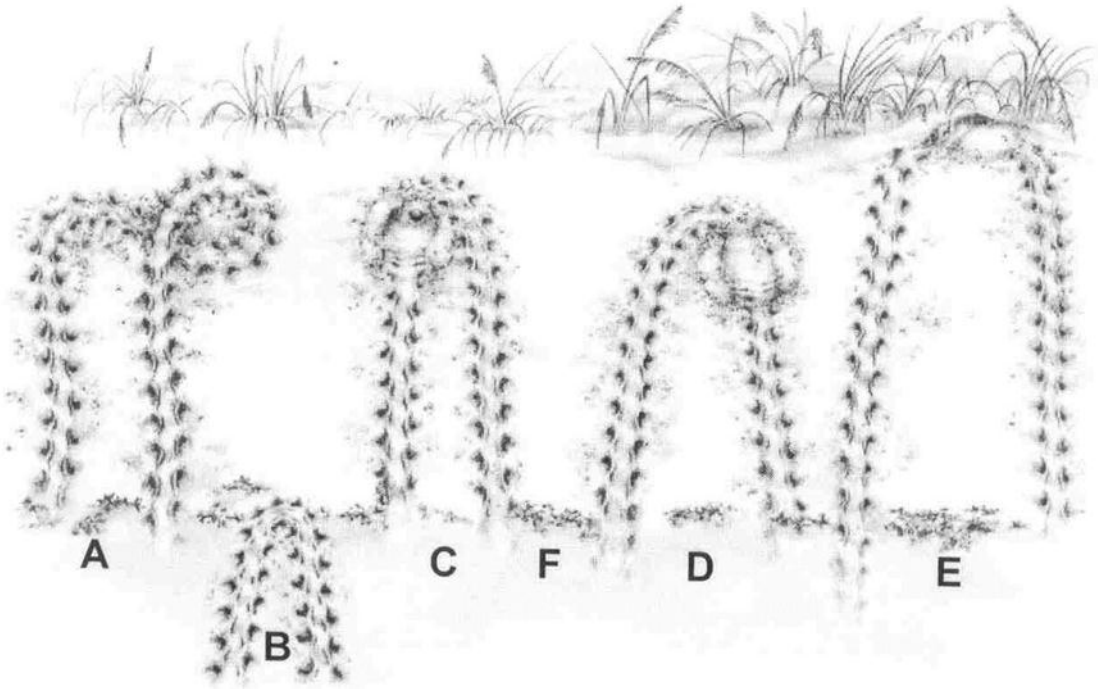


Figura VI.29. Tipos de Huellas de Tortuga Marina. Ejemplos de rastros o huellas de tortugas marinas en la playa; A.- Arqueo con vagabundeo extensivo, sin cama ni excavación de nido. B.- Arqueo en forma de U hasta la Línea de Marea Alta. C.- Intento con formación de Cama y Nido, éste último sin cubrir. D.- Intento con formación de Cama y Nido, con excavación poco profunda de la Cámara para los Huevos y sin cubrir. E.- Anidación exitosa, con marcas de excavación de Cama y Nido cubierto y escondido.

CUADRO VI.1.

FICHA DE REGISTRO DIARIO DE RASTROS

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS LOS PERICÚES

Fecha de Registro _____ Playa _____Folio No._____

Observador(es) _____

Hora de Inicio _____ Hora de Término _____

Estación	Zona	Especie	Arqueo	Intento	Nido	Observaciones

CUADRO VI.2.

FICHA DE RECOLECCIÓN Y SIEMBRA DE NIDADAS

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS LOS PERICÚES.

Fecha de Registro: _____ Folio No._____

Estación: _____

Zona: A B C

Observador(es): _____

Hora de Avistamiento: _____ Nido Tortuga

Especie: Golfina Prieta Laúd Otra

Marcas: Aleta Izquierda: _____ Aleta Derecha: _____ Caparazón_____

Generales

Procedencia: _____ Cicatrices: _____ Recaptura ____Marca _____

Destino de la Nidada *In Situ* Reubicada Corral Caja

Hora de Recolecta: _____

Tamaño de la Nidada: _____ No. de Huevos Recolectados: _____

Hora de Siembra: _____

No. de Huevos Sembrados: _____ No. de Nido _____

Observaciones:_____
_____
_____
_____
_____
_____

CUADRO VI.3.

FICHA DE EMERGENCIA Y REVISIÓN DE NIDADAS

PROGRAMA CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS LOS PERICÚES

Fecha de Registro: _____ Folio No._____

No. de Huevos Sembrados: _____ No. de Nido _____

Fecha de Siembra / Puesta: _____ Fecha de Emergencia: _____

Observador(es): _____

Hora de Inicio _____ Hora de Término _____

Manejo de la Nidada *In Situ* Reubicada Corral Caja

Crías Emergidas Vivas: _____ CE Muertas: _____ Total CE: _____

Crías en el Nido Vivas: _____ CN Muertas: _____ Total CN: _____

Crías Eclosionando Vivas: _____ Ce Muertas: _____ Total Ce: _____

Crías Deformes Vivas: _____ CD Muertas: _____ Total CD: _____

Huevos No Eclosionados: _____ cda: _____ sda: _____ desc.: _____

Total de Crías Vivas: _____ Periodo de Incubación: _____ días

Observaciones:_____
_____
_____

Fecha de Liberación: _____ Hora de Liberación: ____:_____

Lugar de Liberación: _____

Total de Crías Liberadas: _____

RESULTADOS ESPERADOS

Con la instrumentación del Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas del Proyecto Los Pericúes (PLP), y con la participación de todos los componentes en las actividades propuestas, se espera obtener los siguientes resultados a largo plazo:

- Proteger a las hembras de las tres especies de tortuga marina que anidan en la playa frente al PLP, Punta Arena BCS, México, por medio de patrullajes nocturnos y la vigilancia constante de las playas de anidación.
- Controlar la población de fauna feral o silvestre que pudiera atacar o molestar a las hembras anidadoras o depredar sus nidadas y a sus crías, en el área de influencia del proyecto PLP, a través de un programa de control de fauna.
- Establecer la coordinación con las autoridades participantes en el Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas para vigilar las playas de anidación correspondientes al PLP.
- Coordinar con el personal de prevención o vigilancia del PLP mantener personal en la playa de anidación vigilando que la conducta anidadora de las tortugas marinas no sea perturbada.
- Proteger las nidadas de tortuga marina en la playa del PLP, contra el saqueo y tráfico de huevos, a través de acciones coordinadas con las autoridades y aplicando las técnicas más adecuadas de manejo para cada especie.
- Evitar la depredación de nidadas de tortuga marina en la playa del PLP, instrumentando estrategias de manejo adecuadas, tanto de las nidadas como de los depredadores potenciales.
- Identificar y minimizar los impactos adversos que las actividades humanas pudieran tener sobre las nidadas de tortuga marina en la playa del PLP.
- Establecer acciones emergentes de protección de nidadas de tortuga marina en el caso del posible impacto de un huracán en la zona de anidación, por medio de la aplicación de un plan de contingencias específico.
- Proteger las nidadas y crías de tortuga marina contra cualquier evento natural o actividad humana que pudiera perturbar o afectar el desarrollo embrionario y la supervivencia de las crías, en el ámbito del Programa y con base en las técnicas disponibles.
- Incrementar la supervivencia de las crías de tortuga marina en la etapa que va de la eclosión / emergencia hasta su liberación en la zona litoral, minimizando la mortalidad por medio de la aplicación de las técnicas de manejo más adecuadas al alcance.
- Reducir la depredación de las crías de tortuga marina, instrumentando las estrategias de manejo necesarias.
- Reducir impactos negativos sobre las poblaciones de tortugas marinas en la zona marina adyacente al área de protección por las actividades humanas que se llevan a cabo en la misma.

- Coordinar con las autoridades competentes la protección de los sitios de alimentación y refugio de tortugas marinas en la zona marina adyacente al área de protección, llevando a cabo acciones de inspección y vigilancia necesarias.

VI.2.8. Programa de Buenas Prácticas para las marinas.

Este programa incluye la identificación, implementación de buenas prácticas ambientales y ecotecnologías existentes o disponibles en la región o en sitios equivalentes, que demostradamente hayan sido exitosas, así como de aquellas que resultan aplicables para proyectos específicos como en particular al que nos ocupa, tales como el ***Manual de Buenas Prácticas de Manejo de Marinas***, así como la ***Guía Técnica de Buenas Prácticas Ambientales para la Operación de las Marinas Turísticas en México.***

El Manual de Buenas Prácticas de Manejo de Marinas tiene la finalidad de:

- ✓ Ofrecer una serie de acciones para facilitar y hacer más eficiente el desempeño de las actividades cotidianas de las marinas desde la selección de sitio, planeación, diseño, construcción, hasta la operación, estandarizando así su calidad de servicio, desarrollo y aplicación.
- ✓ Ser una guía práctica de actividades que mediante el respeto ambiental, promueva y asegure el crecimiento económico del sector.
- ✓ Establecer un antecedente de emplear la planeación participativa local para desarrollar un instrumento de regulación voluntaria de aplicación nacional en vías de hacer al turismo náutico-recreativo una actividad sustentable.

La aplicación de la *Guía Técnica de Buenas Prácticas Ambientales para las Marinas en México,* se dirige a apoyar el manejo adecuado de las zonas costeras, dando opciones para que las Marinas logren mantener los ecosistemas ambientalmente sanos.

Las prácticas ambientales son útiles para:

1. **Cumplir con las políticas ecológicas** nacionales y adoptar las mejores prácticas internacionales para la conservación de los ecosistemas.

2. **Mantener buenas relaciones con el gobierno.** A través de la adopción voluntaria de las prácticas ambientales, las multas y problemas legales con el gobierno se minimizan resultando en un esfuerzo común más que en un conflicto.

3. **Proteger los recursos naturales que sostienen a la Marina.** El placer de navegar depende en gran parte de hacerlo en aguas limpias, por lo cual al adoptar estas prácticas, las Marinas colaboran en conservar adecuadamente el recurso que las mantiene. Las

prácticas ambientales ofrecen ideas para realizar las actividades cotidianas afectando lo menos posible el entorno, para operar con el mínimo de impactos a los ecosistemas.

4. **Mantener el equilibrio ecológico en áreas con ecosistemas críticos.**

Independientemente que existan Marinas dentro o fuera del área de influencia de un área natural protegida (ANP), es indispensable que los dueños y los usuarios conozcan el valor ambiental de los recursos naturales que se están protegiendo y cómo pueden colaborar a mantener el equilibrio ecológico por medio de sus propias acciones y respeto de las reglamentaciones de cada ANP.

5. **Impulsar la auto–regulación.** La aplicación voluntaria de prácticas ambientales ofrece a las marinas la oportunidad de demostrar su responsabilidad y compromiso en el cuidado del ambiente, y potencialmente reducir el sobre-regulación. Se pueden beneficiar en conjunto al mejorar su reputación ambiental, lo cual disminuye las resistencias política y social para expansiones futuras.

6. **Promover buenas relaciones con la comunidad.** El promover una buena imagen ecológica, influye positivamente en buenas relaciones con las comunidades locales; también ayuda a los gerentes a promover que sus trabajadores y usuarios de las marinas sean más conscientes de la necesidad de cuidar la ecología y el ambiente.

De lo anterior, se llevarán a cabo las buenas prácticas para la instalación y operación de la Marina, que son definidas tanto en la Guía como en el Manual instrumentos de carácter voluntario en busca de la sustentabilidad del proyecto.

Identificación y obtención de certificaciones ambientales.

Esta estrategia se centra en la búsqueda, identificación y elaboración de expedientes de candidatura para que el proyecto en lo general o de sus componentes en lo particular esté en posibilidad de obtener certificación ambiental seria en el ámbito nacional y/o internacional, acordes con la imagen objetivo de una Marina turística sustentable.

Indicadores de cumplimiento del Programa.

- ✓ Firmas de recibido por contratistas de las reglas ambientales para construcción.
- ✓ Número de reuniones de planificación con responsables de la construcción, operación y mantenimiento. Lista de acuerdos y medidas concertadas.
- ✓ Número de inspecciones para supervisión de obra u operación y para verificación estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio.
- ✓ Informes periódicos a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT.

- ✓ Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en las etapas e integración de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.
- ✓ Relación de procesos de construcción u operación mejorados o certificados.
- ✓ Relación de conflictos ambientales resueltos.
- ✓ Convenios de colaboración establecidos con instancias académicas, ONG´s, autoridades ambientales a nivel federal, estatal sobre acciones de manejo, desarrollo sostenible o pertinencia social del proyecto.
- ✓ Relación de buenas prácticas o ecotecnologías incorporadas.
- ✓ Relación de procesos de certificación iniciados, sometidos y aprobados.

Este programa cuenta con un subprograma de seguridad y atención a contingencias ambientales el cual cuenta con acciones de Prevención y Manejo de contingencias y Salud y Seguridad. Dicho subprograma se describe a continuación.

Plan de contingencias

Es de todos conocido que las marinas contribuyen a ordenar la actividad de las embarcaciones que se dedican al turismo náutico en diversos aspectos, desde su navegación, control, registro y seguridad al ofrecerles instalaciones adecuadas para su estancia; de igual forma las marinas colaboran con el cuidado del medio ambiente, al ofrecer equipos e instalaciones y lugares donde pueden disponer sus residuos como: aguas de sentinas, recepción de aceites, basuras, aguas negras, desechos de pescado; carga de combustibles en instalaciones diseñadas para tal fin, regaderas, sanitarios, etc..

Cuando no hay marinas ó instalaciones, las actividades anteriores, se realizan en condiciones no apropiadas, por ejemplo la carga de combustibles a través de bidones que es la forma mas usual por parte de las pangas y embarcaciones menores de recreo, genera derrames que aun cuando sean gotas o pequeños chorros, su impacto es significativo; la disposición de las aguas de sentinas y aguas negras en el mar abierto es una práctica común por parte de todo tipo de embarcaciones mayores y menores.

Consientes de esta situación, la Marina Pericues ha incluido dentro de sus instalaciones una Estación de Servicios que además del servicio de combustible, atenderá la recepción de los desechos señalados y para su operación establecerá un Plan de Contingencias y aplicará las normas y disposiciones vigentes en la materia, mismos que se describen a continuación:

I. DERRAME DE HIDROCARBUROS

NORMAS.

La estación de servicio se apegara a las normas y procedimientos existentes en cuanto a la operación, mantenimiento, seguridad y protección al medio ambiente, con la finalidad de evitar riegos que pongan en peligro la integridad física de las personas, el entorno ecológico y las instalaciones.

Para ello se apegara a las:

- Norma Oficial Mexicana NOM-005-SCFI-2005, Instrumentos de medición-Sistema para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos-especificaciones, métodos de prueba y de verificación. D.O.F. 27-IX-2005
- El Manual de Operación de la Franquicia PEMEX, el cual es un documento en el que se describen procedimientos, funciones, actividades, sistemas, recomendaciones, disposiciones y normas de todas y cada una de las áreas de operación de las Estaciones de Servicio.

OPERACIÓN.

Se realizará mensualmente el mantenimiento preventivo y correctivo de la Estación de Servicio, lo cual incluye: tanques, líneas de conducción, bombas, turbinas, válvulas de salida.

Se deberán seguir los Procedimientos para manejo seguro de los productos con la marca PEMEX y de otras.

Sé definirá un Programa Interno de Protección Civil.

Sé contará con personal capacitado para actuar en caso de una eventualidad.

MANTENIMIENTO

Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a los tanques de almacenamiento, bombas, zonas de despacho, cuarto de maquinas, tuberías, drenajes, accesorios de los tanques de almacenamiento, extintores, líneas eléctricas, líneas de conducción.

Se contará con una bitácora foliada de los mantenimientos efectuados.

SEGURIDAD

Se tendrá un Programa Interno de Protección Civil que involucre a todos los trabajadores, los cuales tendrán asignadas una serie de actividades que desempeñaran con responsabilidad en caso de presentarse una situación de emergencia.

Se colocarán extintores de incendios fijos tipo ABC, en la zona de bombas de los dispensarios en el área de muelles.

DETECCIÓN DE RIESGOS

Se implantará un Programa de Simulacros, para cada situación específica de riesgo, así mismo se capacitará a los administradores y a los trabajadores, estableciendo rutas de evacuación y ubicación de señalamientos respectivos.

DERRAMES

Cuando se presente un derrame de producto, se tomarán acciones encaminadas a controlar y prevenir un daño mayor.

Para evitar derrames de diesel o gasolina, el controlador procederá a preparar el suministro colocando un recipiente antiderrame denominado No Spill justamente en el respiradero del tanque y a la pistola surtidora se le colocará en la boquilla un pañuelo del mismo material tratado, para absorber combustibles. De esta manera, si el dueño calcula mal la cantidad de litros, o bien, la entrada para el suministro es reducida o el sensor de paro de la pistola no funciona, cualquier cantidad de líquido derramado será captado en el recipiente o en el pañuelo. En caso de ser derramado accidentalmente al mar, los carrujos instalados específicamente absorberán dichos líquidos.

Así mismo en cada uno de los dispensarios habrá un contenedor, en donde se depositará él líquido sobrante, así mismo se utilizarán pañuelos absorbentes para limpiar el excedente y existirá un espacio para los pañuelos nuevos.

En un caso grave, que la cantidad de fluido sea considerable o haya ocurrido un accidente que este fuera del alcance del radio de absorción de los carrujos, o este haciendo viento o marejada fuerte, se procederá a acordonar el área desplegando inmediatamente una lona antiderrame, la cual siempre estará lista en estado y longitud para abarcar un mega-yate si fuera necesario. Cuando esto llegase a suceder, se acordonara el área y se desplegarán inmediatamente una cantidad generosa de carrujos y pañuelos absorbentes, hasta agotar visualmente el carburo, posteriormente sé aplicará liquido inhibidor de hollín, entonces se retirará la lona antiderrame, procediendo a lavarla y limpiarla perfectamente para guardarla en la bodega.

Dentro de las actividades de la Estación de Combustibles, se podrán realizar afinaciones rápidas de los motores, como es el cambio de aceites, lubricantes, filtros y otros líquidos,

todos estos desechos, junto con lo que se lleguen a derramar, serán captados en recipientes y pañuelos, los cuales serán llevados al Almacén Temporal de Residuos Peligrosos, en donde serán clasificados, en aceites, filtros de cartón, filtros metálicos, pañuelos, carrujos, cubetas y botes, los cuales serán almacenados temporalmente en barriles de plástico herméticos, mientras la empresa responsable de recolectarlos y almacenarlos definitivamente pasa por ellos. Para esto se buscará a una empresa acreditada para tal fin.

PREVENCIÓN DE CONTINGENCIAS

La aplicación oportuna y correcta de los programas de mantenimiento preventivo, correctivo y de limpieza, eliminara las posibles situaciones de riesgo.

CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LA ESTACION

La estación de servicio se apegara a los Normas Oficiales Mexicanas, como:

- NOM-001-STPS-2008. Condiciones de Seguridad. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo. D.O.F. 24-XII-2008
- NOM-002-STPS-2000. Condiciones de Seguridad. Prevención y combate contra incendio en los centros de trabajo. D.O.F. 8-IX-2010. (Aclaración D.O.F. 2-I-2001)
- NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de substancias químicas peligrosas. D.O.F. 2-II-1999
- NOM-006-STPS-2000. Condiciones y procedimientos de seguridad. Manejo y almacenamiento de materiales. D.O.F. 17-1-2001
- NOM-010-STPS-1999. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde: se manejen, transporten, almacenen, substancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente natural. D.O.F. 26-II-2001
- NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal, Selección, Uso y Manejo en los centros de trabajo. D.O.F. 9-XII-2008.
- NOM-018-STPS-2001. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos de substancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. D.O.F. 27-X-2000. (Aclaración D.O.F. 2-I-2001)
- NOM-019-STPS-2004. Constitución, Organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo. D.O.F. 4-I-2005

- NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. D.O.F. 25-X-2008
- NOM-104-STPS-2001. Agentes extinguidores. Polvo químico seco tipo ABC, basándose en fosfato de amónico. D.O.F. 17-IV-2002. (Aclaración D.O.F. 14-V-2002)
- NOM-113-STPS-1994. Calzado de Protección. D.O.F. 22-I-1996

SEGURO CONTRA DAÑOS

Se mantendrá en vigor una póliza de seguro de responsabilidad civil, para responder a todos los daños y perjuicios que se pudieran ocasionar a terceros en sus bienes y personas con motivo de la operación de la Estación de Combustible. Este seguro además es una condicionante dentro del titulo de concesión de la SCT.

II. RECEPCIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Los residuos líquidos que se generarán por el achique de agua de las cisternas de almacenamiento de combustible como son: derrames provocados por el mal calculo del usuario del llenado del tanque de diesel o gasolina o por servicio de recambio de aceite, para lo cual existirán un contenedor especial al lado de cada dispensario, los cuales serán posteriormente depositados en una cisterna especial, y trasladados finalmente por una empresa certificada a un lugar autorizado para evitar contaminación.

En la Estación de Combustibles, se contará con el servicio de baños, cuyos residuos serán depositados temporalmente en una cisterna flotante, la cual cuando llega a cierto nivel, bombeara dichas aguas negras a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del proyecto.

Las aguas negras de desecho de los yates también serán bombeadas al sistema de drenaje del desarrollo mediante equipos especializados denominados Pum-out, y de la red hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y si fuera necesario adicionando un carcomo de bombeo, del mismo proyecto.

Así mismo se realizarán estudios de calidad del agua trimestralmente, realizándose análisis físico-químicos, bacteriológicos de la dársena de la Marina, determinándose oxigeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno, Demanda Química de Oxigeno, grasas y aceites, color, cloruros, salinidad, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, coliformes totales y fecales, colonias bacterianas, cloro libre residual, y calcio, principalmente.

El tratamiento y disposición de esta agua, se apegara a la Normas vigentes como son:

- NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas nacionales y en bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 6-I-997.

- NOM-002-ECOL-1996, donde se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano y municipal. D.O.F. 3-VI-1998

III. RECEPCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Se mantendrá permanentemente un Programa de Manejo de Desechos de Residuos Peligrosos.

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, como son: estopas, papeles y telas impregnadas de combustible o aceites, envases de lubricantes o aditivos o liquido de frenos, residuos de áreas de lavado y trampas de grasa y combustible, lodos extraídos de los tanques de almacenamiento, serán recolectados temporalmente en tambores de 200 lts., los cuales cerrarán herméticamente y se identificaran con un letrero que señale su contenido.

La recolección, transporte, almacenamiento temporal y disposición final de residuos, serán realizados por empresas autorizadas por las autoridades correspondientes.

Los depósitos temporales se ubicarán fuera de las áreas de atención al público.

Así mismo la empresa ejecutará mensualmente pruebas de hermeticidad a los tanques de combustible y líneas de conducción para evitar fugas y derrames.

De igual forma, se llevará acabo mensualmente una certificación de Limpieza Ecológica donde se inspeccionarán las áreas de despacho, los registros, drenajes, las trampas de combustibles y grasas, las zonas de almacenamiento, la limpieza general, los sanitarios, cristales, dispensarios, áreas jardinadas, áreas de atención al público, por parte de una empresa registrada y autorizada por la Semarnat.

Apego a la Normas Mexicanas:

- NOM-052-ECOL-1993. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los limites que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

- NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, la cual fija los limites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes lleven a cabo actividades en cuyo desarrollo se produzcan derrames de hidrocarburos, sus mezclas y/o substancias derivadas de los mismos.

IV. RECEPCIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

Se mantendrá permanentemente un Programa de Manejo de Desechos de Residuos no Peligrosos.

Los residuos no peligrosos, como son basura orgánica e inorgánica, serán depositados en contenedores cerrados e identificados, los cuales podrán ser retirados diariamente, a través de un prestador de servicios y serán trasladados al basurero municipal.

Se instalarán carteles o letreros donde se indique al usuario la ubicación de los mismos.

Se instalarán carteles o letreros de concientización al usuario de la marina.

Los depósitos temporales se ubicarán fuera de las áreas de atención al Público.

VI.2.9. Programa de Monitoreo Ambiental Litoral

VI.2.9.1 Subprograma de monitoreo y evaluación de línea de costa.

Previo a la construcción de las obras de protección de la marina (rompeolas) y durante la operación del proyecto, "Marina Pericúes" establecerá un programa con el objeto de conocer la evolución de la línea de costa, consistentes en:

A) Levantamientos topográficos (batimetrías y seccionamientos playeros) con el fin de monitorear la evolución de la costa en cuanto a procesos erosivos y de asolvamientos.

Para cumplir con lo anterior, se proponen las siguientes acciones:

1. **Se realizará un primer levantamiento y secciones playeras con el fin de establecer el control terrestre y posicionar la línea de Playa.**

   Se colocarán 20 puntos (10 a cada lado de la ubicación de los rompeolas) distanciados 200 m entre si, con mojoneras de concreto, se posicionarán geográficamente y se efectuará el levantamiento topográfico del perfil de la playa en tierra desde el nivel – 1.00 m al +3.00 m donde se ubique la mojonera, y fuera del posible efecto del run-up del oleaje. En agua se realizará el levantamiento batimétrico desde el nivel –1.00m hasta la batimétrica –10.00, con el fin de tener el perfil de playa completo.

   Se dibujarán en perfil y en planta el resultado de este levantamiento, el cual será la base de partida para evaluar los cambios subsecuentes en la línea de playa.

2. **Levantamientos trimestrales de control**

   En los mismos puntos de control, se realizarán levantamientos de secciones playeras y de batimetría, con el fin de comparar los cambios en el perfil de playa y fondo, estos levantamientos deben abarcar cuando menos 1 año, a fin de tener una idea de la

variación estacional y calcular los volúmenes de cambio entre estaciones y en su caso el flujo neto anual.

El montaje de secciones, expresa los cambios en el perfil, puntualmente y nos define si hay cambios entre la playa sumergida y la playa seca y el comparativo entre las diferentes secciones da información de si se esta moviendo material en el sentido horizontal y no solo vertical y de alguna manera el flujo de sedimentos. Finalmente con la comparación con los otras secciones en el lado sur, se determina el patrón.

3.- Levantamientos Trimestrales durante la construcción de las obras.

Es muy probable que existan cambios relevantes con la construcción de las obras de abrigo, sobre todo en los puntos cercanos a las mismas, tanto en el rompeolas norte como en el del lado sur, por ello debe seguirse monitoreando la línea de playa, esto debe hacerse igual por trimestres, preferentemente en los mismos meses de los levantamientos anteriores para saber cual es el cambio respecto del año anterior y estimar el volumen de azolvamiento ó de ersosión sobre el cuerpo del rompeolas.

4.- Evaluación anual del transporte litoral.

Un año después de iniciadas las obras de abrigo, es probable que se tendrá suficiente información respecto del comportamiento de las obras de abrigo ante el transporte litoral que podrá corroborarse la vida útil de las obras de abrigo y en su caso los cambios en la línea de playa esperados en los próximos años.

5.- Monitoreo anual en la etapa de Operación.

Concluidas las obras y ya en la etapa de operación, se recomienda realizar cada año un levantamiento a fin de evaluar los cambios y en su caso tomar medidas correctivas ó preventivas, como es:

- Trasvase de arena a las zonas de erosión.
- Dragado de mantenimiento en la boca de acceso a la marina.

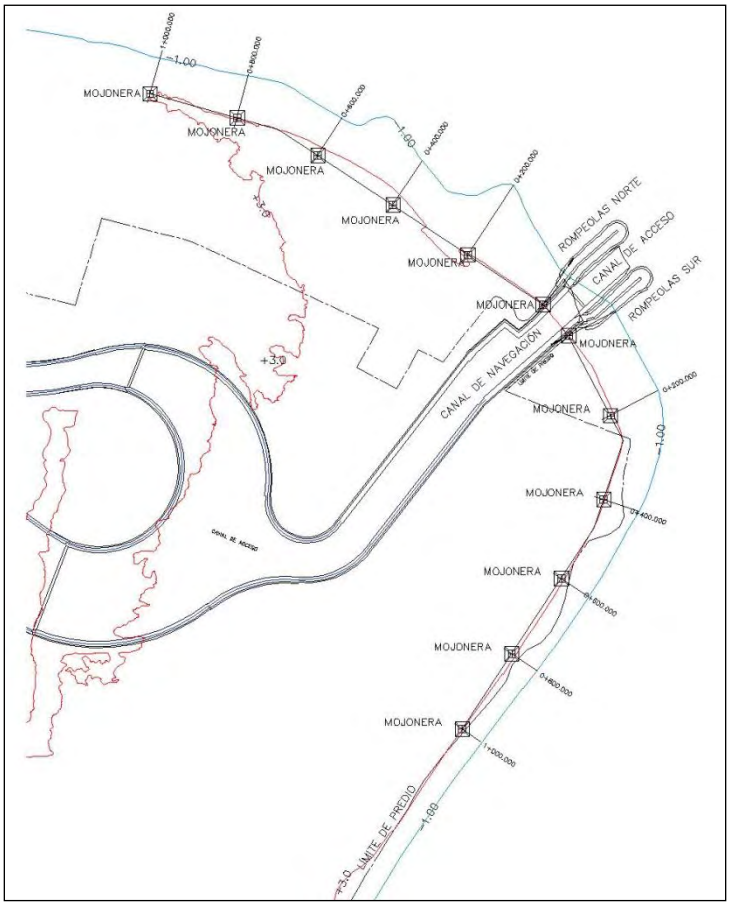


Figura VI.30 Localización de seccionamientos playeros a cada 200 metros y monumentos o mojoneras

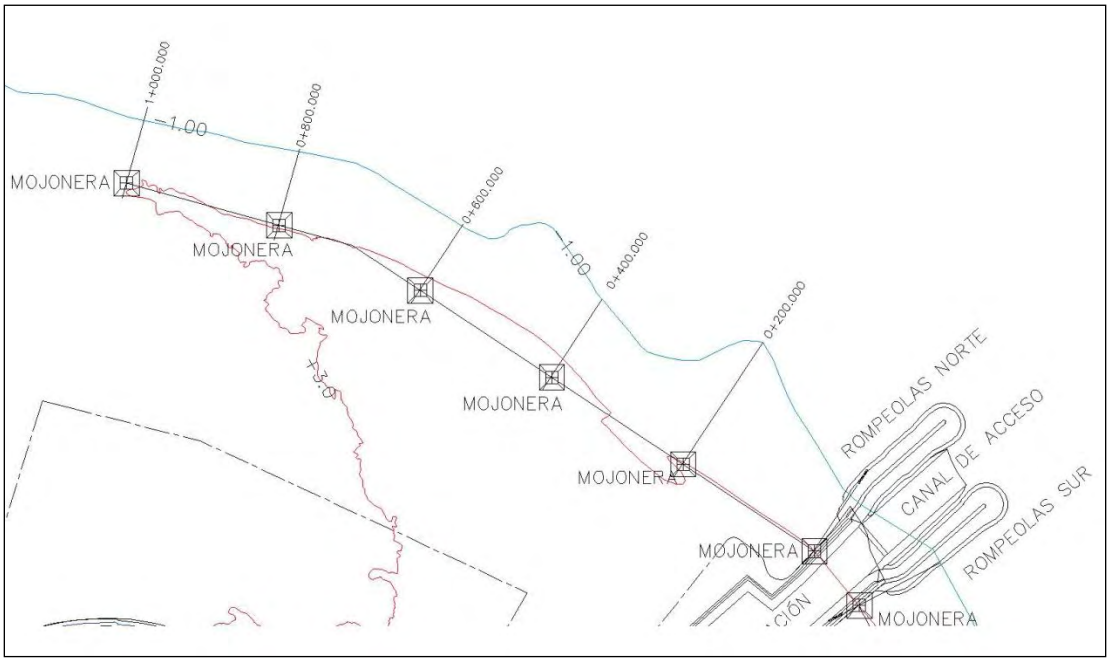
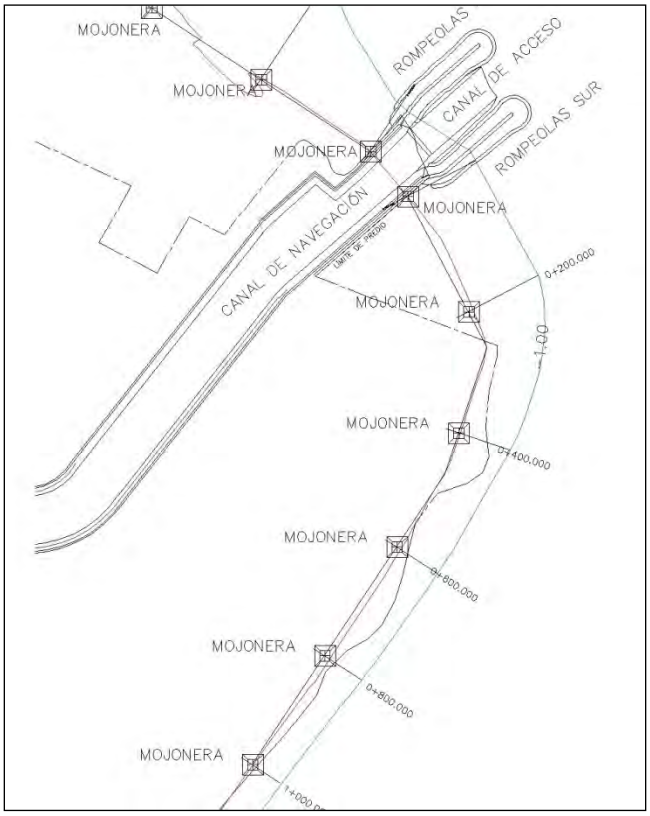


Figura VI.31 Secciones de control lado norte



FiguraVI.32. Secciones de control lado Sur.

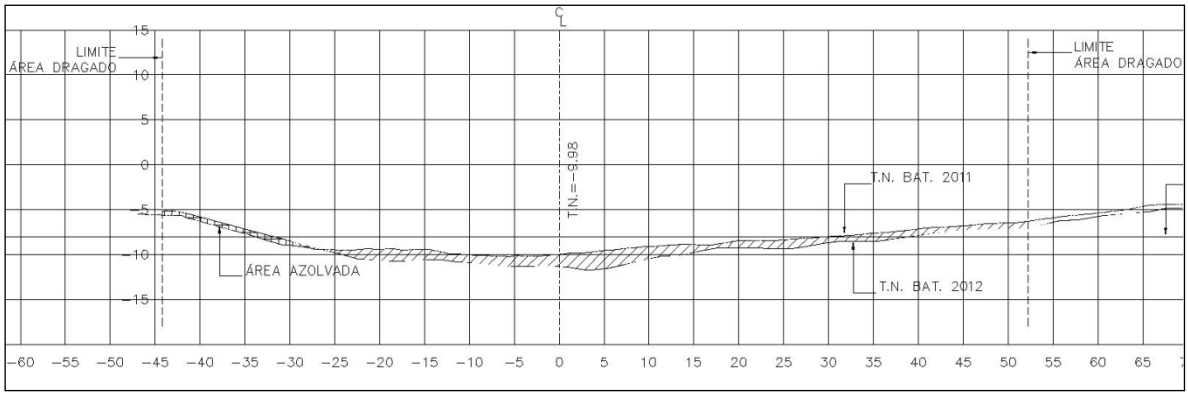


Figura VI.33. Comparación de perfiles topobatimétricos (ejemplo)



Figura VI.34.- Tipo de mojoneras a instalar

VI.2.9.2. Subprograma de monitoreo de la calidad del agua marina (vigilancia oceanográfica)

OBJETIVOS

- Ejecutar un programa de monitoreo de los efectos en el medio marino (flora, fauna bentónica y calidad del agua) de la descarga de la salmuera, particularmente en la zona de dispersión.
- Establecer los indicadores para verificar el adecuado funcionamiento del difusor marino de la descarga de salmuera.

ALCANCES

Con el subprograma de Monitoreo se busca garantizar que los efectos de la pluma de descarga de la planta desalinizadora del proyecto no afecten a corto, mediano y largo plazos, la ecología del sitio.

INDICADORES

Salinidad
Atributo: Temperatura.
Tipo de Indicador: Estado Actual.
Unidades de Medición: ° C.
Definición: Las propiedades del agua incluyen la más alta capacidad calórica de entre todos los sólidos y líquidos y la conducción de calor más alta de entre los segundos, éstas repercuten en la regulación de intervalos de temperatura por la transferencia de calor y la tendencia al mantenimiento de temperaturas constantes, muy importantes a macro y micro escala, incluyendo el nivel celular (Sverdrup, 1942 citado por Contreras, 1994).

Todos los sistemas acuáticos funcionan dentro de un ámbito específico de temperatura con valores óptimos en los que las funciones tendrán su mejor expresión. Además como es una variable conservativa, cualquier cambio drástico de temperatura, puede indicar los efectos de eventos modificadores. Es importante conocer el comportamiento de la temperatura en el ambiente y diferenciar las fluctuaciones naturales, determinadas por las épocas climáticas y las inducidas por factores externos al sistema. Las variaciones de la temperatura influyen en las condiciones particulares y en otros parámetros, tanto abióticos como bióticos.

En ecosistemas desérticos, áridos, semiáridos, fríos o polares, los intervalos de temperatura idóneos son amplios, por lo que se deberán determinar los intervalos de temperatura locales, con base en series de tiempo de resultados de las estaciones

meteorológicas más cercanas al área de estudio para contrastar si hay cambios considerables.

Asimismo, la temperatura únicamente puede considerarse crítica en función de emplazamientos industriales, como hidroeléctricas, u otras, cuyas descargas exotérmicas o de otro tipo pudieran interferir con los ecosistemas, o a consecuencia del cambio climático global, modificando drásticamente sus intervalos y poniendo en riesgo a las comunidades bióticas (Ortiz-Gallarza, 2007).

Atributo: pH.
Tipo de Indicador: Estado Actual.
Unidades de Medición: Escala 0 a 14 sin unidades.
Definición: El pH puede considerarse como una señal de alarma sobre la calidad del agua, en virtud de que a valores altos ocurre un sinergismo entre contaminantes. Además, bajo condiciones ácidas o básicas extremas, la vida de los organismos se ve afectada. Por citar un ejemplo, el pH en el golfo de Tehuantepec se ha relacionado con concentraciones bajas de oxígeno disuelto y concentraciones elevadas de bióxido de carbono (Vázquez Gutiérrez *et al*., 1998).

Las aguas ácidas poseen propiedades corrosivas por lo que atacan cualquier tipo de tubería utilizada. Además alteran el pH del cuerpo de agua receptor provocando reacciones secundarias que rompen su ciclo ecológico. La acidez en el agua obedece a la presencia de ácidos minerales, ácidos débiles como carbónico y acético, sales de ácidos fuertes y bases débiles. Entre las bases débiles se encuentran las sales de hierro y aluminio provenientes de las minas y de algunas industrias. En algunos desechos industriales, la acidez está relacionada con la industria metalúrgica y la producción de materiales orgánicos sintéticos (SARH, 1976).

La alcalinidad está representada por los bicarbonatos, formados por la acción del CO_2 sobre los materiales básicos del suelo, los boratos, silicatos y fosfatos contribuyen en pequeñas cantidades. Las sales de ácidos débiles y las bases débiles y fuertes constituyen la alcalinidad de una sustancia. La presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos contribuye principalmente a la alcalinidad. La alcalinidad en el agua tiene importancia sanitaria escasa ya que sólo las aguas altamente alcalinas son rechazadas para el abastecimiento público y requieren tratamiento (SARH, 1976).

El CO_2 es un compuesto ácido común en aguas superficiales. Otra fuente de este compuesto además de la atmosférica es la oxidación biológica de la materia orgánica. En lagos estratificados por una termoclina, las aguas de infiltración con un contenido de carbonatos no permiten la presencia de CO_2, ya que producen bicarbonatos mediante la reacción:

$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$ (SARH, 1976).

En minas abandonadas con residuos minerales suele haber cantidades apreciables de ácido sulfúrico, azufre, sulfuros y piritas de hierro. La conversión de estas sustancias a ácido sulfúrico y sulfatos se lleva a cabo por sulfato-oxidación bacteriana. Las sales de metales pesados como de hierro y aluminio, al hidrolizarse en el agua aumentan la acidez mineral (APHA, 1985).

Atributo: Oxígeno Disuelto.
Tipo de Indicador: Estado Actual.
Unidades de Medición: mg/L.
Definición: El oxígeno es indispensable para la mayoría de los organismos vivos, se emplea en el mantenimiento de los procesos metabólicos, a partir de los cuales, se obtiene la energía necesaria para las funciones básicas como crecimiento, reproducción, respiración. Es un gas poco soluble que no reacciona químicamente con el agua, por lo que su solubilidad está en función de la presión parcial de vapor saturado y de la temperatura del agua. La salinidad o contenido de sólidos disueltos es otro factor que afecta la concentración de oxígeno disuelto en el ambiente acuático (APHA, 1985).

La concentración de oxígeno disuelto está en función directa de las variables meteorológicas responsables del clima existente al momento del muestreo. Asimismo, depende de la productividad orgánica primaria y del metabolismo de la biota, principalmente al respecto de la respiración en la columna de agua y en la capa superficial de los sedimentos. La solubilidad de este compuesto depende de la temperatura, la concentración iónica, la presión atmosférica y el contenido de materia orgánica (Schenk, 1975).

La oxidación biológica de la materia orgánica aumenta con la temperatura y por consiguiente, la demanda de oxígeno. Bajo condiciones de alta temperatura el oxígeno es menos soluble, en virtud de esto, la mayoría de las condiciones críticas relacionadas con la deficiencia de oxígeno disuelto suceden en el verano, cuando son comunes los niveles de 4 mg/L.

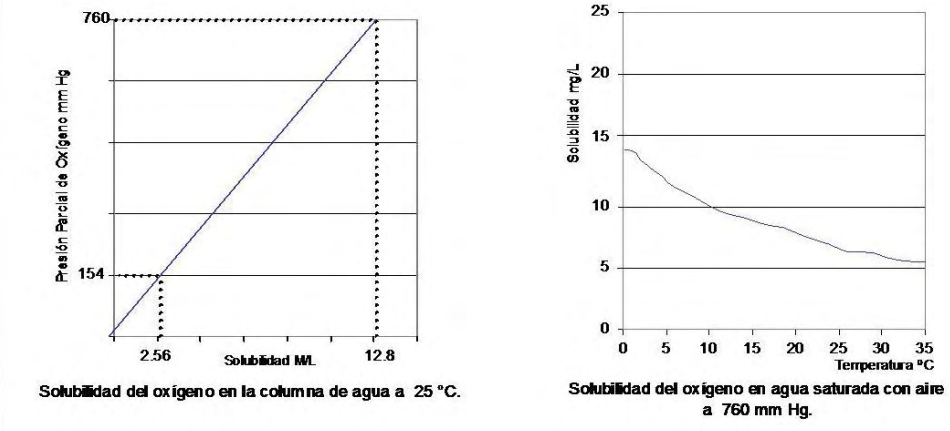


Figura VI.35. Comportamiento de la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua respecto a la presión parcial y a la temperatura, respectivamente.

La solubilidad del OD atmosférico en agua dulce a 1 atmósfera de presión = 7 mg/L a 36 º C, a 14.6 mg/L a 0 º C. Los niveles de oxígeno disuelto pueden indicar la presencia de desechos, ya que si son bajos, se asociarán generalmente con aguas de baja calidad a menos que haya un gasto respiratorio muy elevado como sucede en ambientes como los estuarios o las lagunas costeras (SARH, 1976).

Atributo: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5).
Tipo de Indicador: Estado Actual.
Unidades de Medición: (mg/L o ppm).
Definición: La cantidad de materia orgánica presente en un sistema hidrológico contribuye a su eutroficación (Guthrie y Perry, 1980), por lo cual, la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es un índice adecuado de contaminación orgánica, ya que representa la concentración de oxígeno que se requiere para la completa descomposición de la materia orgánica por medio de la actividad bacteriana. Los factores que influyen en dicho parámetro son: la temperatura y el tiempo de incubación. SEDUE, en años anteriores fijó los valores normales de DBO_5 en los cuerpos receptores, entre 10 y 100 ppm (IMP, 1987). La presencia de oxígeno disuelto previene o reduce el inicio de la putrefacción y la producción de cantidades objetables de sulfuros, mercaptanos y otros compuestos de mal olor, ya que los microorganismos aerobios lo utilizan para efectuar la oxidación de la materia orgánica e inorgánica, produciendo sustancias finales inofensivas tales como bióxido de carbono y agua. Es muy importante mantener las condiciones favorables para la conservación del estado de aerobiosis en los sistemas acuáticos con el fin de evitar olores, contaminación sanitaria y estética que afecte a los ecosistemas (SARH, 1976).

La DBO_5 es una estimación de la cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea, para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua y que se considera una estimación de la eficiencia del sistema para degradar los compuestos orgánicos (APHA, 1985), la norma de descargas a cuerpos receptores, establece un valor límite en las descargas residuales de 200 ppm en algunos ambientes acuáticos para algunos usos (NOM 001-SEMARNAT-1996)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (ppm)		
Ríos		
Uso en Riego Agrícola		
PM/PD	150	200
Uso Público Urbano		
PM/PD	75	150
Protección de Vida Acuática		
PM/PD	30	60
Embalses Naturales y Artificiales		
Uso en Riego Agrícola		
PM/PD	75	150
Uso Público Urbano		
PM/PD	30	60
Aguas Costeras		
Explotación Pesquera, Navegación y Otros		
PM/PD	100	200
Recreación		
PM/PD	75	150
Estuarios		
PM/PD	75	150
Suelos		
Uso en Riego Agrícola		
PM/PD	N.A.	N.A.
Humedales Naturales		
PM/PD	75	150

Figura VI.36. Límite permisible de DBO en los cuerpos de agua.

Atributo: Demanda Química de Oxígeno (DQO).
Tipo de Indicador: Estado Actual.
Unidades de Medición: (mg/L o ppm).
Definición: La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno requerida para oxidar, bajo condiciones específicas, la materia orgánica e inorgánica oxidable contenida en la columna de agua. Proporciona una medida de la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas, bajo las condiciones de análisis (APHA, 1985).

La DQO no se encuentra contenida en las normas ambientales vigentes, por citar una línea base, el IMP ha registrado niveles promedio de DQO en aguas del río Tehuantepec, Oaxaca, en el litoral del Océano Pacífico de 1.6 hasta 237.97 ppm, entre distintos períodos climáticos de estiaje, lluvias y tehuanos de 1997 a 1998 (IMP, 2000).

Atributo: Sólidos Suspendidos Totales.
Tipo de Indicador: Estado Actual.
Unidades de Medición: mg/L o ppm.
Definición: La cantidad de materia de diverso origen que se encuentra en suspensión puede afectar el paso de la luz solar y consecuentemente, la fotosíntesis del fitoplancton y las macroalgas. Los sólidos se ven afectados por factores como las diferencias de densidad, las características coloidales y la dinámica del ecosistema, en forma más directa la de la zona eufótica. Los sólidos en los cuerpos receptores pueden originarse a

partir de detritus acarreados por ríos, precipitación atmosférica, actividad biológica, reacciones químicas y resuspensión de los sedimentos (Contreras, 1994).

Es importante conocer la concentración de los sólidos ya que ayuda a explicar fenómenos en el sistema, como la disminución de la tasa fotosintética por reducción en la penetración de la luz o cambios en la estructura de las comunidades bentónicas, debido a su acumulación, con la consecuente inhibición del crecimiento, desarrollo y reproducción de los organismos (PEMEX, 1987).

La normatividad mexicana vigente contempla los niveles permisibles de Sólidos Suspendidos Totales en las descargas a cuerpos receptores, tomando en cuenta diversos usos del agua en ecosistemas acuáticos diferentes

Sólidos Suspendidos Totales (ppm)			**Sólidos Sedimentables (ml/L)**		
Ríos			**Ríos**		
Uso en Riego Agrícola			Uso en Riego Agrícola		
PM/PD	150	200	PM/PD	1	2
Uso Público Urbano			Uso Público Urbano		
PM/PD	75	125	PM/PD	1	2
Protección de Vida Acuática			Protección de Vida Acuática		
PM/PD	40	60	PM/PD	1	2
Embalses Naturales y Artificiales			**Embalses Naturales y Artificiales**		
Uso en Riego Agrícola			Uso en Riego Agrícola		
PM/PD	75	125	PM/PD	1	2
Uso Público Urbano			Uso Público Urbano		
PM/PD	40	60	PM/PD	1	2
Aguas Costeras			**Aguas Costeras**		
Explotación Pesquera, Navegación y Otros			Explotación Pesquera, Navegación y Otros		
PM/PD	100	175	PM/PD	1	2
Recreación			Recreación		
PM/PD	75	125	PM/PD	1	2
Estuarios			**Estuarios**		
PM/PD	75	125	PM/PD	1	2
Suelos			**Suelos**		
Uso en Riego Agrícola			Uso en Riego Agrícola		
PM/PD	N. A.	N. A.	PM/PD	N. A.	N. A.
Humedales Naturales			**Humedales Naturales**		
PM/PD	75	125	PM/PD	1	2

Figura VI.37. Límites permisibles de Sólidos Suspendidos Totales en cuerpos de agua.

Atributo: Biodiversidad.

Los organismos pueden ser utilizados para dirigir la atención sobre la calidad de los distintos ambientes. Pueden dar señas de que se presentan ciertas características, ocurren, se encuentran ausentes o no suceden. Pueden denotar una necesidad, pueden puntualizar la naturaleza de algo, mostrar una causa, sugerir una acción o un remedio. Un organismo seleccionado puede servir para caracterizar un sitio, de forma breve, o para expresar una generalización, sin embargo, el uso de los indicadores no puede sustituir la

investigación de las comunidades. Es muy distinto indicar algo, que mostrar causas y efectos y una solución; el profundo conocimiento que se tiene sobre una especie, no puede generalizarse a otras especies, así como tampoco sus reacciones a variables ambientales o a condiciones de estrés (Ortiz-Gallarza, 2001).

Los sistemas acuáticos están formados por una amplia gama de organismos que coexisten entre sí y que interactúan con los distintos factores ambientales, por lo tanto, la calidad del agua afecta a las poblaciones nativas de los sistemas en cuanto a abundancia, composición de especies, productividad y condición fisiológica; el conocimiento de la naturaleza y "salud" de las comunidades acuáticas, son una expresión de la calidad del agua.
La estructura biológica abarca la composición y abundancia de las especies, los cambios temporales en las comunidades y las relaciones entre las especies de la comunidad, por lo que algunas comunidades son útiles para determinar las condiciones de los ecosistemas y su calidad.

La diversidad ecológica consiste en la estimación probabilística de la complejidad y de la variedad presente en las comunidades bióticas (Washington, 1984). Cairns Jr (1977), la definió como una expresión numérica empleada para poder efectuar comparaciones ecológicas entre comunidades.

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (1963) es una función de las proporciones poblacionales de las distintas especies que configuran la comunidad dentro de un ecosistema. La connotación de diversidad máxima de dicho índice, expresa las mayores proporciones poblacionales de las especies de una comunidad y la comparación de la diversidad calculada en cada localidad, *versus* este valor máximo factible de encontrar, señalan la condición ecológica actual de cada comunidad, respecto al tiempo y a las fluctuaciones que es capaz de soportar cada ecosistema en razón de su resilencia (Pielou, 1975).
La manera de contrastar la diversidad de especies entre sitios, corresponde al porcentaje de la diversidad máxima que se deriva de la diversidad calculada en cada localidad para calificar sustentabilidad ecológica como una función de la diversidad relativa existente en un tiempo 2, respecto a la óptima que podría encontrarse bajo condiciones ecológicas ideales (Ortiz-Gallarza, 2007).

Atributo: Dominancia de especies.
La dominancia alta de especies bentónicas en ecosistemas acuáticos, se considera un indicio de la presencia de impacto en la comunidad, probablemente derivado de condiciones de estrés que ponen en riesgo la permanencia de una resilencia controlada. La presencia de especies oportunistas, puede denotar que hay alguna variable o conjunto de variables en el ecosistema, que favorecen la proliferación de especies de estrategias reproductivas y de crecimiento, muy eficientes, denominadas por algunos ecólogos estrategas "r" (Gray, 1981).

Debido a lo anterior la dominancia de especies, por ser otro parámetro biótico de la comunidad bentónica, en el supuesto de que en los ecosistemas de diversidad elevada a intermedia, la presencia de una distribución o de un reparto espacial de especies poco equitativo, refleja que existen variables forzantes en el sistema que favorecen el predominio o la dominancia de alguna o algunas especies dentro del conjunto posible (Ortiz-Gallarza, 2007; 2001; Gray, 1981).

Atributo: Composición de Organismos del Bentos.

El estudio del bentos o sea la comunidad circunscrita al fondo marino de movilidad restringida, es de suma importancia para los estudios sobre productividad, pesquerías y contaminación, ya que a partir de comunidades bentónicas marinas ha sido posible encontrar especies indicadoras de sistemas alterados. Estas comunidades están constituidas por todas aquellas especies que viven en relación *íntima* con el sedimento (Vegas, 1980). Muchas de las adaptaciones morfológicas y fisiológicas de los organismos bentónicos dependen de las propiedades de los sedimentos (Holme and McIntyre, 1970). Debido a la forma de vida de estos organismos, el efecto que generan sobre el sustrato al cual se asocian, es muy importante, ya que mezclan y transportan las partículas de sedimento, el agua intersticial y los gases disueltos, alterando los sedimentos (Vegas, 1980).

Los organismos bénticos poseen una estrecha dependencia del sitio en que habitan y dado que en los sedimentos son atrapados y almacenados temporalmente muchos contaminantes, la respuesta del bentos ante las perturbaciones es más fácil de asignar a un agente causal concreto. Entonces el bentos puede ser considerado como una agrupación de elementos integradores de la calidad del agua (Salazár Vallejo, 1991).
Existen pocos estudios referentes a la comunidad bentónica de la zona en estudio, y es de gran importancia conocer a estos organismos, principalmente en el golfo de Tehuantepec, el cual se caracteriza por ser uno de los pocos lugares en el mundo donde los intensos vientos que se producen, resultan en importantes modificaciones oceanográficas regionales (Stumpf and Legeckis, 1977).

Las especies se determinarán taxonómicamente de acuerdo a la literatura específica y será elaborado un listado sistemático de especies. Posteriormente, los individuos se contarán, medirán y pesarán por especie y estación, y los que no sean identificados *in situ* serán conservados en alcohol etílico al 70%. Finalmente, se realizará el análisis cuantitativo de la comunidad.

Análisis Cuantitativo de la Comunidad Bentónica.

A partir de los datos obtenidos de la determinación y conteo de las comunidades bentónicas se elaborarán tablas que permitirán realizar los análisis conducentes a la interpretación de los datos, los cuales serán expresados en tablas, gráficos, o diagramas de distribución según los datos obtenidos.

Posteriormente se realizará un análisis cuantitativo de cada una de las comunidades de las que se obtendrán datos, como la clasificación estadística de Olmstead-Tukey con base en frecuencia-abundancia de las especies (*En*: IMP, 1998)**.**

Atributo: Circulación de corrientes superficiales.

La circulación en aguas superficiales, toma lugar en la forma de corrientes (vectores de velocidad y dirección), definidas como movimientos horizontales de agua en la superficie del mar o de los ecosistemas acuáticos. Las corrientes superficiales son dirigidas principalmente por los vientos, fuerzas como las de *Coriolis* y la presencia de estructuras topohidrológicas, también afectan los patrones superficiales de las corrientes (IMP 2000; 2001 y 2002). De hecho, los patrones circulares, de los giros superficiales pueden registrarse al analizar los sistemas de corrientes oceánicos. En latitudes tropicales y templadas, el movimiento de los giros es en el sentido del reloj en el Hemisferio Norte y en sentido opuesto en el Hemisferio Sur. A latitudes muy altas, los giros registran la tendencia a fluir en la dirección opuesta. La circulación de agua ayuda a transportar la energía procedente del sol. El sol calienta las aguas a la altura del Ecuador y dicho calor se transporta a latitudes mayores. Su determinación es mediante corrientómetros, un modelo apropiado que podría ser apropiado para medir corrientes en sitios cuyo litoral es rocoso, es el corrientómetro S4 de InterOcean.

Cálculo del Oxígeno de Saturación (Cs).

Al oxígeno de saturación se le conoce como coeficiente Cs, el cual es obtenido de:

$Cs = (14.653 – 0.3943T + 0.007714^2 - 0.0000646T^3)\ PB/760$

Donde PB = Presión Barométrica (mm Hg)

T = Temperatura Ambiente (°C)

Cs = Oxígeno de Saturación (mg/L)

Constante de desoxigenación ($K_{D)}$.

Esta constante representa la degradación combinada de la materia orgánica, carbonosa y nitrogenada. La utilización del oxígeno disuelto en el agua sigue una reacción de primer orden, considerando que la desoxigenación es constante, se requiere calcular la DBO_5 en cada salida de flujo o aporte al sistema. De la sumatoria de mediciones de la DBO_5 de los distintos aportes, se obtiene la DBOu (última). Tomando en cuenta la velocidad de flujo y la distancia entre cada aporte, se grafica colocando en la ordenada la DBO_5 y en la abcisa la distancia o los tiempos de paso de los aportes. Se ajusta la recta que se forma con un algoritmo de cálculo automatizado para obtener la constante de desoxigenación. En el cálculo de la K_D está implícita la remoción de oxígeno por sedimentación y absorción (SARH, 1982).

Constante de Reaereación.

Esta constante proporciona la tasa de reoxigenación del agua, mediante el intercambio con la atmósfera. Depende de la temperatura, la velocidad de la corriente, la profundidad y el tipo de lecho. Su determinación tiene como objeto conocer la cantidad de oxígeno disponible que tendrá una corriente en un tramo determinado, para poder oxidar la materia orgánica. Se determina mediante una expresión general deducida de la primera Ley de Fick, que establece que la transferencia de masa por difusión, es proporcional al área transversal y a la pendiente o inclinación del gradiente de concentración en condiciones de equilibrio.
Se utiliza la expresión:

$$K_R = \frac{Dm\ V^m}{H^n}$$

K_R = Constante de Reaereación
Dm = Coeficiente de Difusión Molecular
V = Velocidad (m/s)
H = Profundidad promedio (m)
De acuerdo a O' Conors esta ecuación se emplea si Dm = 4, m = ½ y n = 3/2
Para profundidades mayores de un metro o mayores, la fórmula a emplear será:

$$\frac{dD}{dt} = K_R D$$

$D = D_o e^{-K_R t}$
Donde:
D = Déficit de oxígeno en un tiempo t (mg/L)
Do = Déficit de oxígeno inicial (mg/L)
T = Tiempo de paso entre segmentos (días)
K_R = Constante de reaereación ($día^{-1}$)

EVALUACION Y SEGUIMIENTO

El desarrollo de las actividades de monitoreo se llevarán a cabo a partir del año 11 que es cuando entrará en operación la Fase-I de la planta desaladora, se realizarán cuatro veces al año recorridos y muestreos tanto terrestres, como acuáticos, en las estaciones climáticas de primavera, verano, otoño e invierno, se pondrá especial énfasis en el año 14 que es cuando entrará en operación la Fase-II así como en el año 20 que es cuando entra en operación la Fase-III y última de la planta desaladora prevista.

Para los recorridos acuáticos, se utilizará una embarcación con motor fuera de borda, en la que se realizara la prospección del litoral adyacente al proyecto.

MECANISMOS PARA LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS, MEDIDAS CORRECTIVAS ENTRE OTRAS

A continuación se presentan los valores de umbral permitidos, mismos que se ajustan a las actividades propuestas anteriormente, estableciendo, de manera general, y mas que posibles medidas complementarias, indicadores complementarios para asegurar la continuidad de los procesos ecológicos que prevalecen actualmente en el sitio del proyecto, también se establece la frecuencia de medición y el valor umbral de los indicadores.

Tabla VI.12. Valores de umbral permitidos.

$\frac{\text{Cantidad de agua (tx)}}{\text{Cantidadde agua (t0)}} \text{x } 100 \geq 90\%$
DBO (tx) ≈ DBO (t_0)
Presencia de organismos (tx) ≥ Presencia de organismos (t_0)
Dinámica temporal del cauce (tx) = Dinámica temporal del cauce (t_0)
Concentración de sales disueltas en mg/L (tx) ≤ Concentración de sales disueltas en mg/L (t_0)
$\frac{longitud\ de\ la\ red\ de\ drenaje\ (tx)}{longitud\ de\ la\ red\ de\ drenaje\ (t0)} \times 100\ \geq 90\%$

VI.2.10. Programa de Manejo y Gestión Integral de Residuos

Marco General

Dado que en cada una de las etapas del proyecto Los Pericúes se generarán residuos, con la finalidad de prevenir y mitigar el impacto ambiental en el sitio y en el área de influencia por estas acciones, se considera la implementación de un Programa de Manejo y Gestión Integral de Residuos diferenciado a cada una de las siguientes etapas:

A) Preparación del terreno

B) Construcción

C) Operación

D) Abandono del sitio



Figura VI.38. Componentes del Programa de Manejo y Gestión Integral de Residuos.

El Programa de Manejo y Gestión Integral de Residuos se hará bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considerara acciones, procedimientos y medios viables y se involucrara a todos los actores que participen en el proyecto, desde proveedores, contratistas, visitantes, usuarios y operadores así como al gobierno Municipal y/o Estatal.

Todas las acciones implementadas en el proyecto y en el Programa de Manejo y Gestión Integral de Residuos se harán de acuerdo a la Normatividad ambiental vigente y aplicable a la materia.

En cada una de las etapas del proyecto se ha considerado aplicar las medidas previstas en la normatividad ambiental vigente como son minimización, reúso, separación para reciclaje y la disposición final en los sitios que indique la autoridad municipal.

Los datos de generación y composición de los residuos en las diferentes etapas del proyecto “Los Pericúes” se obtienen de las estadísticas de generación publicadas por la SEMARNAT (2008), en donde considera una generación per-cápita para el Estado de Baja California Sur de 0.8 kg/hab-día de residuos. Así mismo, en la Figura VI.39 se muestra la composición porcentual de los diferentes tipos de residuos generados y que son tomados como referencia para obtener las cantidades aproximadas de reciclables a generar.

Para la generación de residuos en los hoteles, en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se utiliza un promedio de 2.07 personas/habitación en los hoteles del Estado de baja California Sur (SECTUR, 2007), en tanto que para la generación de residuos en las residencias se utiliza un promedio de 3.6 habitantes/vivienda (INEGI 2010).

Estrategias a implementar para el manejo de los residuos

VI.2.10.1. Manejo Residuos Sólidos

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Definir medidas para la reducción de fuentes de residuos sólidos.

2. Definir estrategias para la separación, reutilización y reciclamiento de materiales.

3. Identificar los mejores métodos para la disposición temporal y final de residuos.

Los residuos sólidos generados durante la construcción y operación del proyecto, serán separados en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores de plástico con tapa y claramente etiquetados que serán colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación.

Estrategias de minimización en la generación de residuos o reducción en la fuente

La minimización de la generación de residuos es la parte esencial del Programa de Manejo y Gestión Integral de Residuos, ya que debemos partir de generar la menor cantidad posible de residuos. De esta forma las medidas implementadas ayudan a reducir los costos por el manejo de los residuos, facilitan y hacen más efectivos desde la perspectiva ambiental, económica y social los procedimientos implementados para su manejo.

En este sentido, se buscarán los productos menos contaminantes, biodegradables, productos que puedan ser reutilizados, que sean reciclables o producidos con materiales reciclados, productos que tengan menos empaques, compras a granel, etc.

Reúso de aquello subproductos que tengan factibilidad para ser reutilizados

La reutilización de materiales es una estrategia para la minimización en la generación de residuos, ya que una vez producidos los empaques se les busca un uso para evitar desecharlos. En cada una de las etapas del proyecto se analizaran aquellos materiales que puedan reutilizarse.

Separación de subproductos para valorizarse en el mercado

Una de las condiciones para poder valorizar los residuos sólidos en el mercado es hacer la separación de los subproductos o los diferentes tipos de residuos generados in situ, es

decir separar desde la fuente de generación para garantizar que los subproductos están limpios. Para esto, se hará un análisis de mercado en el municipio donde se ubicará el proyecto para asegurarse que todos los residuos separados sean comprados por empresas para su reciclaje, así mismo, se verificará que estas empresas estén autorizadas para realizar esta actividad. Esto dará garantía que el destino final de los residuos será el adecuado.

Para realizar esta actividad, será necesario realizar la separación de los residuos *In situ*, de tal forma que en todo el proyecto en sus diferentes etapas se colocarán contenedores para la separación de los residuos como se describe a continuación:

a) Orgánicos: deberán colocarse todos aquellos residuos provenientes de restos de alimentos, desechos de frutas y verduras, material vegetal, etc.

b) Reciclables: deberán colocarse contenedores para cada tipo de residuos reciclable como el papel, cartón, PET y otros plásticos, metales y vidrio.

c) No reciclables: deberán colocarse todos aquellos residuos que no puedan ser reciclados y que no estén en las clasificaciones anteriores.

La separación de los residuos para su valorización en el mercado es de suma importancia, ya que datos obtenidos de la SEMARNAT indican que la composición de los residuos en México ha estado cambiando y depende de factores como el nivel socioeconómico, ubicación geográfica, poder adquisitivo, etc., y que darle un uso a los residuos inorgánicos puede disminuir la disposición final en rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto en aproximadamente 31.2%.

A continuación se observa una grafica de datos de la SEMARNAT donde se muestra la composición porcentual de los residuos que se generan en nuestro país. En esta se observa que si se aplican las estrategias de minimización y separación de los residuos, la cantidad de estos para disposición final disminuye de manera considerable.



Figura VI.39. Composición porcentual de los residuos sólidos urbanos en México, SEMARNAT 2008.

Con la implementación de acciones para la separación de los residuos con potencial de reciclaje se disminuirá el impacto ambiental generado por la disposición final de los residuos sólidos, disminuirán los gastos de su transportación hasta el tiradero y se obtendrá un beneficio económico que puede utilizarse para mejoras en los programas ambientales. Es importante señalar que la separación y valorización de los residuos es de suma importancia en este proyecto debido a que en la zona aledaña no hay rellenos sanitarios en donde se puedan disponer los residuos, únicamente hay un tiradero a cielo abierto llamado La Ribera-Cabo ubicado a menos de 500 m del límite del predio y da servicio a los predios de la Ribera y Cabo Pulmo.

Para los residuos orgánicos generados en cada una de las etapas del proyecto se implementarán acciones como son el composteo, donación para uso como alimento en granjas y/o triturado para jardines y mejoramiento del suelo (restos vegetales). El tratamiento y uso de estos residuos puede disminuir en un 50% aproximadamente los residuos generados, esto adicional al 31.2% de los residuos para reciclaje.

Disposición final

La disposición final de los residuos se refiere a su depósito o confinamiento permanente en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las posibles afectaciones a la salud de la población y de los ecosistemas. En este sentido, los residuos que irán a disposición final serán aquellos que no puedan valorizarse en el mercado del reciclaje o aquellos a los que no se les pueda dar un tratamiento dentro del proyecto. El sitio destinado para disponer de estos residuos será el autorizado por el Municipio.

Manejo de residuos en cada una de las etapas del proyecto

Preparación del terreno y construcción

Durante la preparación del terreno se generara gran cantidad de residuos vegetales productos de las actividades de desmonte que serán triturados para incorporarlos al suelo natural y para el acondicionamiento de los jardines. De esta forma se evitará enviarlos a un tiradero a cielo abierto o a un relleno sanitario, disminuyendo de esta forma el espacio que ocuparían hasta su degradación. Para esta actividad, se designarán sitios de acopio de los residuos vegetales a donde será llevada la trituradora para llevar a cabo el proceso mencionado.

Todos los materiales generados de la excavación serán utilizados para relleno y nivelación de otros sitios, así como para hacer terraplenes del sistema de vialidades del proyecto, entre otras construcciones. El resto de material sobrante que no pueda ser utilizado como relleno será llevado a disposición final a los sitios autorizados por el Municipio.

Además de los residuos vegetales y de la construcción, en esta etapa se generaran una gran cantidad de residuos sólidos urbanos provenientes de los comedores de los trabajadores, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. Para el manejo de estos residuos se aplicaran siempre las estrategias mencionadas de minimización, reúso y separación para reciclaje. Finalmente, los residuos a los cuales no pueda aplicarse ninguna de las estrategias se enviaran para su disposición final a través de las empresas autorizadas.

Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos, son definidos por la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos, de acuerdo a las disposiciones aplicables y relacionadas en el Capítulo III de esta MIA como:

"Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole";

Para los residuos sólidos orgánicos clasificados como residuos sólidos urbanos, generados en los comedores de los trabajadores se colocarán contenedores con las etiquetas correspondientes que permitan a los usuarios identificar fácilmente el tipo de residuo a depositar. Además del contenedor para los orgánicos, se colocarán botes para reciclables como PET, aluminio y para residuos no reciclables.

De igual manera, se colocarán en sitios estratégicos de la obra (Frentes de trabajo) contenedores para reciclables como cartón, PET y metales ya que son los que se generan comúnmente en este proceso. Para colocar todos aquellos residuos que no tengan potencial para reciclar se dispondrá de contenedores para los No Reciclables.

En las oficinas se colocaran contenedores para todos los residuos, incluyendo para papel, ya que es el sitio donde se generará principalmente este tipo de residuo.

Otros sitios donde se colocaran contenedores para la separación de los residuos serán en los almacenes y talleres. En los almacenes se deberá colocar un contenedor para cada tipo de residuo: orgánico, papel y cartón, PET y otros plásticos, metales, vidrio y uno para no reciclables. En los talleres se contará con los mismos contenedores que en los almacenes, y además se deberá asignar un área para la separación de los residuos peligrosos. Todos los residuos separados para su reciclamiento deberán ser llevados y almacenados al Acopio de Reciclables para que posteriormente pase a recogerlos una empresa autorizada.

Para garantizar que se haga un manejo adecuado de los residuos en esta etapa, se implementarán las siguientes acciones:

- Los contenedores contarán con la señalización sobre el tipo de residuos a depositar y el color será de acuerdo a lo que solicita la normatividad ambiental.

- En los comedores se colocará la información ambiental sobre como se deben separar los residuos, así como la problemática que estos ocasionan al ser vertidos en sitios no controlados.

- Efectuar pláticas de difusión y concientización ambiental a los trabajadores y personal involucrado en la obra (proveedores, constructores, trabajadores, etc.),

con la finalidad de indicarles la clasificación de los residuos, los tipos de residuos a colocar en cada uno de los contenedores así como la problemática que se genera por su incorrecta disposición.

- Se proporcionará información impresa a todos los trabajadores para que desde que ingresen al proyecto estén enterados del proceso de separación de los residuos.

- Se contará con un Centro de acopio de reciclables que deberá estar en un sitio accesible y con espacios definidos para cada tipo de residuos. A este Centro de acopio acudirá la empresa que retirará los residuos separados.

La cantidad de residuos generados en esta etapa variará conforme a la plantilla laboral. De acuerdo con datos de la SEMARNAT, 2007, la generación per cápita en la zona de estudio es de 0.8 kg/día. De tal forma que si se mantiene una flotilla de 200 trabajadores por día aproximadamente (a partir de la estimación de 2300 trabajadores en el año), la generación de residuos será de 160 kg/día.

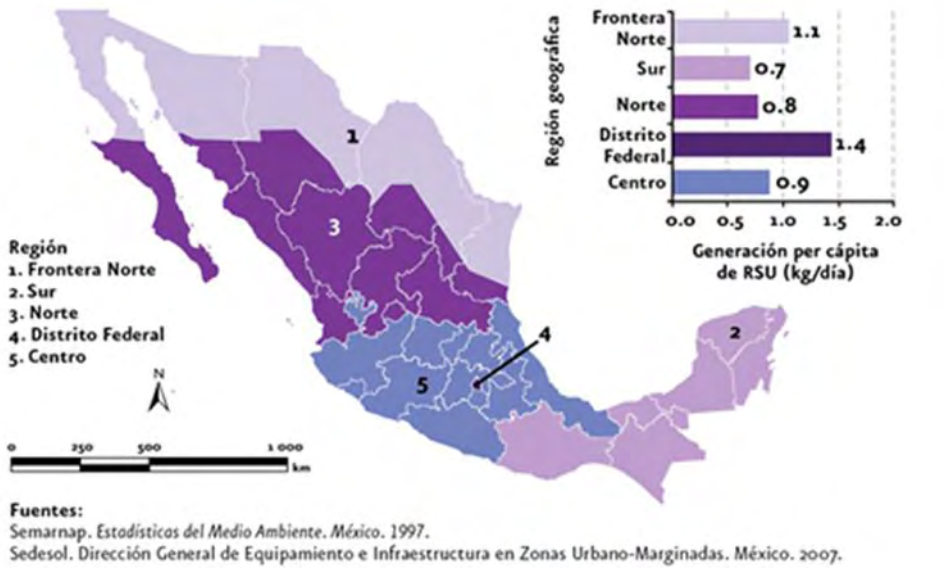


Figura VI.40. Generación per-cápita en México, SEMARNAT, 2008.

De los 160 kg/día que se van a generar en el proceso de construcción, un porcentaje importante serán residuos con valor comercial para su reciclamiento, por lo que al colocar contenedores para la separación disminuirá la cantidad de residuos que se llevarán a disposición final.

Etapa de operación y mantenimiento: Estación de Transferencia

Dada la magnitud del proyecto y la falta de un relleno sanitario o sitios controlados cercanos al proyecto, se ha considerado la implantación de una Estación de Transferencia de Residuos.

A continuación se describe como estará conformada la estación de Transferencia y su funcionamiento.

Una estación de transferencia de residuos sólidos urbanos, se define como el "*conjunto de equipos e instalaciones donde se lleva a cabo el transbordo de dichos residuos, de los vehículos recolectores a vehículos de carga de gran tonelaje, para transportarlos hasta los sitios de destino final".*

El objetivo principal de una estación de transferencia es incrementar la eficiencia global de los servicios de manejo de los residuos sólidos urbanos, a través de la disminución del costo que se genera durante el manejo, así como por la reducción en los tiempos de transporte y la utilización intensiva de los equipos y el recurso humano.

Las ventajas de la implantación de una estación de transferencia son:

- Disminución de los costos de transporte y de horas improductivas de mano de obra empleada en la recolección.
- La reducción de los tiempos y kilometraje de los vehículos que llevan los residuos a disposición final origina un ahorro en los costos de operación.
- Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los vehículos recolectores.
- Incremento en la eficiencia del servicio de recolección, por medio de una cobertura más homogénea y balanceada en las rutas de recolección.
- Mayor regularidad en el servicio de recolección, debido a la disminución de desperfectos de ejes, muelles, suspensiones y llantas que sufrían al transitar hasta el sitio de disposición final.
- Reducción en la contaminación ambiental.
- Se reducen las afectaciones a la salud pública.

Para el caso del Proyecto Los Pericúes, la estación de transferencia a implantar será sin compactación y con carga directa. Esta contara también con un área para la recepción y almacenamiento de materiales reciclables ya separados y aun área para el composteo de materiales vegetales producidos por las actividades de mantenimiento de áreas verdes.

En las estaciones de transferencia de carga directa los residuos procedentes de los camiones de recogida pueden descargar directamente en el vehículo que se utiliza para transportar los residuos al sitio de disposición final. En esta misma modalidad de estación, se puede contar con un foso en donde se descarguen los residuos, sin embargo, posteriormente se tendría que emplear maquinaria para cargar los remolques para la transferencia, incrementando de esta forma los costos. La mejor opción es descargar directamente a los remolques para la transferencia.

Para disminuir la cantidad de residuos trasportados a la estación de transferencia, se establecerán las medidas de minimización y separación mencionadas en apartados anteriores. Para esto, se establecerán Puntos Limpios que se irán colocando de acuerdo al crecimiento del Proyecto.

Los Puntos Limpios "*son sitios donde se colocarán contenedores señalizados para disponer los residuos limpios y separados"*. A continuación se muestra un Punto Limpio como ejemplo a seguir.



Figura VI.41. Ejemplos de modelos de Puntos Limpios para los residuos reciclables

A estos sitios, las personas deberán llevar sus residuos separados y depositarlos en los contenedores correspondientes. Posteriormente, se recolectarán los reciclables de los Puntos Limpios y se llevaran al acopio destinado en la Estación de Transferencia. Ahí serán almacenados hasta que la empresa recicladora acuda para su retiro. Los hoteles y centros comerciales no podrán hacer uso de los puntos limpios, estos deberán llevar sus residuos separados directamente al Acopio que se localizará en la Estación de Transferencia.

A) Localización de la Estación de Transferencia

La estación se ubicará a un costado de la carretera que divide el proyecto (ver siguiente Figura). La ubicación en este sitio es para la accesibilidad a los camiones recolectores y evitar que recorran distancias mayores. Así mismo, una vez que salgan los camiones con

la transferencia, lo harán fácilmente a la carretera para dirigirse al sitio de disposición final.

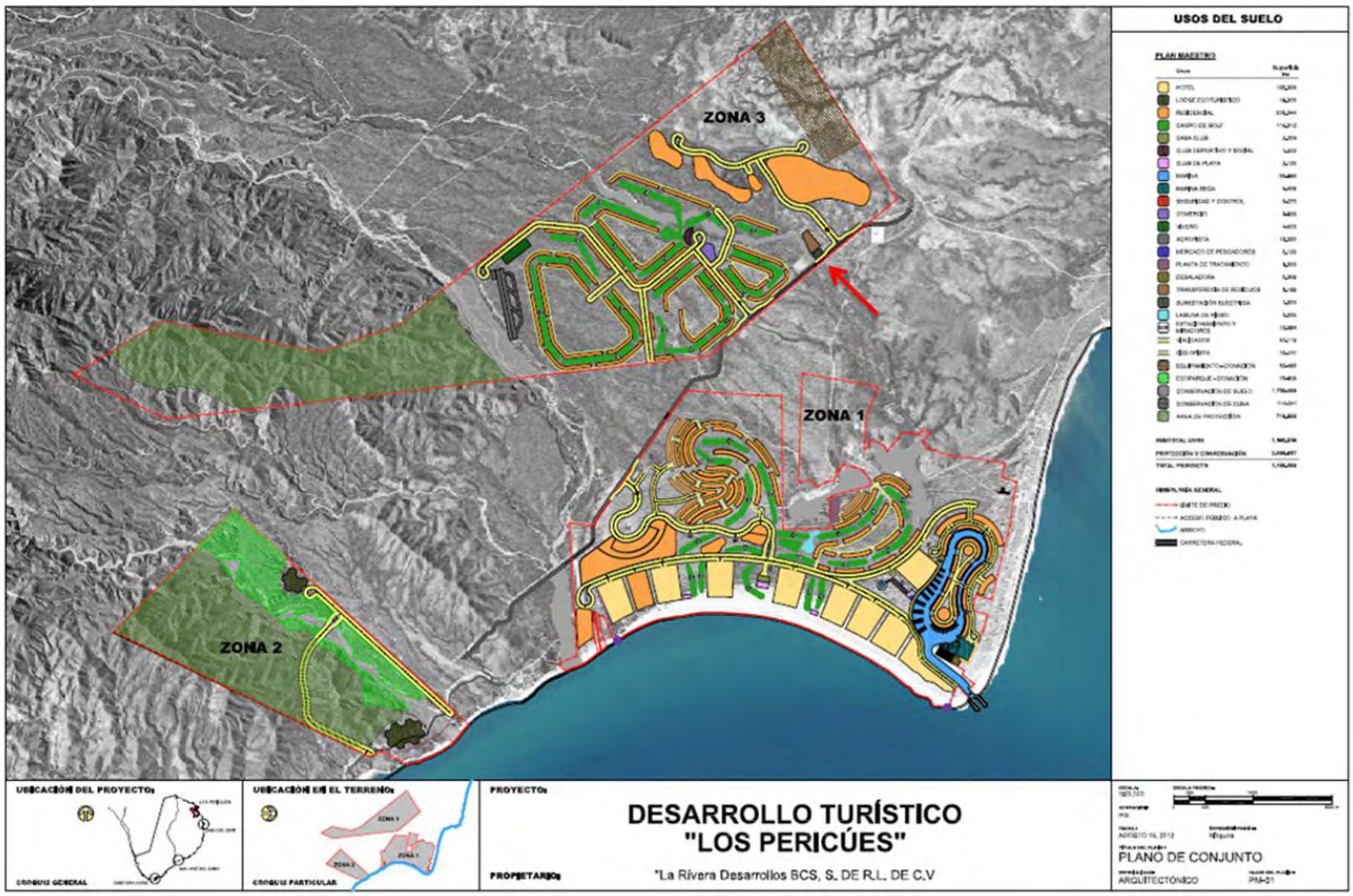


Figura VI.42. Ubicación de la Estación de Transferencia en el Desarrollo "Los Pericúes"

B) Características de la estación de transferencia

Capacidad y equipamiento

Considerando que en el Desarrollo Turístico se construirán 3,450 cuartos y 6,650 unidades residenciales, se ha estimado que cuando el proyecto este operando al 100%, el número total de empleados sea de 3300. Para estimar la cantidad de residuos a generar durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se consideraron las estadísticas de SECTUR (2007) y del INEGI (2010), donde la densidad de ocupación hotelera en el Estado de Baja California Sur es de 2.07 personas/habitación y 3.6 habitantes/casa, respectivamente. Estos datos arrojan un total de 31,081.5 personas considerando que los hoteles y las residencias estén ocupadas al 100%, por lo que la generación de residuos al día será de 24,865.2 kg (24.87 ton/día). Se considero una generación per-cápita de 0.8 kg/día (SEMARNAT, 2008).

La estación de transferencia deberá tener una capacidad diaria equivalente a esta generación de residuos para garantizar que los residuos sean recogidos todos los días y descargados en la estación.

Es importante señalar que las 25 toneladas/día son de la totalidad de los residuos generados, sin embargo, se aplicaran las medidas de minimización, reúso y separación de residuos mencionadas en apartados anteriores, para lo cual se establecerán Puntos Limpios en varias áreas del proyecto a donde los usuarios podrán llevar sus residuos separados. Esta acción, disminuirá la cantidad de residuos que tendrán que llevarse a la Estación de Transferencia para su disposición final. Aunque los residuos reciclables serán llevados ya separados a la estación de transferencia, estos serán colocados en una cámara o acopio acondicionado para resguardarlos en buenas condiciones para ser entregados a una empresa para su reciclamiento.

Si todos los reciclables son separados, los residuos a transportar a la estación de transferencia y posteriormente al sitio de disposición final se podrán reducir en un 31.2% aproximadamente, disminuyendo de manera considerable los gastos por su transferencia y el impacto generado por su disposición.

Urbanización

En la estación de transferencia se deberá contar con:

- Área para el estacionamiento para trabajadores y visitantes de la planta
- Cerca perimetral
- Barrera vegetal para disminuir el impacto visual
- Vialidades interiores para dar orden al área de descarga y salida de los camiones para la transferencia a disposición final
- Alumbrado
- Jardinería

Área de control y pesaje

Para llevar el control de los residuos que ingresan y salen de la planta, se contará con una bascula doble.

Área de descarga o vaciado de los vehículos

Se contará con un muelle con varias posiciones para que los vehículos de recolección puedan descargar los residuos a los contenedores. Esta área será completamente cerrada y con paredes acústicas para evitar contaminación por ruido y la dispersión de polvo. Para el control de polvos durante la descarga se tendrá un sistema con rociadores de agua.

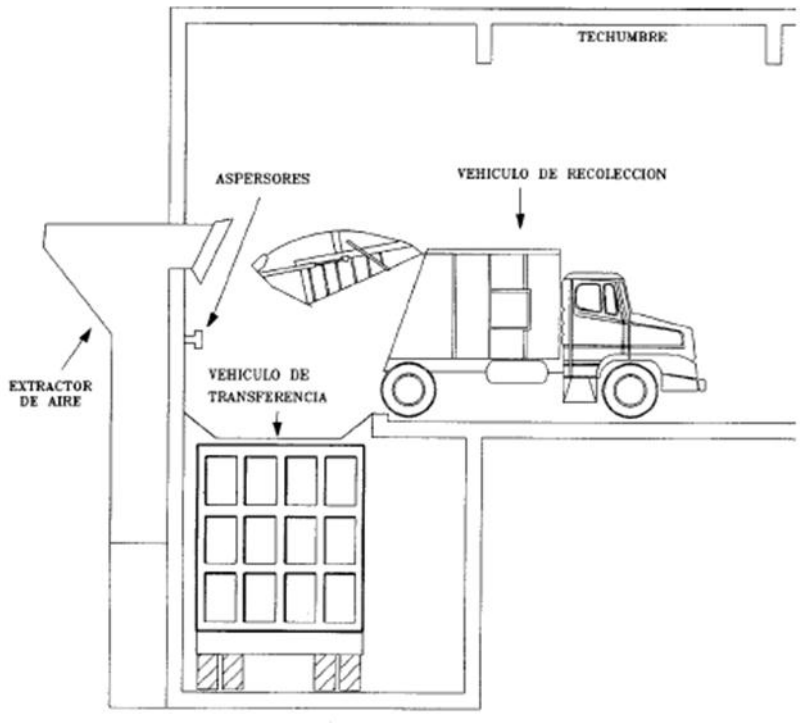


Figura VI.43. Diseño de un área de descarga directa típica



Figura VI.44. Ejemplo de una Estación de Transferencia con descarga directa

Área de carga y retirada de remolques para la disposición final

En este sitio se realizan las maniobras de acomodo y circulación de los vehículos de transferencia. Su ubicación está por debajo del muelle de descarga y la altura estará en función de del tipo de caja de transferencia a emplear.

Este patio debe ser capaz de soportar fuertes cargas dinámicas ya que sobre el actuarán vehículos de transferencia.

Esta área deberá contar con un acceso de entrada y uno de salida para evitar problemas con la circulación de los vehículos.

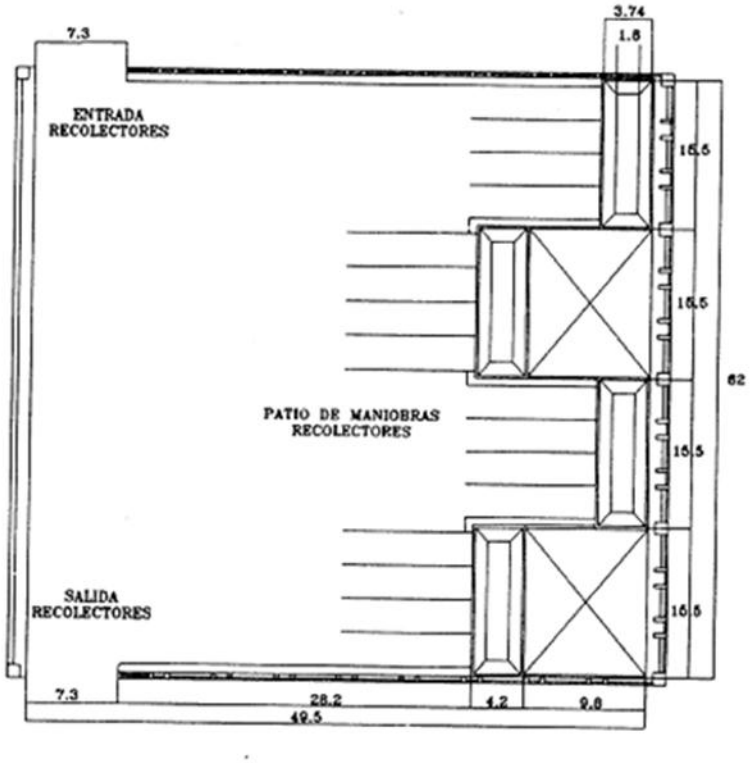


Figura VI.45. Diseño de un área de carga típica



Figura VI.46. Ejemplo de carga de remolques para la transferencia a disposición final.

Se contará también con un área donde los remolques puedan esperar a ser colocados para su llenado y posterior retiro a disposición final.

Área de almacenamiento de residuos separados para su reciclamiento
Esta área será cerrada y se almacenaran todos los residuos que se hayan recolectado separados y limpios para su venta a una empresa recicladora. El área estará subdividida para almacenar los diferentes tipos de residuos a almacenar (papel y cartón, PET y otros plásticos, metales, vidrio). La capacidad de almacenamiento será de acuerdo al tiempo de recolección que se establezca con la empresa que los recolectara.

Edificios auxiliares
La estación de transferencia contará oficinas administrativas, baños, vestuarios y duchas, área de control de entrada y salida de vehículos, y en caso de ser necesario se adaptará a las necesidades.

Planta de compostaje para residuos vegetales
El compostaje se refiere a la *degradación de los residuos biodegradables bajo condiciones controladas, y su transformación en composta (humus artificial) por la acción de micro y micro-organismos, fijando nutrientes y carbono en formas que pueden ser utilizadas directa y rápidamente por las plantas*.

La planta de compostaje estará ubicada en un área definida en las instalaciones de la estación de transferencia. A este sitio deberá ser llevado todo el material producto de las podas por el mantenimiento de áreas verdes. La operación de la planta de compostaje será manual y semi-mecanizada.

Este tipo de plantas son las más sencillas y para acelerar el proceso de composteo es factible considerar maquinaria para el volteo del material y para triturar el vegetal grueso.

La planta de compostaje contará con las siguientes áreas:

- Área de recepción y almacenamiento del material vegetal
  Se definirá un área para la recepción del material vegetal y para su almacenamiento en caso de ser necesario.
- Área de trituración del material
  Se contara con una trituradora para disminuir el tamaño del material vegetal y acelerar el proceso de degradación. El material triturado también será utilizado directamente en las áreas verdes y jardines, por lo que no será composteado el 100% del material vegetal. Esta área también deberá estar techada para evitar perdida de humedad del material.
- Pilas de compostaje (Tratamiento)
  Se construirán las pilas de compostaje de acuerdo a la cantidad de residuos vegetales generados. Para evitar la pérdida de humedad el área de las pilas contará con techo.
  Para el tratamiento de los residuos vegetales se capacitará al personal que estará atendiendo el proceso de tal manera que regule los factores que intervienen para obtener una composta de buena calidad.

- Almacén de la composta obtenida
  Una vez terminado el proceso de composteo, el material será encostalado y almacenado para su uso y/o venta en el mismo Desarrollo.

VI.2.10.2. Manejo de Residuos Líquidos

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

1. Identificar y utilizar la mejor ecotecnología e infraestructura sanitaria disponible para el tratamiento de aguas residuales.
2. Disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por aguas residuales.
3. Reutilizar las aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes.
4. Reducir las fuentes generadoras de aguas residuales.
5. Inducir el uso de químicos y productos biodegradables compatibles con la tecnología de tratamiento.

La estrategia prevista para alcanzar las metas y aplicar los criterios referidos se presentan en la sigueinte lámina, donde se muestra la red para el resuso de agua residual tratada tanto en el campo de golf como para el riego de áreas verdes en áreas comunes.

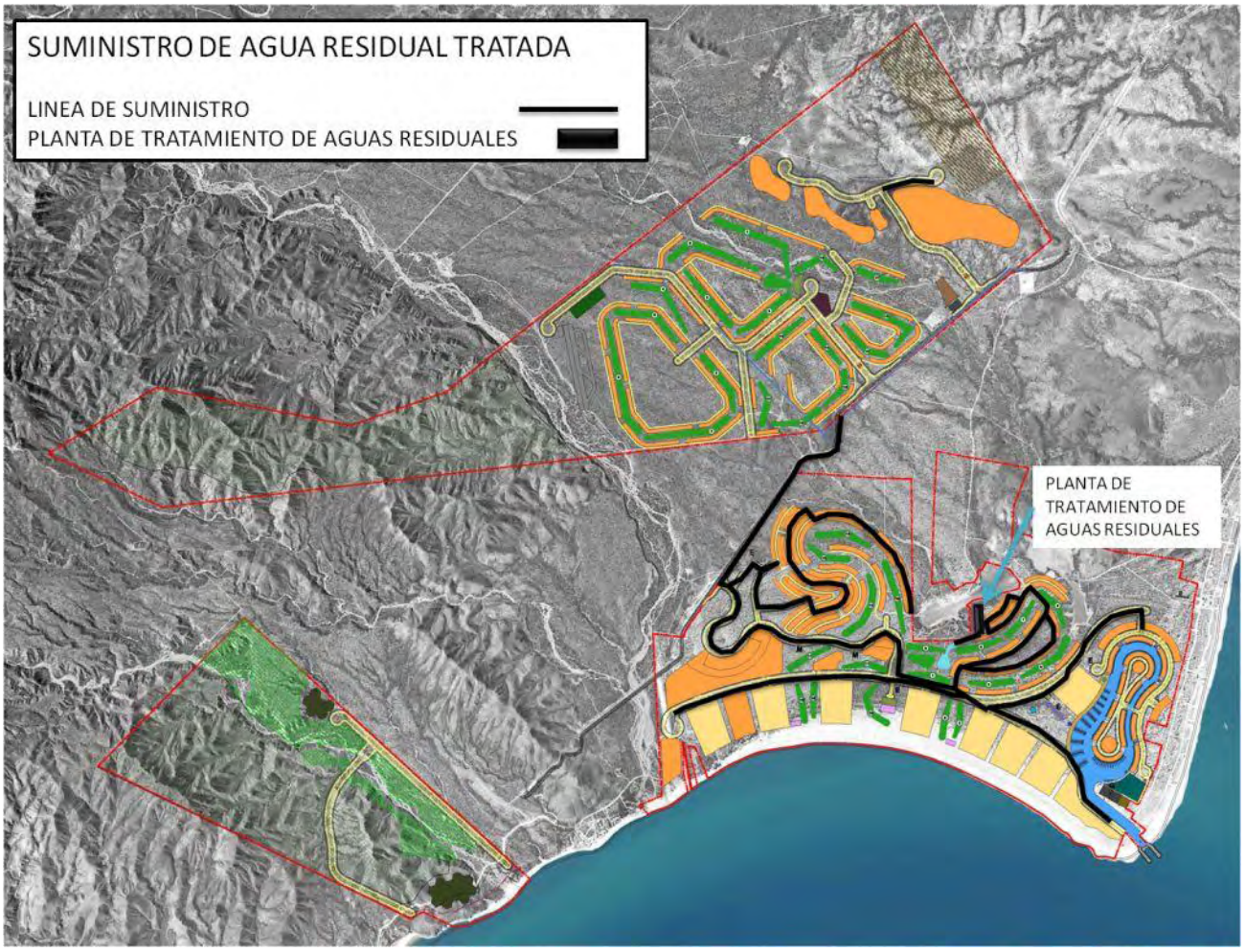


Figura VI.47. Ubicación del suministro de agua residual tratada.

- **Generación de aguas residuales**

De acuerdo al tipo de manejo que se dará al agua en el desarrollo Los Pericúes se tendrán dos tipos de aguas residuales que son las proveninetes de los servicios generales que serán enviadas a su acondicionamiento a las 4 plantas de tratamiento de aguas residuales, 3 de ellas ubicadas en la zona 2 y la planta principal ubicada en la zona 1 y las de rechazo del proceso de desalinización.

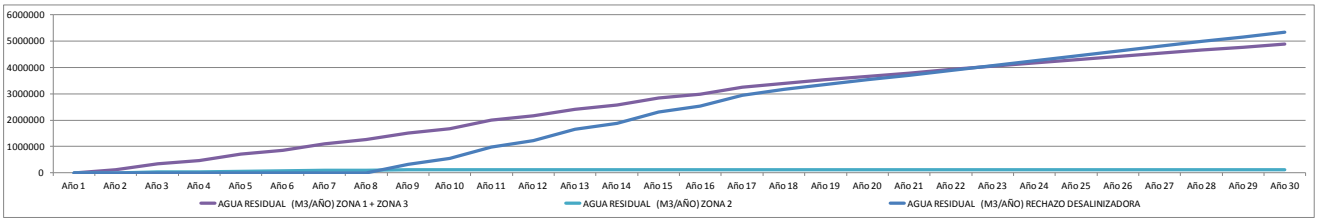
TABLA VI.13. EVOLUCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA RESIDUAL A TRAVES DEL TIEMPO

AGUA RESIDUAL (M3/AÑO)	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
ZONA 1	120760	631787	1372487	2194450	2765772	3186197	3609177
ZONA 2	0	6650	11262	11262	11262	11262	11262

AGUA RESIDUAL (M3/AÑO)	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
		1	2	2	2	2	2
ZONA 3	0	707110	2943336	6394245	8935200	1101625	1272938
ZONA 1 + ZONA 3	120760	702497	1666823	2833875	3659292	4287822	4882115
ZONA 2	0	665011	1126212	1126212	1126212	1126212	1126212
RECHAZO DESALINIZADORA	0	0	5443004	2305653	3529915	4430826	5337212

Los volumenes de agua residual que se generarán variarán conforme avance el proceso de desarrollo tal y como a continuación se indica:

GRAFICA VI.1. GENERACIÓN ESPERADA DE AGUA RESIDUAL A TRAVES DEL TIEMPO



Al final del proyecto se contará con una planta de tratamiento principal capáz de acondicionar 4´882,115 metros cúbicos por año (155 lps), tres plantas de tratamiento de aguas residuales, una en cada uno de los 3 hoteles boutique, cada uno con una capacidad de 37,541 m3/año (1.19 lps) y un sistema para el manejo del rechazo de la desalinización con un volumen generado de 5’337,212 metros cúbicos por año (169 lps)

- **Red de drenaje**

El sistema de drenaje será separado, es decir no se combinarán las aguas residuales con las pluviales de esta forma, aprovechando la pendiente natural del terreno, en su mayor parte el drenaje será por gravedad a excepción de la red costera que tendrá un cárcamo de bombeo para elevar las aguas residuales a una cota que permita integrar el agua en el sistema por gravedad.

Inicialmente tendrá una red de atarjeas que tiene por objeto por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas y comerciales, hacia los colectores e interceptores. La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del paramento exterior de las edificaciones a continuación

se tienen las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectando las aportaciones de los albañales.

De ahí los colectores e interceptores son las tuberías que reciben aportación de los colectores y terminan en un emisor, o en la planta de tratamiento. Por razones de minimizar el consumo energético, los colectores e interceptores serán en lo posible una réplica subterránea del drenaje superficial natural.

No obstante para dar servicio a las edificaciones construidas paralelas a la línea de costa se requiere el bombeo para elevar las aguas residuales de un conducto profundo a otro más superficial, cuando constructivamente no es posible continuar con las profundidades resultantes por la presencia del nivel freático. La red de drenaje sanitario conectara todas las descargas de las zonas 1 y 3 y las llevará hasta la planta de tratamiento de aguas residuales para su acondicionamiento. Por las condiciones especiales en los hoteles y del Ecoparque ubicados en la zona 2 así como para los servicios que ahí se presten se considera el manejo individual de cada uno de los sistemas en pequeñas plantas de tratamiento y su descarga mediante drenaje subsuperficial y uso de humedales artificiales para su pulimiento.

El esquema de la red de alcantarillado se muestra en la siguiente figura:

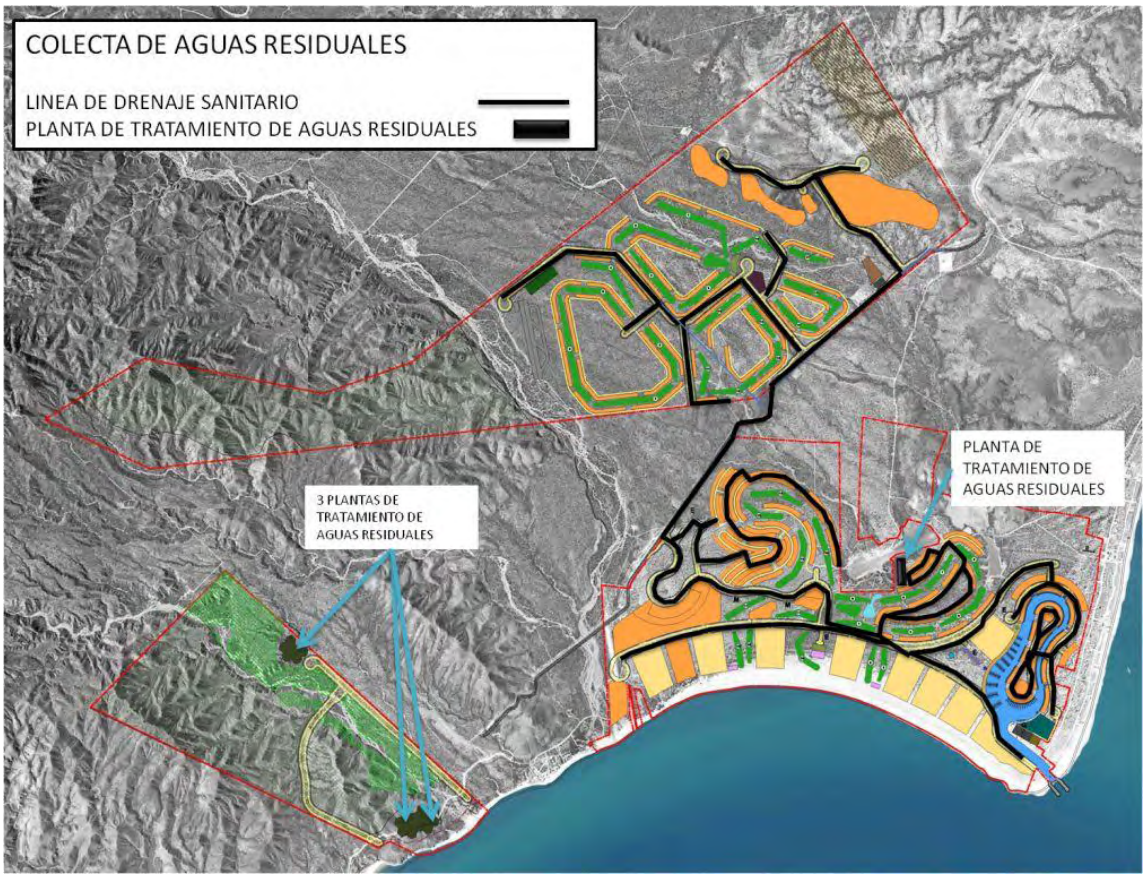


Figura VI.48. Ubicación de la colecta de aguas residuales.

- **Estrategia de disposición de las agua residuales tratadas**

Las aguas residuales una vez acondicionadas serán dispuestas de diversas formas:

- Mediante riego de áreas verdes y campo de golf en cuyo caso el límite permisible es de acuerdo a lo establecido para cuerpos receptores “C”
- Mediante su disposición en un suelo en humedal artificial en cuyo caso el límite permisible es de acuerdo a lo establecido en cuerpos receptores “C”
- Mediante disposición al mar en cuyo caso el límite permisible es el indicado para cuerpos receptores “B”

En ese sentido y tomando en cuenta que el límite establecido para cuerpos receptores “C” es el más riguroso, el proyecto en su conjunto y todas las aguas residuales generadas serán acondicionadas para cumplir ampliamente con los parámetros más estrictos de calidad del agua.

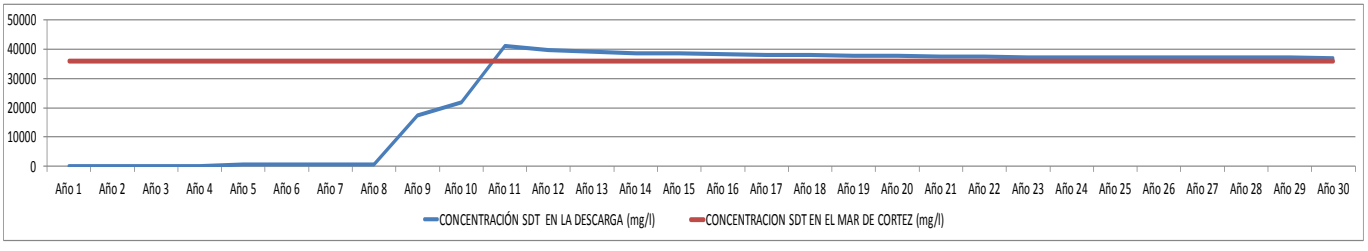
Para el caso del agua de rechazo de la desalinización y con el fin de retornarla al mar en condiciones semejantes a las del cuerpo receptor para no producir afectación alguna por cambios fisicoquímicos se realizará mediante una mezcla del agua residual tratada con la del rechazo para retornar el contenido de sales a prácticamente el mismo que el que tiene el agua de mar en condiciones naturales.

En la siguiente grafica se puede observar la tendencia en el contenido de sólidos disueltos totales en la descarga producto de la mezcla que se realizará al mar.

TABLA VI.14. EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LA DESCARGA AL MAR (mg/l de SDT)

AÑO / USUARIO	Año 2	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30
CONCENTRACIÓN SDT EN LA DESCARGA (mg/l)	0	0	22918	38538	37633	37189	37059
CONCENTRACION SDT EN EL MAR DE CORTEZ (mg/l)	36000	36000	36000	36000	36000	36000	36000

GRAFICA VI.2. EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LA DESCARGA AL MAR (mg/l de SDT)



La descarga del año 2 y del año5 indica valor cero ya que el 100% del volumen de agua residual será aprovechado en el campo de golf y la desalinizadora aún no estará en operación.

- **Estación depuradora de aguas residuales**

  Se considera la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para las aguas residuales que se generarán en los servicios relacionados con las áreas comunes, campo de golf, predios residenciales y hoteles ubicados dentro del área del proyecto “Los Pericúes” para las zonas 1 y 3 y una planta de tratamiento de aguas residuales uso de humedales artificiales para su pulimiento.en cada uno de los 3 hoteles Boutique establecidos en la zona 2.
  La planta de tratamiento de aguas residuales central tendrá una capacidad para tratar hasta 4’882,115 metros cúbicos por año (155 lps) que se construirá progresivamente en tres módulos para 52 litros por segundo y cada módulo compuesto de dos trenes en paralelo para 26 litros por segundo cada uno.
  La tecnología que se usará es la de lodos activados en su modalidad de aeración extendida con tratamiento terciario mediante filtración, desinfección mediante luz ultra violeta y manejo de lodos a través de digestión, espesamiento y prensado para su posterior uso en combinación con residuos vegetales para producción de compost para su uso en el campo de golf y áreas verdes.

  Los elementos de cada uno de estos módulos son:

  - Tratamiento primario mediante desarenador y desgrasador así como cribado fino con limpieza mecánica.
  - Tanque de mezcla o sistema anóxico para incrementar la nitrificación y homogenización de la mezcla
  - Tanques de aeración para la oxidación de la materia orgánica con tiempos de retención hidráulica de 24 horas en promedio y con capacidad para aceptar cargas pico.
  - Sistema de difusores de aire de fondo para mayor eficiencia de transferencia de oxígeno.
  - Clarificador secundario circular con sistema de rastras de fondo y desnatador de superficie.
  - Sistema de floculación para optimizar la clarificación.
  - Sistema de recirculación de lodos al tanque anóxico
  - Tratamiento terciario mediante filtros de arena
  - Digestor aeróbico de lodos para oxidación completa de los mismos
  - Sistema de filtro banda para el acondicionamiento de lodos
  - Sistema de desinfección mediante UV para el efluente tratado
  - Cisterna de agua tratada para reuso en riego

- Sistema de medición de caudales en cada fase
- Sistema de control automático para operaciones unitarias
- Sistema de alarma y cierre de válvulas ante calidades fuera de límite

La superficie requerida para su instalación, incluyendo calle de acceso, oficinas y cuarto de maquinas es de 13,500 metros cuadrados en total para las 3 etapas.

La primera etapa permitirá el tratamiento del agua residual hasta el año 9, fecha en la cual deberá estar completada la segunda etapa que brindará servicio hasta el año 17 y de ahí en adelante deberá estar operando el tercer módulo.

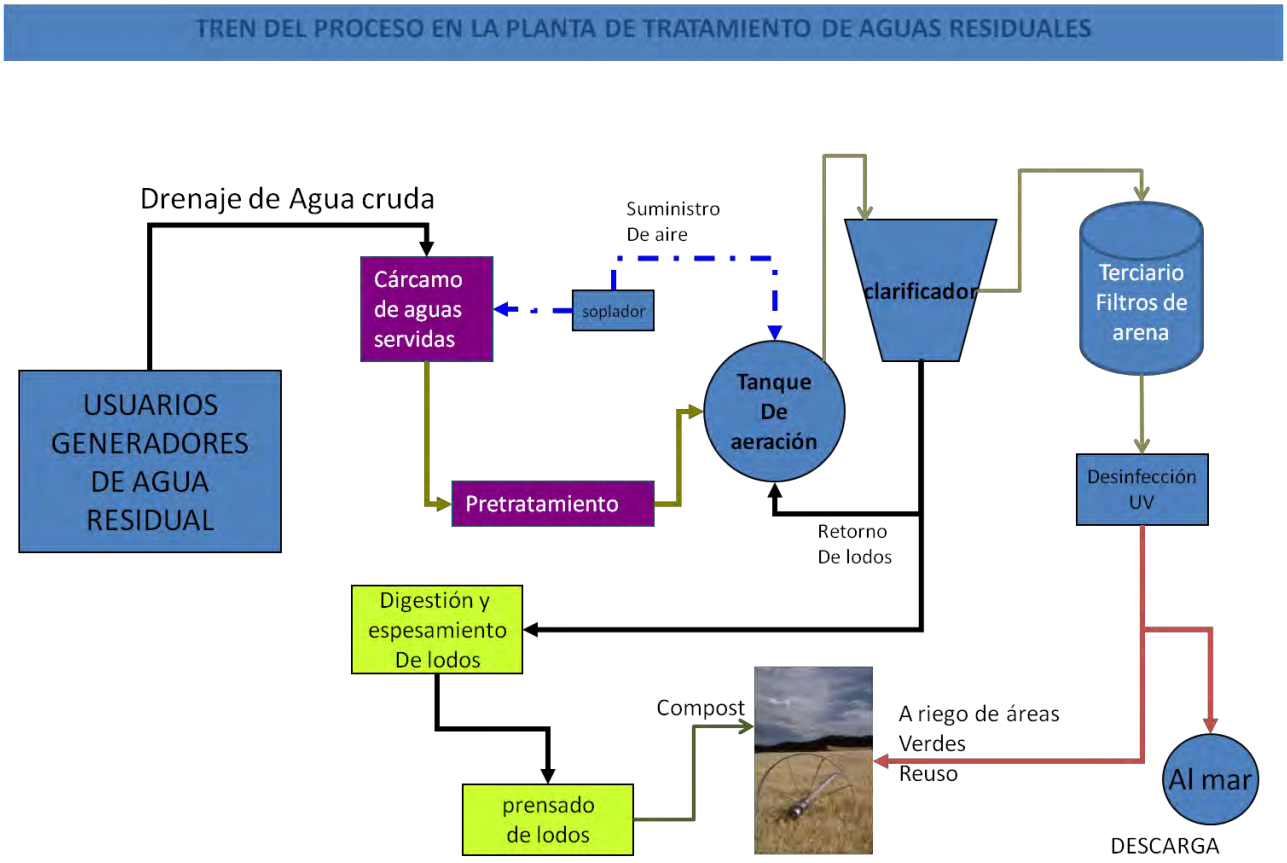


Figura VI.49. Diagrama de tratamiento de aguas residuales y manejo de lodos.

Para el caso de las tres plantas de tratamiento que se ubicarán en los hoteles Boutique, el sistema es semejante, bajo la misma tecnología de lodos activados en su modalidad de aeración extendida pero para una capacidad de tan solo 37541 metros cúbicos por año, es decir 1.19 litros por segundo

Para cada una de las plantas de tratamiento de aguas residuales se requiere una superficie de 300 m^2 para el establecimiento de tanques, cuartos de maquinas, manejo de lodos, cuarto de controles, oficina, vialidades y almacén.

Los módulos que tendrán estas plantas son:

- Tratamiento primario mediante rejilla gruesa y sistema de cribado fino con limpieza manual.

- Tanque de mezcla o sistema anóxico para incrementar la nitrificación y homogenización de la mezcla
- Tanques de aeración para la oxidación de la materia orgánica con tiempos de retención hidráulica de 24 horas en promedio y con capacidad para aceptar cargas pico.
- Sistema de difusores de aire de fondo para mayor eficiencia de transferencia de oxígeno.
- Clarificador secundario rectangular de dos tolvas con módulo plástico auxiliar para sedimentación acelerada y desnatador de superficie.
- Sistema de recirculación de lodos al tanque anóxico
- Digestor aeróbico de lodos para oxidación completa de los mismos
- Sistema de desinfección mediante cloro en pastillas para el efluente tratado
- Cisterna de agua tratada para reúso en riego
- Sistema de medición de caudales a la entrada y a la salida del sistema
- Sistema de control automático para operaciones unitarias
- Sistema de biofiltro (humedal artificial) para pulimiento

Los lodos serán sometidos a digestión aeróbica y espesados pero debido a la fragilidad ambiental de la zona y a la intención de utilización mínima del suelo, los lodos serán colectados mediante un pequeño carro cisterna de 5 metros cúbicos, una vez por mes y llevados a la planta central para completar su digestión y realizar su deshidratación y reúso.

VI. 2.10.3. Manejo de Residuos Peligrosos

Residuos peligrosos *"son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio,"*

Las metas principales que contempla el manejo de residuos peligrosos son las siguientes:

1. Verificar la disposición temporal de los residuos peligrosos en infraestructura apropiada.

2. Verificar el transporte y disposición final de los residuos peligrosos por empresas y sitios de disposición acreditados por la autoridad ambiental.

3. Limitar el uso de productos que generan residuos peligrosos.

4. Promover el uso de productos y químicos biodegradables certificados.

Los residuos peligrosos generados en esta etapa del proyecto serán separados y acopiados en contenedores diferentes a los utilizados para los residuos sólidos urbanos, estos serán dispuestos en contenedores color rojo y con la etiqueta correspondiente. Así mismo, los contenedores para disponer estos residuos deben estar en sitios separados de los contenedores para los residuos sólidos urbanos. Únicamente en los talleres se colocarán contenedores para los residuos peligrosos, por lo que si se llegan a generar residuos peligrosos en otro sitio, deberán ser llevados a los talleres y dispuestos en los contenedores colocados para este fin.

Para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos se construirá con un Acopio Temporal de residuos Peligrosos que contará con las características que solicita la Ley General para la Prevención y Manejo Integral de Residuos. Los residuos peligrosos generados y depositados en los talleres serán llevados al acopio todos los días al terminar la jornada de trabajo y deberá llenarse la bitácora correspondiente. Se contratará una empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos, tal como lo marca la legislación ambiental vigente en la materia.

Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial son definidos por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos como:

"aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos"

En la etapa de preparación del terreno y construcción se generará una gran cantidad de residuos de manejo especial (establecidos en la Ley como residuos de la construcción), los cuales serán dispuestos en sitios definidos por las autoridades Estatales y/o Municipales y lo harán prestadores de servicios autorizados para realizar esta actividad.

Se definirán centros de acopio de estos materiales en sitios que faciliten el acceso a los camiones recolectores, así mismo, la frecuencia de la recolección se hará semanal para evitar grandes acumulaciones. En caso de ser necesario se incrementará la frecuencia de recolección a dos veces por semana.

Para garantizar el adecuado manejo y uso del acopio de residuos de manejo especial se colocará la señalización que indique el tipo de residuos a acopiar. Así mismo, cuando se impartan las pláticas de información y concientización ambiental se informara a todo el personal sobre el uso de este acopio.

Los residuos sólidos orgánicos y los no reciclables generados en esta etapa serán llevados a los Sitios de Transferencia de Residuos en donde serán almacenados y de este serán transportados hasta el sitio autorizado para la disposición final. El número de sitios de transferencia durante la construcción serán de acuerdo a los frentes de trabajo que sean establecidos y serán localizados los más cerca posible a los sitios de generación.

VI.2.11. Programa de Monitoreo Geohidrológico.

Debido a las actividades de extracción de agua del acuífero a causa de la demanda de agua para el uso del proyecto en sus diferentes etapas, se propone el Programa de Monitoreo Geohidrológico.



Figura VI.50 Esquema del Programa de Monitoreo Geohidrológico.

VI. 2.11.1. Subprograma de funcionamiento del acuífero y de la zona de interface (cuña salina)

ZONA DE INTERFACE EN LOS ACUÍFEROS DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Relevancia de la cuña salina.

En todo acuífero costero la descarga del acuífero hacia el mar es el elemento más importante ya que permite mantener el equilibrio entre la descarga de aguas subterráneas y la penetración de agua marina al continente. Entre ambas zonas, este equilibrio se establece con un frente de intrusión que mezcla su agua con el agua de descarga continental, formándose una zona de interface que se mantiene como zona de agua de mezcla, cuya amplitud del pie de la cuña (frente de intrusión), puede evitar la descarga de agua dulce y con ello la intrusión marina, si se mantiene en equilibrio la mezcla.

Este ha sido un problema que se ha presentado en forma muy grave en otros acuíferos en el mismo estado de Baja California Sur, debido a la sobre explotación de acuíferos. En el área de estudio se encuentra una zona de interface que se distribuye geométricamente y depende de la granulometría del medio granular que constituye el acuífero, su espesor y las condiciones de fronteras de rocas de baja permeabilidad. Su carácter es más de origen natural que antropogénico. En ocasiones como el caso del área de estudio, la retracción hacia su posición original de la cuña de intrusión se recomienda con la combinación del uso del agua salobre de los acuíferos costeros, extrayéndola para desalinización y posterior al uso del agua, realizar inyección de las aguas residuales tratadas utilizando pozos de inyección que de esta forma apoyen al acuífero en su equilibrio hidrodinámico e hidráulico.

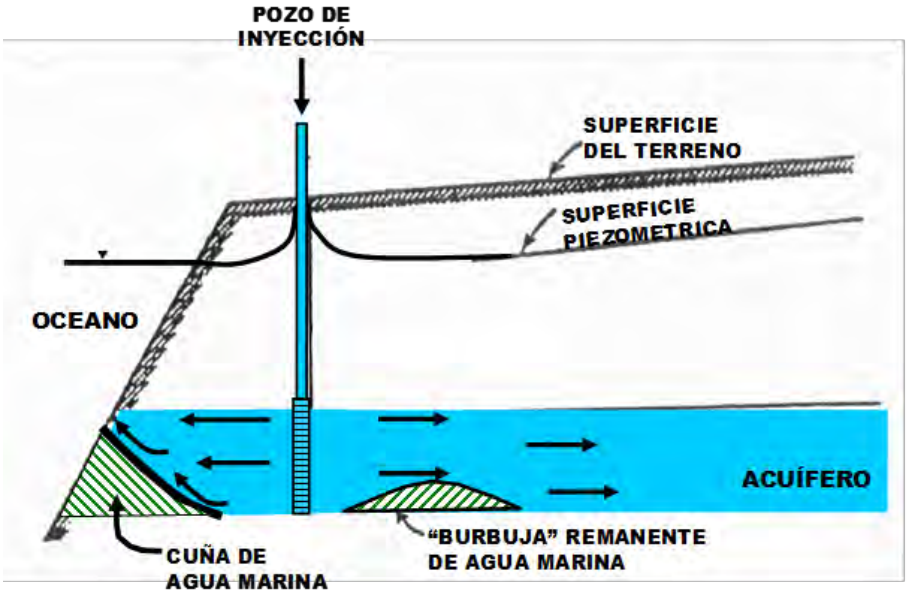


Figura VI.51.Mecanismo de inyección y dispersión del agua en un acuífero costero. En este caso el flujo superficial inyectado ingresará agua dulce al subsuelo mejorando su calidad y dando sustentabilidad al recurso.

De aquí que en el área de estudio existe esta posibilidad de toma de agua salobre e inyección de agua residual tratada, aunado al uso de agua dulce del acuífero, ya que el acuífero Santiago cuenta con disponibilidad para extraer hasta 4.15 millones de m^3 anuales de agua subterránea, lo que indica que su recarga total y descarga subterránea, están por encima del bombeo registrado por la Conagua. Esta condición no es así con el acuífero Cabo Pulmo, el cual no cuenta con Disponibilidad, si bien casi se encuentra en equilibrio, ya que el volumen negativo es de apenas 0.72 millones de m^3/año.

Con base en lo anterior y en las perforaciones exploratorias realizadas (Estudio de Prospección Geofísica y Caracterización Geohidrológica del Predio para el Desarrollo Náutico – Turístico Cabo Cortés, B.C.S.) se confirmó la existencia de los materiales permeables referidos anteriormente y la salinidad del agua en ambas zonas acuíferas, se puede decir que, existe oportunidad para que **el proyecto pueda solicitar y obtener agua dulce del acuífero Santiago hasta el límite de la Disponibilidad** citada y bajo otro mecanismo de administración y gestión del agua es posible obtener igualmente agua salobre (salinidad baja menor a 10,000 μS/cm), para desalinizarla ya que se establece la factibilidad de extraer agua subterránea salobre en la zona del proyecto y alcanzar el volumen requerido para abastecimiento del proyecto, sin impactar negativamente a los ecosistemas de la región, ni dañar la condición natural de ambos acuíferos.

Para entender claramente el perfil de agua existente en la región, se muestra el criterio de clasificación de agua salobre que se considera representativo para la interpretación de la calidad del agua en función de la medición de la CE, que es el establecido por la American Public Health Asoc. APHA (1995), que clasificó la calidad del agua de acuerdo con los criterios siguientes:

a) 100 a 2000 μS/cm a 18° C Agua dulce
b) 2000 a 5000 μS/cm " Agua salobre
c) 5000 a 45,000 μS/cm " Agua de mar
d) 45,000 a 100,0000 μS/cm " Salmuera

Zona de interface acuífero-Mar de Cortés.

La fisiografía costera está definida con la presencia de zonas lacustres de baja elevación topográfica, por ejemplo la base del denominado Lago Sur es de 0.50 m.s.n.m. con un tirante de agua de escasa profundidad, el cual es temporal mente sostenido por las lluvias ocasionales de la región. No existe certidumbre sobre la infiltración de agua en las lagunas costeras dado su carácter arcilloso, de ahí que esta condición sugiere que al menos el agua almacenada sature la zona de aireación y que a profundidad esta alcance materiales de baja permeabilidad que limitan la infiltración. Por tanto el mecanismo de ascensión capilar predomina con ascenso de los niveles de saturación hasta sobresalir por encima del terreno natural, dando lugar a la aparición de cuerpos de agua superficial de escaso tirante (< 1,0 m).

Con base en lo anterior, y considerando que las lagunas forman parte del mecanismo de escurrimiento superficial, la descarga del acuífero presenta las siguientes condiciones:

1. La permanencia temporal del cuerpo de agua en las lagunas, sometido a la evaporación de la zona, acelera precipitación de sales sobre la superficie del terreno incrementando paulatinamente la salinidad del agua; los valores de conductividad medidos durante el mes de octubre, cuando afloraba el agua en los lagos o lagunas, alcanzó para el denominado Lago Sur 10,000 μS/cm, equivalentes a un orden de 6,000 mg/l de STD.
2. El escurrimiento superficial a su paso por las lagunas toma de su mezcla con el agua de las lagunas una parte importante que circula aguas abajo, hacia zonas donde se encuentran los médanos arenosos, cauces de arroyos y bancos aluviales que conforman las zonas de mayor permeabilidad, induciendo la infiltración d agua de alta salinidad que se mezcla con el agua subterránea de menor salinidad y la enriquece en sales. Este mecanismo natural, ayuda en la presencia de agua salobre del acuífero.

3. El mecanismo anterior, permite que casi en donde inicia la zona de descarga, se presente una recarga temporal hacia el acuífero, un esquema de este mecanismo se aprecia en la figura VI.52.

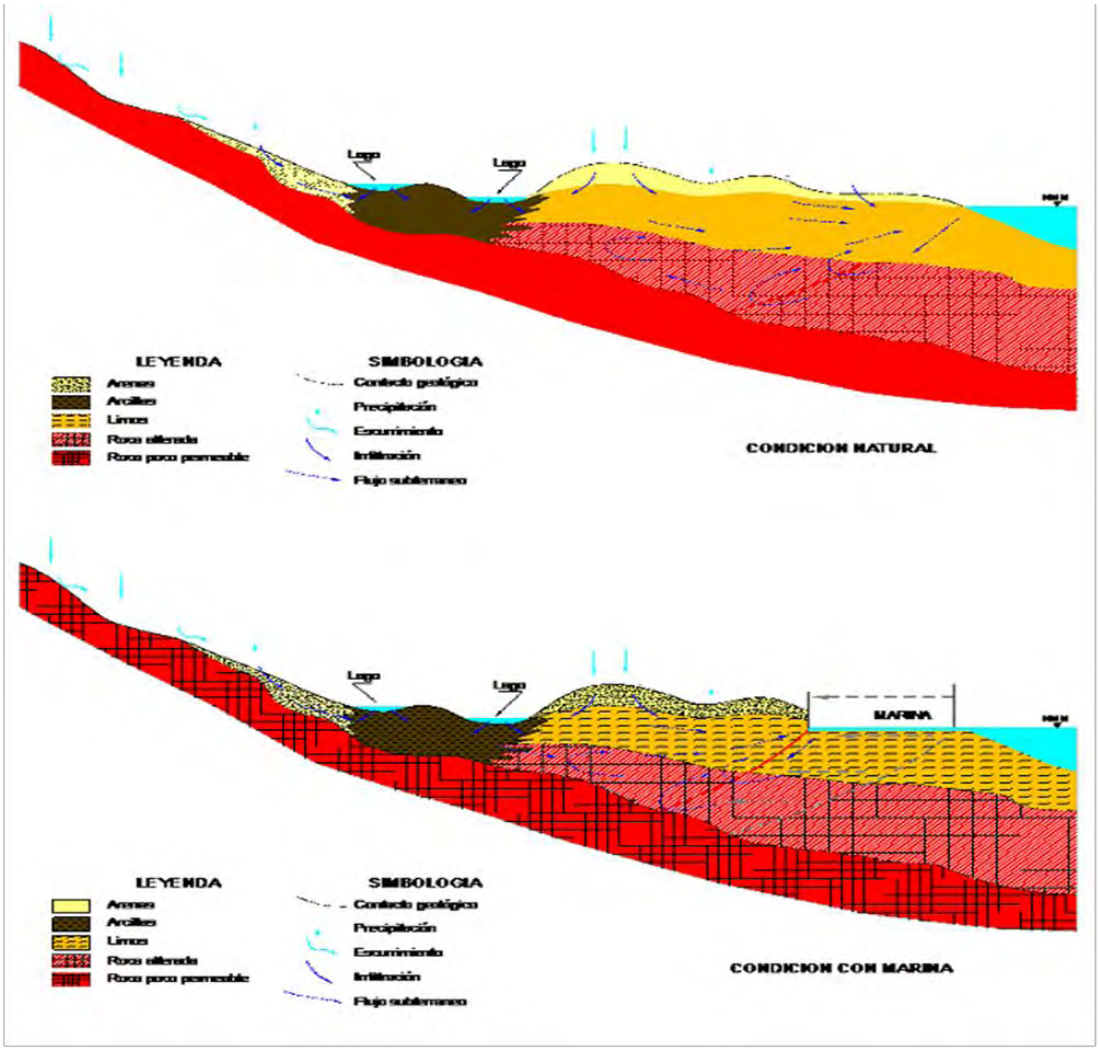


Figura VI.52 Secciones Hidrogeológicas Esquemáticas

CONCLUSIONES.

- Con la información del subsuelo se pueden definir la intrusión salina en las porciones arenosas costeras y determinar los sitios factibles para ubicar las exploraciones directas con lo que se pudo integrar el modelo hidrogeológico de la región.

- Las perforaciones exploratorias permiten identificar los materiales permeables y determinar la salinidad del agua en las zonas acuíferas por lo que se establece la factibilidad de extraer agua subterránea salobre en la zona del proyecto. Principalmente en la región de las Dunas en la porción Costera.
- En la zona de la desembocadura del Arroyo Los Tesos, no se presentan condiciones muy atractivas para la extracción significante de agua salobre; sin embargo, hay condiciones que se podrían evaluar en un futuro, sobre todo para requerimientos de bajo gasto.
- En la zona de Los Lagos, la conformación geológica en el subsuelo indica una zona de baja permeabilidad asociada a materiales de alteración de las rocas ígneas sepultadas aisladas hidrogeológicamente de zonas más cercanas a la costa.
- Los resultados de las exploraciones indican que las zonas con mayores probabilidades de constituir un acuífero que suministre agua salobre de baja a mediana salinidad, se ubica en la Planicie Costera, "Zona de las Dunas", localizada al Oriente del sitio denominado "Las Lagunas", y en la Zona Hidrogeológica III, en donde se tienen los mayores espesores de arenas y salinidades medias a bajas.
- Hacia las zonas costeras internas se tienen espesores saturados menores a 40 m, en la parte cercana a la línea de costa, en cambio se tienen alrededor de los 90 m. A mayor profundidad la ocurrencia macizos rocosos de menor permeabilidad funcionan como límite al acuífero.

RECOMENDACIONES.

- Los pozos de bombeo que se considere necesario efectuar, se deberán perforar primero en diámetros exploratorios 8 ½" ó 12 ¼" y hasta los 30 m de profundidad; posteriormente se deberá correr un registro geofísico para determinar el diseño definitivo.
- Una vez concluida la fase exploratoria se deberán ampliar conforme el diseño propuesto y posteriormente se deberá realizar un aforo hidrogeoquímico para determinar el gasto óptimo, que defina la salinidad necesaria para extraer agua salobre y desalinizarla para su uso.
- Con el gasto óptimo, se realizará una prueba de bombeo de larga duración a caudal constante y aprovechando los pozos exploratorios construidos como pozos de observación; se determinarán los parámetros hidráulicos del acuífero Conductividad Hidráulica (K) y Coeficiente de Almacenamiento (S), con los que se podrá diseñar el campo de pozos necesario para el desarrollo, dado que se obtendría el radio de influencia del bombeo.
- Ampliar las perforaciones exploratorias hacia los límites de la Zona III y la Zona IV, con objeto de verificar los espesores de las arenas y adecuar, en su caso, los posibles sitios de las baterías de pozos.
- En su momento convendría llevar las exploraciones a mayores profundidades para verificar las condiciones de permeabilidad de los materiales subyacentes, ya que se deberán contemplar las descargas de agua residual en el subsuelo.

- La información integrada en el presente estudio indica a priori menores condiciones de permeabilidad a profundidades de 50 a 60 m. Sinh embargo, hacia la zona de El Faro, se podrían tener casi 90 m de estas condiciones; por debajo de los 100 m y hasta 120 m conocidos, las rocas son más sanas y con mínimas posibilidades de aceptar inyección de aguas tratadas.
- Se recomienda ampliamente mantener un estrecho monitoreo del agua de la zona, las fluctuaciones estacionales de la lluvia, el ascenso y descenso de niveles en los pozos y con ello el intercambio de salinidades es muy importante en el aspecto económico sobre todo en la extracción de agua salobre. Las variaciones importantes pueden influir en las condiciones de calidad del agua necesarias para el diseño y operación de una planta de desalinización.

Medidas adicionales a los programas

Como parte del compromiso del proyecto por crear un desarrollo turístico sustentable dentro de la zona de los cabos, de autorizarse el proyecto la construcción de los campos de golf, estará basada en los Criterios para la certificación de campos de golf por Audubon International. (Anexo). Siendo el criterio principal:

- El medio ambiente debe formar parte de la planeación, es decir no se debe limitar a solamente cumplir con los requerimientos mínimos ambientales, tiene que ir más allá de este cumplimiento.

Como se puede observar en el documento, estos criterios proponen diferentes acciones encaminadas a cubrir con los requerimientos mínimos ambientales específicamente los siguientes temas:

A) Planeación Ambiental

B) Manejo y conservación del hábitat y la vida silvestre

C) Seguridad y reducción en el uso de químicos

D) Conservación del agua

E) Manejo y calidad del agua

F) Educación y divulgación

CAPITULO VII

VI. Pronósticos Ambientales y Evaluación de Alternativas

Los pronósticos ambientales permiten tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del SAR previamente delimitado, así como del polígono total del predio y del área aprovechable del proyecto, a fin de prever las afectaciones que tendrían los recursos naturales por el desarrollo del mismo.

Los pronósticos ambientales deben permitir, con cierto grado de confiabilidad, la predicción de ocurrencia de impactos ambientales.

Con la construcción de escenarios, es posible indicar, lo que puede suceder o esperar, como consecuencia de la implementación del proyecto, es decir son premisas o suposiciones básicas en que se basan la planeación y la toma de decisiones.

Los pronósticos ambientales son necesarios como elemento de modelación y algunos pronósticos son una ayuda esencial en la planeación y solución de problemas.

En realidad, los pronósticos ambientales no sólo se utilizan como elemento de los modelos de solución de problemas, sino que establecen además las premisas a partir de las cuales se elaboran los planes y controles.

Los pronósticos ambientales del proyecto, se desarrollaron a partir de la construcción de escenarios. Un escenario no es una predicción de un hecho específico, sino una descripción de lo que puede ocurrir por la influencia de varios factores. Los escenarios describen eventos y tendencias y cómo ellas pueden evolucionar en tiempo y espacio.

En el caso del proyecto, el desarrollo de los escenarios permitirá prever las afectaciones que se tendría sobre los recursos naturales, con y sin la influencia del proyecto. Así como poder discernir, si las medidas preventivas, de mitigación y /o de compensación consideradas dentro del desarrollo del proyecto, son eficaces en la disminución y/o prevención los impactos ambientales generados.

Es así que a través de estos escenarios se pueden reconsiderar las medidas de mitigación propuestas a fin de establecer las más adecuadas para la prevención y mitigación de las posibles afectaciones generadas por el desarrollo del proyecto.

Para la elaboración del pronóstico de los escenarios, se consideró en primera instancia la información base del capítulo IV de la presente MIA, misma que proporcionó una aproximación de la condición de deterioro o conservación de los recursos naturales, adicionalmente se contó con toda la información detallada en los demás capítulos de la presente MIA.

En este capítulo, se indicarán los pronósticos ambientales esperados para tres escenarios; el primero presentará una descripción del SAR, polígono del proyecto y área aprovechable, sin la implementación del proyecto, en este escenario se describirán nuevamente las condiciones ambientales que fueron presentadas en el Capítulo IV de esta MIA, además de identificarse los factores de cambio que actualmente se presentan

en cada una de las áreas mencionadas es decir, el SAR, el polígono total del predio y el área aprovechable del proyecto, esto permitirá hacer una predicción de los posibles cambios que se pueden presentar en los componentes ambientales sin la implementación del mismo.

Una vez descrito este escenario fue tomada en cuenta la información del Cap. II para presentar la descripción del escenario ambiental con proyecto sin medidas de mitigación, la finalidad del mismo es mostrar los componentes ambientales que serían afectados con el desarrollo del proyecto, sin considerar ninguna implementación de medida que mitigue, minimice, prevenga o compense los impactos ambientales relevantes.

Finalmente se presentará el escenario ambiental con proyecto y con la implementación de medidas de mitigación, en este escenario se integrarán todas las medidas de mitigación propuestas, a fin de establecer si todos los impactos ambientales considerados como relevantes, son prevenidos, reducidos o compensados, cabe señalar que en el caso del proyecto previo al sembrado final, se consideraron medidas de carácter preventivo que, tienen como objetivo lograr que el proyecto sea completamente viable ambiental y técnicamente.

7.1. Descripción del escenario previo a la implementación del proyecto.

7.1.1. Estructura y Funcionamiento del SAR

Con base en la integración de los componentes naturales de acuerdo al análisis presentado en el capítulo IV donde se describen las principales actividades para la definición y caracterización del SAR, consecuentemente se tiene un modelo de funcionamiento ecosistémico adaptado a la escala y tipo de proyecto en análisis.

En la figura VII.1 se presenta el modelo de estructura y funcionamiento del SAR como resultado de dicho análisis:

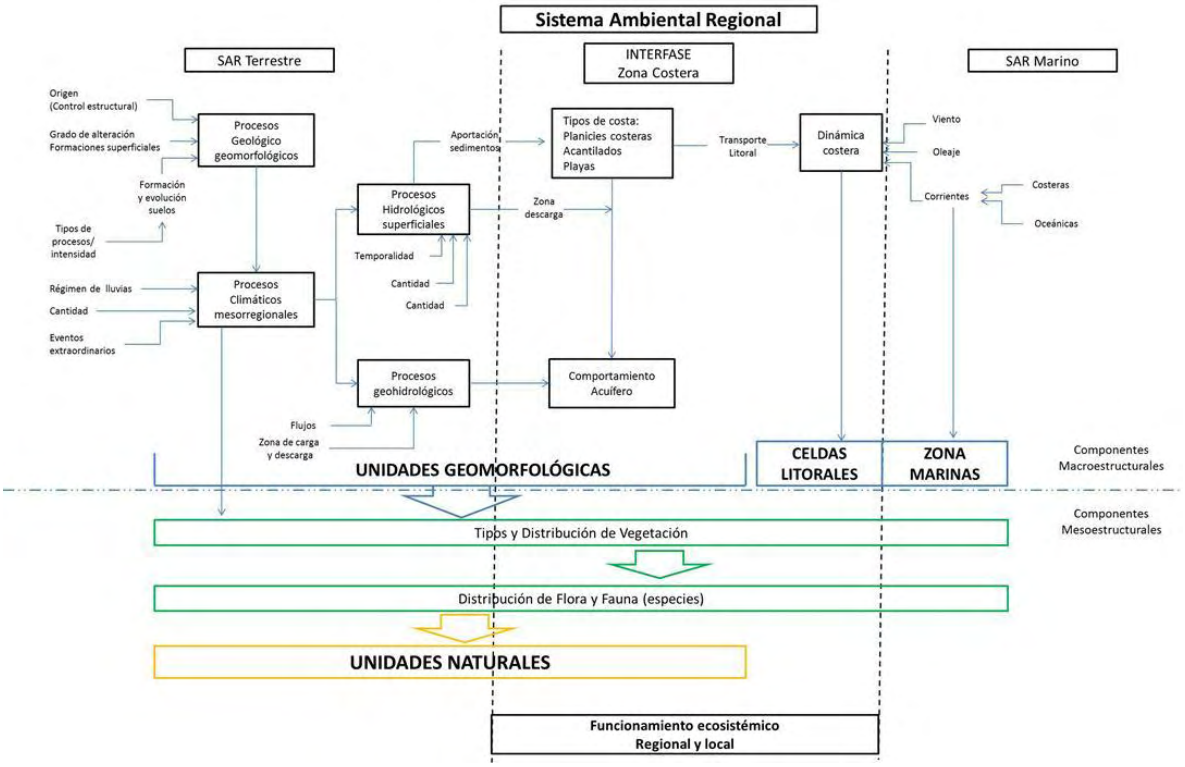


Figura VII. 1. Estructura y funcionamiento del SAR.

El criterio principal para la delimitación espacial del *Sistema Ambiental Regional* es la definición de microcuencas hidrográficas, ya que la delimitación y análisis de éstas permiten comprender el comportamiento y dinámica del espacio geográfico a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos, así como los flujos de nutrientes, materia y energía que se establecen en el complejo mosaico que conforman el conjunto de paisajes terrestres, acuáticos y sus interfaces, que caracterizan al Sistema Ambiental Regional así como su dinámica.

Para la caracterización del SAR se realizó el análisis en dos niveles, es decir; a nivel del Sistema Ambiental Regional y en un segundo nivel de análisis a nivel de predio. Lo cual permitió reconocer la organización y dinámica tanto vertical como horizontal de la arquitectura espacial y funcional de la envoltura geográfica comprendida en ambos niveles de aproximación.

El nivel de estabilidad y dinamismo en el SAR terrestre está fuertemente correlacionado con los aspectos morfoestructurales (componente macroestructural), es decir, con el arreglo de las estructuras geológicas, su expresión en el relieve y sobretodo su influencia en el tipo e intensidad de los procesos geomorfológicos. Esta influencia también se observa en la interfase Zona Costera ya que el límite entre las rampas y las geoformas costeras también está definido por una serie de morfoalineamientos que son un indicador del control estructural que ejerce el basamento granítico que subyace en esta región de la Península de Baja California.

La integración, a partir de la diferenciación en unidades ambientalmente homogéneas bajo una estructura espacial jerárquica y taxonómica, denominadas como Unidades Naturales. Dichas unidades naturales también nombradas unidades homogéneas presentan como característica fundamental homogeneidad interna respecto a ciertas variables ambientales. El reconocimiento de éstas nos lleva a delinear los límites de regularidad y con ello realizar la diferenciación del territorio por su diversidad.

Se puede concluir que la unidad más compleja en términos de su estructura vertical como horizontal son las rampas ya que aun cuando deberían ser ambientes de relativa estabilidad por su posición en el sistema ambiental regional terrestre, son la que presentan una mayor heterogeneidad, es decir, presenta un mosaico más amplio de tipo e intensidad de procesos que se dan de manera simultánea en zonas colindantes entre si; aunque predomina el Regosol eútrico, se presentan otros tipos de suelos acompañantes, los cuales también indican zonas de estabilidad y dinamismo.

Al ser la zona de transición entre las partes más altas y bajas, respecto a los rangos alimétricos, se distribuyen los dos tipos de vegetación que hay en la zona: Selva Baja y Matorral Sarcocaule por lo que implica también la presencia de un ecotono y con ello un mayor intercambio de material, energía e información a nivel ecosistémico.

Las unidades de sedimentos recientes son las que presenta un nivel de dinamismo alto, presentándose dos condiciones temporales distintas:

- Unidades ubicadas en la zona costera, el nivel de dinamismo está asociado a justo por ser la interfase entre el medio terrestre y el medio, siendo la playa el ambiente más dinámico.
- En el caso de los valle fluviales, el nivel de dinamismo está asociado a la temporalidad de los eventos meteorológicos extremos (huracanes) ya que mientras estos no se presentan, el nivel de actividad de los cauces y la movilización de los sedimentos está supeditada a la energía potencial derivada del contraste altitudinal y las pendientes del perfil longitudinal de arroyo y de las unidades ambientales aledañas de las que recibe materia y energía.

En el caso de las planicies costeras (ondulada, con alteración antrópica) y la playa son unidades cuya funcionalidad es compleja por la confluencia de los procesos hidrológicos superficiales y subterráneos (geohidrológicos) y que en conjunto definen el comportamiento del acuífero y mientras más cercanos se encuentren a la línea de costa, se integran los procesos litorales y hay una mayor influencia del medio marino (viento, oleajes y corrientes). En la interacción de estos procesos, la porción baja de los valles aluviales también se incorporan a la dinámica del acuífero ya que al estar constituidos por materiales permeables actúan como zonas de descarga cuyo flujo es de la zona de elevaciones hacia el mar.

Las elevaciones y rampas son las zona de recarga y ésta procede de la infiltración directa de la lluvia, así como por la infiltración del agua superficial que escurre a través de los arroyos intermitentes durante la época de lluvias. La descarga se produce de manera natural por flujo subterráneo hacia el mar y por evapotranspiración.

El tipo de costa que caracteriza a la zona costera que queda comprendida dentro del SAR terrestre es abrasiva-acumulativa, es decir, predominan los procesos de destrucción mecánica de las rocas en el litoral por acción del oleaje. Sin embargo, también están presentes los procesos acumulativos o de depositación. El nivel de intensidad de los procesos abrasivos es muy alto en la unidad de playa mientras que en las planicies, éste se reduce conforme se aleja de la línea de costa predominando entonces los procesos acumulativos y al mismo tiempo van presentándose los procesos eólicos. En el caso de las planicies costeras, la intensidad de los procesos eólicos son de menor intensidad.

En el caso de la Planicie de superficie ondulada conformada por limos y arenas (Punta Arena) los procesos eólicos son de mayor intensidad ya que está en una posición geográfica totalmente expuesta a los vientos y no existe obstáculo fisiográfico mayor que reduzca o detenga la intensidad de estos últimos.

Es importante mencionar que las elevaciones de Premontaña y Montaña, a pesar de ser las unidades con mayor energía potencial son relativamente las unidades más estables de todo el SAR terrestre ya que aunque presenta procesos erosivos de mayor intensidad, suelos muy someros y susceptibles a erosionarse por la pendiente (litosoles) son las que mantienen una cobertura vegetal densa y comunidades vegetales íntegras. Razón por la cual, cumplen con ser las fuentes productoras de agua, emisoras de energía, materia e información.

7.1.2. Estructura y función del Sistema Ambiental Marino (SAM)

Para la delimitación del SAM en su porción **Sur**, se consideró la existencia del Parque Nacional Cabo Pulmo 23 ° N. La zona se caracteriza por presentar en gran proporción, litorales de tipo rocoso y acantilados mejor desarrollados en el margen oriental de la península. Se ubica cerca de la boca del Golfo de California, siendo el arrecife más septentrional del Pacífico es uno de los sistemas de más alta biodiversidad en el Golfo, denominado como el arrecife Cabo Pulmo, mismo que fue declarado Área natural protegida en 1995.

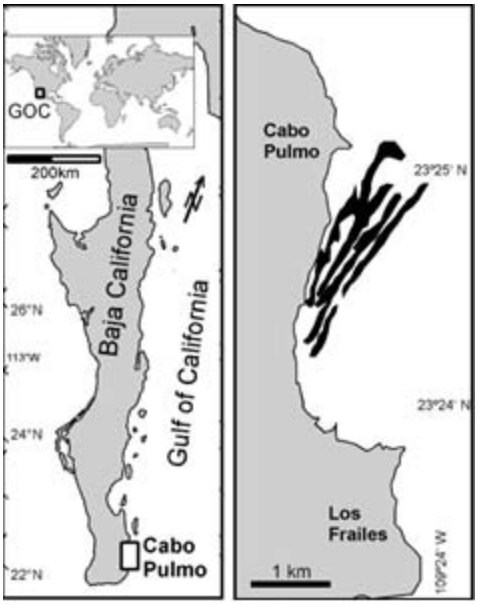


Figura VII. 2. Ubicación del Arrecife Parque Nacional Cabo Pulmo.

El arrecife de Cabo Pulmo presenta una complejidad estructural y particular condición oceanográfica, que permite un buen desarrollo de la flora y fauna marina, el cual es posible observar y comparar con regiones similares (Cortés, 1996; Jiménez-Gutiérrez, 1999; Viesca-Lobatón *et al*., 2003), consiste en una serie de ocho largas barras de origen ígneo que han proporcionado sustrato adecuado para el desarrollo de especies arrecifales. Las barras inician desde la playa y continúan hacia mar abierto. Las barras más externas son una continuación de la punta norte de Los Frailes, la cual, corre a lo largo de la bahía formando la barrera arrecifal (Brusca y Thompson, 1975). Un aspecto geomorfológico del arrecife Cabo Pulmo, es la presencia de tres crestas dispuestas paralelamente a la línea de costa, más hacia la porción norte de la bahía, donde presentan mayor heterogeneidad, lo que permite la existencia de una amplia variedad de micro hábitats.

La porción litoral denominada Punta Arena, que corresponde a la parte norte del sistema ambiental y por ende del SAM, es un ambiente de menor heterogeneidad estructural y

biológica que su contraparte sureña (Cabo Pulmo), y es esta zona la que presentara interacción directa con el Proyecto. De manera general, las condiciones ambientales del SAM presentan temperatura media anual superficial del mar del orden de los 26°C, presentándose intervalos de variación en invierno de hasta 18.5°C y en el verano de 29.5°C, por lo que la mayoría de las especies son de afinidad tropical.

La extensión del SAM para este proyecto fue definida en su porción sur tomando en cuenta el Área Natural Protegida denominada Parque Nacional Cabo Pulmo y la delimitación norte del SAR, donde se ubica la porción litoral punta arenas, como se muestra en la figura VII.3.

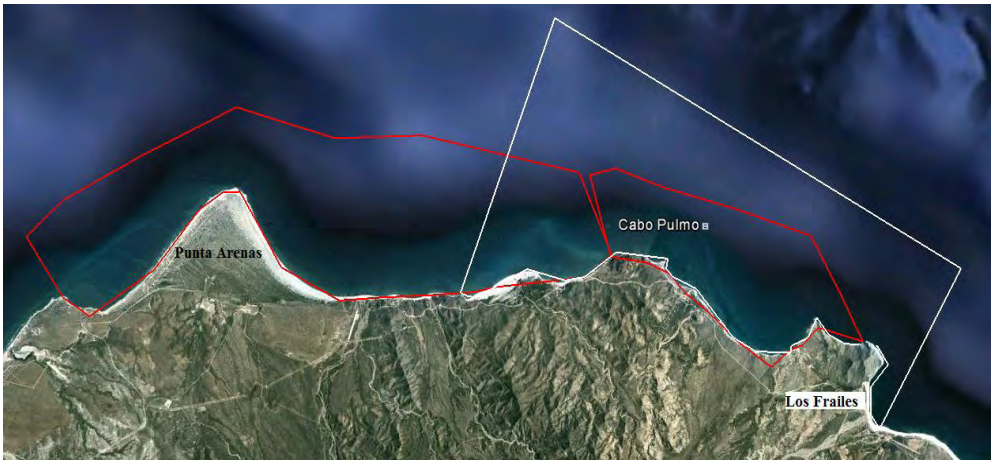


Figura VII.3. Polígonos que delimitan el SAM del Proyecto.

7.1.3. Situación actual del SAR Terrestre

7.1.3.1. Medio Abiótico

Para el establecimiento de las condiciones ambientales que actualmente se presentan en el SAR terrestre, en el análisis desarrollado en el capítulo IV de la presente MIA se toma como punto de partida el enfoque geomorfológico, ya que a través de la detección de las formas del relieve es posible inferir homogeneidad en el resto de los componentes ambientales. El relieve, el clima y la geología son factores físicos que se modifican en tiempo geológico (García Romero, 2005), es decir, muy largo, de modo tal que podría considerarse como relativamente estables con respecto de otros componentes. Mientras que en el caso contrario se encuentra la vegetación y el suelo, siendo la primera la más dinámica ya que es más susceptible a recibir una mayor influencia de la actividad antrópica y cuyos cambios en su estructura son indicadores de la estabilidad o estado de conservación de una determinada unidad ecológica funcional. En la delimitación también se consideran el origen, toda vez que es resultado de la interacción de las fuerzas y procesos endógenos y exógenos.

Debido a que el SAR se construyó con base en la delimitación de microcuencas por las que atraviesa el proyecto, esta segunda escala de análisis permite incorporar los procesos regionales con la dinámica de las zonas funcionales de cada microcuenca. Con ellos es posible determinar el tipo e intensidad de las interacciones y procesos en la estructura vertical y horizontal de manera local de cada región natural permitiendo reconocer el grado de estabilidad de dichas unidades ecológicas funcionales a nivel de paisajes geomorfológicos (también denominados geofacies, según Bertrand, 2006). Este último nivel jerárquico permite definir los flujos de materia, energía e información a una escala y con ello la identificación de impactos ambientales así como la elaboración de escenarios.

7.1.3.1.1 Caracterización de cada unidad natural

Las unidades naturales que se identificaron en el SAR son:

- Elevaciones de Premontaña y Montaña
- Zonas de Transición
- Sedimentos recientes.

A continuación se resume la caracterización de cada unidad natural y su clasificación como medio estable o dinámico.

Unidades Naturales/ Componentes naturales	Elevaciones (Montañas, Premontañas, Lomeríos)	Zonas de Transición (Rampas, Superficies estructurales)
Geología, litología y estructura	La mayoría están conformadas por material granítico, en la porción sur del SAR el granito se presenta acompañados por dacitas. Aunque también se presentan algunas elevaciones formadas por arenisca, lutita y conglomerado. Este conjunto de elevaciones mayores se encuentran configurando el límite del SAR en la porción sur-sureste. En la mayoría de los sustratos litológicos, tanto de origen intrusivo como sedimentario han desarrollado mantos de alteración con una matriz principalmente arenosa, por lo que predominan las alteritas. Mientras que en las porciones más conspicuas se observan algunos afloramientos rocosos.	La mayoría de las rampas están conformadas por areniscas, lutitas, limos y arenas y se distribuyen en el sector norte – noroeste. Las rampas ubicadas en el sector sur – sureste están conformados por material graníticos. Estas últimas están adosadas a las elevaciones mayores (montañas de granito).Las superficies estructurales están conformadas por limos y arenas y se encuentran flanqueando la desembocadura de las microcuencas Arroyo La Querencia (F) y Arroyo La salina (G). En lo que se refiere a formaciones superficiales también dominan las alteritas.
Geomorfología	Se presenta como un conjunto de estructuras con distribución irregular, delimitada en bloques con distintas orientaciones, producto de una red ortogonal de fracturas. Presenta de alta a muy alta densidad de disección con pendientes escarpadas a moderadas.	Superficies ligeramente inclinadas de forma alargada y de gran extensión con ligeras ondulaciones. Presentan diferentes intensidades de disección que depende de la naturaleza de las formaciones superficiales así como del control estructural (fracturamiento) del basamento granítico pero en general es de moderado a alto, siendo este un valor que se da en zonas muy puntuales.
Asociación de suelos	Predominan los Litosoles como suelo principal y con Regosol eútrico como suelo acompañante. Sólo en la porción suroeste se presenta una asociación de Regosol eútrico con Feozem haplico principalmente en la cuenca alta de la Microcuenca Arroyo El Torote.	Esta zona de interfase presenta como suelo dominante el Regosol eútrico, éste se presenta acompañado por xerosol, fluvisol y yermosol, lo que es un indicador indirecto del nivel de dinámica al interior de cada unidad. En las rampas erosivas con socavación son las únicas donde se presenta el yermosol. Los fluvisoles se desarrollan sobre zonas muy disectadas indicando la influencia de los procesos fluviales en esas zonas. El regosol sin otro suelo acompañante se presentan en los sectores inferiores de las rampas que terminan en la zona costera así como en las superficies estructurales de limos y arenas.
Tipos de Vegetación	La distribución de los dos tipos principales de vegetación esta fuertemente relacionada con pisos bioclimáticos. En el caso de estas unidades, por extensión la selva baja	El matorral sarcocaule es el que tipo de vegetación que predomina en casi toda las rampas. Sin embargo, en aquellas que están asociadas a las elevaciones y

Unidades Naturales/ Componentes naturales	Elevaciones (Montañas, Premontañas, Lomeríos)	Zonas de Transición (Rampas, Superficies estructurales)
	caducifolia y subcaducifolia se presentan como el tipo de vegetación predominante desde los 200 hasta los 600 msnm desarrollándose tanto sobre litosoles como regosoles distribuyéndose en las zonas funcionales altas de las diferentes microcuencas que conforman el SAR y en donde predomina el clima semiseco, es decir, hay un gradiente de humedad ligeramente mayor que en las partes bajas.	sobrepasan los 200 msnm presentan Selva Baja caducifolia y subperennifolia. En las rampas erosivas con procesos de socavación se presentan sectores donde se presenta Matorral sarcocaule con vegetación secundaria específicamente en los extremos, es decir, en la zona baja y la zona alta de la rampa.
Procesos	Meteorización, procesos de eluviación, escorrentía súbita de afluentes, incisión por afluentes; procesos de caída en máximas pendientes; procesos de formación de suelos en laderas con mayor humedad sin embargo por la inclinación presentan alta vulnerabilidad de destrucción.	En general se presentan asociados los procesos denudativos y erosivos ya sea como proceso dominante o accesorio. En el caso de las rampas adosadas a las elevaciones predominan los erosivos debido al nivel de energía que reciben de las montañas o premontañas. En el caso del depósito más amplio de areniscas y lutitas en la microcuenca del Arroyo “el Torote”, se presentan los denudativos como proceso principal y a nivel localizado se intensifican los de naturaleza erosiva dando lugar a una fase de erosión remontante puntual. También se presentan flujo laminar, incisión de los escurrimientos, formando rasgos de erosión lineal, regueros, cárcavas.

Unidades Naturales/ Componentes naturales	Sedimentos Recientes	
	Valles aluviales	Lechos mayores de inundación con terrazas
Geología, litología y estructura.	Aluviones del Holoceno	Aluviones con distintos grados de consolidación
Geomorfología	Valles de sección amplia (500 a 2000 m), fondo plano, arenoso y móvil en las crecidas durante eventos extraordinarios.	Vestigios de antiguos cursos del río principal y presenta una serie de terrazas organizadas en forma de escalones.
Asociación de suelos	En el valle de mayores dimensiones y asociado a la rampa erosiva con procesos de socavación en la microcuenca del Arroyo El Torote se presenta el fluvisol eútrico. Mientras que en valle de la microcuenca del Arroyo Los Tesos predomina el Regosol eútrico acompañado por suelo Fluvisol.	Solo se presenta el Regosol eútrico como único suelo.
Tipos de Vegetación	Mezquital	Matorral sarcocaule
Procesos	De carácter estacional. En eventos extraordinarios, y dependiendo del nivel del caudal se activan procesos de sedimentación, acarreo y socavación.	Denudativos

Unidades Naturales/ Componentes naturales	Sedimentos Recientes		
	Planicies costeras	Planicie ondulada	Playa arenosa
Geología, litología y estructura.	Suelo litoral	Suelo litoral compuesto de limos y arenas	Suelo litoral
Geomorfología	Superficie ligeramente inclinada.	De carácter acumulativo, conformado por sedimentos costeros.	Playa acumulativa por oleaje constructivo y en algunos sectores se presenta un escalonamiento, que va de ligero a moderado.
Asociación de suelos	Regosol eútrico sin la presencia de otra asociación de suelos		
Tipos de Vegetación	Matorral sarcocaule	Sin vegetación	
Procesos	Deflación y depositación proveniente de la playa.	Cambios de nivel y morfología por olas provocadas por tormentas, procesos de abrasión y deflación.	

7.1.3.2. Medio Biótico.

7.1.3.2.1 Flora

Con el recurso de la regionalización y ya habiendo establecido el Sistema Ambiental Regional para el proyecto, se puede establecer que a nivel de SAR, la vegetación predominante es el matorral sarcocaule en distintas fisonomías y estructuras, tales como matorral sarcocaule con vegetación secundaria, mezquital, asimismo dentro de la región establecida se ubica en la zonas más elevadas a la selva baja caducifolia que es apenas la parte final de la gran zona de selva de la parte central de la península de Baja California Sur, y en una proporción muy menor al pastizal cultivado para finalmente ubicar una pequeña zona sin vegetación aparente. Los tipos de vegetación que conforma el Sistema Ambiental Regional se basan, principalmente por las geoformas (topografía), esto, debido a la gran heterogeneidad topográfica que presenta el predio y a la influencia que estas tienen en el desarrollo y establecimiento de las especies vegetales.

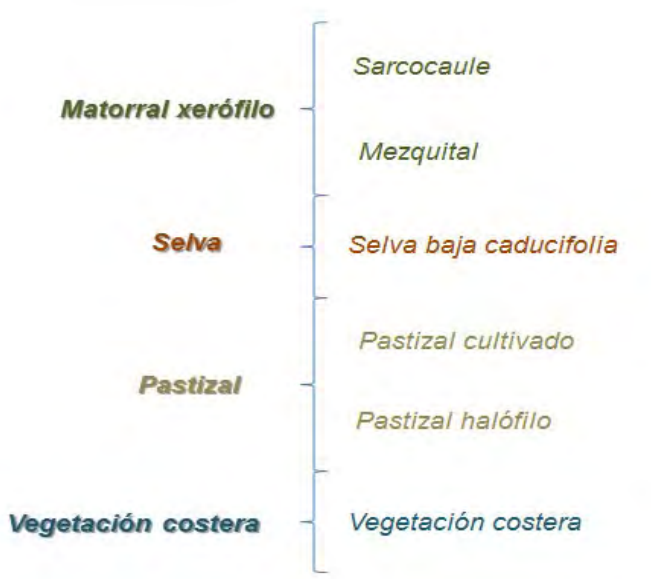


Figura VII.4. Tipos de vegetación en el SAR.

A continuación se presentan superficies de vegetación del SAR (ver tabla VII.1) y las superficies de vegetación del predio (tablas VII.2 y VII.3).

Tabla VII.1. Superficies de vegetación en el SAR.

Comunidad	Superficie (ha)	Porcentaje de Ocupación del SAR
Área sin vegetación aparente	174.451	0.50%
Asentamiento humano	50.913	0.15%
Matorral sarcocaule	19,258.239	55.42%
Mezquital	3380.966	9.73%
Pastizal	290.072	0.83%
Selva baja caducifolia	11597.636	33.38%
Total	**34,752.327**	**100.00%**

Tabla VII.2. Superficies de vegetación en el predio.

PREDIO	COMUNIDAD	CLAVE	ÁREA	
			M^2	Has
1	área sin vegetación aparente	DV vd	1239504.57	123.95
	matorral sarcocaule	S	10607318.6	1060.732
	matorral sarcocaule con vegetación secundaria	S vs	1740298.86	174.03
	mezquital (incluye huizachal)	Mz vg	382732.082	38.273
2	matorral sarcocaule	S	6183848.9	618.385
3	matorral sarcocaule	S	9090810.1	909.081
	matorral sarcocaule con vegetación secundaria	S vs	4898073.34	489.807
	mezquital (incluye huizachal)	Mz vg	444988.794	44.499
	selva baja caducifolia y subcaducifolia	Bcs	3122227.73	312.223

Tabla VII.3. Superficies de vegetación por predio (1,2 y 3).

Tipo de vegetación	PREDIO 1
Sin vegetación aparente	123.95
Matorral Sarcocaule	1060.732
Matorral Sarcocaule con vegetación secundaria	174.03
Mezquital (incluye Huizachal)	38.273

Tipo de vegetación	PREDIO 2
Matorral Sarcocaule	618.385
Tipo de vegetación	**PREDIO 3**
Matorral Sarcocaule	909.081
Matorral Sarcocaule con vegetación secundaria	489.807
Mezquital (incluye Huizachal)	44.499
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	312.223
Total	**3770.98**

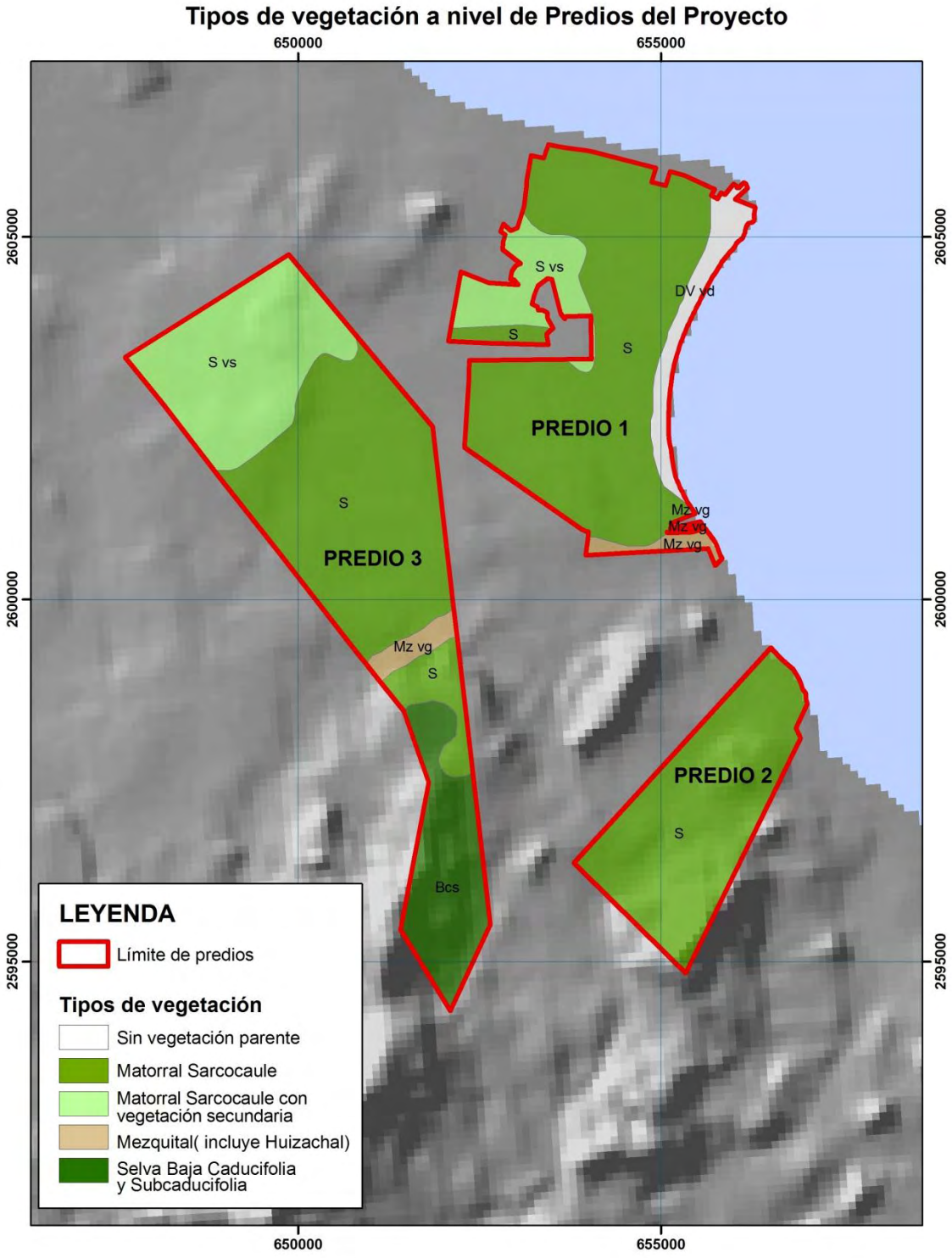


Figura VII.5. Tipos de vegetación presentes en el predio.

Listado de flora status y distribución respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Cactácea	*Echinocereus spp.*	Pr endémica
	Mammilaria spp.	Pr endémica

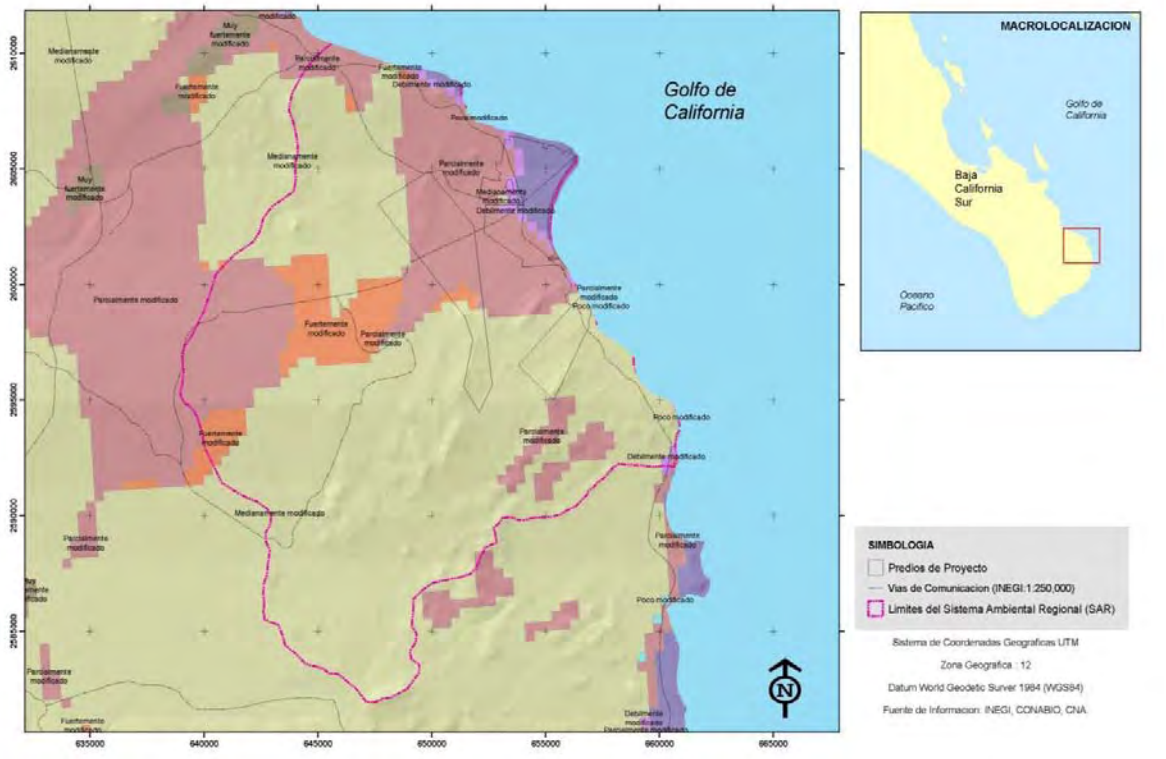


Figura VII. 6. Grado de intensidad de modificación del SAR del proyecto.

7.1.2.2.2 Fauna

En la península no hay especies indicadoras que muestren con claridad la separación de las distintas zonas zoogeográficas, como sucede en otras regiones más septentrionales de Norteamérica, sino más bien es la estructura de las comunidades faunísticas las que caracterizan a una región determinada. El aislamiento geográfico de la península y las condiciones climáticas imperantes han modificado profundamente la fauna de vertebrados terrestres de la región, encontrándose muchas especies en hábitats diferentes a los que normalmente se les encuentra más al norte. Básicamente la fauna de vertebrados terrestres es de origen neártico y sólo han permanecido algunos elementos de origen neotropical. Las comunidades que forman la fauna terrestre están constituidas por un conjunto complejo de especies de animales silvestres, las que en conjunto con las comunidades de los demás reinos bióticos interactuantes y el medio abiótico, dan forma a los ecosistemas locales, en los cuales cada especie tiene su lugar en la trama trófica y en el flujo de energía, ocupando niveles tróficos específicos en el ciclo de los nutrientes del ecosistema, y en el reciclaje natural de la materia.

En la siguiente tabla se describe la caracterización de la fauna terrestre presente en el SAR.

Tabla VII.4 Caracterización de la fauna terrestre

Fauna	Caracterización
Aves	Mediante el trabajo de campo se realizaron censos de aves en 56 diferentes puntos distribuidos a lo largo de caminos y veredas, asignando una referencia de GPS a cada ave en cada lugar y se hicieron 330 registros individuales. Se han encontrado un total de 52 especies de aves en la zona. Para los predios del proyecto se obtuvieron que la familia más representativa es la Scolopacidae, Accipitridae y Laridae, en el mismo orden representan el 9.4%, 7.55% y 7.55% respectivamente de un total de 52 especies. El 21% de las aves en la zona del proyecto y áreas de influencia se tiene que corresponden a un hábitat costero, el 79% correspondió a aves de hábitat terrestres. Una de las observaciones más notorias se obtuvo durante los recorridos por los arroyos donde se noto que las aves se movían y forrajeaban entre las zonas con vegetación más densa (vegetación de galería) y solo usaban las zonas de las laderas, con vegetación mas separada y más seca, como un corredor para moverse. Las especies más abundantes en los predios del Proyecto son *Cardinalis cardinalis*, *Campylorhynchus brunneicapillus Zenaida asiática, Melanerpes uropygialis,* con un registro de mas de 30 individuos y observada en grupos de 3 a más de 10 organismos. Las especies *Cathartes aura, Aphelocoma californica Auriparus flaviceps* y *Myiarchus cineracens* reportaron una abundancia absoluta de 21 a 10 individuos, por lo que se les considera como comunes. Las demás especies se consideran como raras ya que de cada una se registraron únicamente 10 individuos o menos. La mayor similitud entre los predios del Proyecto y las AICAS analizadas correspondió a la Isla Cerralvo, cuyas condiciones de altitud y costeras son similares a las observadas en campo en los predios del proyecto. En cuanto a la Sierra de la Laguna, el factor altitudinal es sin duda, el elemento decisivo que la hace diferente de los predios del Proyecto, no obstante se tiene una coincidencia del 30% de especies. Por último de la comparación con el Estero San José se tiene que el principal factor de variación es la función de hábitat permanente para aves acuáticas residentes y migratorias. En los predios del Proyecto, se asume que además de las especies observadas

	durante el esfuerzo de campo realizado, es probable que también se encuentren aves migratorias similares a las observadas en la Sierra de la Laguna, El estero de San José, la Isla Cerralvo e incluso la Isla Espíritu Santo.
Herpetofauna	Durante la búsqueda bibliográfica realizada para este grupo faunístico solamente se encontró un registro de anfibio (*Buffo punctatus*) con distribución potencial para el Sistema Ambiental. Mientras que para el grupo de los reptiles se encontraron 27 especies potenciales. Para la realización del trabajo en campo, se elaboró también, un listado de especies que ocurren a nivel regional y a nivel local, obtenidos de trabajos similares, a fin de apoyar la búsqueda e identificación de especies. Y se obtuvo la riqueza específica de herpetofauna en los predios del Proyecto es de 1 especie de anfibio y 17 especies de reptiles. La familia con mayor número de especies es Phrynosomatidae con 8 especies, seguida de Iguanidae con 2 especies, cada una de las familias restantes cuentan con dos o una especie. La especie más abundante es *Callisaurus draconoides* con 29 organismos registrados durante los muestreos de campo. Las que se consideran comunes son el Huico garganta anaranjada Cnemidophorus hyperythrus con 14 registros, la Lagartija-arbolera cola negra *Urosaurus nigricaudus* con 9 y Lagartija escamosa de San Lucas *Sceloporus zosteromus* con 6. Por último, las especies restantes se consideran como raras al presentar de 4 a 1 registros. Gran parte de los micro endemismos reportados para la Región son reptiles. Considerando la diversidad topográfica y la movilidad de este grupo, factible que el número de especies existentes sea mayor a las observadas, sin embargo resulta muy complicado ofrecer un parámetro de diferencia. Para la región se han reportado 27 especies de reptiles, de las cuales sólo 18 fueron observadas en los predios del Proyecto para un 21% de las especies reportadas para la península y un 74% para las especies reportadas en la región.
Mamíferos	Para corroborar la distribución potencial de mamíferos dentro del Sistema Ambiental se llevaron a cabo trabajos de campo descritos en el capítulo IV. Se registró una riqueza específica de 16 especies pertenecientes a cinco órdenes y 11 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Canidae, Leporidae, Heteromyidae, Mustelidae y Vespertilionidae con 2 especies cada una. Mientras que, solo se registró una especie para las 7 familias restantes. En cuanto a la abundancia de especies solo fue posible contabilizar un organismo por especie. De las 16 especies de mamíferos observadas en los predios del proyecto, resaltan especies de gran tamaño como el venado bura y el gato montés, que han sido considerados como indicadores del grado de conservación, particularmente en las zonas de vegetación de galería y cauces de los arroyos. La presencia principalmente de roedores en la zona del proyecto y áreas aledañas, es un soporte para la presencia de cadenas de alimentación de aves (rapaces), mamíferos medianos a mayores (coyote) y reptiles (serpientes). Lo anterior al coincidir la presencia de mamíferos menores en las zonas de arroyos, laderas, lomerío y microrelieves. La condición de productividad de la vegetación de galería y su continuidad en zonas de lomeríos, permiten sugerir que estas áreas son zonas preferenciales de alimentación, así como de corredor biológico (este punto se analiza a detalle más adelante).

Del total de especies observadas en los predios del Proyecto, 27 se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 18 especies son endémicas, siendo los reptiles y aves los grupos de mayor coincidencia (Tabla VII.5.).

Tabla VII.5. Especies en estatus de Categoría de Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría	Distribución
Aves	Aguililla aura	*Buteo albonotatus*	Pr	no endémica
Aves	Aguililla cola roja de Socorro	*Buteo jamaicensis*	P	endémica
Aves	Sastrecillo de La Laguna	*Psaltriparus minimus*	Pr	endémica
Aves	Cardenal rojo de Tres Marías	*Cardinaliscardinalis*	Pr	endémica
Aves	Tórtola coquita de Socorro	*Columbina passerina*	A	endémica
Aves	Zacatonero garganta negra	*Amphispiza bilineata*	A	no endémica
Aves	Toquí pinto de La Laguna	*Pipilo erytrophtalmus*	Pr	no endémica
Aves	Gaviota ploma	*Larusheermanni*	Pr	no endémica
Aves	Gaviota pata amarilla	*Larus livens*	Pr	no endémica
Aves	Perlita californiana	*Polioptila californica*	A	no endémica
Mamíferos	Venado bura	*Odocoileus hemionus*	A	endémica
Mamíferos	Ratón-de abazones de Baja California	*Chaetodipus spinatus*	A	endémica
Mamíferos	Rata canguro de Merriam	*Dipodomys merriami*	A	endémica
Mamíferos	Liebre cola negra	*Lepus californicus*	Pr	endémica
Mamíferos	Rata de campo	*Neotoma lepida*	A	endémica
Mamíferos	Tejón	*Taxidea taxus*	A	no endémica
Reptiles	Salamanquesa del Cabo	*Phyllodactylus xanti*	Pr	endémica
Reptiles	Iguana espinosa de Sonora	*Ctenosaura hemilopha*	Pr	endémica
Reptiles	Lagartija cachorra	*Callisaurus draconoides*	A	no endémica
Reptiles	Lagartija escamosa de San Lucas	*Sceloporus zosteromus*	Pr	endémica
Reptiles	Lagartija-arbolera de BC	*Urosaurus lahtelai*	A	endémica
Reptiles	Lagartija-arbolera cola negra	*Urosaurus nigricaudus*	A	endémica
Reptiles	Lagartija-costado manchado común	*Uta stansburiana*	A	endémica
Reptiles	Falta definir la especie, hay variasen la nom	*Cnemidophorus hyperythrus*	Pr	endémica
Reptiles	Serpientes de Cascabel	*Crotalus ruber*	Pr	no endémica

En la Tabla VII.6., se presenta por grupo faunístico el total de especies en estatus de la NOM-059, donde se tiene que los grupos como son Aves (10), Reptiles (9), Mamíferos (6) en este mismo orden presentan número de especies en estatus.

Tabla VII.6. Resultados de especies en estatus de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	A Amenazada	P Peligro de Extinción	Pr Protección Especial	Total
Aves	3	1	6	10
Mamíferos	5		1	6
Reptiles	4		5	9
Total	**12**	**1**	**14**	**27**

Las categorías de las especies corresponden a 1 especies en peligro de extinción (P), 12 especies como amenazadas (A), y 14 especies sujetas a protección especial (Pr).

En la Tabla VII.7 se presentan el total de especies en estatus de distribución endémica o no endémica. Donde se presenta que las 27 especies en la zona del proyecto, 18 son endémicas y 9 son no endémicas. En el mismo sentido los resultados por grupo y cantidad de especies presenta que los Reptiles (7), mamíferos (5), aves (4) y flora (2) son presentan mayor número de especies.

Especies observadas durante el esfuerzo de campo en los predios del proyecto, catalogadas en algún Estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla VII.7. Resultados de especies en estatus de distribución de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Endémica	No Endémica	Total
Aves	4	6	10
Flora	2		2
Mamíferos	5	1	6
Reptiles	7	2	9
Total	**18**	**9**	**27**

7.1.2.2.3. Indicadores del estado de conservación del SAR

Retomando la información existente de fuentes oficiales, se observa que las comunidades de vegetación delimitadas en sus bases descriptivas presentan definiciones de deterioro. Esto enfocado a que las comunidades de vegetación que presentan la terminación "con vegetación secundaria" denotan que ha presentado en algún momento un efecto negativo en su estructura natural.

Criterios	Descripción
Integridad Ecológica funcional de la región	En los límites del Sistema Ambiental Regional concurren áreas de matorral sarcocaule y selva baja caducifolia es importante resaltar esta condición a fin de atender lo referente a la dinámica del ambiente. Es de considerar que las acciones que se realicen tengan el sentido de corresponsabilidad con el fin de mejorar las comunidades de vegetación como base de soporte a la interacción flora-fauna.
Presiones Ambientales a nivel SAR	La cartografía que se menciona, presenta una evaluación de las modificaciones ecológico-paisajísticas, y que se basa en la identificación de los cambios que los componentes del paisaje (clima, suelo, flora, fauna, etc.) pueden sufrir a causa de los agentes modificadores (procesos naturales y actividades antrópicas), y a la vez asignarles un grado de intensidad en función de lo auto mitigable, reversible o irreversible de la modificación. Para los fines de este proyecto se han enmarcado en éste los estados de Chihuahua, Sonora, Baja California Norte y Sur.
Vegetación Terrestre a nivel predio	La vegetación presente en los predios del proyecto es primordialmente matorral sarcocaule, vegetación que domina también en el Sistema Ambiental Regional, así como en un contexto Supraregional y hasta estatal, también se ubica vegetación de mezquitales, este tipo de vegetación está asociada a los arroyos, y es importante manifestar que es parte de la zona que se conservará, asimismo, se ubica vegetación de selva baja caducifolia en uno de los predios, y al igual que el mezquital forma parte de la zona de conservación. Pastizal Halófilo. Sporobolus virginicus y Juvea pilosa). Finalmente se ubico a la vegetación costera (Presenta cierto grado de afectación por proceso eólicos, formación de caminos y brechas.) Selva Baja Caducifolia (Esta comunidad vegetal domina la zona de sierra y algunos lomeríos)
Flora y fauna de en estatus respecto a la NOM059SEMARNAT2010.	De los resultados de especies de flora y fauna en estatus y de las definiciones de la NOM-059, las especies en estatus se consideraron como indicadores ecológicos y de integridad, constituyendo uno de los atributos de zonificación ambiental de los predios del Proyecto.
Corredores Biológicos	De acuerdo con el análisis presentado en el capítulo 4, los corredores biológicos en el SAR delimitado para el Proyecto están en función de los arroyos existentes ubicados en la planicie, los cuales permiten que la mayoría de la fauna cubra sus necesidades básicas lo cual define la distribución de la flora y la fauna en el mismo. Asociado a este componente, tenemos también la topografía del lugar ya que en las zonas altas es donde la vegetación esta mejor conservada ya que es una limitante para el desarrollo de las actividades antrópicas que se llevan a cabo en el SAR, como es la agricultura, la apertura de brechas y caminos y la existencia del aeropuerto. En conclusión, resulta relevante que el mantener y mejorar las condiciones de la zona de proyecto, sus áreas

Criterios	Descripción
	aledañas y en el marco del SAR permitirá mantener los procesos de fauna existentes donde los impactos a generar deberán de estar mitigados o compensados vía acciones de Manejo en los componentes de paisaje enfocado a flora, así como los mencionados como relevantes como son las zonas de arroyos y su relación de vegetación, topografía y topoformas. (Ver figura.VII.6)
Manejo de Áreas Relevantes: Hidrología Superficial	La información obtenida para el SAR en aspectos de flora y fauna nos permite tener elementos de análisis y a su vez derivado del análisis de información temática de hidrología superficial (INEGI) en el marco del SAR, se tiene que existe una longitud total de 176.63 km de arroyos, de los cuales 10.88 km de arroyos se encuentran dentro de los predios donde se ubica el proyecto propuesto. Si bien las condiciones de los arroyos son de media a baja perturbación antropogénica son la ganadería, bancos de materiales, remoción de vegetación, así como los procesos naturales de erosión los principales agentes, estos requieren de medidas de manejo y restauración enfocadas a conservar sus funciones. Lo anterior nos permite conocer que un porcentaje del 6% de la hidrología superficial estaría sujeto a una interacción del proyecto en cuestión con mayor o menor medida de disturbio o afectación directa sobre este componente del medio físico. Este resultado, da la pauta a que en el marco del proyecto deberían de ser aplicadas al manejo de conservación y restauración de zonas de arroyos de áreas aledañas al proyecto (Figura VII.6). Debiéndose considerar que sea de manera vinculada con instituciones a fin de conocer su dinámica ambiental y su condición en los procesos naturales y los antropogénicos.

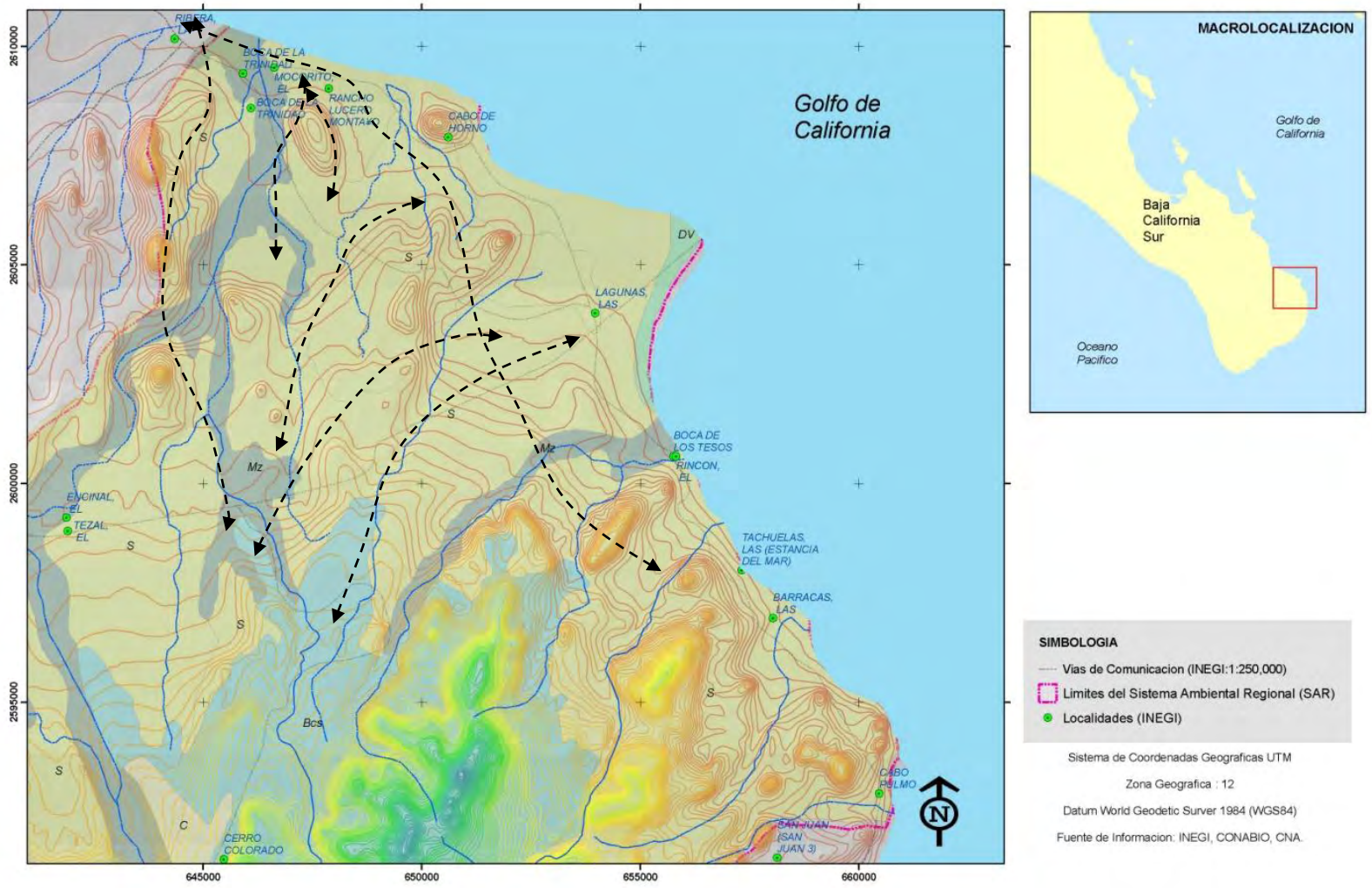


Figura VII. 6. Corredores Biológicos.

7.1.4. Situación Actual del Sistema Ambiental Marino (SAM)

El Golfo de California presenta una diversidad topográfica, batimétrica y climática, considerada por los especialistas como una zona con características muy particulares, mismas que han propiciado una amplia variedad de hábitats, los cuales son utilizados por la flora y la fauna marina, dando como resultado zonas con alta diversidad e invaluable importancia ecológica. El Golfo de California es un sistema subtropical con altas tasas de productividad primaria, en el cual se han registrado 4,500 especies de invertebrados marinos, 875 especies de peces, 1,347 especies de aves terrestres y marinas, 30 especies de mamíferos marinos, 7 especies de tortugas marinas y 450 especies de macro algas (Castro-Aguirre et al., 1995; Cortés, 1996; Jiménez-Gutiérrez, 1999).

Por las características de los fondos costeros a lo largo del Golfo de California se desarrollan arrecifes de tipo rocoso que presentan comunidades coralinas. Estos arrecifes se extienden principalmente a lo largo de la costa oriental de la península y en más de las 100 islas e islotes que circundan sus costas, muestran una heterogeneidad estructural importante que permite el establecimiento de biota muy diversa, compuesta por una amplia variedad de especies sésiles (principalmente invertebrados como algas y corales) y móviles (como algunos invertebrados y peces (Viesca-Lobatón et al., 2007). En comparación con las grandes estructuras arrecifales de origen coralino que existen en el mundo, los arrecifes del Golfo de California son ecosistemas relativamente jóvenes en el desarrollo de la historia evolutiva del planeta (ecológicamente hablando).

7.1.4.1. Flora Marina

La zona marina con que colinda Cabo Cortés es esencialmente un arenero, delimitado al Norte y Este por un sistema de fosas que delimitan la plataforma continental y que en la cercanía de Punta Arena se ubican a menos de 40 metros de la línea costera.

7.1.4.1.1 Macro Algas

De acuerdo con los escasos trabajos publicados para la zona en cuanto a la ficoflora se para la zona sur del SAM (Cabo Pulmo) se reportan 93 especies, de las cuales 33 (48.5%) constituyen nuevos registros para el arrecife. Para la zona norte del SAM (Punta Arenas), se reportan 88 especies, debido a que ese lugar se caracteriza por poseer un litoral formado por peñascos, que favorecen la fijación de algas marinas aumentando su diversidad. Por el tipo de sustrato que predomina en Punta Arena, las especies que se desarrollan preferentemente son: *Porphyra hollenbergii, Amphiroa beauvosii, A. misakiensis, A. valonioides, Botryocladia uvarioides, Gracilaria pachydermatica, Dictyota crenulata, D. friabilias, Padina durvillaei, Cladophora serícea, Phyllodictyon anastomosans* y *Acetabularia pavula*, entre otras (Mateo-Cid et al., 2000).

La diferencia observada entre la zona norte y sur del SAM (Punta Arenas y Cabo Pulmo respectivamente), puede ser atribuible a que en Cabo Pulmo, la competencia directa por espacio es mucho más intensa ya que el sur presenta por mucho una mayor cobertura de especies coralinas, mismas que como es sabido son competidoras directas de algas entre otras especies por el recurso espacio.

Las características fisicoquímicas imperantes en el área de estudio, permiten diferenciar al menos tres áreas en orden latitudinal: Una en la zona norte “Punta Arena”, otra zona central dentro del Parque Marino de Cabo Pulmo y una más en la parte más sureña cerca de Los Frailes, por lo que no es de extrañarse que el comportamiento de las comunidades biológicas sugieran también dinámicas distintas. Referente a la productividad primaria y secundaria en plancton (fitoplancton y zooplancton) encontramos que la composición y distribución del fitoplancton se ve directamente influenciada por los cambios fisicoquímicos imperantes en cada estrato, no obstante la productividad se mantiene baja a lo largo del año, lo que confiere la transparencia de la columna de agua. En la abundancia se observaron variaciones que presumiblemente están relacionadas con la variación térmica, la cual se ve reflejada en periodos y que a su vez permite observar una regionalización, donde la región comprendida dentro del Parque Marino de Cabo Pulmo, se mantiene como una identidad independiente, y que la región norteña (Las barracas a Pta. Arenas) se comporta como otra identidad. Cabe destacar que con base en nuestros resultados se sugiere que particularmente en la parte sureña del Parque, la existencia de la saliente geográfica del Cabo de los Frailes, brinda una cierta protección física a la Reserva en condiciones adversas asociadas a flujos de agua desde el Sur, como el evento de marea roja causado por el ciliado *Myrionecta rubra*, que se manifestó desde la región de Los Cabos, causando una muy numerosa mortandad de peces el sur del Cabo de los Frailes pero que no se observó con impactos al interior de la Reserva.

7.1.4.2. Fauna Marina

El SAM en cuestión puede ser dividido en dos zonas de importancia, con respecto a la complejidad de los hábitats que los conforman, la norte con menor heterogeneidad estructural y el sur con elevada heterogeneidad estructural, esto les confiere obvias diferencias en flora y fauna marina.

De acuerdo con datos de riqueza específica reportada en la literatura consultada para este estudio fue de 718 especies de 11 grupos taxonómicos. El grupo mejor representado y mas estudiado es el de los peces con 255 especies reportadas, de estas cerca de 69 especies son las más comunes, pertenecientes a 49 géneros. Las 255 especies fueron descritas a lo largo de cerca de 65 años de censos y recolectas en la zona a través de diferentes métodos.
El grupo de los moluscos es muy diverso y para la zona esto no es la excepción, se reportan 181, especies que en su mayoría pertenecen a la fracción de micro moluscos, característicos de ecotónos rocoso-arenoso del área. Otros grupos muy importantes para el ecosistema son las algas, artrópodos y equinodermos con 122, 96 y 39 especies respectivamente. El grupo de corales es sumamente importante, se encuentra ampliamente representado en un espacio relativamente pequeño como es el SAM, si consideramos que el total de especies reportadas para la región es de cerca de 18 especies (figura VII.7). Así mismo, es el grupo de mayor importancia ecológica y con mayor biomasa para la zona.

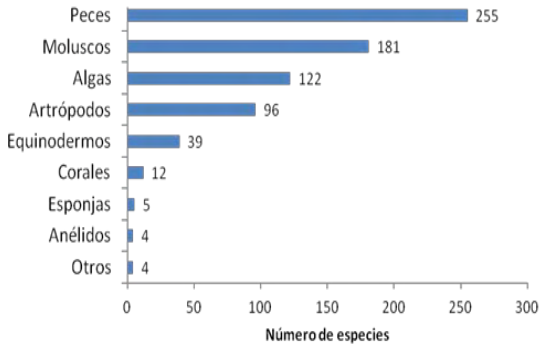


Figura VII.7. Riqueza específica por grupo taxonómico reportados para el SAM.

Si se compara la riqueza de especies para la zona norte y sur del SAM, se observa que la zona sur es mucho más importante ecológicamente hablando que la zona norte, por la cantidad de especies presentes. Se debe considerar que la escasa información que se tiene para la zona norte, subestima el número de especies presentes, los grupos como peces, equinodermos, moluscos y corales no están reportados en la literatura científica para la zona norte. Por lo que se debe considerar poco confiable la comparación entre una zona y otra, es recomendable se lleven a cabo mas estudios que estimen la riqueza, principalmente para la zona poco estudiada.

Es importante señalar que solo el 11% de las especies reportadas están presentes en la zona norte, cabe mencionar que estas especies son esencialmente de algas marinas, grupo que en la zona norte tienen mayor importancia comparada con el sur; 91 especies para punta arenas y 71 especies en Cabo Pulmo.

El área marina que rodea a la zona de Punta Perico e Isla Cerralvo, que se ubica en el área faunística de Cabo San Lucas, en la franja de costa que comprende desde La Bahía de La Paz hasta Cabo San Lucas, zona IV ó Bajo Golfo para Thomson, et al. (2000). En esta área se observa la mayor riqueza de peces de arrecife de todo el Golfo de California, estudios sobre la hidrodinámica de esta región, han llegado a la conclusión de que es una zona con una estructura oceanográfica y una dinámica fuertemente influenciada por las masas de agua que provienen del Pacífico norte, Pacífico tropical y del mismo Golfo de California (Álvarez-Borrego 1983). Esta dinámica compleja da como resultado la riqueza faunística presente, de importancia pesquera y ecológica, con recursos de pesca masiva (pelágicos menores), turístico, de pesca deportiva y buceo recreativo, así como pesquerías importantes de tipo artesanal.

En la siguiente tabla se describe la caracterización de la fauna marina (comunidad bentónica e íctica) de acuerdo al Sistema Ambiental Marino (SAM), donde se localiza el Proyecto.

Tabla VII.8 Caracterización de la fauna marina en el SAM

Componente Natural		Descripción
Fauna Bentónica	Invertebrados marinos	De las 121 especies de macro invertebrados reportadas para Cabo Pulmo, 40 son encontradas en intima asociación con colonias de coral y el resto asociadas a fondos rocosos y arenosos. La comunidad de moluscos es mejor representada para Cabo Pulmo, observando 7 especies de macro moluscos, y 47 especies de micro moluscos. Se observa que durante la primavera, la riqueza específica y la diversidad son mayores, una asociación positiva entre 15 especies de micro moluscos y 2 géneros de corales hermatípicos (Vicencio Aguilar, 1998).

Componente Natural		Descripción
	Corales	Los arrecifes de coral del Pacifico oriental son típicamente pequeños (de unas cuantas hectáreas), de distribución discontinua y baja diversidad de especies. Debido a que las condiciones físicas de la región aparentemente no favorecen el crecimiento del arrecife por sus bajas temperaturas, baja salinidad y por cargas elevadas de nutrientes. Los disturbios son frecuentes, la bioerosión intensa y su recuperación parece ser extremadamente lenta (Cortés, 1997). La riqueza de especies de corales hermatípicos, describen los patrones generales de distribución geográfica del grupo en el Pacífico mexicano, con 23 especies de corales; la mayoría de los taxa habitan tanto en el Pacífico mexicano como en el Indo-Pacífico. La zona de las islas Revillagigedo y Nayarit son las que presentan la mayor riqueza de especies con 18 y 12 respectivamente. De estas solo dos especies se consideran especies endémicas (*Porites sverdrupi* y *P. baueri*), ambas habitan en el Golfo de California o zonas aledañas. Por lo anterior a la región se le ubica dentro de la zona con mayor riqueza específica dentro del Pacífico oriental tropical. No se encontraron evidencias de verdaderas barreras biogeográficas que restrinjan el paso a los corales entre asociaciones faunísticas. De las especies registradas para México, cerca del 50% presenta una distribución geográfica muy restringida. En su mayoría tales taxa no son endémicos sino colonizadores recientes desde el Indo Pacífico y aún ocupan áreas limitadas en el país (principalmente insulares). Se menciona que los constantes eventos de extinción local, causados por lo limitado de la distribución de algunas especies y por el tipo y frecuencia de la colonización transpacífica, modifican los procesos normales de sucesión comunitaria, ocasionando que el Pacífico mexicano sea una zona altamente dinámica desde el punto de vista de la fauna coralina. En el área de Cabo Pulmo existe un desarrollo coralino importante, con el consiguiente aumento en riqueza de especies propias de este tipo de comunidades. Las especies comúnmente encontradas son *Lutjanus viridis, Kyphosus elegans, Johnrandallia nigrirostris, Suflamen verres, Holacanthus clarionensis, Thalassoma lucasanum* y *Halichoeres chierchiae*. Ocasionalmente, en invierno y primavera, se pueden encontrar elementos de la ictiofauna sandieguina como *Hypsypops rubicundus, Girella nigricans, Hermosilla azurea, Chaetodon falcifer, Halichoeres semicinctus* y *Semicossyphus pulcher.*

Componente Natural	Descripción
Comunidad de peces	Se ha reportado que la ictiofauna del golfo de California, está compuesta de aproximadamente de 586 especies, cuya afinidad pueden ser: tropical, subtropical, templada y aún ártico-boreal, y compuesto de 17% de especies endémicas. Se ha mencionado que 20 especies de peces son los más dominantes en la región del Golfo de California, incluido Cabo Pulmo. La fauna íctica del Golfo de California no reacciona homogéneamente al incremento de la temperatura, los modelos han pronosticado que ante un evento de elevación de la temperatura, 4 especies podrían reducir su abundancia, bajo el mismo escenario otras 14 especies potencialmente podrían incrementarla y solo dos especies mantenerla estable, así mismo seis especies podrían extender su distribución geográfica. Estos eventos podrían causar un desbalance ecológico en las asociaciones de peces y en consecuencia afectar las funciones de los arrecifes. La ictiofauna propia de fondos arenosos y lodosos tiene menos elementos endémicos que la de fondos rocosos, aunque su riqueza específica es ligeramente mayor (282 en comparación con 271). La región sureña del Golfo de California, puede ser considerada como el límite norteño en la distribución de muchas especies subtropicales y tropicales estenotérmicas, muchas de ellas invasoras ocasionales provenientes de la provincia panameña. Existen 37 especies de peces de muy amplia distribución en el Golfo, de las cuales solo 30 han sido colectadas en la región sureña y alrededor de 10 que parecen existir solo en la zona de Los Cabos (Castro-Aguirre *et al*., 1995). La extensión de litoral entre el sur de La Paz y Los Cabos, que es relativamente corta, exhibe una de las más altas riquezas especificas del continente americano, en cuanto a peces de ambientes rocosos se refiere. Se reportan para el arrecife Cabo Pulmo en total de 236 especies de peces principalmente provenientes de la provincia Panámica (161 especies), *Thalassoma lucassanum*, *T. gramaticum* y *Chormis atrilobata,* fueron las especies más abundantes durante todo el periodo de estudio. De igual manera no se observó la presencia de especies endémicas del arrecife. Las especies de góbidos: *Gobisoma chiquita*, *G. etheostoma*, *Barbulifer mexicanus*, *Aruma histro*, *Gobulus hancocki, Chriolepis zebra, C. minutillus, Pycnomma semisquamatum* y *Gillichtys seta*, son endémicas del Golfo de California (Castro-Aguirre *et al*., 1995). Las especies de peces asociadas a corales son los peces loro, *Scarus perrico, S. ghobban, S. rubroviolaceus* y *S. compressus*, la murena *Echidna zebra*, el cirujano *Prionurus punctattus*, el ídolo moro *Zanclus canescens*, el pez halcón *Cirrhitichthys oxycephalus* y el pez globo *Arothron meleagris* (Brusca y Thompson, 1975). Los registros indican que solo tres especies determinadas se encuentran sujetas a protección especial según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. (Tabla IV.33 del capítulo IV., señalados con asterisco). La castañeta mexicana (*Chromis limbaughi*) se reporta como una especie endémica para el Golfo de California. No obstante el ángel real (*Holacanthus passer*) y el ángel de Cortés (*Pomacanthus zonipectus*), forman parte de la ictiofauna del Pacífico oriental tropical.
Tiburón ballena	Los tiburones ballena muestran agregaciones estacionales en diferentes partes del mundo, dentro de las cuales el Golfo de California sobresale por presentar grupos de esta especie durante Mayo-Junio y Septiembre-Noviembre (Ketchum 2003). El tiburón ballena, se incluye en las categorías de protección: Categoría de la lista roja **IUCN**: Vulnerable (VU) (Norman 2005) y Norma Oficial Mexicana (**NOM-059-SEMARNAT-2010**): Categoría de Amenazada. En Cabo Pulmo se tiene registro de avistamientos ocasionales de estos individuos pero no se cuenta con información detallada de abundancia y frecuencia de los mismos en sus cercanías, sin embargo no es una zona considerada como área de crianza o reproducción para tiburones y tampoco constituye uno de los centros de concentración de individuos de esta especie. Por lo

Componente Natural	Descripción
	que esta área marina es un área de tránsito ocasional. Teniendo en cuenta que *R. typus* es una especie que realiza grandes migraciones, es probable que los organismos avistados en Cabo Pulmo, sean organismos en transito que se dirigen a zonas de mayor concentración como La Bahía de La Paz, o "Gorda Banks" al sur de la Península de Baja California, o incluso hacia el Pacífico Norte. La mayor amenaza que podría ocasionar el desarrollo del Proyecto a la población de tiburones ballena en la zona marina de Cabo Pulmo es el aumento del tránsito de embarcaciones que incrementaría la posibilidad de lesionar a los individuos por choques con las embarcaciones. Por lo anterior se recomienda establecer límites de velocidad para todo tipo de embarcaciones en la zona marina correspondiente, con el fin de disminuir la posibilidad de choques con los tiburones ballena que puedan estar de paso por el área y de esta manera proteger la integridad de los animales. Adicionalmente en caso de realizarse actividades de avistamiento de estos organismos, se sugiere regular el buceo y las observaciones de los mismos en las embarcaciones.
Mamíferos marinos	La región de Cabo Pulmo se encuentra en el extremo suroeste del Golfo de California colindando con el Océano Pacífico Oriental. Esta ubicación geográfica resulta favorable para la diversidad de mamíferos marinos, representando cerca del 80% a nivel nacional y un 25% a nivel mundial. Aún cuando es difícil registrar avistamientos directos dentro del SAM delimitado para el Proyecto, considerando que la zona marina con la que colinda el sitio del proyecto es esencialmente un arenero, delimitado al Norte y Este por un sistema de fosas que delimitan la plataforma continental y que en la cercanía de Punta Arena se ubican a menos de 40 metros de la línea costera. La parte sur del SAM es una zona atractiva turísticamente por su diversidad y riqueza de especies marinas, producto de características oceanográficas que se complementan para dar lugar a muchas especies marinas De los mamíferos marinos avistados en Cabo Pulmo, podemos mencionar al lobo marino, es el pinnípedo más común y abundante de México. La Orca posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en cualquier región marina. El Zífido de Longman posee aparentemente una distribución geográfica restringida, esta especie solamente se ha avistado dos veces cerca de Los Cabos en B.C.S. A excepción del lobo marino de California, muchas de las especies de mamíferos marinos que se pueden observar en la región no muestran evidencias de actividades vitales en el SAM determinado para el proyecto. Asimismo, a continuación se mencionan los mamíferos marinos con algún grado de protección (**NOM-059-SEMARNAT-2010)** que por su límite de distribución se pudieran encontrar en el SAM delimitado para el Proyecto, con probable presencia en la parte sur del SAM. *Balaenoptera acutorostrata,* Ballena Minke, Pr; *Balaenoptera borealis,* Ballena de Sei, Pr; *Balaenoptera edeni,* Ballena de Bryde, Pr; *Balaenoptera physalus,* Ballena de aleta, Pr; *Balaenoptera musculus,* Ballena azul, Pr; *Megaptera novaeangliae,* Ballena jorobada ,Pr; *Eschrichtius robustus,* Ballena gris, Pr; *Physeter macrocephalus,* Cachalote, Pr; *Kogia sima,* Cachalote enano, Pr; *Kogia breviceps,* Cachalote pigmeo, Pr; *Delphinus capensis,* Delfín común de rostro largo, Pr; *Delphinus delphis,* Delfín común de rostro corto, Pr; *Grampus griseus,* Delfín de Risso, Pr; *Globicephala macrorhynchus,* Calderón de aletas cortas, Pr; *Lagenorhynchus obliquidens,* Delfín de costados blancos del Pacífico, Pr; *Orcinus orca,* Orca, Pr; *Pseudorca crassidens,* Orca falsa, Pr; *Peponocephala electra,* Calderón pigmeo, Pr; *Stenella attenuata,* Delfín manchado pantropical, Pr; *Stenella coaeruleoalba,* Delfín listado, Pr; *Stenella longirostris,* Delfín tornillo de rostro largo, Pr; *Steno bredanensis,* Delfín de dientes rugosos, Pr; *Tursiops truncatus,* Tursión, Pr; *Berardius beardii,* Zífido de Baird, Pr; *Indopacetus pacificus,* Zífido de Longman, Pr; *Mesoplodon densirostris,* Mesoplodonte de Blainville, Pr; *Mesoplodon peruvianus,* Mesoplodonte pigmeo, Pr; *Mesoplodon* sp. A, Mesoplodonte especie A, No catalogado; *Ziphius cavirostris,* Zífido de Cuvier, Pr; *Zalophus californianus,* Lobo marino de California, Pr; *Arctocephalus townsendi,* Lobo fino de Guadalupe, Pr; *Phoca vitulina,* Foca común, Pr;

Componente Natural	Descripción
	Mirounga angustirostris, Elefante marino del norte, A.
Aves	De acuerdo con los datos reportados en la literatura especializada que fue consultada, en el Sistema Ambiental Marino y en el sitio del Proyecto existen 39 especies potenciales de aves que se agrupan en 7 órdenes, 14 familias y 25 géneros. La lista de especies potenciales de aves marinas y costeras indica las especies registradas en la literatura y las especies con observación potencial. De estas, 16 (42%) están indicadas por bibliografía en diferentes listas y 22 (58%) son potencialmente observables. De las 16 especies registradas en literatura seis son residentes con poblaciones reproductivas en la región, cuatro son visitantes no reproductivos y seis más se consideran migratorias. Además cinco de ellas (31%) se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana, todas como "sujetas a protección especial". De las 22 especies potenciales, 5 son residentes, 4 son visitantes no reproductivos y 13 migratorias. De estas especies 4 están listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, dos como "sujetas a protección especial", una "amenazada" y una más "en peligro de extinción" : *Sula nebouxii*' Bobo Pata azul, NBV, Pr; *Egretta rufescens,* Garceta Rojiza, R, Pr; *Charadrius nivosus,* R,A; *Haematopus palliatus*' R, P. El SAM y el sitio del proyecto presentan una riqueza específica baja, debido a que, a diferencia del ambiente subacuático, la zona intermareal y supralitoral ofrecen una escasa gama de recursos a las aves.
Tortugas Marinas	La playa colindante ubicada al sur del SAM, es sitio de arribazón y anidación de tortugas marinas. Mundialmente se reconoce la existencia de ocho especies de tortuga marina, *Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caretta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata, y Nattator depresus* todas ellas consideradas como en peligro de extinción (GETM/UICN/CSE 1995; SEMARNAT 2010; CITES 2004). Siete de estas especies (*Dermochelys coriacea, Lepidochelys olivacea, Lepidochelys kempii, Caretta caretta, Chelonia mydas, Chelonia agassizii, Eretmochelys imbricata*) arriban a los litorales mexicanos, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe, en estos litorales es donde las tortugas marinas desarrollan parte o la totalidad de su ciclo biológico, por lo que México es considerado en el ámbito mundial como "el País de las Tortugas Marinas" (Márquez 1996ª). Las especies registradas con conducta anidadora en la región son; La tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), La Prieta (*Chelonia agassizii*), y La Golfina (*Lepidochelys olivácea.* Estas tres especies cuentan con registros de anidación en la región. Sin embrago, también puede incluirse a las tortugas Carey (*Eretmochelys imbricata*), y Caguama (*Caretta caretta*) que aunque no cuentan con registros de anidación tienen áreas de alimentación en la zona arrecifal frente al predio PLP, no se descarta la posibilidad de encontrarlas en el predio. Cabo Pulmo y el resto de la zona son importantes debido a que ahí también se presentan especies que se encuentran consideradas bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre las mas sobresalientes se encuentran cinco especies de tortugas marinas (*Caretta caretta, Chelonia agassizi, Dermochelys coriacea, Eretmochelys imbricata y Lepidochelys olivacea*), todas bajo la categoría de en peligro de extinción, y por lo tanto consideradas especies prioritarias para su conservación en México (SEMARNAT 2010). En la región del Mar de Cortés donde se localiza el SAM la temporada de anidación para laúd va de Octubre a Marzo. Cada ejemplar puede poner hasta 6 nidadas por temporada, con 60 huevos en promedio. Para la Golfina la temporada inicia de junio y termina en diciembre. Como hábitat de cinco tipos de tortugas marinas, consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Como especies en peligro de extinción, la zona de playa y primer microrelieve existente a lo largo del sitio del Proyecto, representa un hábitat crítico con necesidad de protección, por lo que el diseño del proyecto consideró excluir de esta zona cualquier obra o actividad.

7.2. Descripción del escenario con la implementación del proyecto.

7.2.1. Escenario con la implementación del proyecto (sin medidas de mitigación)

Una vez analizados los principales componentes del ecosistema y sus afectaciones, se procede a presentar el escenario con la implementación del proyecto, sin considerar que durante las distintas etapas del proyecto objeto de estudio, se propone la ejecución de diferentes medidas de mitigación.

El Sistema Ambiental Regional Terrestre se puede considerar como un sistema de dinamismo moderado a bajo determinado principalmente por el comportamiento y características de los componentes y procesos macroestructurales. De esta manera, aunque el relieve predominante (zonas de transición), generalmente está asociado a ambientes de baja energía, el levantamiento tectónico regional de la Sierra Trinidad reactiva procesos erosivos lo que genera una salida de energía hacia las porciones más bajas, en este caso los valles aluviales así como hacia la zona costera. El tipo de costa que caracteriza a la zona costera que queda comprendida dentro del SAR terrestre es abrasiva-acumulativa, es decir, predominan los procesos de destrucción mecánica de las rocas en el litoral por acción del oleaje. Sin embargo, también están presentes los procesos acumulativos o de depositación. El nivel de intensidad de los procesos abrasivos es muy alto en la unidad de playa mientras que en las planicies, éste se reduce conforme se aleja de la línea de costa predominando entonces los procesos acumulativos y al mismo tiempo van presentándose los procesos eólicos.

En el caso de las planicies costeras, la intensidad de los procesos eólicos son de menor intensidad. Con respecto a la hidrodinámica costera, esta se alterará debido a la construcción de las estructuras de protección como parte de la instalación de la marina.

En términos generales se han identificado las siguientes unidades naturales en el SAR del proyecto:

- Elevaciones de Premontaña y Montaña
- Zonas de Transición
- Sedimentos recientes.

En la figura VII.8 se presenta el caso de afectación o influencia del proyecto a nivel microcuenca, la delimitación de línea en rojo.

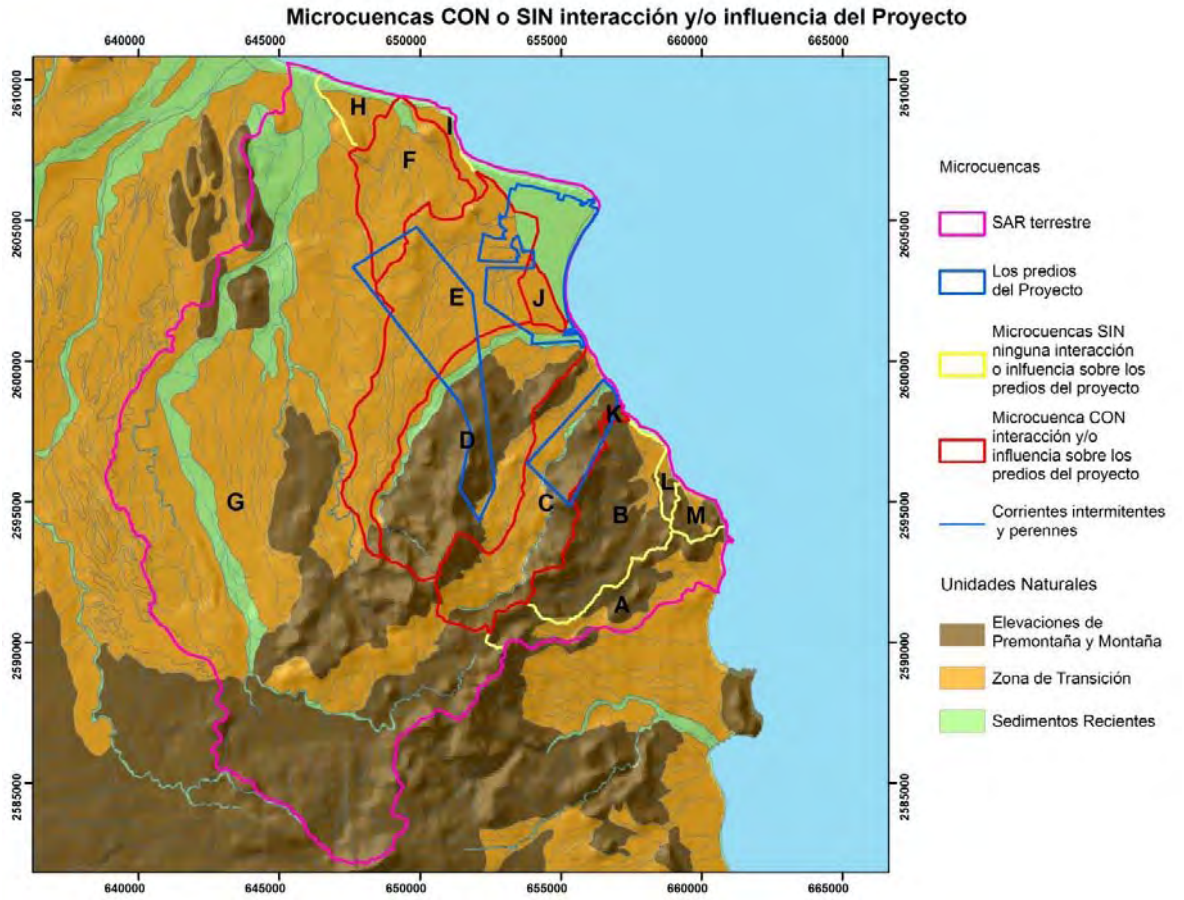


Figura VII.8. Microcuencas con influencia de los predios del proyecto respecto a las unidades naturales

Se estima que el proyecto en lo general propiciará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa.

Por ejemplo, afectaciones a los procesos ecosistémicos de la fauna marina, afectación al proceso de la morfodinámica costera y afectación en general a la biodiversidad y ambientes marinos. También se prevé la generación de ruido, polvo y ocupación de hábitats terrestres, por la operación de la maquinaria y equipo en la fase de construcción. También se prevé que se presentarán impactos por residuos sólidos y líquidos en las diferentes etapas del proyecto. La importancia de considerar un buen manejo de los residuos, es debido a que éstos pueden cambiar las condiciones iniciales de la calidad del agua en el área de influencia.

A continuación, se enuncian los principales impactos que se generarán sobre el SAR con un enfoque de proceso ecosistémico:

- La modificación de la línea de la costa
- El transporte y suspensión de sedimentos (zonas de erosión y acreción). Este tipo de impacto será durante la etapa de construcción y la etapa de operación del proyecto.
- Impacto sobre la fauna marina a nivel local, de igual forma que en el anterior inciso, los principales impactos serán los organismos sésiles de lento movimiento
- Calidad y Cantidad del agua
- Hábitats y comunidades terrestres y acuáticas

Respecto a los impactos generados hacia los procesos ecosistémicos de la zona marina, como cambio en la morfodinámica costera, considerando los resultados de los análisis se identificaron como impactos ambientales *acumulativos* y *residuales*. Definiendo a los impactos *acumulativos* como "El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente".

Como se ha podido observar en los anteriores capítulos de esta MIA, tanto la zona terrestre como la zona marina donde se pretende implementar este proyecto cuenta con cierto grado de conservación, sin embrago, por ubicarse en una zona potencialmente turística se prevé sufrirá ciertos cambios, empezando por los cambios que producen las actividades que se llevan a cabo en el sitio en la zona terrestre, lo cual conlleva a cierta modificación principalmente en la biodiversidad terrestre y marina (mamíferos, bentos, y aves marinas).

Las tendencias indican que si se llevan a cabo dichas actividades, sin las medidas necesarias, el área de estudio se degradará siendo factible la afectación a su estructura y funcionamiento de forma relevante y permanente, por lo que una de las propuestas de este proyecto es implementar el proyecto de forma sustentable, para coadyuvar en acciones que favorezcan al mantenimiento ecosistémico de la zona.

Por otro lado, la implementación del proyecto contribuirá al desarrollo económico del área y de los habitantes en general, sin ocasionar mayores daños al ambiente, no obstante lo anterior, debido a que en la elaboración del proyecto fueron considerados todos y cada

uno de los elementos ambientales de importancia, se presenta un desarrollo conceptual que se ajusta al principio de respetar el funcionamiento ecosistémico, razón por la cual desde el diseño y las medidas propuestas en el capítulo VI pretenden evitar y/o mitigar la mayoría de los impactos ambientales. Asimismo, las propuestas de medidas se implementarán y monitorearán durante todas las etapas del proyecto.

7.2.2. Escenario con la implementación del proyecto (con medidas de mitigación)

En el capítulo IV, fueron analizados los principales componentes del ecosistema y las posibles afectaciones a ellos, por lo tanto se procede a proyectar un escenario con la implementación del proyecto, en sus diferentes etapas del proyecto objeto de estudio, posteriormente se establecen una serie de estrategias definidas como medidas para mitigar, evitar o disminuir el impacto sobre los diferentes componentes ambientales, agua, aire, suelo, flora y fauna, mismas que se han incluido en el capítulo VI.

Las acciones concretas del proyecto susceptibles de producir impactos, derivan de las actividades propias de la ejecución de las siguientes obras:

- ✓ Sistema vial.
- ✓ Acueducto.
- ✓ Dos campos de golf de 18 hoyos.
- ✓ Marina de 300 amarres.
- ✓ Planta desaladora.
- ✓ Planta de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Lotificación (hotel, residencial, comercial).
- ✓ Ecoparque.
- ✓ Un subestación eléctrica
- ✓ La estación de transferencia para los desechos sólidos.
- ✓ La ampliación de la aeropista existente.
- ✓ Un vivero, para el abasto de la jardinería del proyecto.

En la siguiente figura se visualiza de manera general el escenario ambiental con respecto a la distribución de las obras antes citadas, así como las áreas de protección y conservación definidas bajo la opinión de los especialistas y expertos para determinar las zonas de protección de manera inicial la zona terrestre colindante con la Área Natural Protegida “Cabo Pulmo”. Dichas zonas serán reforzadas gradualmente mediante la realización de acciones de reforestación manifestadas en el capítulo que antecede, para cada lote del proyecto con especies nativas y propias de la región peninsular. La superficie que se proyecta para protección y conservación corresponde a un 68.17% de la superficie total.

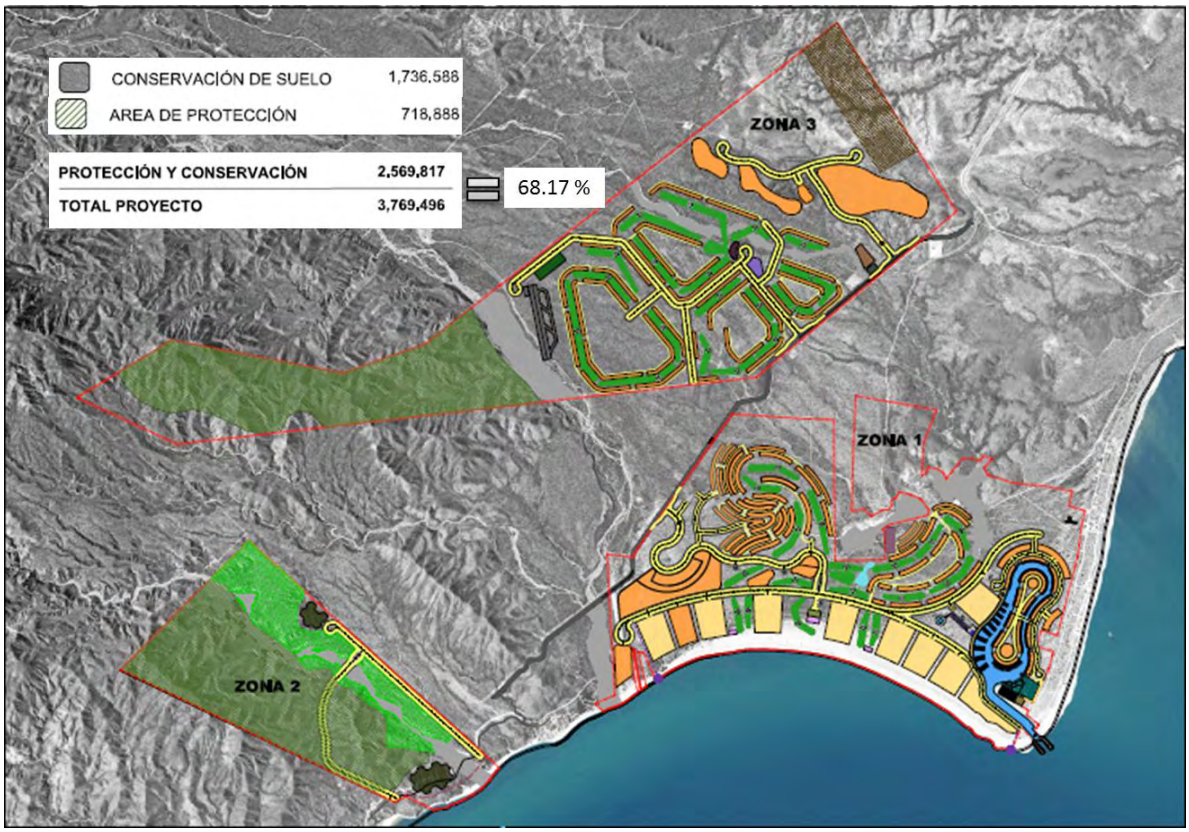


Figura VII.9. Escenario con la implementación del proyecto.

La diversas obras evaluadas entorno a los componentes y factores ambientales, nos permite identificar los escenarios ambientales con la ejecución del proyecto, toda vez que se han considerado diversas estrategias ambientales encaminadas a prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de Sistema de Gestión y Manejo Integrado. Estas estrategias han sido conformadas en diversos Programas debidamente estructurados y que fueron presentados con anterioridad, sin presentar jerarquía alguna, en virtud de que todos y cada uno de ellos, cobran vital relevancia por la ubicación del proyecto.



Figura VII.10. Estrategias estructuradas en Programas orientados a prevenir, atenuar, controlar y en su caso compensar los impactos evaluados.

A continuación se describen los escenarios ambientales esperados por los factores ambientales de mayor relevación por la ejecución del proyecto y la implementación de las estrategias antes ilustradas:

- **Modificación de la Línea de costa**

El escenario ambiental esperado por la colocación de rompeolas es que ocasionará la interrupción del transporte litoral de sedimentos provocando, siempre, una zona de erosión y otra de acreción dependiendo del sentido y magnitud del transporte litoral y puede ser desde definitivo hasta temporal y alternante para cada uno de los extremos de las estructuras. De acuerdo al estudio de la evolución de la línea de costa (presentado en anexos) que se producirá con la construcción de las obras de protección, se ha identificado que las características de azolvamiento en la playa oeste respecto al acceso a la marina, presentará un avance significativo, rebasando el nivel de la escollera en un tiempo estimado de 20 años.

En la figura VII.11 se presentan las diferentes líneas de evolución para diferentes años, las dos últimas representan los años 15 y 20, la cual se extiende hasta los mil metros lejanos a la obra, esto no significa que hasta este punto se presente la evolución de la línea de costas, es simplemente el punto hasta donde se considero el grafico.



Figura VII.11. Evolución de la línea de costa producida por las escolleras hasta los 20 años.

En dicho estudio se calculó la evolución máxima que tendría la línea de playa por efecto del transporte litoral y la acumulación de sedimentos en el Rompeolas Sur, encontrándose que la acumulación tendría una longitud total del orden de 1,250 m hacia el Sur, medidos a partir del rompeolas.

A su vez, se calculó el proceso erosivo que se tendría en la Playa Norte, el cual teóricamente alcanzaría una longitud del orden de 500 m y un ancho de 65 m. Para verificar realmente, tanto la vida útil del rompeolas, así como el probable proceso erosivo, se tendrían que realizar levantamientos topohidrográficos de monitoreo de la costa.

Es posible que la influencias de las mareas de gran magnitud pueda cooperar en la evolución de la línea de costa, sin embargo, es complicado determinar esta hipótesis que puede provocar que la vida útil de la obra de protección sea de menor tiempo, sin embargo, aun cuando esta hipótesis sea acertada, los cambios no serán tan significantes, manteniendo el tiempo estimado en el mismo orden.

Por otro lado los resultados obtenidos en los estudios realizados, respecto a las corrientes indican que la playa presenta una condición muy estable para condiciones de oleaje normal.

Para mitigar los posibles impactos que pudiera causar la implementación de los rompeolas se llevará a cabo el proceso de by pass con la finalidad de coadyuvar en el aporte de material sólido a la playa adyacente y conservar su estabilidad, asimismo, se recomienda establecer un **Programa de Monitoreo ambiental litoral,** que a su vez contenga un **Subprograma de monitoreo y evaluación de línea de costa** y un **Subprograma de la calidad del agua marina** (Vigilancia Oceanográfica) con el fin de calibrar un modelo de predicción de la evolución de la playa con respecto a la influencia de las corrientes.

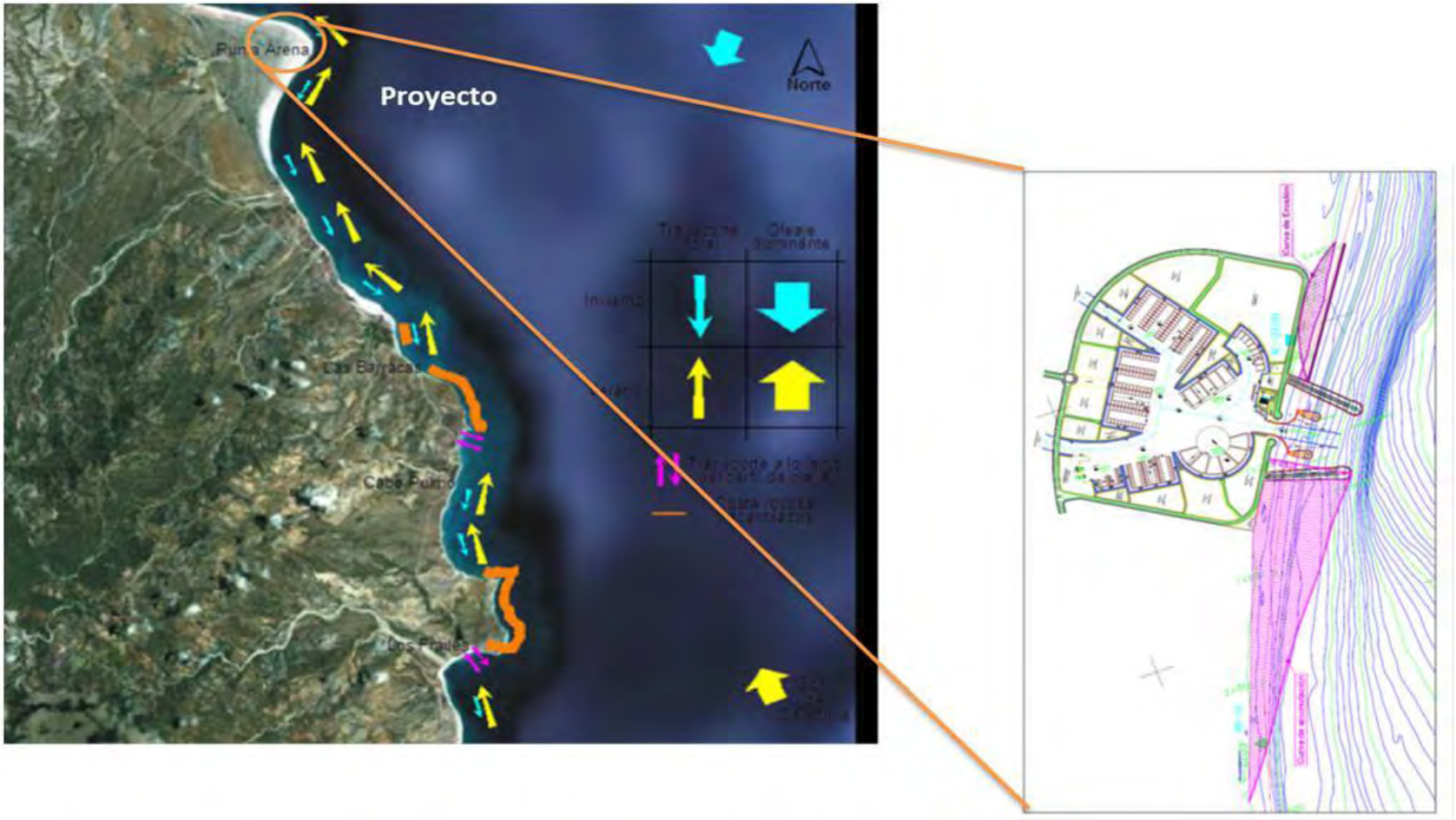


Figura VII.12. En esta imagen se puede observar las direcciones de las diferentes corrientes presentes dentro del área de estudio del proyecto. Dichas corrientes permiten el arrastre de sedimentos, por lo que es muy importante conocerlas considerando que la modificación de la línea de costa es uno de los impactos más significativos con respecto al índice de incidencia, ya que precisamente el paso de sedimentos se verá modificado por las obras de la marina.

➢ **Modificación al médano.**

El escenario ambiental proyectado para el médano, es el cambio de la misma, justamente en la zona donde se pretende ubicar la marina, esto a causa de la remoción del médano, durante la preparación y construcción del proyecto, si bien el médano representa un ecosistema relevante, en el caso especifico del proyecto, la zona que se piensa remover es poco significativa en términos de integridad funcional, ya que representa una superficie muy menor comparada con la existente en el SAR e incluso en el predio, además que el diseño del proyecto determino la ubicación de la marina en función de que en esa zona ya se encuentra previamente perturbada por la presencia de algunas actividades humanas como casas, etc., por lo que considerando que se afectará una zona de médano previamente afectado, por lo que no es relevante en términos de integridad funcional del ecosistema.

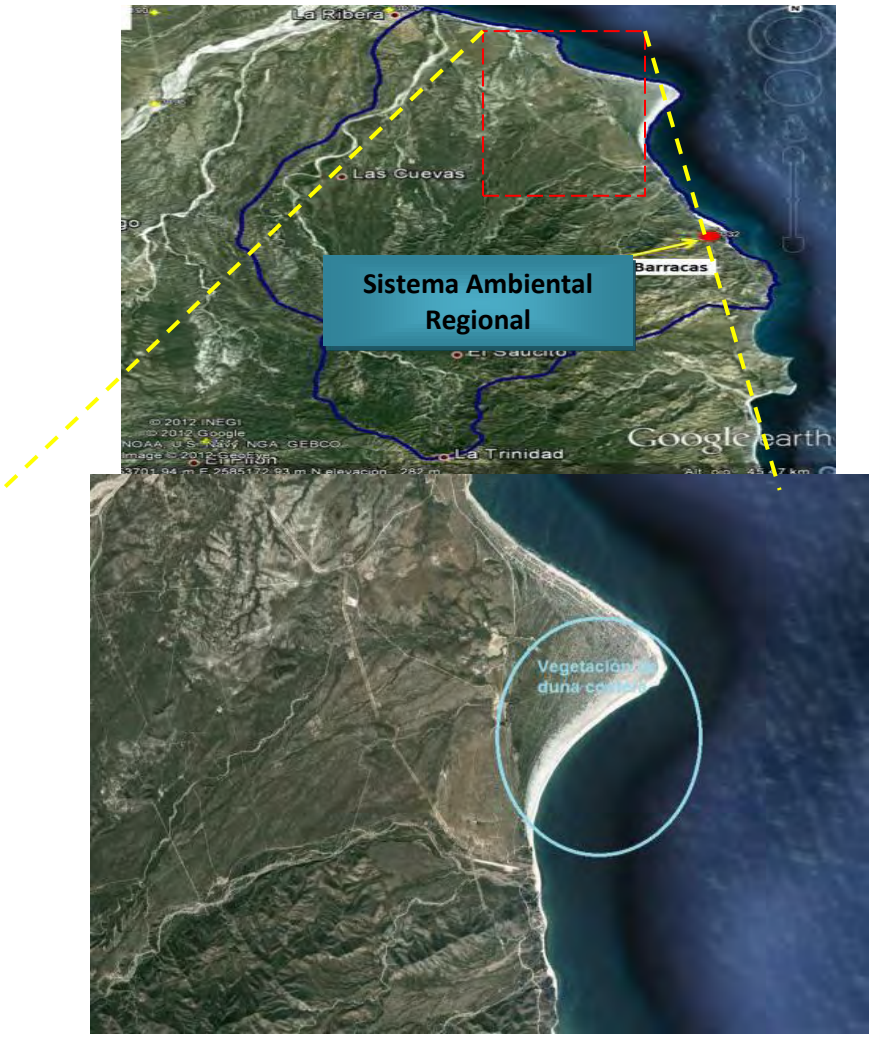


Figura VII.13. Vegetación costera con respecto al SAR terrestre.

- **Pérdida de áreas de anidación de tortugas marinas**

En el caso particular de las tortugas marinas, el escenario ambiental proyectado es la pérdida de áreas de anidación, producido por la construcción de los rompeolas puede ser el menor de los impactos y más bien se debe analizar en un sentido más amplio ya que es necesario argumentar la afectación de las actividades antropogénicas en su conjunto y su relación con la etiología de las tortugas marinas, ya que diversos autores y ambientalistas aseveran que el cambio en la morfología de la línea de playa afecta negativamente el comportamiento de reconocimiento del sitio en que eclosionaron. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que dicho comportamiento tiene otras bases de funcionamiento diferentes a la morfología de la línea de playa que por ser tan dinámico puede ser poco útil para las tortugas.

Cabe destacar que los esfuerzos de conservación de las tortugas marinas se realizarán por parte del proyecto, ya que en el capítulo que antecede se describen las medidas de prevención, mitigación, compensación, etc., las cuales deberán superar ampliamente a este impacto al revertir una situación actual crítica hacia una condición de conservación dichas medidas se concentran en el **Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas**.

- **Pérdida de cobertura vegetal.**

Los escenarios ambientales en la vegetación en la zona del proyecto, es la pérdida de cobertura vegetal como un impacto dado, a consecuencia de las actividades de desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio, sin embargo como parte del diseño del proyecto, ante el compromiso ambiental del mismo, con el fin de llevarse a cabo de manera sustentable, se proponen una serie de medidas preventivas, como son las zonas de protección y conservación que ocupan alrededor del 55% total del predio del proyecto; además de la aplicación de programas como el **Programa de Manejo Integral de Vegetación** con el cual este impacto se ve significativamente reducido.

- **Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

En particular, la pérdida de especies de flora catalogadas bajo protección legal dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es impacto que no se considero relevante ya que se llevarán a cabo acciones de rescate y reubicación de estas, así como la conservación y mejoramiento de la vegetación de la zona, por lo que no se prevé la afectación a la especie como tal y únicamente se verán afectados algunos individuos, por ende los escenarios esperados para las especies de flora bajo protección legal es que dichas especies sean conservadas y protegidas propiamente por las actividades de rescate y reubicación.

- **Pérdida de individuos de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

La pérdida de especies de fauna catalogadas bajo protección legal dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es un impacto que se da principalmente por las actividades de las etapas de preparación y construcción del sitio principalmente a que la fauna suele verse afectada por las obras y actividades, así como por la presencia de personal y maquinaría de igual manera que el resto de la fauna, sin embargo, en este caso es muy importante considerar que las especies que se incluyen dentro de la norma, son

aquellas que se encuentran protegidas a causa de que se consideran frágiles, con distribución limitada, etc., éste impacto será atenuado por las actividades de rescate y reubicación establecidas por el **Programa de Rescate y Manejo de Especies de Fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010,** por ende los escenarios esperados para las especies de flora bajo protección legal es que dichas especies sean conservadas y protegidas propiamente por las actividades de rescate y reubicación.

- **Modificación de hábitats.**

Los escenarios ambientales proyectados para los diferentes hábitats, es que habrá modificación de los mismos, ya que los efectos serán de manera puntual y temporal, en virtud de que el proyecto contempla zonas de conservación, protección y mejoramiento de la vegetación nativa con lo cual se mantendrán gran porcentaje (55%) de los hábitats del predio; no obstante se consideran medidas con el cual se verá significativamente reducido, tales medidas como el **Programa de Manejo Integral de Vegetación**.

- **Afectación a la fauna betónica.**

El escenario ambiental para la fauna bentónica, es que evidentemente habrá cambio que se consideran significativos, tales como la pérdida de individuos de bentos, a causa de la implementación del proyecto, ya que con las actividades de las diferentes etapas se prevé la pérdida de hábitats, lo que ocasionará de igual forma la pérdida de individuos principalmente equinodermos, en el caso de los invertebrados, estos también sufrirán cambios en su hábitat lo que ocasionará en el mejor de los casos que estos se trasladen a zonas de características ambientales similares, mejor conservadas, lo que llevará a la pérdida de biodiversidad local del área. Sin embargo con las medidas de mitigación propuestas en el que capítulo que antecede, las cuales garantizan la no afectación a la biodiversidad y conectividad regional del ambiente acuático.

- **Afectación a individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

El escenario ambiental esperado en torno a la fauna marina presente dentro del SAR Marino del proyecto, es que no habrá cambio significativos, ya que las especies de fauna marina se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, particularmente las especies de lenta movilidad serán rescatadas y reubicadas como parte de las acciones del **Programa de Rescate y Manejo de Especies de Fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010;** en el caso de las demás especies estas se consideran de fácil movilidad por lo que no será necesario aplicar acciones de rescate, ya que por el contrario resultarían dañinas para los individuos de estas especies, por lo tanto las medidas a estas especies está en función de la conservación de sus hábitats, así como establecer acciones que prevengan las colisiones principalmente de las especies de *Rhincodon typus*, *Carcharodon carcharias,* que son de talla grande y pueden ser afectados por los choques con los yates, dichas medidas se describen en el **Programa de Buenas prácticas de marinas** y el **Programa de Monitoreo ambiental litoral,** ambos descritos en el capítulo anterior.

- **Modificación de zonas de alimentación y/o reproducción de mamíferos marinos.**

Para el caso de los mamíferos marinos, los escenarios ambientales serán modificados a causa de las alteraciones a su hábitat derivado de las actividades antropogénicas, principalmente ruido y movimientos, además de las posibles colisiones con los yates que arriben a la marina, este impacto en particular se prevendrá con la ayuda del **Programa de Buenas Prácticas de Marinas** y de los programas de manejo descritos en el capítulo VI específicos para los individuos de estas especies, garantizando la no afectación de estos.

- **Potencial de movilización de la salmuera.**

Los escenarios ambientales esperados por la operación de la planta desaladora es la posible alteración por las salmueras resultantes de la concentración de sales durante el proceso de obtención de agua dulce. Particularmente para el caso del proyecto se realizó un modelo para determinar cuál sería la ubicación de descarga adecuada para prevenir tales efectos y, especialmente, evitar que los efectos pudiesen percibirse en la zona de Cabo Pulmo.
Tomando en consideración la orientación de la playa y las direcciones de oleaje que se obtuvieron, se originan corrientes en la dirección Norte y de acuerdo con la disposición de las obras de toma y descarga, no se presentarán problemas de recirculación de la salmuera. En los resultados de las simulaciones hidrodinámicas se observan las direcciones del flujo y se ve claramente el cambio de dirección en función de la carrera de marea, lo cual indica que la modelación es adecuada. Estas direcciones del flujo provocan un mismo comportamiento en las direcciones que toma la descarga salina.
En el resultado de las simulaciones del comportamiento de la descarga, se observa la concentración en los puntos de interés (obra de toma y de descarga); a lo largo de la simulación se observa claramente que la concentración de 59‰ a la salida del emisor submarino, rápidamente sufre una dispersión (requiere menos de 300 m para diluirse al 100%); esto indica que la modelación es aceptable y que la ubicación de las obras de toma y de descarga es adecuada. De esta forma, se considera que el impacto de la descarga aunque es negativo, sólo lo es de forma puntual, residual, pero no significativo, ya que no afecta ningún elemento excepcional o de importancia ecológica en el SAR Marino. Su efecto no es acumulativo ni sinérgico, ya que en esta zona no existen otras plantas desaladoras.

Otro factor importante que hay que considerar es que como parte del diseño del proyecto, la tubería de descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales tendrá como destino el mismo que la de la descarga de la Planta desaladora, por lo que estas se mezclaran y así la concentración salina de la salmuera será menor, aminorando significativamente el impacto.

En la siguiente imagen, se visualiza la distancia total de 6.5 km que existe entre la zona de descarga de la Planta desaladora a Cabo Pulmo, por lo que según los estudios realizados la pluma salina no llegará a la zona de arrecifes de la ANP, por lo que no habrá una afectación a dicha comunidad.

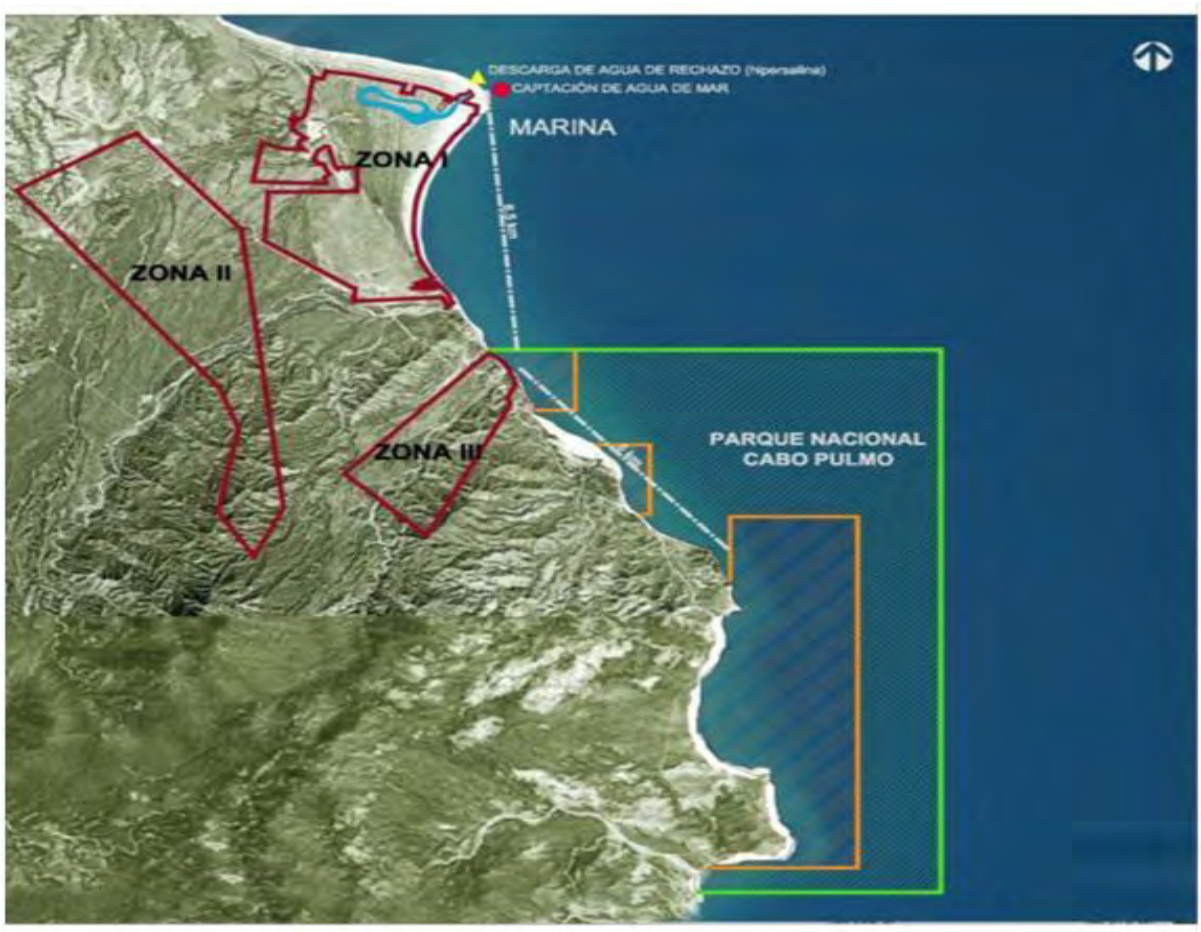


Figura VII.14. Distancia de la zona de descarga de la Planta desaladora a Cabo Pulmo.

- **Desplazamiento de la cuña salina.**

Los escenarios ambientales esperados es en este rubro, es que si bien es cierto que con la implementación de este proyecto habría una disminución en la cantidad de agua por el aumento de la extracción al acuífero, lo que provocaría el incremento de la salinidad del agua de este, el acuífero será reinyectado con agua dulce proveniente de las plantas de tratamiento, lo que permitirá que el acuífero conserve la cantidad original de agua dulce y así mismo conserve la calidad con la que cuenta antes de la implementación del proyecto, además de esto la Planta desaladora se propone como una medida preventiva para aminorar este impacto, ya que con la operación de esta se reducirá la cantidad de agua extraída del acuífero, no obstante este impacto se considera no relevante será atendido por el **Programa de Monitoreo Geohidrológico,** que contiene acciones de monitoreo del comportamiento de la zona de interface (cuña salina) del acuífero.

7.3. Conclusiones y recomendaciones para cada uno de los impactos analizados

7.3.1. Modificación de la Línea de costa

De acuerdo a los estudios realizados en la línea de costa proyectados a 20 años relativos al efecto que se producirá con la construcción de las obras de protección, se ha determinado que influirá considerablemente en la evolución de la línea de costa, sin embargo, los cambios no serán tan significantes, manteniendo el tiempo estimado en el mismo orden.

Asimismo y considerando el proceso erosivo inherente al proyecto, de ser aprobado el proyecto se llevará a cabo el proceso de by pass con la finalidad de coadyuvar en el aporte de material sólido a la playa adyacente y conservar su estabilidad, asimismo, se recomienda establecer un **Programa de Monitoreo ambiental litoral,** que a su vez contenga un **Subprograma de monitoreo y evaluación de línea de costa** y un **Subprograma de la calidad del agua marina** (Vigilancia Oceanográfica) con el fin de calibrar un modelo de predicción de la evolución de la playa con respecto a la influencia de las corrientes.

7.3.2. Modificación al médano ó microrelieve.

En el caso especifico del proyecto, se ha determinado que la afectación que se pueda tener al médano o microrelieve o médano es poco relevante en términos de integridad funcional del ecosistema debido a que representa una superficie mucho menor comparada con la existente en el SAR y del predio, se ha considerando que la zona donde se instalará la marina ya se encuentra previamente perturbada; y se ha previsto dejar una franja de conservación de 200 m entre el límite de la zona federal marítimo terrestre y el desplante de los lotes aledaños.

7.3.3. Pérdida de áreas de anidación de tortugas marinas

De acuerdo con estudios ya mencionados en capítulos anteriores se concluye que no habrá afectación de la tortuga marina con relación a la pérdida de anidación, por la instalación de rompeolas, debido al comportamiento dinámico en la morfología de la línea de playa, lo cual puede ser poco útil para las tortugas. Por lo que la mayor afectación que pudieran tener estas especies es derivada de las actividades antropogénicas para lo cual se estableció el **Programa Integral de Conservación de Tortugas Marinas**.

7.3.4. Pérdida de cobertura vegetal.

La pérdida de cobertura vegetal será un impacto principalmente originado por las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, por lo cual, se proponen una serie de medidas preventivas, tales como zonificación de áreas de protección y conservación que ocupan alrededor del 55% total del predio del proyecto; además de la aplicación de programas como el **Programa de Manejo Integral de Vegetación** con el cual este impacto se ve significativamente reducido.

7.3.5. Pérdida de individuos de especies de flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La pérdida de especies de flora catalogadas bajo protección legal dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es impacto que no se considero relevante ya que se llevarán a cabo acciones de rescate y reubicación de estas, así como la conservación y mejoramiento de la vegetación de la zona.

7.3.6. Pérdida de individuos de especies de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La pérdida de especies de fauna catalogadas bajo protección legal dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, es muy importante considerar ya que dichas especies se consideran frágiles, con distribución limitada, por lo que se estableció el **Programa de Rescate y Manejo de Especies de Fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010,** donde se establecen medidas puntuales específicas de conservación y protección.

7.3.7. Modificación de hábitats.

Los escenarios ambientales proyectados para los diferentes hábitats, es que habrá modificación de los mismos, ya que los efectos serán manera puntual y temporal, en virtud de que el proyecto contempla zonas de conservación, protección y mejoramiento de la vegetación nativa con lo cual se mantendrán gran porcentaje (55%) de los hábitats del predio; no obstante se consideran medidas con el cual se verá significativamente reducido, tales medidas como el **Programa de Manejo Integral de Vegetación**.

7.3.8. Afectación a la fauna betónica.

Se prevé la pérdida de hábitats de la fauna bentónica, lo que ocasionará pérdida de individuos o en el mejor de los casos que estos se trasladen a zonas mejor conservadas. Para prevenir dicho impacto, se establecen en el capítulo VI medidas de mitigación garantizando la no afectación a la biodiversidad y conectividad regional del ambiente acuático.

7.3.9. Afectación a individuos de fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No habrá cambios significativos en torno a las especies de fauna marina incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del SAR Marino del proyecto, debido a que las especies de lenta movilidad serán rescatadas y reubicadas como parte de las acciones del **Programa de Rescate y Manejo de Especies de Fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010;** Asimismo se establecen acciones que prevengan las colisiones principalmente de las especies que son de talla grande, dichas medidas se describen en el **Programa de Buenas prácticas de marinas** y el **Programa de Monitoreo ambiental litoral**.

7.3.10. Modificación de zonas de alimentación y/o reproducción de mamíferos marinos.

Se prevé que habrá afectaciones a los mamíferos marinos por las alteraciones a su hábitat derivado de las actividades antropogénicas, principalmente ruido y movimientos, además de las posibles colisiones con los yates que arriben a la marina, este impacto en particular se prevendrá con la ayuda del **Programa de Buenas Prácticas de Marinas**, garantizando la no afectación de estos.

7.3.11. Potencial de movilización de la salmuera.

La operación de la planta desaladora podrá provocar la alteración del SAR marino por las salmueras resultantes de la concentración de sales durante el proceso de obtención de agua dulce. Se considera que el impacto de la descarga es negativo, pero, de acuerdo a los estudios realizados se establece que el impacto negativo, lo es, de forma puntual, residual, pero no significativo, ya que no afecta ningún elemento excepcional o de importancia ecológica en el SAR Marino. Su efecto no es acumulativo ni sinérgico, ya que en esta zona no existen otras plantas desaladoras. Asimismo, parte de las aguas residuales provenientes de la PTAR tendrán como destino el mismo que la de la descarga de la Planta desaladora, por lo que estas se mezclaran y así la concentración de la salmuera será menor aminorando significativamente el impacto.

7.3.12. Desplazamiento de la cuña salina.

Con la implementación de este proyecto habrá disminución en la cantidad de agua por el aumento de la extracción al acuífero, lo que provocará el incremento de la salinidad del agua de este. Para minimizar este impacto, se propone que durante la fase de operación del proyecto el acuífero será reinyectado con agua dulce proveniente de las plantas de tratamiento, lo que permitirá que el acuífero conserve la cantidad original de agua dulce y así mismo conserve la calidad, además se propone la instalación de la Planta desaladora como una medida preventiva para aminorar este impacto, asimismo el proyecto contará con el **Programa de Monitoreo Geohidrológico,** que contiene acciones de monitoreo del comportamiento de la zona de interface (cuña salina) del acuífero.

7.4. Conclusiones Generales

Las actividades humanas y turísticas han generado un proceso de deterioro ambiental que muestra, de manera diferenciada, en las zonas del SAR terrestre y SAR marino derivado de actividades turísticas, económicas, etc., con una tendencia clara hacia un mayor deterioro.

Derivado del análisis que se presentó del SAM, el escenario previsto, considerando los datos y estudios realizados y consultados, consiste de una tendencia de deterioro potencial por actividades de pesca irracional, desarrollos turísticos sin la adecuada regulación ni planeación, comercio ilegal, etc., actividades que derivan en una disminución de la viabilidad ambiental, donde un impacto ambiental directo es la generación de contaminantes tales como los derivados de hidrocarburos que pueden crear zonas anóxicas, disminuyendo así el intercambio gaseoso en la interfase océano atmósfera , clave para asegurar la presencia continua de biota marina. De modo que a este nivel de análisis es imperceptible el impacto ambiental que se pudiera generar hacia el SAM, por la ejecución de las obras y/o actividades del proyecto. Aunado a que, con base en los resultados del diagnóstico de distribución y abundancia de biota marina realizado se identificaron las áreas en el SAM del proyecto en las cuales se debe dar prioridad al seguimiento de los lineamientos y especificaciones para el desarrollo acciones de protección y conservación.

En cuanto al Sistema Ambiental Regional Terrestre se puede considerar como un sistema de dinamismo moderado a bajo determinado principalmente por el comportamiento y características de los componentes y procesos macroestructurales. En lo que se refiere a la vegetación y procesos hidrológicos superficiales su papel en la estructura y funcionamiento es relevante a nivel de microcuenca ya que cada una de estas tiene una dinámica distinta para la conformación de hábitats y la biodiversidad en general que en términos regional influye en la conectividad. De acuerdo con esto y como ya se identificó con anterioridad, la presencia del proyecto afecta marginalmente tanto al SAR terrestre como marino, a nivel de integridad funcional del ecosistema, y no representa un cambio significativo de la tendencia sin el proyecto. En otros términos, y con la ejecución en tiempo y forma de las acciones establecidas como medidas de mitigación y compensación, a efecto de prevenir o mitigar los posibles impactos ambientales que se generen por el desarrollo del proyecto, es posible asegurar y concluir que la presencia del proyecto señala un escenario similar a la tendencia sin la ejecución del mismo.

CAPITULO VIII

VIII. IDENTIFICACIÒN DE LOS INTRUMENTOS METODOLÒGICOS Y ELEMENTOS TÈCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÒN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Metodología para la Caracterización Ambiental.

La integración de información para la descripción de SAR en el componente de Flora, tiene como objetivo el tener una aproximación inicial del marco regional en un Espacio Geográfico. Donde cada información de diferente nivel permite el tener más detalle del tema a abordar, enfocado a las Especies que concurren en la zona del SAR y el predio (Ver siguiente Figura).



Figura VIII.1. Secuencia de análisis con referencia al Sistema Ambiental Regional y Especies.

La integración de información atiende a la condición de la flora a través del soporte de la normatividad existente, la bibliografía y los censos realizados en la región.

La información obtenida y las condiciones del ecosistema permiten conocer la integridad y salud de la flora asociada al ecosistema, así mismo integrándose la información nos permite reconocer la estructura de la comunidad y el poder guiar las decisiones de soporte al ambiente a través de entender la dinámica de interacciones entre la flora y el hábitat y como resultado el funcionamiento del paisaje como unidad integradora.

Es importante resaltar que la primera aproximación de análisis al espacio geográfico se ve limitada por el tiempo (t) inicial, lo cual deberá de ser continuado en consecuencia para atender la dinámica de tiempo y el detectar los cambios y presencia de otras especies.

Esta limitación es resarcida a través del diagrama antes presentado como la evaluación que requerirá tener continuidad en términos de cumplimiento ambiental, transferida como una medida de mitigación o compensación asociado a las especies, ecosistema y paisaje con el fin de llevar a cabo medidas de manejo en las políticas ambientales de protección, conservación o restauración.

VIII.1.1. Caracterización de la flora y fauna terrestre

Para identificar a las especies que se encuentran dentro del Sistema Ambiental y los predios del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Trabajo de gabinete: búsqueda bibliográfica de información referente a fauna en el Sistema Ambiental; y
- Trabajo de campo: muestreo en el Sistema Ambiental, intensificando esfuerzos en las zonas que se verán afectadas por el desarrollo del Proyecto. Este trabajo se realizó en dos épocas, en temporada de secas y después de la temporada de lluvias.

El trabajo de gabinete permitió obtener el número de especies con distribución potencial en el Sistema Ambiental, reportando 382 aves, 92 mamíferos, 29 reptiles y 2 anfibios. Durante este trabajo se registraron: 377 individuos de aves correspondientes a 46 especies de aves, 130 organismos de 17 especies de mamíferos, 113 individuos de reptiles de 12 especies y 3 ejemplares de anfibios pertenecientes a una especie.

HERPETOFAUNA

Durante la búsqueda bibliográfica realizada para este grupo faunístico solamente se encontró un registro de anfibio (*Buffo punctatus*) con distribución potencial para el Sistema Ambiental. Mientras que para el grupo de los reptiles se encontraron 27 especies potenciales.

Se realizaron recorridos a distintas horas del día dentro del Sistema Ambiental para confirmar que estas especies se encuentran dentro de éste, capturando los ejemplares manualmente La identificación se realizó siguiendo la clave taxonómica de Lemos-Espinal y Smith (2009).

Para la realización del trabajo en campo, se utilizó la técnica conocida como “Búsqueda directa no restringida”. Este es el método más simple y frecuentemente utilizado en el levantamiento de inventarios. Consiste en efectuar caminatas diurnas y nocturnas, en busca de anfibios y reptiles, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto buscar en todos los lugares posibles). Puede aportar información de manera relativamente rápida acerca de cuáles especies están presentes y con qué abundancias relativas aproximadas en un sitio homogéneo o bien, por cada estrato de muestreo en un sitio heterogéneo. No obstante, esta técnica no es suficientemente rigurosa como para cuantificar de manera adecuada otros indicadores más finos, como la densidad (= individuos/área).

Se elaboró también, un listado de especies que ocurren a nivel regional y a nivel local, obtenidos de trabajos similares, a fin de apoyar la búsqueda e identificación de especies. Cuando fue posible, se tomo una o varias fotografías digitales a los individuos, a fin de no colectarlos y poder identificarlos utilizando las claves y consultando material de colecciones científicas.

Cada sitio de muestreo y registro fue georeferenciado con un GPS marca Garmin III plus. Los sitios de muestreo, por cada una de las salidas, se muestran en la Figura siguiente .Se establecieron 73 puntos de muestreo, en los cuales se realizaron recorridos de distancias variables de entre 50 a 500 m dentro de la vegetación circundante para la búsqueda de ejemplares. La mayoría de los puntos de muestreo se identificaron con base a las áreas de ocupación del proyecto.

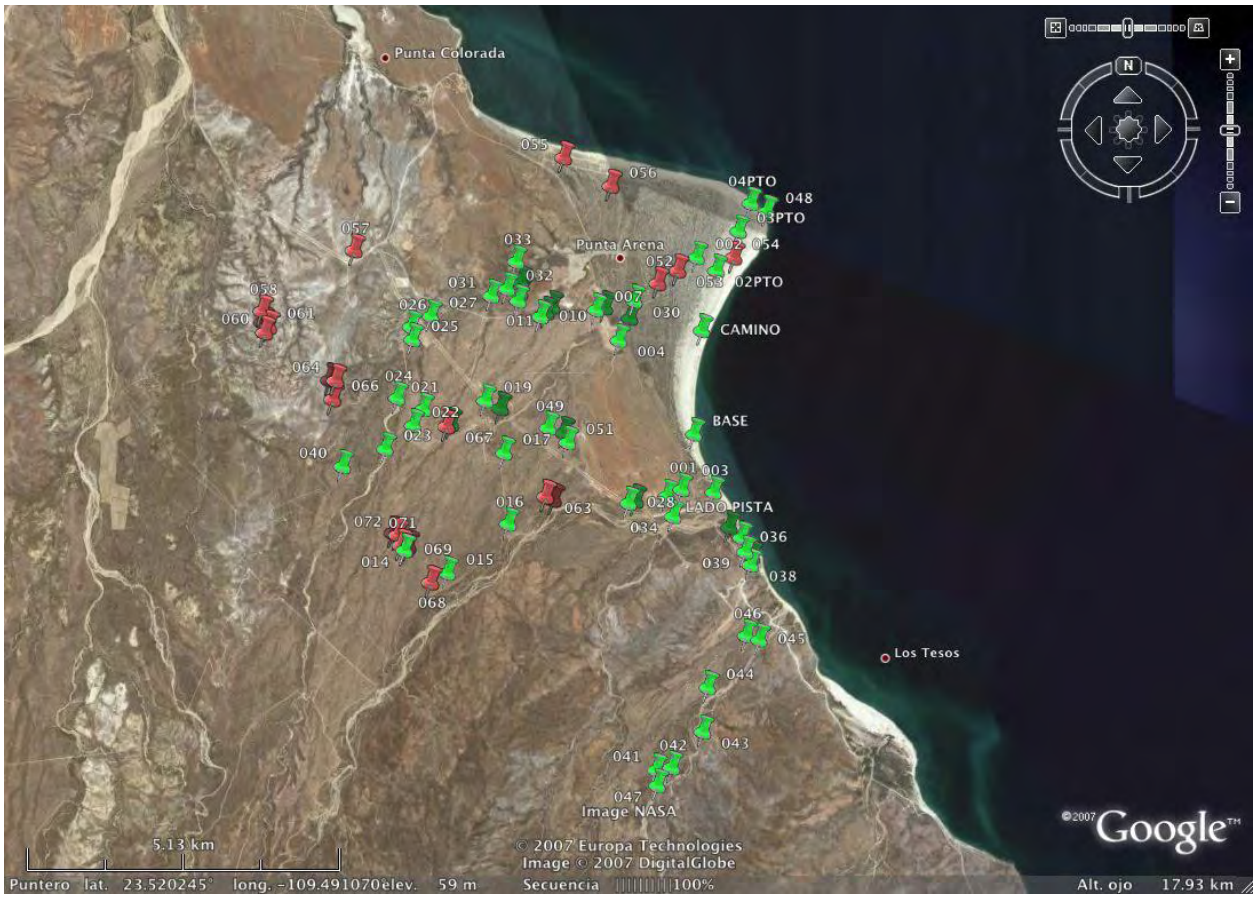


Figura VIII.2. Sitios de muestreo de herpetofauna.

AVES

Mediante el trabajo de campo se corroboró la información anterior, realizando muestreos en los predios del Proyecto durante 12 días. Para la parte de aves se siguió un método de búsqueda libre, moviéndose a lo largo de caminos y veredas que atravesaran y bordearan los predios. Se realizaron censos de aves en 56 diferentes puntos distribuidos a lo largo de dichos caminos y veredas asignando una referencia de GPS a cada ave en cada lugar y se hicieron 330 registros individuales. Se han encontrado un total de 52 especies de aves en la zona. Las especies se determinaron con base en las guías de campo de Peterson y Chalif (1989); Howell y Webb (1995); Edward (1998); y Sibley (2003).

MAMIFEROS

Para corroborar la distribución potencial de mamíferos dentro del Sistema Ambiental se llevaron a cabo muestreos de campo mediante la instalación de trampas Sherman y Tomahawk, fototrampeo. También se consideraron los registros indirectos como huellas, excretas frescas y madrigueras activas, que permiten corroborar la existencia de varias especies sin necesidad de avistarlas o capturarlas.

Horarios de los muestreos llevados a cabo.

a. Trampas tipo Sherman (mamíferos menores).

b. Recorridos nocturnos (10:00pm – 2:00am)

c. Recorridos matutinos (5:00am – 10:00am)

La instalación de trampas tipo Sherman se hizo a cada 200 m de distancia entre si, con la finalidad de cubrir sitios de muestreo igual a 1km (5 trampas en 1000 metros). Ligado a la instalación de trampas se colecto información de la observación directa de mamíferos en estos transectos, en donde se abarco un total de 50 metros de ancho de la línea central del transecto.

Los recorridos nocturnos y matutinos se llevaron a cabo utilizando la observación directa, huellas y excretas, así como contabilización de las especies observadas. La mayoría de los recorridos estuvieron asociados a la cercanía de los caminos de acceso a los predios debido a las restricciones existentes de cercos en los predios del Proyecto.

En la Figura siguiente se presentan los sitios de muestreo y recorridos de observación de mamíferos.



Figura VIII.3. Sitios de Muestreos de Mamíferos.



Figura VIII.4. Zonas de Muestreo de Mamíferos en Lomerío y Sierra Baja.

VIII.2. Identificación y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos del sistema ambiental regional.

VIII.2.1. Identificación de Impactos

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una metodología que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del **proyecto** y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el **proyecto**, derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)[1].

[1] IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

Si bien la SEMARNAT, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporciona guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA-R, de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el contenido de cada capítulo de la MIA deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad Regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V, se deberá presentar, de acuerdo a la fracción V del Artículo 13 del Reglamento, *la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del SAR*; por lo que aun cuando se tomó como referencia la guía de la Secretaría para la elaboración del presente capítulo, su contenido se ajusta a lo establecido en la fracción V del Artículo 13 del Reglamento.

Derivado de lo anterior, a continuación se muestra de manera esquemática, un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para el **proyecto** y que se llevó a cabo para la evaluación del impacto ambiental del mismo, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales: Identificación, caracterización y evaluación.

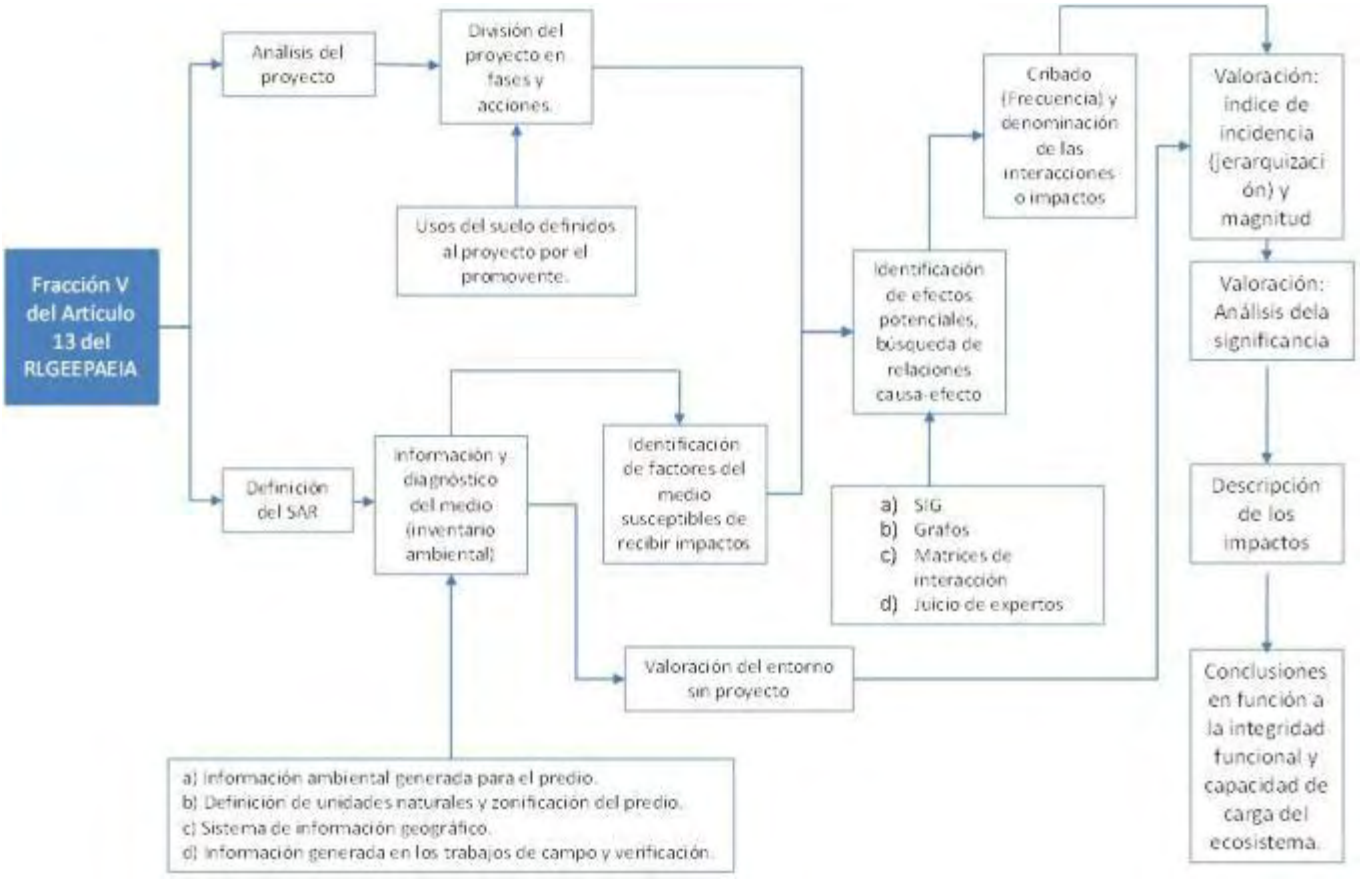


Figura VIII.5. Proceso metodológico de evaluación utilizado en el proyecto.

VIII.2.2. Acciones del proyecto susceptibles de producir impactos

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega cada una de las obras y actividades del proyecto en dos niveles: las fases y las acciones concretas, propiamente dichas.

Fases: se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

- Preparación del sitio.
- Construcción.
- Operación.

Acciones concretas: las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Una vez que hemos desglosado cada obra y actividad en sus fases y acciones concretas, procedemos a realizar un cribado de dichas acciones ya que debido a que muchas de ellas se repiten por obras o actividades, con la que se trabajó la identificación de impactos.

VIII.2.3. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez-Orea, 2002), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó la información manifestada en el Capítulo IV de la presente MIA, a continuación, y derivado de la complejidad del entorno y su carácter de sistema, se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos.

VIII.2.4. Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son:

- El sistema de información geográfica.
- Grafos o redes de interacción causa-efecto
- Matrices de interacción
- Juicio de expertos

A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

Tabla VIII.1. Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos

Herramienta	Descripción
El sistema de información geográfica.	Para el proyecto se generaron mapas de inventario de manera que a través de la sobreposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
Grafos o redes de interacción causa-efecto	Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aun cuando ésta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre

Herramienta	Descripción
	la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices deben considerarse de forma complementaria. (Gómez-Orea, 2002) En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha.
Matrices de interacción	Por definición, son cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que analizarlo después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilita mediante la utilización de métodos diseñados para ello en donde cada participante señala los factores que pueden verse alterados por el proyecto y valora dicha alteración según una escala prestablecida y por aproximaciones sucesivas, en donde se comparan y revisan los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe. (Gómez-Orea, 2002)

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA.

VIII.2.5. El sistema de información geográfica (SIG)

Para la caracterización del SAR se utilizó lo siguiente:

- Definición de unidades naturales y zonificación del predio.
- Sistema de información geográfica.
- Información generada en los trabajos de campo.

Lo anterior permitió evaluar la situación ambiental del predio y el SAR definido y delimitado para el proyecto.

VIII.2.6. Grafos o redes de interacción causa-efecto

Se realizaron grafos para cada etapa del proyecto. Se eligió dicha técnica ya que representan sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún en la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto, se hizo una modificación a la técnica, se adicionó el efecto de manera escrita para cada componente, lo anterior para mejorar y clarificar el efecto o impacto sobre el ambiente.

VIII.2.7. Matrices de interacción

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, y mencionada anteriormente, con relación a la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró la siguiente matriz de interacciones, tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con el SIG, además de la Evaluación Florística y Faunística del Predio, la hidrología y las unidades ambientales.

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capitulo II) y los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectable. Esta matriz se denominó Matriz de Interacciones, la cual permite identificar los impactos positivos y negativos que generará el proyecto, evidenciando los componentes más afectados por el desarrollo del proyecto y la etapa que generará más efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia. Como ya se mencionó, esta primera matriz, apoya el análisis del grafo, y el SIG enmarcado en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito ya que no sólo se identifican los impactos, sino también ayuda a definir las medidas de prevención, mitigación y compensación, que a su vez son integradas en el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental propuesto para el proyecto y que se describe en el Capítulo VI.

VIII.2.8. Cribado y denominación de las interacciones o impactos

Las técnicas utilizadas anteriormente para la identificación de los impactos que puede generar el proyecto durante su desarrollo, representan relaciones que potencialmente pueden constituir un impacto, sin embargo, la estimación de éstos como significativos se determina a la luz de la definición de "impacto significativo" establecida por el RLGEEPAMEIA, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

"IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;"

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben estudiarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, por lo que antes de pasar a las etapa de caracterización y valoración de los impactos, se hace un cribado para seleccionar aquellos que se estiman significativos, aun cuando posteriormente se sometan a una caracterización que pondere los impactos para establecer su significancia.

Tomando en cuenta lo anterior, el Método Delphi aplicado a este proyecto, analizó los impactos identificados y realizó una primera aproximación de la selección de aquellos impactos que, por sus características y atributos, pueden identificarse como significativos.

El atributo de significativo lo alcanza un impacto cuando el factor o subfactor ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, etc. respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente. En este último caso, es conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan numerosas especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre,
- En peligro de extinción,
- Amenazadas y
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma de acuerdo a su vulnerabilidad, así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de “en peligro de extinción” puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial.

El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el reconocimiento de la importancia del recurso a ser impactado o del atributo de calidad ambiental que pudiera ser afectado.

El rango de significativo lo puede alcanzar un impacto de acuerdo al conocimiento técnico del equipo integrador de la MIA, en relación a la importancia del recurso o del atributo de calidad ambiental a ser impactado. En este caso, el criterio que aplica para asignarle el carácter de significativo al impacto, se basa en el dictamen técnico o científico, precisamente como resultado de los estudios de campo previos a la integración de la MIA.

VIII.2.9.Caracterización de impactos

De esta manera, los impactos fueron caracterizados según sus atributos, por lo que tomando como base el método Delphi, la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, y el grafo que le dio origen, se generó una tabla de impactos ambientales por componente y factor ambiental, los cuales se caracterizaron a través de los siguientes nueve atributos de impacto ambiental para dar origen a la matriz de Caracterización de impactos ambientales.

Tabla VIII.2. Atributos del Impacto Ambiental.

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	irrecuperable	3

Tabla VIII.3. Descripción de la escala de los atributos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	Mediano: la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	Largo: la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.

Atributos	Escala		
	1	2	3
		el efecto permanece de 1 a 3 años.	
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo indefinido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.		Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

La Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales permite:

- Evaluar y dimensionar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, magnitud y frecuencia.
- Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.
- Conocer los impactos que por su frecuencia mas inciden en los componentes ambientales.
- Considerando que las matrices de interacción, y los grafos tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos, se debe destacar que estos impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados como atributos a valorar para cada impacto en la matriz de Caracterización de Impactos Ambientales.

En la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales se obtiene como resultado final, la evaluación de los impactos en términos de su importancia y magnitud.

La importancia (intensidad o índice de incidencia, Gómez-Orea, 2002) de cada impacto, que se refiere a la severidad y forma de alteración, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc$$ [2]

De esta manera se asegura alcanzar una suma de los valores de cada atributo. El modelo utilizado es ampliamente conocido, de manera que la autoridad pueda replicarlos al evaluar la MIA.

[2] Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

El producto de multiplicar la magnitud y la importancia es la relevancia o significancia del impacto ambiental que puede ser comparado contra el valor promedio de dichas calificaciones como referencia central.

$$S= I (M)$$

Con base en los valores obtenidos para la significancia o relevancia del impacto, al resto de los impactos se asignaron las categorías mostradas en la siguiente tabla, mismas que si bien resultan del uso de una técnica determinada, en su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a continuidad de los componentes y factores que definen a los ecosistemas que ocurren en la región.

Tabla VIII.4. Categorías de Relevancia de Impactos.

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.66
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.66

Derivado de lo anterior se identificaron los impactos significativos. Se debe acotar que las categorías propuestas corresponden al criterio establecido en la definición de impacto significativo del RLGEEPAMEIA en su fracción IX del Artículo 3, que a la letra dice:

"IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que ***provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud****, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos,* ***así como la continuidad de los procesos naturales****;"*

VIII.3. Anexo fotográfico



Figura VIII.6. Vista sector "Punta Arena" (1) Pendiente de playa en la porción norte; (2) Hacia el sur del sector los cambios fueron graduales.

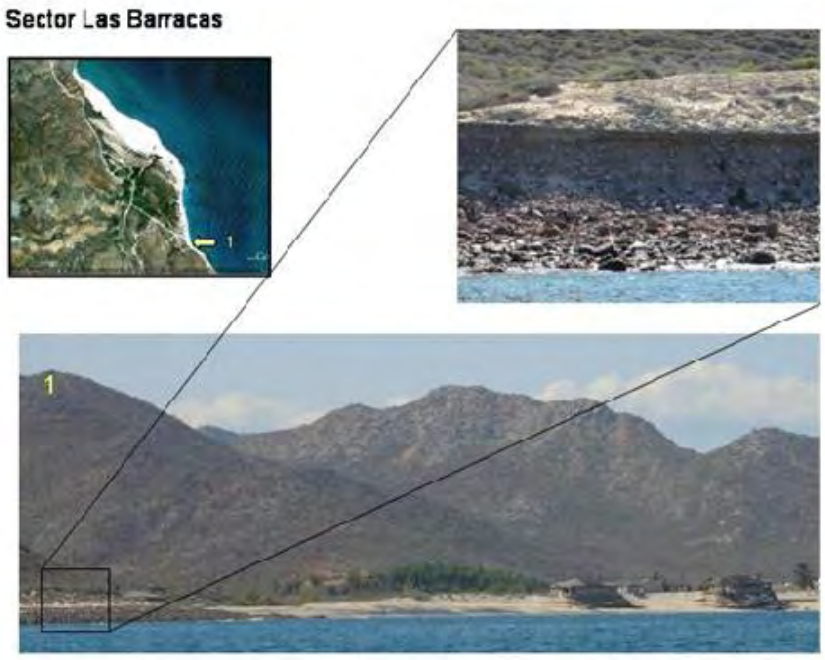


Figura VIII.7. Vista Sector las Barracas, procesos de erosión en la porción sur de "Las Barracas". Cantil en retroceso cercano a una zona habitacional.

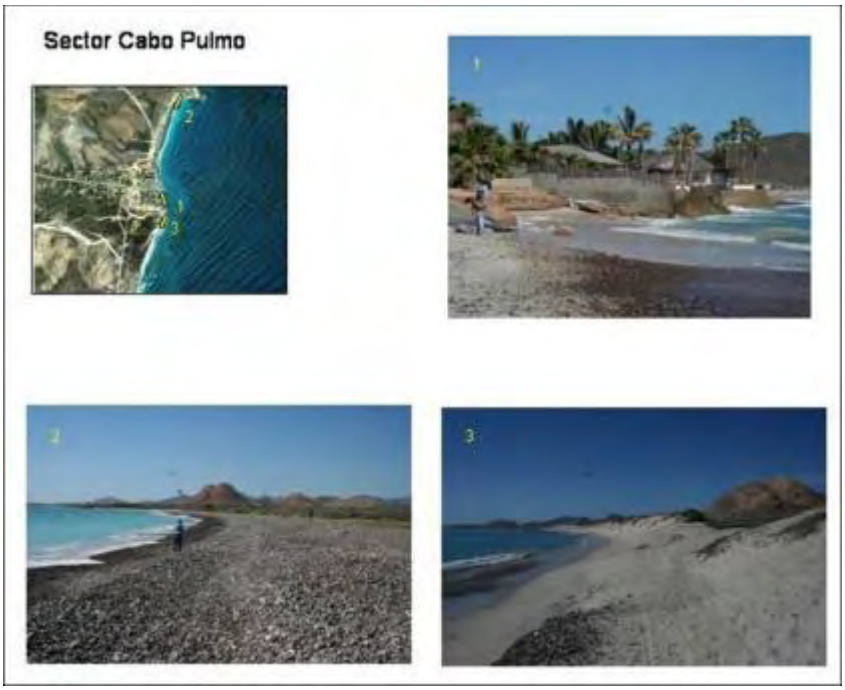


Figura VIII.8. Vista sector Cabo Pulmo, proceso de erosión costera en la ensenada "Cabo Pulmo": (1) zona de playa en el poblado; (2) zona norte compuesto de gravas gruesas y cantos rodados; (3) zona sur con pendientes de playa suaves al pie de dunas estabilizadas.



Figura VIII.9. Línea de costa en ensenada "Los Frailes". (1) Sector norte; (2) Sector sur.



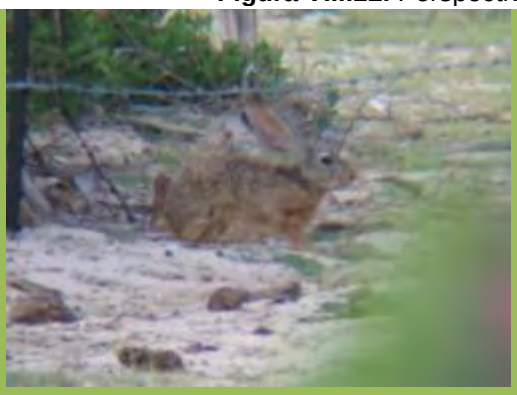
Figura VIII.10. Vista general de la playa.



Figura VIII.11. Perspectiva del litoral.



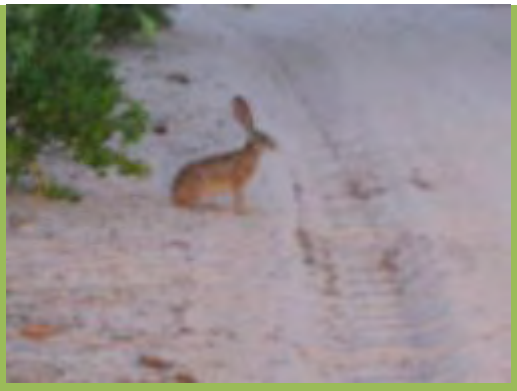
Figura VIII.12. Perspectiva del litoral parte norte.



Lagomorfos- Liebre en zona de transición – Dunas – Matorral



Huella de venado en zona de lomeríos zona fuera de influencia de proyecto – Arroyo Los Tesos.



Lagomorfos- Liebre en el límite norte – Matorral – Dunas.



Huella de venado en vadosa (Arroyo Los Tesos).

	
Zona de dunas - Rata canguro	**Zona de Transición matorral – dunas. Ratón espinoso.**

Figura VIII.10. Mamíferos, datos recopilados en recorridos de campo**.**

VIII.4. Listado de especies

Listados de flora

Tabla VIII.5. Flora terrestre observada en los predios del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Agavaceae	*Agave deserti*		
	Agave sobria		
	Agave datylio		
	Yucca valida	Datilillo	
Amaranthaceae	*Celosía floribunda*		
Anacardiaceae	*Cytocarpa edulis*	ciruelo	
	Pachycormus discolor	Elefante del desierto	
Apocynaceae	*Vallesia glabra*	Citabaro	
Arecaceae	*Washingtonia filifera*	Wasingtonia	
Aristolochiaceae	*Aristochia monticolo*	hierba del indio de la región	
Asclepiadaceae	*Asclepia subulata*		
Asteraceae	*Bidens spp.*	Planta Daninha	
	Gochnatia arborescens		
	Porophyllum gracile	pápalo quelite	
Bignomiaceae	*Tecoma stana*		
Burseraceae	*Bursera hindsiana*	Torote Prieto	
	Bursera mycrophylla	Torote Blanco	
	Bursera odorata	Papelillo o Copal Blanco	
Cactaceae	*Bergerocactus emoryi*	Cacto aterciopelado	
	Echinocereus spp.		Pr endémica
	Ferocactus peninsulae		
	Ferocactus pringlei		
	Machaerocereus gummosus		
	Mammilaria spp.		Pr endémica
	Opuntia cholla	Pithecellobium dulce	
	Opuntia imbricata	cholla	
	Pachycereus pecten-aboriginum	Wichowaka	
	Pachycereus pringlei	Cardon Gigante	
	Stenocereus gummosus	Pitahaya Agria	
	Stenocereus thurberi	Pitahaya	
	Wilcoxia striata	Pitayita	
Capparidaceae	*Forchammeria watsonü*	palo de San Juan	

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Celastraceae	*Maytenus phyllanthoides*		
Cimarubaceae	*Castella tortuosa*	chaparro amargoso	
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	beach morningglory	
	Jacquemontia abutiloides	campanilla	
	Merremia aurea		
Cucurbitaceae	*Ibervillea sonorae*	coyote melón	
Ebenaceae	*Diospyros californica*		
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus angustidens*	mala mujer	
	Cnidoscolus palmeri		
	Euphorbia misero		
	Jatropha cinerea	Lomboy	
	Sapium biloculare	jumping bean	
	Euphorbia polycarpa		
Fabaceae	*Bauhinia peninsulari*		
	Calliandra californica		
	Cercidium microphylla		
	Lysiloma candida	Palo blanco	
	Lysiloma divoricata	Cuitás	
	Parkinsonia aculeata	Palo verde	
Fouquieriaceae	*Fouquieria diguetii*	Palo adán	
Goodeniaceae	*Scaevola plumierii*		
Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	corona de cristo	
Krameriaceae	*Krameria pauciflora*		
Lamiaceae	*Hyptis albida*		
Leguminoceae	*Acacia spp.*		
	Haematoxylon brasiletto		
	Pithecellobium confine	palo fierro	
	Pithecellobium dulce	Guamúchil o pinzón	
	Pithecellobium flexicaule		
	Pithecellobium undulatum		
	Prosopis spp.	Mesquite	
Liliaceae	*Aloe vera*	Sábila	
Loasaceae	*Eucnide aurea*		
Malvaceae	*Gossypium davidsonii*		
Martyniaceae	*Proboscidea altheaefolia*	Espuela del diablo	
	Proboscidea californiana		
Mimosaceae	*Desmanthus fruticosus*		

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Movaceae	*Ficus palmeri*	Higuera de desierto	
Onagraceae	*Oenothera deltoides*		
Pedaliaceae	*Peobocidae californiana*		
Phytolaccaceae	*Stegnosperma halimifolium*	amole	
Poaceae	*Distichlis spicata*	Grama salada	
	Pennistum polystachion		
Poligonaceae	*Antigonon leptopus*		
Portuacaceae	*Portulaca pilosa*	Colacion	
Rhamnaceae	*Colubrina glabra*		
	Karwinskia humboldtiana	Coyotillo	
	Karwinskia mollis		
Rutaceae	*Esenbeckia flava*		
sapindaceae	*Cardiospermum corindum*	Tronador	
Sapotaceae	*Bumelia peninsularis*	Zapotillo	
Selaginellaceae	*Selaginella spp.*	siempre viva	
Simmondsiaceae	*Simmondsia chinensis*	Jojoba	
Solahaceae	*Datura wrightii*	Floripondio	
	Lycium brevipes	frutilla	
	Solanum hindsianum	Mariola	
Sterculiaceae	*Melochia tomentosa*	Malva de los cerros	
Strophariaceae	*Naematoloma capnoides*	hongo	
Turneraceae	*Turnera difusa*	damiana medicinal	
Ulmaceae	*Celtis reticulata*	Almez Americano	
Zygophyllaceae	Guaiacum unijugum		

Listados de Fauna

REPTILES

Tabla VIII.6. Riqueza especifica de Herpetofauna en los predios del proyecto.

Familia	Genero	Especie	Subespecie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Bufonidae	*Bufo*	*punctatus*		Sapo de puntos rojos	-	-
Crotaphytidae	*Gambelia*	*copei*		Lagartija leopardo	-	-
Gekkonidae	*Hemidactylus*	*frenatus*		Gueco besucón	-	-
	Phyllodactylus	*xanti*		Salamanquesa del Cabo	Pr	endémica
Iguanidae	*Ctenosaura*	*hemilopha*		Iguana espinosa de Sonora	Pr	endémica
	Ctenosaura	*conspicua*		Iguana cola espinosa de la Isla San Esteban	-	-
	Dipsosaurus	*dorsalis*		Iguana del Desierto	-	-
Phrynosomatide	*Callisaurus*	*draconoides*		Lagartija cachorra	A	no endémica
	Phrynosoma	*coronatum*		Lagarto cornudo	-	-
	Sceloporus	*zosteromus*		Lagartija escamosa de San Lucas	Pr	endémica
	Sceloporus	*occidentalis*		Lagartija o cachora	-	-
	Urosaurus	*lahtelai*		Lagartija-arbolera de BC	A	endémica
	Urosaurus	*nigricaudus*	nigricaudus	Lagartija-arbolera cola negra	A	endémica
	Urosaurus	*graciosus*		Cachorra	-	-
	Uta	*stansburiana*	martinensis	Lagartija-costado manchado común	A	endémica
Scincidae	*Eumeces*	*skiltonianus*			-	
Teiidae	*Cnemidophorus*	*hyperythrus*	*beldingi*	Huico garganta anaranjada	Pr	endémica
Viperidae	*Crotalus*	*ruber*		Serpientes de Cascabel	Pr	no endémica

Tabla VIII.71. Listado de especies a nivel península, región y área del proyecto.

Familia	Especie	Reportada Península de Baja California	Reportada para la Región	Encontrada en sitio
Bufonidae	*Buffo punctatus*	x		x
Biporidae	*Bipes biporus*	x	x	
Anguidae	*Anniella geronimensis*	x		
	Anniella pulchra	x		
	Elgaria cedrosensis	x		
	Elgaria multicarinata	x		
	Elgaria Paucicarinata	x		
Crotophytidae	*Crotaphytus grismeri*	x		
	Crotaphytus vestigium	x		
	Gambelia copei	x		x
	Gambelia wislizenii	x		
Eublepharidae	*Coleonyx switaki*	x		
	Coleonyx variegatus	x	x	
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus**	x		x
	Phyllodactyl usunctus	x	x	
	Phyllodactylus xanti	x	x	x
Iguanidae	*Ctenosaura hemilopha*	x	x	x
	Dipsosaurus dorsalis	x		x
	Sauromalus ater	x	x	x
	Sauromalus australis	x	x	
Phrynosomatidae	*Callisurus draconoides*	x	x	x
	Petrosaurus mearnsi	x		
	Petrosaurus repens	x		
	Petrosaurus thalassinus	x	x	
	Phrynosoma coronatum	x		x
	Phrynosoma mcallii	x		
	Phrynosoma platyrhinos	x		
	Sceloporus hunsakeri	x		
	Sceloporus licki	x		
	Sceloporus magister	x		
	Sceloporus occidentalis	x		x
	Sceloporus orcutti	x		
	Sceloporus vandenburgianus	x		
	Sceloporus zosteromus	x		x
	Uma notata	x		
	Urosaurus graciosus	x		x
	Urosaurus lahtelai	x		x
	Urosaurus nigricaudus	x	x	x
	Uta stansburiana	x		x
Scincidae	*Eumeces gilberti*	x		
	Eumeces lagunensis	x	x	
	Eumeces skiltonianus	x		x
Teiidae	*Cnemidophorus hyperythrus*	x	x	x
	Cnemidophorus maximus;	x	x	
	Cnemidophorus labialis	x		
	Cnemidophorus tigris	x		
Xantusiidae	*Xantusia henshawi*	x		
	Xantusia vigilis	x		
	Xantusia vigilisgilberti	x		
Boidae	*Lichanura trivirgata*	x	x	
Colubridae	*Arizona elegans*	x		
	Arizona pacata	x		

	Bogertophis rosaliae	x			
	Chionactis occipitalis	x			
	Chilomeniscus cinctus	x			
	Chilomeniscus stramineus	x	x		
	Diadophis punctatus	x			
	Diadophis punctatus	x			
	Eridiphas slevini	x	x		
	Hypsiglena torquata	x	x		
	Lampropeltis getula	x	x		
	Lampropeltis zonata	x			
	Masticophis aurigulus	x	x		
	Masticophis flagellum	x			
	Masticophis lateralis	x			
	Phyllorhynchus decurtatus	x			
	Pituophis catenifer	x			
	Pituophis vertebralis	x			
	Rhinocheilus lecontei	x			
	Salvadora hexalepis	x			
	Sonora semiannulata	x			
	Tantilla planiceps	x			
	Thamnophis elegans	x			
	Thamnophis hammondii	x			
	Thamnophis marcianus	x			
	Thamnophis validus	x			
	Trimorphodon biscutatus	x	x		
Hydrophilidae	*Pelamis platurus*	x			
Leptotyphlopidae	*Leptotyphlops humilis*	x			
Viperidae	*Crotalus atrox*	x			
	Crotalus cerastes	x			
	Crotalus enyo	x	x		
	Crotalus exsul (C. ruber)	x	x		x
	Crotalus mitchellii	x			
	Crotalus viridis	x			
Cheloniidae	*Caretta caretta*	x	x		x
	Chelonia mydas	x	x		
	Eretmochelys imbricata	x	x		
	Lepidochelys olivacea	x	x		x
Dermochelydae	*Dermochelys coriacea*	x	x		
Emydidae	*Clemmys marmorata*	x			
	Trachemysscripta nebulosa	x			
Testudinidae	*Gopherusagassizii*	x			
Trionychidae	*Apalone spinifera*	x			
		94	**27**		**20**
			29%		**21%**

AVES

Tabla VIII.8. Riqueza especifica de aves para los predios del proyecto

Familia	Genero	Especie	Subespecie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Accipitridae	*Buteo*	*albonotatus*		Aguililla aura	Pr	no endémica
	Buteo	*jamaicensis*		Aguililla cola roja	P	endémica
	Circus	*cyaneus*		Aguilucho pálido		
	Pandion	*haliaetus*		Milano coliblanco		

Familia	Genero	Especie	Subespecie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Aegithalidae	*Psaltriparus*	*minimus*	grindae	Sastrecillo de La Laguna	Pr	endémica
Caprimulgidae	*Chordeiles*	*acutipennis*		Tapacaminos		
Cardinaliae	*Cardinalis*	*sinuatus*		Pyrrhuloxia		
	Cardinalis	*cardinalis*		Cardenal rojo	Pr	endémica
Cathartidae	*Cathartes*	*aura*		Jote de cabeza colorada		
Charadriidae	*Charadrius*	*alexandrinus*		Frailecillo Blanco		
Columbidae	*Columbina*	*passerina*		Tórtola coquita	A	endémica
	Zenaida	*asiatica*		Paloma Ala Blanca		
Corvidae	*Aphelocoma*	*californica*		Chara pecho rayado		
	Corvus	*corax*		Cuervo		
Cuculidae	*Geococcyx*	*californianus*		Correcaminos		
Emberizidae	*Amphispiza*	*bilineata*	carmenae	Zacatonero garganta negra	A	no endémica
	Pipilo	*erytrophtalmus*	magnirostris	Toquí pinto de La Laguna	Pr	no endémica
	Spizella	*breweri*		Gorrión de Brewer		
Falconidae	*Caracara*	*cheriway*		Caracara común		
	Falco	*spaverius*		American Kestrel		
	Falco	*columbarius*		El Esmerejón		
Fregatidae	*Fregata*	*magnificens*		Fragata Magnífica		
Hirundinidae	*Tachycineta*	*thalassina*		Golondrina verdemar		
Icteridae	*Icterus*	*cucullatus*		Bolsero cuculado		
	Molotrus	*ater*		Chanates		
Laniidae	*Lanius*	*ludovicianus*		Verduguillo		
Laridae	*Larus*	*atualla*				
	Larus	*heermanni*		Gaviota ploma	Pr	no endémica
	Larus	*livens*		Gaviota pata amarilla	Pr	no endémica
	Sterna	*forsteri*		Gaviota de Forster		
Mimidae	*Mimus*	*polyglottos*		Ruiseñor		
	Toxostoma	*longirostris*		Cuitlacoche pico largo		
Odontophoridae	*Callipepla*	*californica*		Codornizde California		
Pelecanidae	*Pelecanus*	*occidentalis*		Pelícano pardo		
Picidae	*Melanerpes*	*uropygialis*		Carpintero de Gila		
	Picoides	*scalaris*		Carpintero mexicano		
Remizidae	*Auriparus*	*flaviceps*		Verdín		
Scolopacidae	*Actitis*	*macularius*		Playerito alzacolita		
	Calidris	*alba*		Playero Arenero		
	Limosa	*fedoa*		Aguja Jaspeada		
	Numenius	*phaeopus*		Zarapito		
	Tringa	*flavipes*		Archibebe patigualdo chico		

Familia	Genero	Especie	Subespecie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Sylviidae	*Polioptila*	*californica*	*atwoodi*	Perlita californiana	A	no endémica
	Polioptila	*melanura*		Perlita del desierto		
	Polioptila	*caerulea*		Perlita azuleja		
Trochilidae	*Calypte*	*costae*		Colibrí cabeza violeta		
	Campylorhynchus	*brunneicapillus*		Matraca del desierto		
Turdidae	*Catharus*	*guttatus*		Zorzal cola rufa		
Tyranidae	*Sayornis*	*saya*		Papamoscasllanero		
	Empidonax	*wrightii*		Mosqueta Gris		
	Myiarchus	*cineracens*		Copetón Cenizo		
Tytonidae	*Tyto*	*Alba*		Lechuza de campanario		

MAMÍFEROS

Tabla VIII.9. Listado de Especies de mamíferos en los predios del proyecto.

Familia	Genero	Especie	Subespecie	Nombre Común	NOM-059	Distribución NOM-059
Canidae	*Canis*	*latrans*		Coyote	-	-
Canidae	*Urocyon*	*cinereoargenteus*		Zorrita gris	-	-
Cervidae	*Odocoileus*	*hemionus*	cerrosensis	Venado bura	A	endémica
Felidae	*Lynx*	*rufus*		Gato montés	-	-
Heteromyidae	*Chaetodipus*	*spinatus*	lambi	Ratón-de abazones de Baja California	A	endémica
Heteromyidae	*Dipodomys*	*merriami*	mitchelli	Rata canguro de Merriam	A	endémica
Leporidae	*Lepus*	*californicus*	magdalenae	Liebre cola negra	Pr	endémica
Leporidae	*Sylvilagus*	*audubonii*		Conejo	-	-
Muridae	*Neotoma*	*lepida*	abbreviata	Rata de campo	A	endémica
Mustelidae	*Spilogale*	*gracilis*		Zorrillo	-	-
Mustelidae	*Taxidea*	*taxus*		Tejón	A	no endémica
Phyllostomatidae	*Macrotus*	*californicus*		Murciélago orejón	-	-
Procyonidae	*Procyon*	*lotor*		Mapache	-	-
Sciuridae	*Ammospermophilus*	*leucurus*		Ardilla o juancito	-	-
Vespertilionidae	*Lasiurus*	*blossevillii*		Murciélago colorado	-	-
Vespertilionidae	*Myotis*	*californicus*		Murciélago de California	-	-

Especies endémicas o en alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies observadas en los predios del Proyecto, 27 se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas 18 especies son endémicas, siendo los reptiles y aves los grupos de mayor coincidencia (Tabla siguiente):

Tabla VIII.10. Especies en estatus de Categoría de Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Grupo	Nombre Común	Especie	Categoría	Distribución
Aves	Aguililla aura	*Buteo albonotatus*	Pr	no endémica
	Aguililla cola roja de Socorro	*Buteo jamaicensis*	P	endémica
	Sastrecillo de La Laguna	*Psaltriparus minimus*	Pr	endémica
	Cardenal rojo de Tres Marías	*Cardinalis cardinalis*	Pr	endémica
	Tórtola coquita de Socorro	*Columbina passerina*	A	endémica
	Zacatonero garganta negra	*Amphispiza bilineata*	A	no endémica
	Toquí pinto de La Laguna	*Pipilo erytrophtalmus*	Pr	no endémica
	Gaviota ploma	*Larus heermanni*	Pr	no endémica
	Gaviota pata amarilla	*Larus livens*	Pr	no endémica
	Perlita californiana	*Polioptila californica*	A	no endémica
Mamíferos	Venado bura	*Odocoileus hemionus*	A	endémica
	Ratón-de abazonesde Baja California	*Chaetodipus spinatus*	A	endémica
	Rata canguro de Merriam	*Dipodomys merriami*	A	endémica
	Liebre cola negra	*Lepus californicus*	Pr	endémica
	Rata de campo	*Neotoma lepida*	A	endémica
	Tejón	*Taxidea taxus*	A	no endémica
Reptiles	Salamanquesa del Cabo	*Phyllodactylus xanti*	Pr	endémica
	Iguana espinosa de Sonora	*Ctenosaura hemilopha*	Pr	endémica
	Lagartija cachorra	*Callisaurus draconoides*	A	no endémica
	Lagartija escamosa de San Lucas	*Sceloporus zosteromus*	Pr	endémica
	Lagartija-arbolera de BC	*Urosaurus lahtelai*	A	endémica
	Lagartija-arbolera cola negra	*Urosaurus nigricaudus*	A	endémica
	Lagartija-costado manchado común	*Uta stansburiana*	A	endémica
		Cnemidophorus hyperythrus	Pr	endémica
	Serpientes de Cascabel	*Crotalus ruber*	Pr	no endémica
Flora		*Echinocereus spp.*	Pr	endémica

		Mammillaria spp.	Pr	endémica

En la Tabla siguiente, se presenta por grupo faunístico el total de especies en estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se tiene que los grupos como son Aves (10), Reptiles (9), Mamíferos (6) en este mismo orden presentan número de especies en estatus.

Tabla VIII.11 Resultados de especies en estatus de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	A Amenazada	P Peligro de Extinción	Pr Protección Especial	Total
Aves	3	1	6	10
Flora			2	2
Mamíferos	5		1	6
Reptiles	4		5	9
Total	**12**	**1**	**14**	**27**

Las categorías de las especies corresponden a 1 especies en peligro de extinción (P), 12 especies como amenazadas (A), y 14 especies sujetas a protección especial (Pr).

Tabla VIII.12. Resultados de especies en estatus de distribución de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Endémica	No Endémica	Total
Aves	4	6	10
Flora	2		2
Mamíferos	5	1	6
Reptiles	7	2	9
Total	**18**	**9**	**27**

VIII.5. Anexo Fichas informativas de cada una de las especies marinas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Isostichopus fuscus Ludwig, 1875
Pepino de mar



Nombre común: Pepino de mar

Descripción de la especie: Es un organismo vermiforme, cuya superficie está cubierta por pápulas romas que aparentemente tienen función sensorial. El color de la piel se alterna en parches de color café claro y obscuro. Presenta de 10 a 20 tentáculos peltados y la boca se encuentra en la parte ventral. Pies ambulacrales o podios solamente en el "trivium". Carece de túbulos de Cuvier y solamente presenta una vesícula de Poli. Las espículas son escasas y son de tipo torre con espiras, botones lisos, bastones y espículas en forma de "C". Las gónadas se encuentran ubicadas en la zona dorsal anterior, colgando libremente en el celoma. Son filamentos múltiples o túbulos no ramificados que se encuentran repletos de gametos cuando están maduros. Llega a medir hasta 30 cm de longitud y pesar 800 g, sin embargo la talla y el peso promedio oscilan entre los 23 cm y los 350 g.

Distribución: Se distribuye desde el norte del Golfo de California hasta Ecuador y es común en las Islas del Golfo de California y Pacífico oriental tropical, como Revillagigedo, Clarión, Galápagos.

Hábitat: El pepino de mar *Isostichopus fuscus* habita aguas someras tropicales, de los 0 a los 40 m. Se encuentra generalmente sobre el substrato, que suele ser de tipo rocoso, de coral o arena. Es común la asociación de *I. fuscus* con corales del género *Pocillopora* spp y *Porites* sp (Reyes Bonilla, 1993).

Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr. Sujeta a Protección Especial

Chromis limbaughi Greenfield y Woods, 1980
Damisela Azul



Nombre común: Damisela azul, Castañeta mexicana, Castañuela mejicana, Castañuela de Limbaughi.

Descripción de la especie: De cuerpo alto y ovalado, el preopérculo es liso, ocasionalmente con finas aserraciones; boca corta, protrusible, oblicua con dos hileras de dientes, los de la fila exterior más grandes y de forma cónica. Con una sola aleta dorsal formada por 13 espinas y de 11 a 12 radios. Cola ahorquillada, lóbulos redondeados; escamas grandes y ásperas, con la línea lateral incompleta. Cuerpo de color gris azulado con color azul brillante en la cabeza.

Aletas dorsal, caudal y anal color amarillo; coloración amarilla de la aleta dorsal usualmente continua con amarillento pálido o blancuzco del pedúnculo caudal; juveniles azul brillante en los dos tercios anteriores y amarillo brillante posteriormente, la región amarilla confluye con las aletas dorsal, caudal y anal. Se alimenta de zooplancton y huevos de peces. Tamaño máximo hasta 12 cm.

Hábitat: áreas rocosas a profundidades de entre 5 y 75 m.

Distribución: abarca desde el medio Golfo de California a Cabo San Lucas e Islas Revillagigedo.

Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr. Sujeta a Protección Especial.

Pomacanthus zonipectus (Gill, 1862)
Ángel de Cortes



Nombre común: Ángel de Cortés

Descripción de la especie: Cuerpo de forma alta y comprimida. Boca pequeña con dientes en forma de cerdas de cepillo; preopérculo con una espina grande en su ángulo. Una sola aleta dorsal formada de once espinas y de 24-25 radios. Escamas de tamaños variables, muy ásperos que poseen levantamientos distintivos en la parte expuesta, las escamas que se extienden dentro de las aletas medias. Cuerpo de color Grisáceo, más oscuro anteriormente; parte posterior del cuerpo y secciones adyacentes de las aletas dorsal y anal color carbón o negruzco; una barra ancha amarilla inmediatamente detrás del margen de la mejilla, y una segunda banda angosta amarilla entre dos bandas negras justo detrás de la base de la pectoral; aleta caudal amarillento pálido; juveniles negro con 6 barras amarillas curvas en la cabeza, cuerpo y la cola, con barras azules angostas entre éstas. Se alimenta de ectoparásitos de otros peces. Omnívoro, también se alimenta de microalgas bentónicas, estrellas de mar, pepinos, anémonas, esponjas, ascidias, briozoarios, corales suaves e hidroides. Tamaño máximo de hasta 50 cm.

Hábitat: generalmente sobre arrecifes rocosos a profundidades de entre 1 y 50 m.

Distribución: abarca desde el sur de Baja California a Perú, incluyendo todas las islas oceánicas.

Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr. Sujeta a Protección Especial.

Rhincodon typus
Tiburón ballena

Rhincodon typus es considerado el pez más grande que existe alcanzando longitudes de por lo menos 12 m (posiblemente hasta 20 m) y es el único miembro de la familia Rhincodontidae, del Orden Orectolobiformes (Compagno 2001) (Figura siguiente). Es un tiburón pelágico filtrador de plancton, que se alimenta principalmente de pequeños crustáceos; aunque algunos reportes indican que ocasionalmente también incluye en su dieta algas (Gudger 1941), cefalópodos y pequeños peces (Kishinouye 1901, Van Kampen 1908, En: Gudger 1941).



Figura VIII.11. Fotografía del tiburón ballena (*Rhincodon typus* Taylor, 1829).

La historia de vida de esta especie es poco conocida, pero se sabe que son especialmente vulnerables a la explotación dado su crecimiento lento, el alcance de su madurez sexual a grandes tallas, intervalos extensos entre sus ciclos reproductivos y el pequeño tamaño de sus poblaciones (Santos del Prado-Gasca et al. 2005). Son organismos ovovivíparos con la retención de las capsulas del huevo en el útero hasta que el embrión eclosiona, después de lo cual nace (Figurasiguiente); reportándose tres clases de talla de embriones en un mismo útero con distintos niveles de desarrollo (Joung et al. 1996).

No hay información sobre el tiempo de gestación, sin embargo crías de una hembra capturada de entre 48 y 58 cm de LT sobrevivieron y crecieron rápidamente en cautiverio (Joung et al. 1996). La talla de nacimiento se estima entre los 55 y 59 cm de longitud total (LT) que corresponde a las observaciones de los individuos más pequeños reportados con señal del cordón umbilical (Compagno 2001, Stevens 2007). Los machos son inmaduros a tallas menores a 299 cm y los adolescentes tienen tallas entre 390 a 540 cm (Joung et al. 1996). Las estimaciones muestran que la edad a la que los organismos alcanzan la madurez sexual oscila entre 9 y 30 años (Santos del Prado-Gasca et al. 2005); de los cuales, a los machos con LT entre 705 y 1026 cm son considerados maduros, mientras que las hembras son consideradas inmaduras cuando miden menos de 760 cm, y su madurez sexual ha sido registrada en organismos de 10 m de LT (Joung

et al. 1996) y con alrededor de 16 t de peso (Compagno 2001). Las hembras maduras pueden alcanzar hasta 20 m de LT y pesar hasta 34 t. La longevidad de esta especie se calcula entre 60 y hasta más de 100 años (Santos del Prado-Gasca et al. 2005).

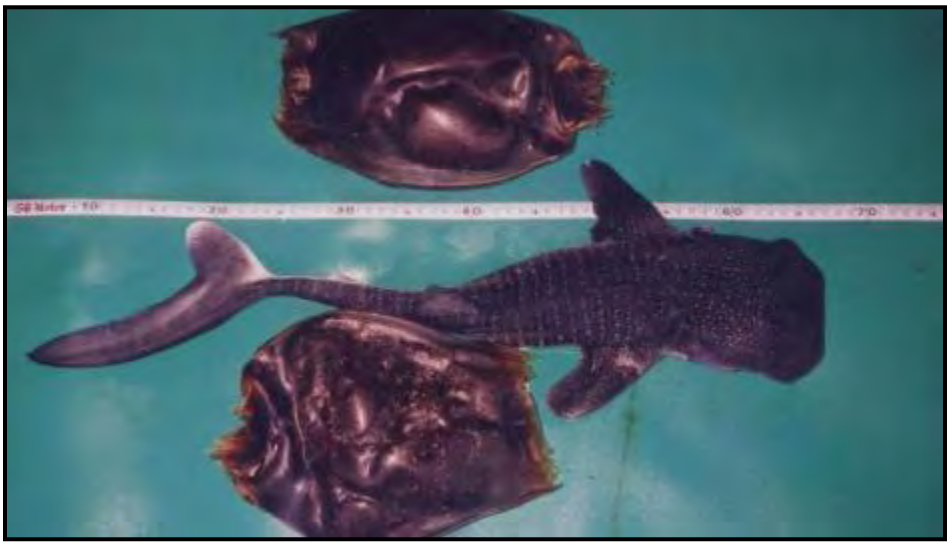


Figura VIII.12. Fotografía de un embrión y dos capsulas de huevo de *Rhincodon typus* recopiladas de una hembra capturada que tenía más de 300 embriones (Joung et al. 1996).

Los estudios genéticos de esta especie que se basan en las poblaciones del Golfo de California, Filipinas, Australia, Mozambique, Dijibouti e Isla Holbox; muestran que *R. typus* a escala global no es una población panmíctica, y se divide en las poblaciones de Isla Holbox y el Indo-Pacífico. En México específicamente el tiburón ballena se divide en dos unidades poblacionales las cuales corresponden a Isla Holbox (Caribe) con una población estimada de 516 a 8012 tiburones; mientras que en el Golfo de California (Pacífico) el tamaño poblacional oscila entre 396 y 509 organismos (Ramírez 2011).

Esta especie puede encontrarse con individuos solitarios o en grupos de hasta cientos de organismos (Compagno 2001, Norman 2005); y se distribuye entre las latitudes de 30°N y 35°S, aunque también se han encontrado hasta la latitud 41° al Norte y hasta los 36.5° al Sur (Wolfson 1986). Puede encontrarse en todos los mares tropicales y templados excepto en el Mediterráneo, y su presencia muestra una posible relación con la disponibilidad y concentración de presas en cada ambiente (Eckert y Stewart 2001, Norman 2005). Prefieren las aguas costeras y oceánicas con temperaturas que oscilan entre 21 y 35°C, aunque pueden realizar buceos a profundidades mayores de 700 m donde se alcanzan temperaturas menores a 8°C (Norman 2005).

Los tiburones ballena son altamente migratorios y sus movimientos, distribución y abundancia se relacionan con los cambios en la temperatura de las masas de agua y con los procesos oceanográficos como las surgencias, las corrientes costeras y los frentes oceánicos; que permiten el incremento en la productividad y generan concentraciones de organismos planctónicos (Compagno 2001, Eckert y Stewart 2001, Ketchum 2003,

Norman 2005). A pesar de que estos animales son considerados potentes nadadores con gran fuerza en su cuerpo; los resultados publicados por Eckert y Stewart (2001), muestra que la velocidad que alcanzan es de 96 km/día, la cual es considerada como una velocidad de nado lenta comparada con otras especies de tiburones pelágicos. A pesar de esto, se han registrado migraciones multianuales de grandes distancias de hasta 13,000 km en alrededor de 37 meses de viaje desde el mar de Cortés en dirección al Océano Pacífico Norte (Figura); probablemente en razón a las surgencias y la productividad planctónica que se concentran en las montañas marinas cerca a las Islas Revillagigedo, la Isla Clipperton y a lo largo de los bordes del Océano Pacífico Norte (Eckert y Stewart 2001, Norman 2005).

Categoría de la lista roja IUCN: Vulnerable (VU) (Norman 2005)

CITES: Apéndice II (13/02/03)

Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010): Categoría de Amenazada (Diario Oficial de la Federación 2010).

Estado actual del tiburón ballena en el Golfo de California y en Sistema Ambiental Marino del proyecto (SAM), BCS.

Los tiburones ballena muestran agregaciones estacionales en diferentes partes del mundo, dentro de las cuales el Golfo de California sobresale por presentar grupos de esta especie durante Mayo-Junio y Septiembre-Noviembre (Ketchum 2003). En el Mar de Cortés se han determinado cinco hábitats críticos para el desarrollo de actividades vitales de *R. typus*: la Bahía de Los Ángeles (BC) y la Bahía San Luis Gonzaga (BC), son considerados zonas de alimentación; la Bahía de La Paz (BCS) es un área de alimentación; mientras que El Bajo en La Paz y "Gorda Banks" en San José del Cabo son lugares de crianza primaria (Gudger 1941, Norman 2005, Santos del Prado-Gasca et al. 2005). Las temperaturas superficiales del mar preferidas por esta especie en el Golfo de California oscilan entre 28 y 32°C, con buceos largos y variables, alcanzando profundidades mayores a 240 m en donde las temperaturas pueden disminuir a 10°C (Eckert y Stewart 2001).

En el Golfo de California, parece haber una mayor presencia de machos (64%) que de hembras (28%), con animales entre 2 y 13 m de LT; que muestran una segregación latitudinal de sexos y tallas. El primer grupo que se ubica en las costas de Bahía de la Paz y Bahía de Los Ángeles se conforma por individuos jóvenes (en su mayoría machos), con tallas menores a ocho metros; mientras que el grupo de adultos y hembras preñadas mayores de nueve metros, se encuentran en aguas más oceánicas al Sur del Golfo (Eckert y Stewart 2001, Ramírez 2011).

El grupo de animales jóvenes se mueve principalmente entre Bahía de La Paz y Bahía de los Ángeles (Ramírez 2011), manteniéndose principalmente al norte del Golfo de California (Eckert y Stewart 2001) (Figura). En Bahía de Los Ángeles predomina la

presencia de tiburones ballena juveniles con tallas que oscilan entre 2.5 a 8 m de LT, con un promedio de 5.26 m de LT para los machos y de 5.56 m de LT para las hembras. Los individuos juveniles que se registran en la Bahía de La Paz se concentran en la zona costera y tienen dos picos máximos de abundancia a lo largo del año (Mayo-Junio y Septiembre-Noviembre) (Ketchum 2003); aunque con variaciones interanuales en la abundancia y estacionalidad de sus agrupaciones (Ketchum 2003, Ramírez 2011).

Por otra parte el grupo de adultos y hembras preñadas realizan sus movimientos y migraciones en zonas alejadas de la costa prefiriendo aguas oceánicas durante su estancia en el Golfo de California y con recorridos extensos hacia el Océano Pacífico Norte (Eckert y Stewart 2001, Ramírez 2011) (Figura). Las zonas oceánicas de la Bahía de La Paz y del Banco Gorda al sur del Golfo de California, han registrado la presencia de hembras adultas de entre 9 y 12 m de LT, principalmente entre Mayo y Junio (Ramírez 2011).

La ocurrencia de *R. typus* en la Bahía de la Paz, se asocia a una fuerte termoclina costera y a los frentes térmicos presentes en la zona. Así mismo, la segregación entre zonas costeras y oceánicas por edades de tiburones ballena coincide con las preferencias de alimentación y con las características ambientales elegidas por cada intervalo de edad (Ketchum 2003). Las observaciones de esta especie durante los eventos de alimentación por filtración, muestran que estos animales adoptan una posición vertical en la columna de agua mientras bombean el agua cargada de presas por sus hendiduras branquiales (Eckert y Stewart 2001). El tamaño poblacional en la Bahía de la Paz, fluctúa entre 136 y 197 individuos desde Noviembre del 2004 a Abril del 2010, y se estima que alrededor del 46% de estos organismos han mostrado cicatrices por colisión con embarcaciones, que causan laceraciones, amputaciones y abrasiones (Ramírez 2011).

Específicamente en el Sistema Ambiental Marino (SAM), se tiene registro de avistamientos ocasionales de estos individuos (Rosenblatt RH y J de la Cruz-Agüero, En: Villareal-Cavazos et al. 2000), pero no se cuenta con información detallada de abundancia y frecuencia de los mismos en sus cercanías. El programa de manejo y conservación de Cabo Pulmo no incluye dentro del listado de flora y fauna a esta especie, siendo *Carcharhinus limbatus* el único tiburón que está registrado oficialmente en la zona (CONANP 2006).

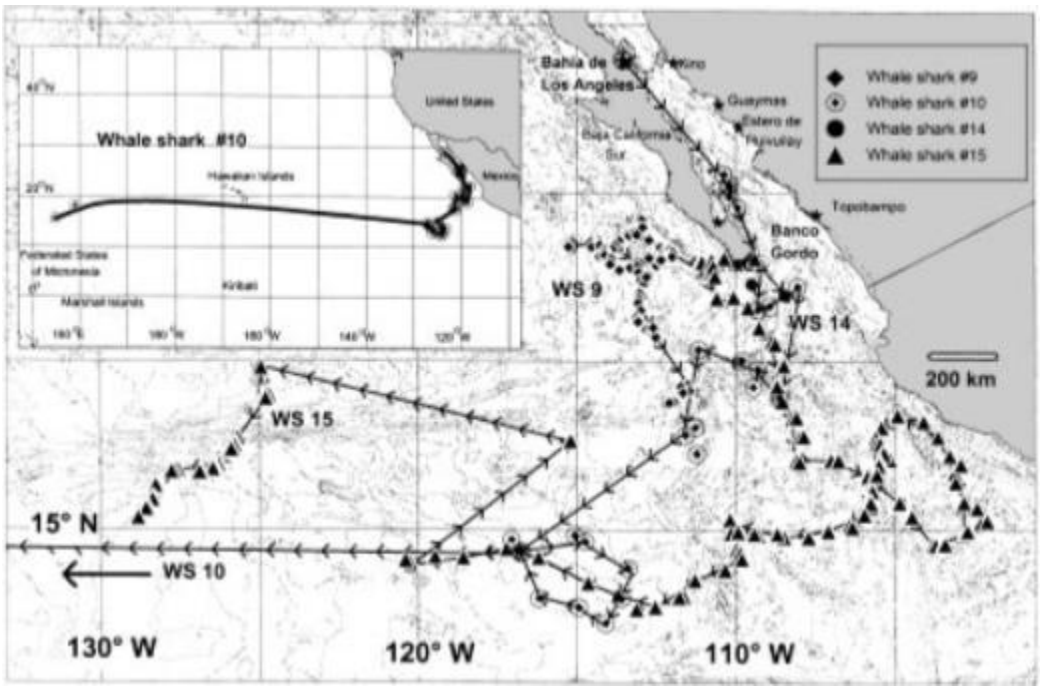


Figura VIII.13. Movimientos de cuatro tiburones ballena marcados satelitalmente que se movieron desde el Mar de Cortés hasta el Océano Pacífico Norte (tomado de Eckert y Stewart 2001).

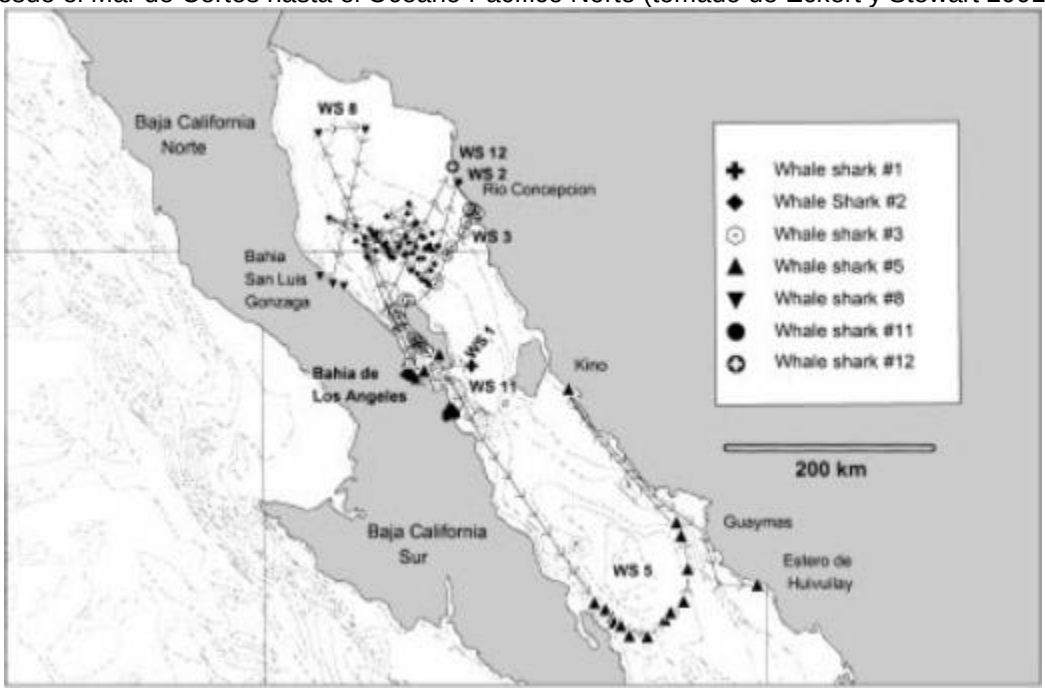


Figura VIII.14. Movimientos de siete tiburones ballena marcados satelitalmente en el Mar de Cortés (tomado de Eckert y Stewart 2001)

Salomón-Aguilar y colaboradores, delimitaron 19 zonas de reproducción y crianza de tiburones en el Golfo de California categorizadas en 13 cuadrantes (Figura), y sugirieron algunas de ellas como zonas prioritarias de manejo basándose en algunos aspectos de importancia para la sobrevivencia de estos organismos (Salomón-Aguilar et al. 2009). Las zonas prioritarias de manejo o reservas marinas, son áreas marinas protegidas que permiten la recuperación de los stocks, la conservación de lugares de agrupaciones reproductivas y de reclutamientos, el incremento en las capturas en las zonas aledañas, así como la disminución en la sobrepesca de las especies vulnerables y el incremento del turismo (Salomón-Aguilar et al. 2009).

Teniendo en cuenta el total de especies que se reproducen y utilizan el área de crianza (por cuadrante) resaltan la zona adyacente a Mazatlán (cuadrante 12), el área de El Sargento, la Ventana y Punta Arenas (BCS) (cuadrante 9), San Francisquito y El Barril (BC), y Bahía Kino (cuadrante 5), la zona Seri de Sonora (cuadrante 4) y la Bahía de Teacapán (Sinaloa) (cuadrante 13). Con respecto a las especies con fecundidad menor a 10 crías potenciales por temporada reproductiva se consideran los cuadrantes 4, 12 y 13 además de la zona de La Manga, Sonora (cuadrante 6). Basándose en las especies con tallas de maduración grandes (>2 m de LT) las áreas más importantes se ubican en los cuadrantes 5, 9 y 13. Considerando las especies con sitios limitados de reproducción y crianza sobresalen los cuadrantes 4, 5, 9, 12 y 13. Con respecto a las especies más afectadas por la pesca en el Golfo de California los cuadrantes con mayor prioridad son los 4, 6, 9 y 12; mientras que teniendo en cuenta aquellas especies cuyas aletas tienen mayor demanda en el mercado, se consideran los cuadrantes 9 y 12 (Salomón-Aguilar et al. 2009) (Figura).

El área de reproducción y crianza llamada “Boca del Golfo” es la zona más cercana al SAM, y al igual que este, se ubican en el cuadrante 11 del mapa (Salomón-Aguilar et al. 2009). Teniendo en cuenta los criterios de selección de las zonas prioritarias para los tiburones, consideradas por Salomón-Aguilar y colaboradores (2009); el cuadrante 11 y por tanto el SAM, no corresponde a una zona prioritaria de manejo para tiburones, teniendo en cuenta que no es una zona geográficamente importante para que las hembras grávidas den a luz a sus crías, y tampoco para que los juveniles pasen sus primeros estadios de vida.

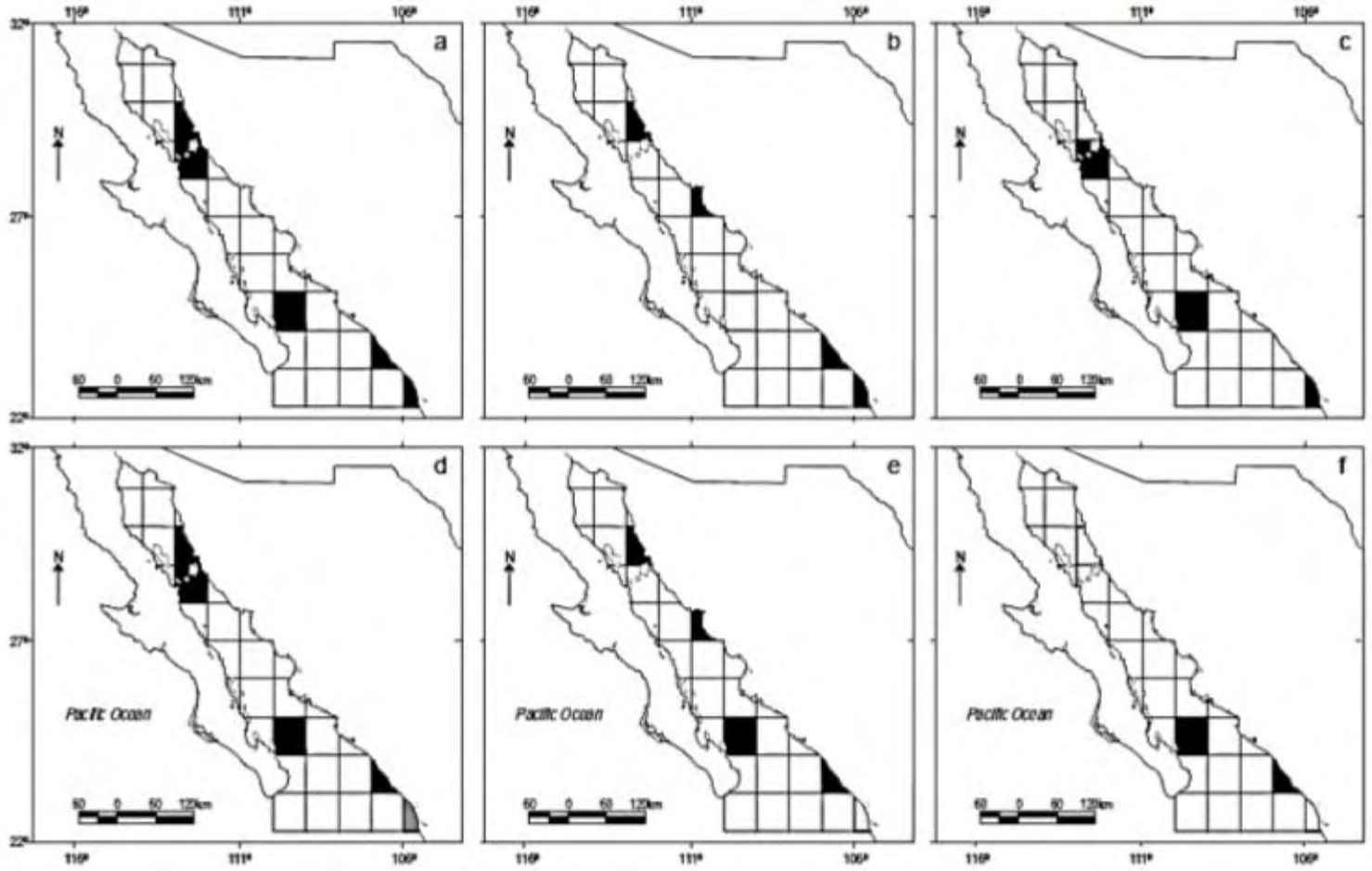
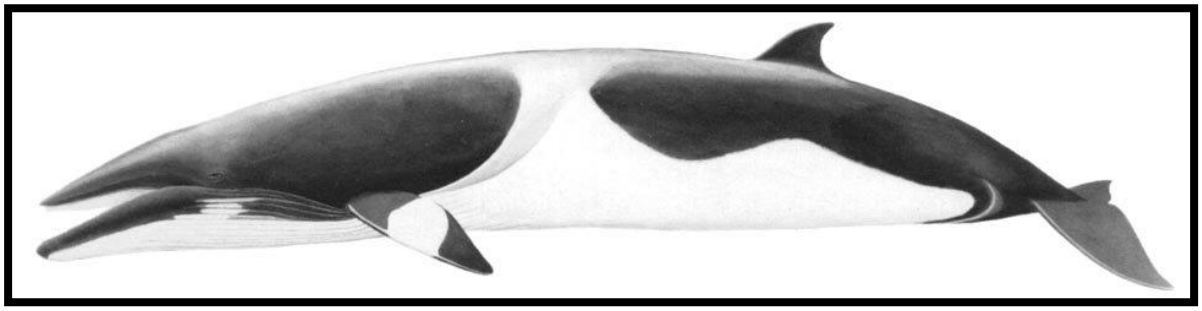


Figura VIII.15. Áreas prioritarias de reproducción y crianza de tiburones en el Golfo de California. Criterios de selección: (**a**) numero total de especies que se reproducen por cuadrante, (**b**) ocurrencia de especies con fecundidad baja, (**c**) presencia de especies que maduran a tallas mayores, (**d**) presencia de especies con sitios limitados de reproducción, (**e**) tiburones que más se pescan y (**f**) presencia de especies con aletas consideradas de primera categoría (tomado de Salomón-Aguilar et al. 2009).

VIII.6. Anexo Fichas de Mamíferos Marinos que se ubican en la zona sur del proyecto y que no se verán afectados.

Ballena Minke

Balaenoptera acutorostrata



Descripción
Es el balaenoptérido más pequeño y más robusto de los rorcuales. Tiene un rostro de forma triangular y estrecho. Presenta una cresta central en el rostro. Aletas pectorales con bandas blancas características. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente blanco-amarillenta. La forma de la aleta dorsal es falcada. Miden 8 metros de longitud promedio, siendo las hembras más grandes que los machos, y pesan aproximadamente 5 toneladas. Se alimentan de zooplancton y peces pequeños. Alcanzan la madurez sexual entre los 6 y 7 años de edad, con un período de gestación de 10 meses seguido de 6 meses de lactancia.

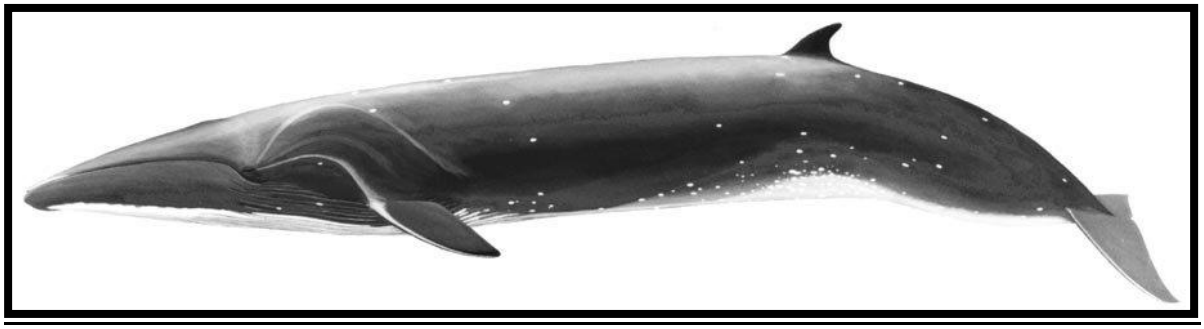
Distribución
La ballena Minke posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en aguas tropicales, templadas y polares de ambos hemisferios. Existen pocos avistamientos de esta especie dentro del Golfo de California, siendo avistada mayormente en la costa occidental de la península de Baja California.

Temporalidad
En el Golfo de California solamente se ha observado en invierno y primavera.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Ballena de Sei
Balaenoptera borealis



Descripción
Es la tercera ballena más grande del planeta. Tiene una región cefálica que ocupa 1/5 del tamaño total del cuerpo. Presenta una cresta grande en el rostro. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y más clara ventralmente. La forma de la aleta dorsal es alta y falcada. Miden 16 metros de longitud promedio, siendo las hembras más grandes que los machos, y pesan aproximadamente de 12 a 15 toneladas. Se alimentan de zooplancton y peces pequeños. Alcanzan la madurez sexual entre los 13 y 15 metros de longitud, con un período de gestación de 11 a 12 meses seguido de 6 a 7 meses de lactancia.

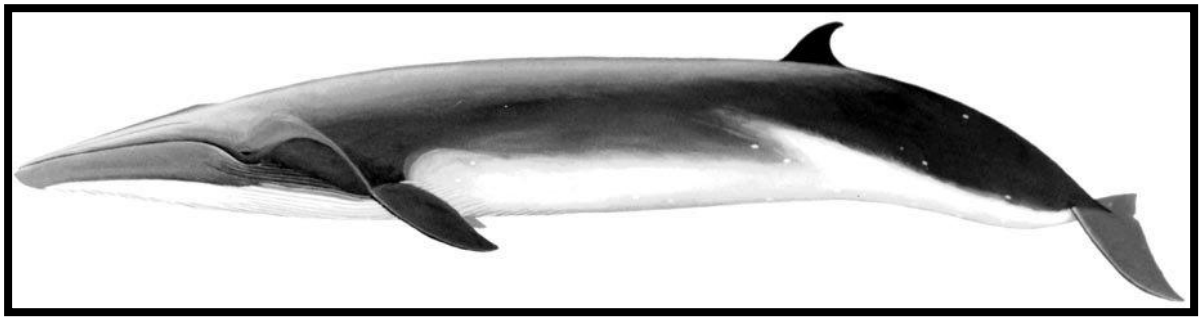
Distribución
La ballena de Sei posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en aguas tropicales, templadas y polares de ambos hemisferios. Habitan en aguas oceánicas abiertas, raramente vistas cerca de la costa. Existen pocos avistamientos de esta especie dentro del Golfo de California.

Temporalidad
En el Pacífico Nororiental y Golfo de California se ha observado en invierno.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: En peligro de extinción; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Ballena de Bryde
Balaenoptera edeni



Descripción
Es un rorcual pequeño de cuerpo delgado y alargado. El rostro es aplanado. Presenta tres crestas medianas en el rostro. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente blanco-amarillenta. La forma de la aleta dorsal es alta y falcada. Miden 13 metros de longitud promedio, siendo las hembras más grandes que los machos, y pesan aproximadamente de 12 a 20 toneladas. Se alimentan de zooplancton y peces pequeños. Alcanzan la madurez sexual a los 10 años aproximadamente, con un período de gestación de 12 meses seguido de 6 meses de lactancia.

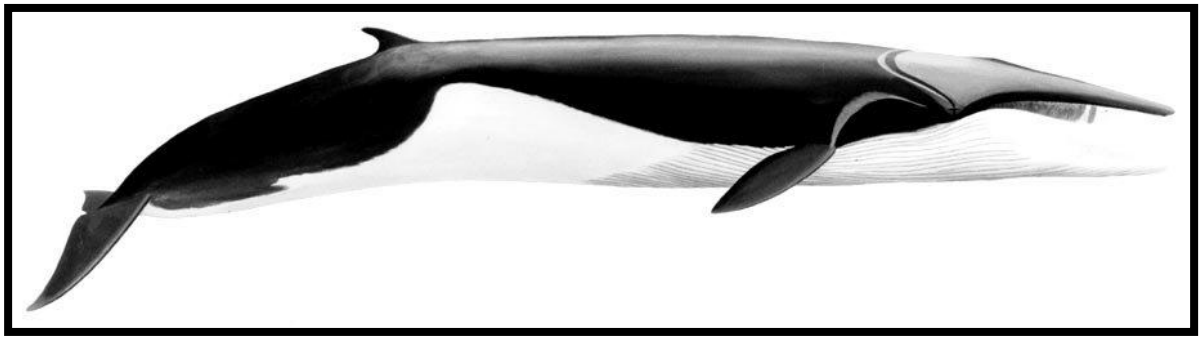
Distribución
La ballena de Bryde se distribuye en aguas tropicales y subtropicales. Habitan en aguas oceánicas abiertas, raramente vistas cerca de la costa. Existen pocos avistamientos de esta especie dentro del Golfo de California.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar todo el año, donde se han estimado alrededor de 400 individuos.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Ballena de aleta
Balaenoptera physalus



Descripción
Es la segunda ballena más grande del planeta con un cuerpo delgado y alargado. El rostro es aplanado. Presenta una cresta mediana en el rostro. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente blanca, con pigmentación asimétrica de la mandíbula y barbas, siendo obscuras en la parte izquierda y clara en la parte derecha. La forma de la aleta dorsal es alta y falcada o triangular. Miden 19 metros de longitud promedio, siendo las hembras más grandes que los machos, y pesan aproximadamente de 35 a 45 toneladas. Se alimentan principalmente de zooplancton, y en menor proporción de peces y cefalópodos. Alcanzan la madurez sexual entre los 5 y 15 años de edad, con un período de gestación de 11 meses seguido de 7 meses de lactancia.

Distribución
La ballena de aleta posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en aguas tropicales, templadas y polares de ambos hemisferios. Habitan en aguas oceánicas abiertas, pudiendo ser vistas en aguas profundas cerca de la costa. Se ha reportado una población residente y aislada dentro del Golfo de California.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar todo el año, donde se han estimado alrededor de 400-800 individuos.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: En peligro de extinción; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Ballena azul
Balaenoptera musculus



Descripción
Es la ballena más grande del planeta. Tiene un rostro aplanado. Presenta una cresta mediana en el rostro. La coloración del cuerpo es grisácea con manchas claras. La forma de la aleta dorsal es pequeña y falcada. Miden 27 metros de longitud promedio, siendo las hembras más grandes que los machos, y pesan aproximadamente de 90 a 120 toneladas. Se alimentan principalmente de zooplancton. Alcanzan la madurez sexual a los 10 años de edad aproximadamente, con un período de gestación de 10 a 11 meses seguido de 8 meses de lactancia.

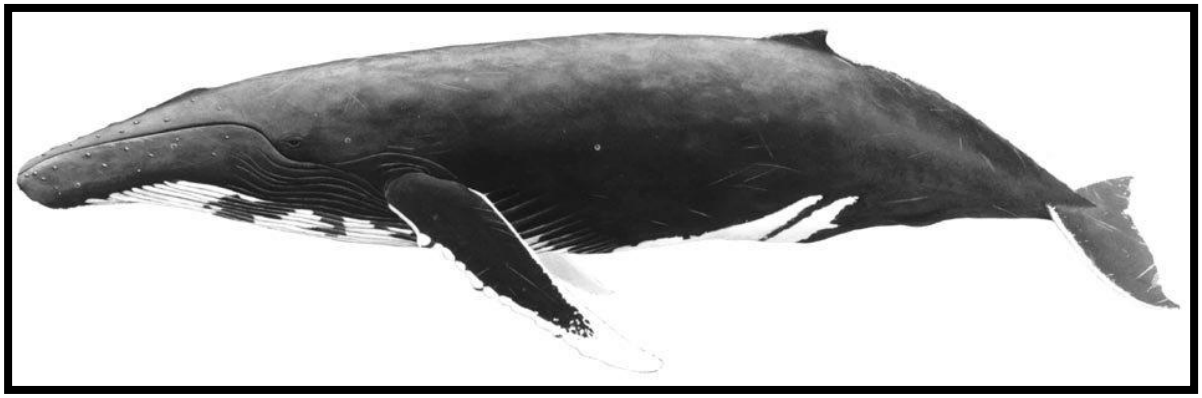
Distribución
La ballena azul posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en aguas tropicales, templadas y polares de ambos hemisferios. Existen pocos avistamientos de esta especie dentro del Golfo de California, siendo avistada mayormente en la costa occidental de la península de Baja California.

Temporalidad
En el Golfo de California se observa en invierno y primavera.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: En peligro de extinción; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Ballena jorobada
Megaptera novaeangliae



Descripción
Es el balaenoptérido que posee las aletas pectorales más largas. Tiene un rostro aplanado. Las aletas pectorales son extremadamente largas. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente variable de clara a obscura. La forma de la aleta dorsal es pequeña y redondeada en la parte anterior de la base. Miden 13 metros de longitud promedio, siendo las hembras más grandes que los machos, y pesan aproximadamente de 30 a 40 toneladas. Se alimentan de zooplancton y peces pequeños. Alcanzan la madurez sexual entre los 4 y 6 años de edad, con un período de gestación de 10 a 12 meses seguido de 6 a 11 meses de lactancia.

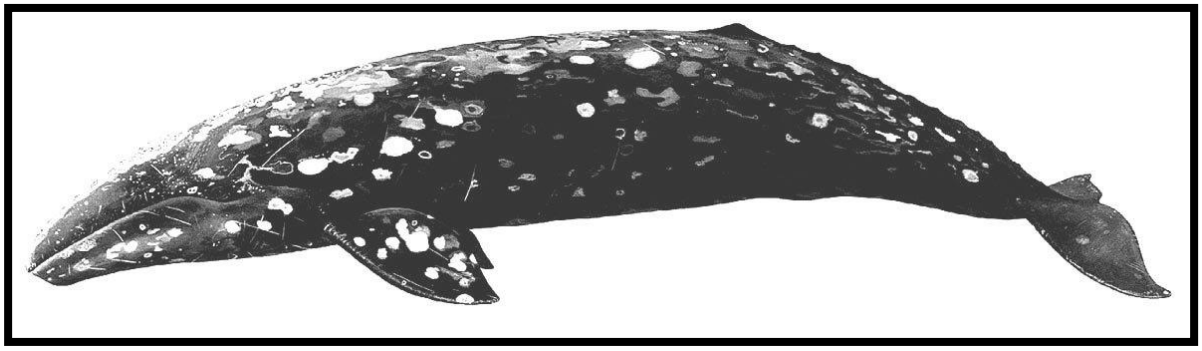
Distribución
La ballena jorobada posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en aguas tropicales, templadas y polares de ambos hemisferios. Habitan en aguas costeras y alrededor de islas oceánicas. Migran de las regiones de crianza en zonas tropicales a las regiones de alimentación en las zonas polares y subpolares.

Temporalidad
En el Golfo de California se observa en invierno y primavera.

Presencia en el área del proyecto
Existen avistamientos de ballenas jorobadas cerca de la región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Ballena gris
Eschrichtius robustus



Descripción
Perteneciente a la familia Eschrichtiidae, es de cuerpo robusto comparado con los rorcuales y curvado dorsalmente. Tiene un rostro de forma triangular y estrecho. La coloración del cuerpo es obscura con manchas blancas. La forma de la aleta dorsal es pequeña en forma de joroba con protuberancias dorsales en el último tercio del cuerpo. Miden 12 metros de longitud promedio, siendo las hembras más grandes que los machos, y pesan aproximadamente 33 toneladas. Se alimentan de invertebrados del fondo marino entre los que destacan los anfípodos, isópodos y misidáceos. Alcanzan la madurez sexual a los 8 años de edad aproximadamente, con un período de gestación de 13 meses seguido de 7 meses de lactancia.

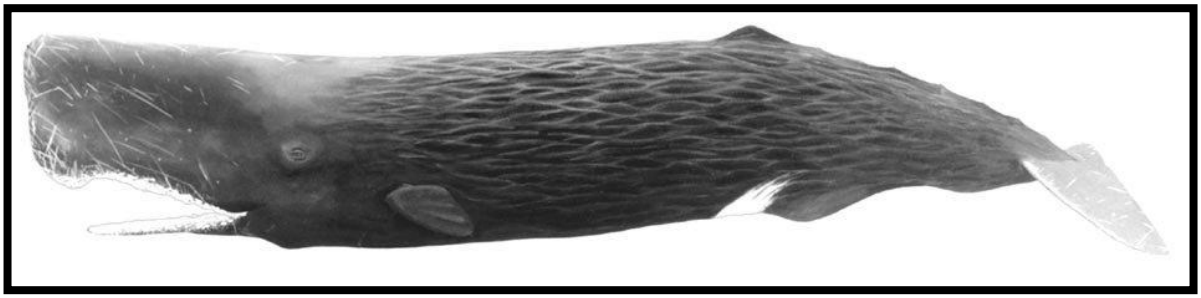
Distribución
La ballena gris posee una distribución geográfica restringida, encontrándose solamente en aguas someras del Océano Pacífico Norte. Migran de las regiones de crianza en la costa occidental de la península de Baja California en México a las regiones de alimentación en los mares de Bering, Chukchi y Beaufort.

Temporalidad
En la costa occidental de la península de Baja California y en el Golfo de California solamente se observa en invierno.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Cachalote
Physeter macrocephalus



Descripción
Es el odontoceto más grande. Su cuerpo es alargado y comprimido lateralmente. La región cefálica comprende casi 1/3 de la longitud total. Presenta un espiráculo izquierdo en forma de "S" en la parte frontal del rostro que hace que el soplo esté dirigido al frente y a la izquierda. Las aletas pectorales son pequeñas, anchas y redondeadas. La coloración del cuerpo es obscura con zonas blancas en la mandíbula y vientre. La forma de la aleta dorsal es pequeña y redondeada. La piel presenta una superficie ondulada irregular de apariencia rugosa. La aleta caudal es de forma triangular. Los machos miden 18 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos con una longitud promedio de 12 metros, pesan aproximadamente de 25 a 50 toneladas. Se alimentan principalmente calamares y en menor proporción de peces. Alcanzan la madurez sexual entre los 7 y 12 años de edad, con un período de gestación de 15 meses seguido de 24 meses de lactancia.

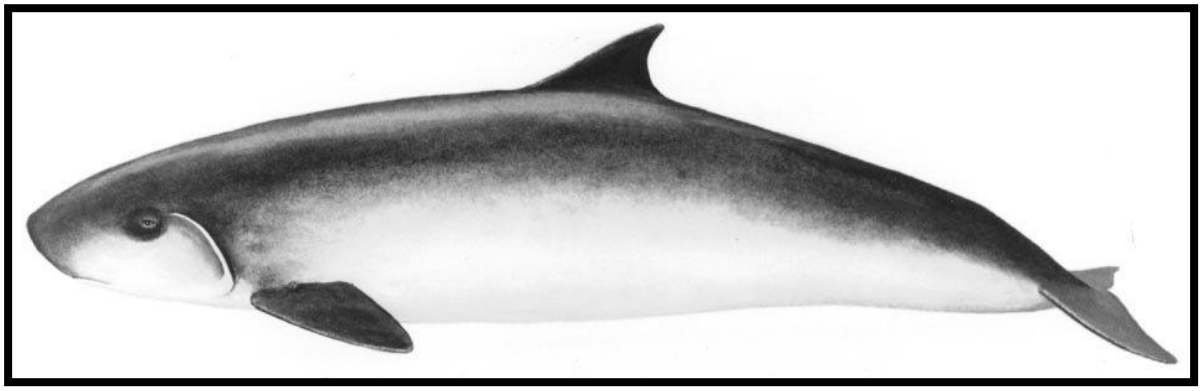
Distribución
El cachalote posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en aguas tropicales, templadas y polares de ambos hemisferios, siendo los machos los que amplían su distribución hasta los extremos norte y sur del planeta. Habitan en aguas oceánicas y en cañones submarinos.

Temporalidad
En el Golfo de California se observa todo el año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Vulnerable; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Cachalote enano
Kogia sima



Descripción
Perteneciente a la familia Kogiidae, presenta un cuerpo robusto que se estrecha caudalmente. La región cefálica es cuadrada. Presentan unas marcas que simulan un "falso opérculo" posterior a los ojos y anterior a las aletas pectorales. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente más clara. La forma de aleta dorsal es alta y falcada. Miden 2.8 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente de 130 a 260 kilogramos. Se alimentan principalmente calamares y en menor proporción de peces e invertebrados. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2.2 metros de longitud, con un período de gestación de 9.5 meses seguido de 5 meses de lactancia.

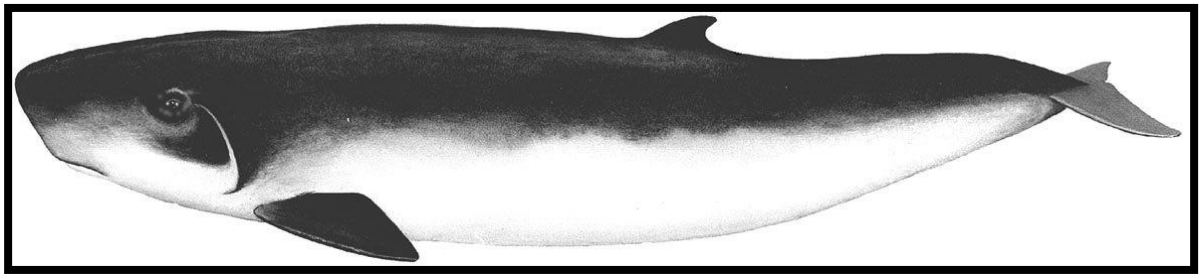
Distribución
El cachalote enano posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y semi-templadas. Habitan en el límite de las plataformas continentales.

Temporalidad
En el Golfo de California se observa todo el año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Cachalote pigmeo
Kogia breviceps



Descripción
Perteneciente a la familia Kogiidae, es similar al cachalote enano pero más grande y más robust. La región cefálica es cuadrada. Presentan unas marcas que simulan un "falso opérculo" posterior a los ojos y anterior a las aletas pectorales. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente más clara. La forma de aleta dorsal es más pequeña que la del cachalote enano. Miden 3 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente de 318 a 408 kilogramos. Se alimentan principalmente calamares y en menor proporción de peces e invertebrados. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2.2 metros de longitud, con un período de gestación de 9.5 meses seguido de 5 meses de lactancia.

Distribución
El cachalote pigmeo posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y semi-templadas. Habitan en el límite de las plataformas continentales.

Temporalidad
En el Golfo de California se observa todo el año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Delfín común de rostro largo
Delphinus capensis



Descripción
Es un delfín de cuerpo pequeño y esbelto. El rostro es largo. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente más clara, con patrones de flancos de color café y gris, siendo una característica distintiva un patrón similar a un reloj de arena. La forma de aleta dorsal es alta y falcada. Miden 2 metros de longitud promedio, pesan aproximadamente de 75 a 110 kilogramos. Se alimentan de peces y calamares. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 9 años de edad, con un período de gestación de 10 a 11 meses seguido de 1 a 2 años de lactancia.

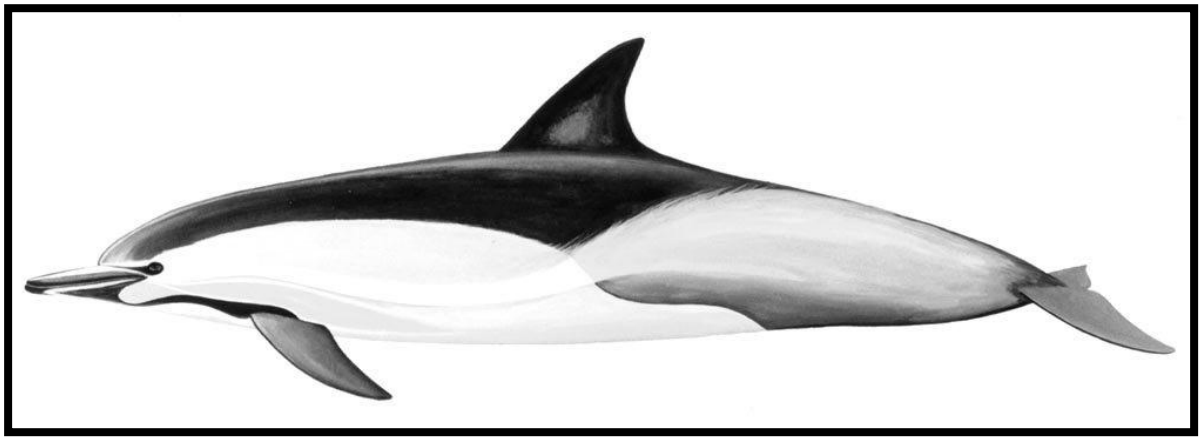
Distribución
El delfín común de rostro largo posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y templadas. Habita preferentemente en aguas cercanas a la costa.

Temporalidad
En el Golfo de California se observa todo el año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Delfín común de rostro corto
Delphinus delphis



Descripción
Es un delfín de cuerpo pequeño y robusto. El rostro es mediano. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente blanquecina, con patrones de flancos de color amarillo y gris, siendo una característica distintiva un patrón similar a un reloj de arena. La forma de aleta dorsal es alta y falcada. Miden de 2 a 2.6 metros de longitud promedio, pesan aproximadamente 200 kilogramos. Se alimentan de peces y calamares. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2 metros de longitud, con un período de gestación de 10 a 11 meses seguido de 1 a 2 años de lactancia.

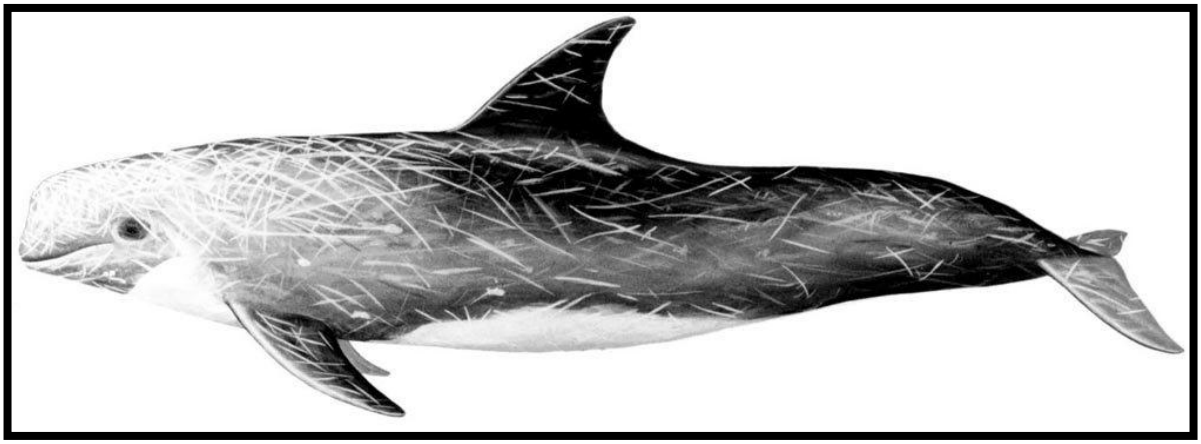
Distribución
El delfín común de rostro corto posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales, subtropicales y templadas. Habita preferentemente en aguas oceánicas.

Temporalidad
En el Golfo de California se observa todo el año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Delfín de Risso
Grampus griseus



Descripción
Es un delfín de cuerpo robusto y cabeza redondeada. Sin rostro distintivo. La coloración del cuerpo es gris claro con numerosas cicatrices blancas. Posee una cresta vertical en la parte superior del melón. La forma de aleta dorsal es alta y larga. Las aletas pectorales son largas, curvadas y puntiagudas. Miden de 3.8 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 400 kilogramos. Se alimentan de principalmente de calamares.

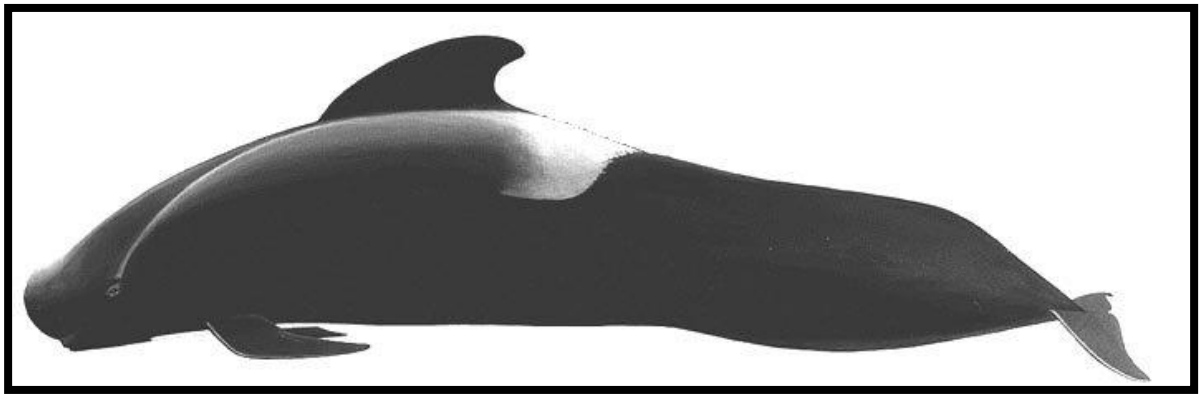
Distribución
El delfín de Risso posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales, y templadas. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas y en las zonas de pendiente continental.

Temporalidad
En el Golfo de California se ha observado en diferentes meses del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Calderón de aletas cortas
Globicephala macrorhynchus



Descripción
Es un delfín de cuerpo grande y robusto. La región cefálica es redonda y bulbosa, con rostro muy corto. La coloración del cuerpo es obscura con una mancha blanca en forma de silla de montar detrás de la aleta dorsal y otra en forma de ancla en la parte ventral de la garganta. La forma de aleta dorsal es falcada y muy ancha en su base, la cuál varía según la edad y el sexo. Miden de 5 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 1.5 toneladas. Se alimentan principalmente de calamares. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2 metros de longitud, con un período de gestación de 11 a 13 meses seguido de 2 años de lactancia.

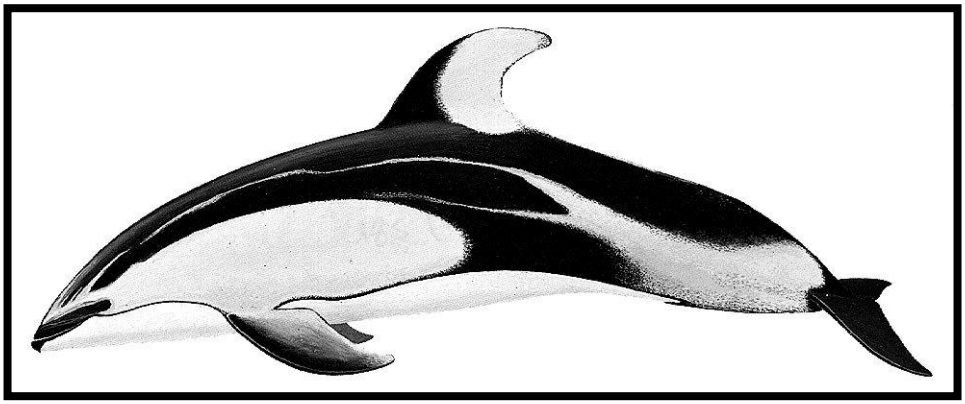
Distribución
El calderón de aletas cortas posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y templadas. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
En el Golfo de California se observa todo el año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Delfín de costados blancos del Pacífico
Lagenorhynchus obliquidens



Descripción
Es un delfín pequeño de cuerpo robusto. Posee un rostro corto y grueso. La coloración del cuerpo obscuro dorsalmente y ventralmente blanco, con un borde obscuro y con una mancha gris pálida en los costados. La aleta dorsal es distintiva de la especie con una forma grande, larga y falcada con una coloración blanca y otra obscura. Las aletas pectorales son grandes y obscuras. Miden de 2.5 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 180 kilogramos. Se alimentan de peces y calamares. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente de los 8 a los 11 años de edad, con un período de gestación de 11 a 12 meses seguido de 2 años de lactancia.

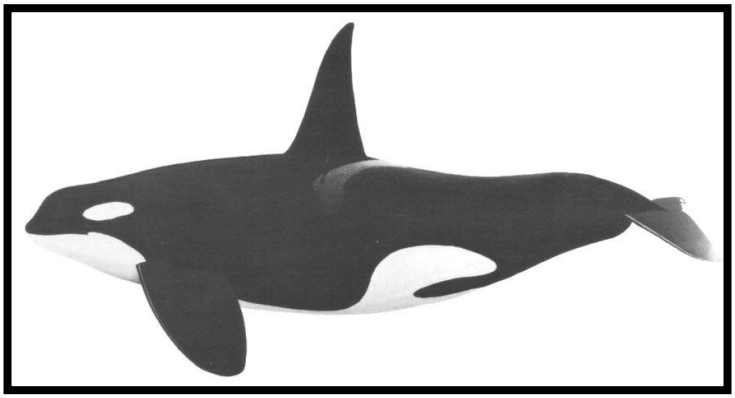
Distribución
El delfín de costados blancos posee una distribución geográfica restringida, encontrándose solamente en aguas frías y templadas del Océano Pacífico Norte. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
En la costa occidental de la península de Baja California y en el Golfo de California se ha observado en invierno.

Presencia en Cabo Pulmo
Es una especie muy poco frecuente del Golfo de California. No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Orca
Orcinus orca



Descripción
Es el delfínido más grande y robusto. Posee un rostro corto. La coloración del cuerpo es característica, convirtiéndola en una especie fácilmente identificable, con un patrón de blanco y negro, negro en la pate dorsal y blanco en la parte ventral desde la mandíbula, región urogenital y parte ventral de la aleta caudal, con una mancha blanca post-ocular y un patrón grisáceo detrás de la aleta dorsal a manera de "silla de montar". La forma de la aleta dorsal es muy alta y triangular en los machos, la cuál varía según la edad y el sexo. Miden de 8 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 10 toneladas. Su alimentación es muy variada desde cetáceos y lobos marinos, hasta peces, calamares y tortugas. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 5 metros de longitud, con un período de gestación de 18 meses seguido de 1 a 2 años de lactancia.

Distribución
La orca posee una amplia distribución geográfica, encontrándose literalmente en cualquier región marina. Habita preferentemente en aguas costeras de temperaturas frías y aguas polares.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
Existen avistamientos de orca en esta región.

Estado de protección

UICN: Datos insuficientes; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Orca falsa
Pseudorca crassidens



Descripción
Es un delfínido de cuerpo alargado y esbelto. La región cefálica es ovalada en la parte anterior, con un rostro ausente. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente con patrones grises en la parte ventral. La forma de la aleta dorsal es alta y falcada. Las aletas pectorales son distintivas de esta especie con una protuberancia en el borde anterior. Miden de 6 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 2 toneladas. Se alimenta principalmente de peces y calamares, y en menor proporción de cetáceos. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2 metros de longitud, con un período de gestación de 15 meses seguido de 18 a 24 meses de lactancia.

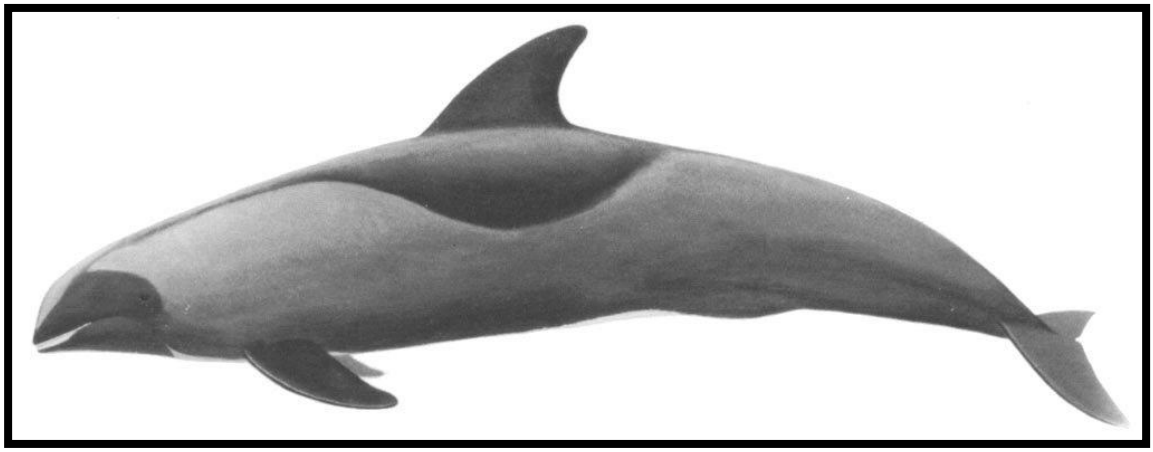
Distribución
La orca falsa posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en aguas tropicales y templadas de ambos hemisferios. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Calderón pigmeo
Peponocephala electra



Descripción
Es un delfínido mediano de cuerpo esbelto. La región cefálica es triangular, con un rostro casi ausente. La coloración del cuerpo es obscura con manchas blancas en la región urogenital y alrededor de los labios, con una mancha obscura triangular sobre el rostro y melón y una mancha gris clara en lo costados. La forma de la aleta dorsal es falcada. Las aletas pectorales delgadas y puntiagudas. Miden de 2.7 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 275 kilogramos. Se alimenta principalmente de calamares y peces pequeños. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2.3 metros de longitud, con un período de gestación de 12 meses.

Distribución
El calderón pigmeo posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
A pesar de que es una especie poco común avistada, en el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Delfín manchado pantropical
Stenella attenuata



Descripción
Es un delfínido pequeño de cuerpo esbelto. El rostro es alargado con un melón bien definido. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventral más clara con manchas blancas en la parte dorsal y los costados y algunas manchas obscuras en la parte ventral. La forma de la aleta dorsal es falcada. Miden de 2.4 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 112 kilogramos. Se alimenta principalmente de peces y calamares, y en menor proporción de crustáceos. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente de los 9 a 11 años de edad, con un período de gestación de 11 meses seguido de 1 a 2 años de lactancia.

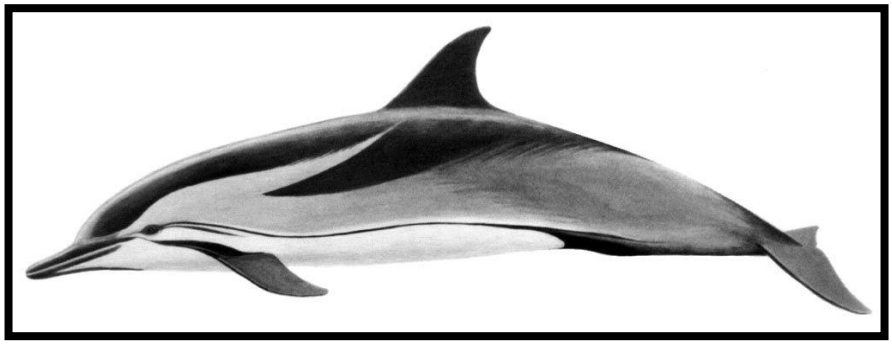
Distribución
El delfín manchado pantropical posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas, aunque se ha reportado una forma costera.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Delfín listado
Stenella coeruleoalba



Descripción
Es un delfínido pequeño de cuerpo esbelto. El rostro es alargado con un melón bien definido. La coloración del cuerpo es muy llamativa siendo obscura dorsalmente y blanco o rosada en la parte ventral con franjas grises laterales en los costados, una franja obscura y delgada que va de la región urogenital al rostro pasando por el ojo y otra franja obscura y delgada desde el ojo a las aletas pectorales. La forma de la aleta dorsal es falcada. Miden de 2 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 156 kilogramos. Se alimenta principalmente de peces y calamares. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente de los 2.1 metros de longitud, con un período de gestación de 12 a 13 meses seguido de 18 meses de lactancia.

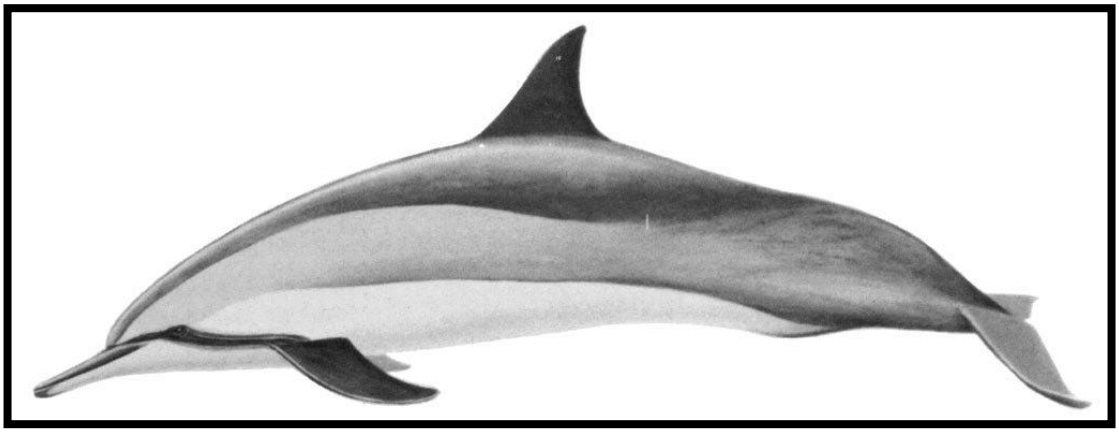
Distribución
El delfín listado posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y templadas de ambos hemisferios. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas, y se ha observado en regiones cerca de la costa donde existe una gran profundidad.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Delfín tornillo de rostro largo
Stenella longirostris



Descripción
Es un delfínido pequeño de cuerpo esbelto. El rostro es alargado y delgado con un melón bien definido. La coloración del cuerpo es grisácea con algunos parches de color blanco en la región urogenital. La forma de la aleta dorsal es grande, triangular y erecta. Los machos adultos presentan una quilla postanal prominente. Miden de 1.8 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 77 kilogramos. Se alimenta principalmente de peces y calamares. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente de los 1.6 metros de longitud, con un período de gestación de 10 meses seguido de 1 año de lactancia.

Distribución
El delfín tornillo de rostro largo posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Delfín de dientes rugosos
Steno bredanensis



Descripción
Es un delfínido pequeño de cuerpo robusto. La región cefálica es triangular y el rostro es alargado poco diferenciado del melón. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente más clara desde la región urogenital hasta el ápice de la mandíbula. La forma de la aleta dorsal es grande y falcada. Miden de 2.8 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 150 kilogramos. Se alimenta principalmente de peces y calamares. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente de los 2.1 metros de longitud.

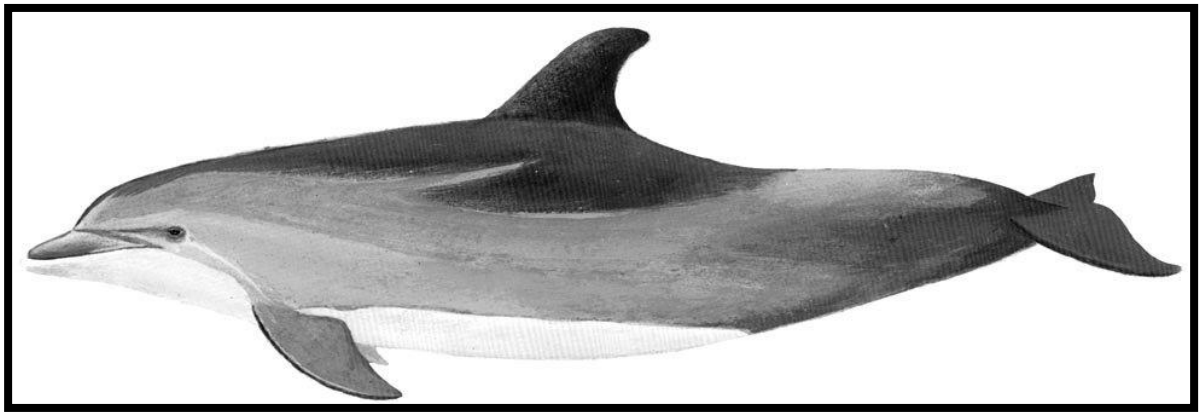
Distribución
El delfín de dientes rugosos posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Tursión
Tursiops truncatus



Descripción
Es un delfínido mediano de cuerpo robusto. El rostro es corto con un melón bien definido. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente más clara. La forma de la aleta dorsal es grande y falcada. Miden de 1.9 a 3.8 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 250 kilogramos. La alimentación es muy variada, alimentándose principalmente de peces y calamares, y en menor proporción de crustáceos. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 9 años de edad, con un período de gestación de 10 a 11 meses seguido de 1 a 2 años de lactancia.

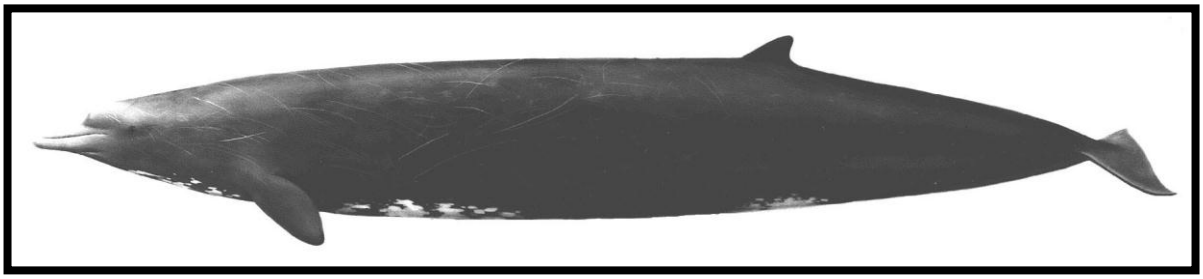
Distribución
El tursión posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y templadas de ambos hemisferios. Habita tanto en aguas oceánicas profundas como en zonas costeras.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
Existen avistamientos de tursión en la región

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: Apéndice II; NOM 059: Protección especial.

Zífido de Baird
Berardius bairdii



Descripción
Es la especie más grande de la familia Ziphiidae, de cuerpo alargado y robusto. La región cefálica es pequeña con una protuberancia abultada en la región frontal. El rostro es largo y cilíndrico, sobresaliendo la mandíbula de la maxila y quedando al descubierto los dientes. La coloración del cuerpo es obscura con patrones marrones y más claros ventralmente con numerosas cicatrices blancas en todo el cuerpo. La forma de la aleta dorsal es triangular. Miden 10 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 9 toneladas. Se alimenta principalmente de calamares y peces. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 10 años de edad, con un período de gestación de 10 meses.

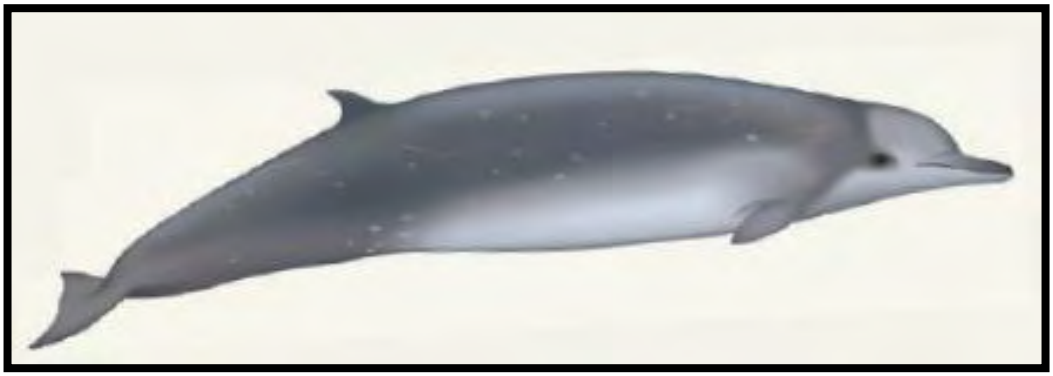
Distribución
El zífido de Baird posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas frías y templadas del Océano Pacífico Norte. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Zífido de Longman
Indopacetus pacificus



Descripción
Es un zífido mediano de cuerpo alargado y robusto. La región cefálica es pequeña con una protuberancia abultada en la región frontal. El rostro es largo y cilíndrico, sobresaliendo la mandíbula de la maxila. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente más clara, con la región cefálica de color gris claro y numerosas cicatrices blancas por todo el cuerpo, así como como manchas pequeñas y ovaladas de color blanco. La forma de la aleta dorsal es falcada. Miden 6 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos. Se alimenta principalmente de calamares.

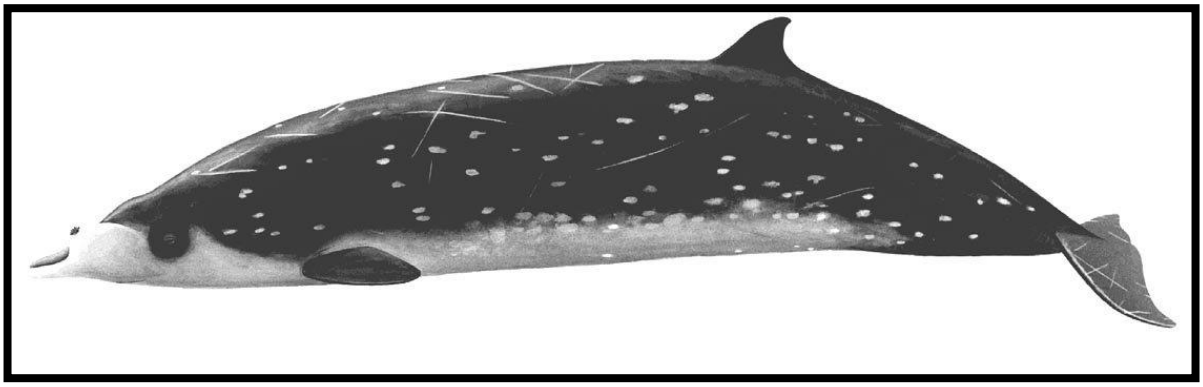
Distribución
Solamente se tienen pocos registros ocasionales de avistamientos y varamientos de esta especie. El zífido de Longman posee aparentemente una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y templadas de los Océano Pacífico e Índico. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
Esta especie solamente se ha avistado dos veces cerca de Los Cabos en B.C.S, por lo que no es una especie común del Golfo de California y teóricamente se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: No listada; NOM 059: Protección especial.

Mesoplodonte de Blainville
Mesoplodon densirostris



Descripción
Es una de las especies que conforman el género *Mesoplodon*, de cuerpo alargado y robusto. La región cefálica es pequeña. El rostro es corto y poco definido, con una mandíbula muy arqueada en cuyo borde superior sobresale un diente triangular en los machos. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente más clara con numerosas cicatrices blancas y manchas ovaladas pequeñas de color blanco en todo el cuerpo. La forma de la aleta dorsal es mediana y falcada. Miden de 4.4 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos, pesan aproximadamente 800 kilogramos. Se alimenta principalmente de calamares y peces. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 9 años de edad.

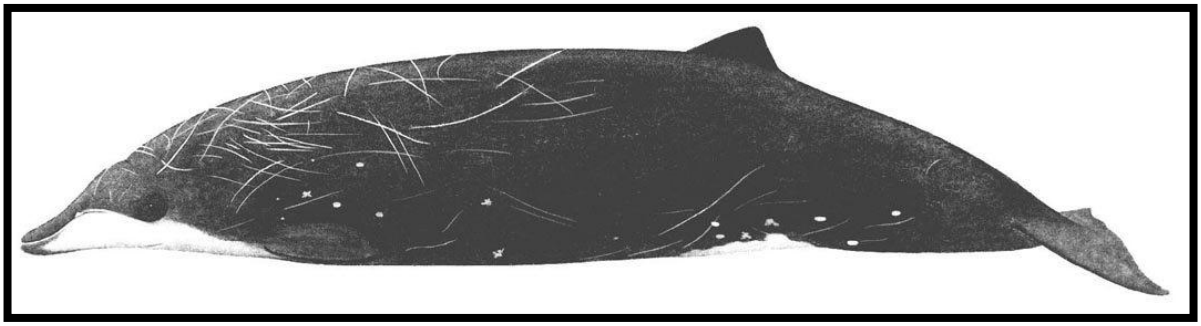
Distribución
El mesoplodonte de Blainville posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en tropicales y templadas de ambos hemisferios. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California teóricamente se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: No listada; NOM 059: Protección especial.

Mesoplodonte pigmeo
Mesoplodon peruvianus



Descripción
Es una de las especies más pequeñas que conforman el género *Mesoplodon*, de cuerpo robusto. La región cefálica es pequeña con una protuberancia en la región frontal. El rostro es corto y cilíndrico. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente y ventralmente más clara incluyendo los costados, con numerosas cicatrices blancas y manchas ovaladas de color blanco en todo el cuerpo. La forma de la aleta dorsal es triangular. Miden de 3.5 metros de longitud promedio, siendo las hembras más pequeñas que los machos. Se alimenta principalmente de calamares y peces.

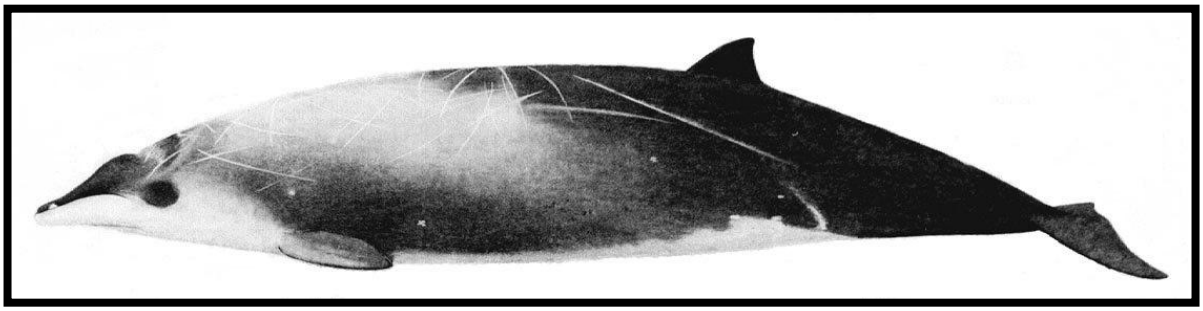
Distribución
El mesoplodonte pigmeo posee una distribución geográfica restringida, encontrándose solamente en aguas tropicales del Océano Pacífico Oriental. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California teóricamente se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Datos insuficientes; CITES: No listada; NOM 059: Protección especial.

Mesoplodonte especie A
***Mesoplodon* sp. A**



Descripción
Es una especie no descrita formalmente del género *Mesoplodon*, de cuerpo robusto. La región cefálica es pequeña. El rostro es corto y con un melón pequeño bien definido. La coloración del cuerpo es obscura dorsalmente con una banda más clara de color marrón en la parte media del cuerpo. La forma de la aleta dorsal es triangular. Miden 5.5 metros de longitud promedio. Teóricamente tiene los mismos hábitos que las demás especies del género *Mesoplodon*.

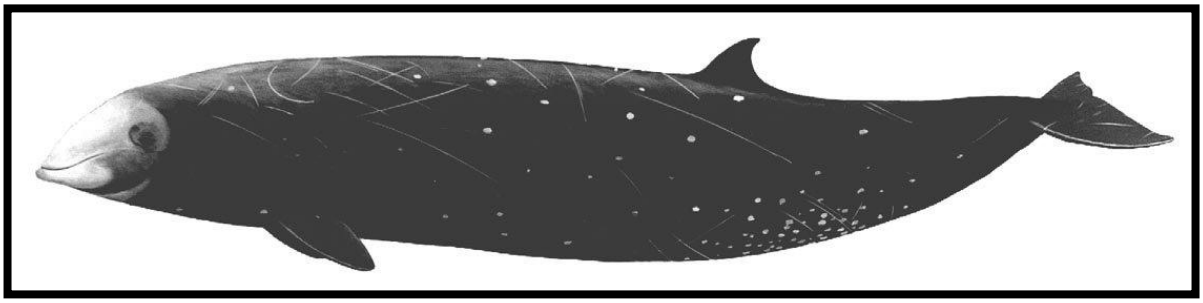
Distribución
El mesoplodonte especie A posee una distribución geográfica restringida, encontrándose solamente en aguas tropicales del Océano Pacífico Oriental. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California teóricamente se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: No catalogado; CITES: No listada; NOM 059: No catalogado.

Zífido de Cuvier
Ziphius cavirostris



Descripción
Es una especie mediana de la familia Ziphiidae, de cuerpo robusto. La región cefálica es pequeña. El rostro es corto y poco definido. La coloración del cuerpo es obscura con la región cefálica más clara y con numerosas cicatrices blancas y manchas circulares pequeñas de color blanco en todo el cuerpo. La forma de la aleta dorsal es grande y falcada. Miden 5.5 metros de longitud promedio, siendo las hembras más grandes que los machos, pesan aproximadamente 3 toneladas. Se alimenta principalmente de calamares y peces. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 5.8 metros de longitud.

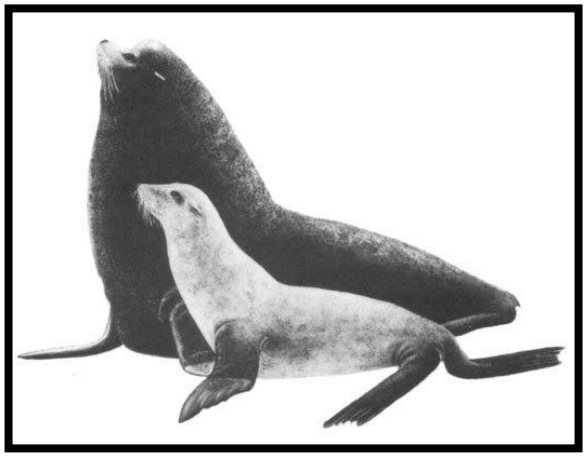
Distribución
El zífido de Cuvier posee una amplia distribución geográfica, encontrándose en aguas tropicales, templadas y subpolares de ambos hemisferios. Habita preferentemente en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: No listada; NOM 059: Protección especial.

Lobo marino de California
Zalophus californianus



Descripción
Es una de las especies de pinnípedos más frecuentes del Pacífico mexicano. El rostro es alargado y puntiagudo, con un abultamiento en la parte superior de la cabeza en los machos. La coloración del cuerpo es obscura en machos y más clara en hembras. Los machos son más grandes que las hembras y miden 2.4 metros de longitud promedio, pesan aproximadamente 270 kilogramos. Su dieta es muy variada y se alimenta principalmente de peces, calamares y crustáceos. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 3 años de edad, con un período de gestación de 8 meses seguido de 11 meses de lactancia.

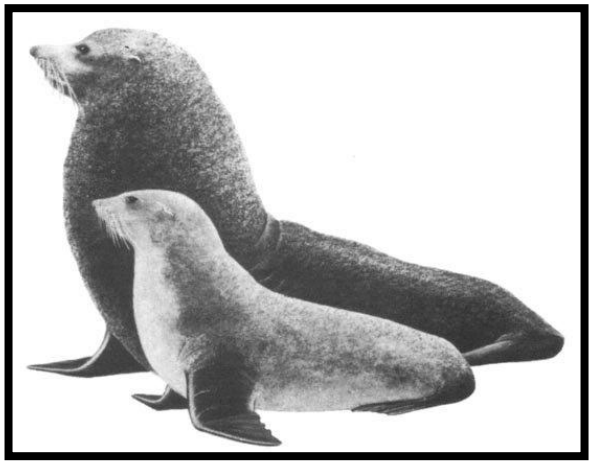
Distribución
El lobo marino de California posee una distribución geográfica restringida, encontrándose en aguas tropicales y templadas del Océano Pacífico Norte. Habita preferentemente en aguas costeras, en los límites de las plataformas continentales y en aguas oceánicas profundas.

Temporalidad
En el Golfo de California se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
Es el pinnípedo más común y abundante de México. Los avistamientos de esta especie son comunes en la región, encontrándose una colonia reproductiva cerca de la zona.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: no listada; NOM 059: Protección especial.

Lobo fino de Guadalupe
Arctocephalus townsendi



Descripción
Es un pinnípedo mediano perteneciente al género *Arctocephalus* de pelaje denso. El rostro es alargado y puntiagudo, con una parte frontal aplanada. La coloración del cuerpo es obscura en machos y más clara en hembras, los machos presentan una melena de color más claro. Los machos son más grandes que las hembras y miden 1.8 metros de longitud promedio, pesan aproximadamente 160 kilogramos. Se alimenta principalmente de calamares, peces y crustáceos. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 3 años de edad, con un período de gestación de 8 meses seguido de 9 meses de lactancia.

Distribución
El lobo marino de California posee una distribución geográfica muy restringida, encontrándose solamente en el Océano Pacífico Oriental Norte. Posee solamente dos áreas reproductivas: la isla Guadalupe y la isla San Benito en B.C., aunque hay algunos avistamientos dentro del Golfo de California.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California teóricamente se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Casi amenazada; CITES: Apéndice I; NOM 059: Protección especial.

Foca común
Phoca vitulina



Descripción
Es un fócido pequeño mediano perteneciente al género *Phoca* de cuerpo robusto. El rostro es corto. La coloración del cuerpo es grisácea a café claro con manchas obscuras en todo el cuerpo. Los machos son más grandes que las hembras y miden 1.4 metros de longitud promedio, pesan aproximadamente 140 kilogramos. Su dieta es muy variada y se alimenta principalmente de calamares y peces. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 2 años de edad, con un período de gestación de 10 a 11 meses seguido de 1 a 2 meses de lactancia.

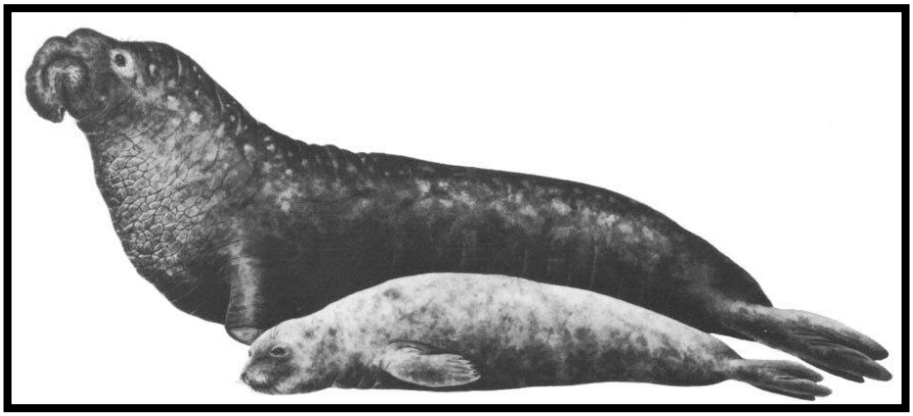
Distribución
La foca común posee una distribución geográfica muy restringida, encontrándose solamente en aguas templadas y polares del hemisferio norte. Habita preferentemente en aguas costeras.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California teóricamente se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: No listada; NOM 059: En peligro de extinción.

Elefante marino del norte
Mirounga angustirostris



Descripción
Es la especie más grande de todos los pinnípedos. El cuerpo es largo y robusto. La región cefálica y el rostro son amplios con un cuello grueso y una probóscide carnosa. La coloración del cuerpo es café obscura o grisácea con manchas cicatrices en todo el cuerpo. Los machos son más grandes que las hembras y miden 4 metros de longitud promedio, pesan aproximadamente 2 toneladas. Se alimenta principalmente de calamares y peces. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 3 años de edad, con un período de gestación de 12 meses seguido de 28 días de lactancia.

Distribución
El elefante marino del norte posee una distribución geográfica muy restringida, encontrándose solamente en aguas templadas y sub-polares del Pacífico Oriental Norte. Habita preferentemente en aguas oceánicas. Posee solamente cuatro áreas reproductivas en México, en la costa occidental de la península de Baja California, aunque hay algunos avistamientos dentro del Golfo de California.

Temporalidad
Aunque es una especie poco común avistada, en el Golfo de California teóricamente se puede observar en cualquier mes del año.

Presencia en el área del proyecto
No existen reportes de la presencia de esta especie en la zona, aunque su posible rango de distribución abarca esta región.

Estado de protección
UICN: Preocupación menor; CITES: No listada; NOM 059: Amenazada.

VIII.7. Glosario

- **Abanico aluvial.-** Estructura geológica formada por la deposición de sedimentos en forma de abanico, procedentes de la erosión de rocas preexistentes, a través de los procesos de arrastre de sedimentos ocasionados por la presencia de escurrimientos de agua o avenidas. Comúnmente son de baja pendiente.
- **Acantilado.-** Escarpe alto y empinado de roca en la línea de costa, un precipicio.
- **Acreción.** Proceso de acumulación de material en un sitio en particular, ya sea horizontal o vertical.
- **Ambiente:** Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- **Basamento**.- Material geológico que se encuentra en la parte más profunda dentro de una zona de estudio, sirviendo como base de los materiales que le sobreyacen.
- **Berma.-** Parte casi horizontal de la playa o postplaya formada por la depositación de sedimento por el oleaje. Algunas playas pueden tener más de una.
- **Cambio de uso de suelo**: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- **Capacidad de Carga:** estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para establecer el equilibrio ecológico.
- **Cara de la playa.-** La sección inclinada, casi plana del perfil de playa por debajo de la berma, normalmente expuesta al vaivén (swash) del oleaje.
- **Celda litoral.-** Unidades relativamente autocontenidas en las que el sedimento circula.
- **Costa.-** Franja de tierra de ancho indefinido que se extiende desde tierra adentro donde se presenta el primer gran cambio en la topografía, hasta mar adentro donde se encuentra el inicio del talud.
- **Cuenca hidrográfica.-** Ocasionalmente esta palabra es utilizada como sinónimo de cuenca hidrológica superficial. Se refiere de manera particular a la delimitación de una cuenca considerando todos aquellos escurrimientos dentro de un parteaguas periférico.
- **Cuenca hidrológica superficial.-** Zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.
- **Daño Ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
- **Densidad de corrientes**.- Relación existente entre la cantidad de arroyos o cauces en una determinada unidad de área. Se obtiene sumando la longitud de cada uno de los arroyos dentro de la unidad de área y se divide entre esta.
- **Depósitos fluviales.-** Acumulaciones de materiales sedimentarios procedentes del intemperismo y la erosión de rocas preexistentes arrastrados y acumulados por los escurrimientos superficiales. Se localizan en los cauces de los arroyos y son de edad más reciente que los depósitos aluviales.
- **Deriva Litoral.-** Volúmenes de sedimento involucrados en el transporte de sedimento a lo largo de la línea de costa.

- **Drenaje**.- Sistema de corrientes superficiales, subsuperficiales y subterráneas dentro de una cuenca hidrológica. Las diferencias existentes entre cada una de estas hace necesario su análisis por separado. La velocidad es el principal factor ya que en las corrientes superficiales se presentan mayores velocidades y las menores en las subterráneas.
- **Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
- **Elemento Natural:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.
- **Escurrimiento superficial**.- Flujo del agua sobre el terreno o superficie con o sin alcanzar un cauce bien definido.
- **Escurrimiento**.- Agua que fluye principalmente por la superficie del terreno proveniente de una precipitación la cual alcanza a llegar a un cauce bien definido.
- **Frente de playa.-** Con frecuencia sinónimo de la cara de la playa pero más inclusivo (incluye algo de la parte plana del perfil por debajo de la cara de la playa.
- **Granito**.- Roca ígnea intrusiva, cuyos minerales principales son el cuarzo, feldespatos potásico (ortoclasa y microclina), plagioclasas (albita y oligoclasa), micas (biotita). Sus minerales accesorios son la magnetita, apatita, pirita, zircón y turmalina. Los minerales accidentales son la muscovita, hornblenda, piroxeno y granate.
- **Granodiorita.-** Roca ígnea intrusiva que a diferencia del granito los feldespatos potásicos se encuentran en menores cantidades. La proporción del resto de los minerales es muy similar.
- **Hábitat:** El sitio especifico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades en un tiempo determinado.
- **Impacto Ambiental Acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionando por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto Ambiental Residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- **Impacto Ambiental Significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como a continuidad de los procesos naturales.
- **Impacto Ambiental Sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia de ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **Incidencia:** Severidad: grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, y recuperabilidad.
- **Magnitud:** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado

- **Manifestación de Impacto Ambiental:** El documento mediante el cual de da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.
- **Medidas de Mitigación:** conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y reestablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- **Medidas de Prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Muestreo:** El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población o de un hábitat, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podrían enfrentar en el futuro.
- **Patrón de drenaje**.- Arreglo o configuración de las corrientes o cauces naturales visto en planta, dentro de un área o cuenca hidrológica. Algunos tipos son el dendrítico, trenzado, paralelo, radial, etc. Se relaciona ampliamente a la geología y geomorfología local e histórica.
- **Plataforma continental.-** Fondo marino poco profundo que bordea los continentes. Se extiende desde la base de la playa hasta el quiebre de la plataforma donde inicia el inclinado talud continental.
- **Playa.** Franja de material no consolidado inestable (arena o grava) que bordea el mar, se extiende desde la línea de marea baja hasta el límite interior donde tiene efecto el oleaje de tormenta. Zona de transporte de material por efectos marinos.
- **Postplaya.-** Zona del perfil que se extiende hacia tierra desde el vértice de la berma hasta un punto donde se desarrolla la vegetación o se encuentra un cambio notable en la geomorfología (acantilado, campo de dunas, etc.).
- **Refracción.-** Cambio de dirección en la propagación del oleaje cuando las olas pasan en forma oblicua de una profundidad a otra.
- **Sistema de drenaje**.- Corriente superficial o conjunto de corrientes superficiales (principales y tributarias) y cuerpos de agua superficiales que permiten que una región o cuenca hidrológica sea drenada.
- **Tormenta tropical.-** Sistema de vientos que giran alrededor de un centro de baja presión en sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte.
- **Transporte de sedimento.-** Desplazamiento de sedimento a lo largo de la playa.
- **Transporte neto.-** Transporte resultante de la diferencia entre las distintas direcciones o sentidos del transporte litoral.

VIII.8. Bibliografía

Ackerman J L & Bellwood D R. 2000. Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. Mar. Ecol. Prog. Ser. 206: 227-237.

Almada-Villela PC, Sale PF, Gold-Bouchot G and Kjerfve B. 2003. Manual of Methods for the MBRS Synoptic Monitoring Program. Selected Methods for Monitoring Physical and Biological Parameters for Use in the Mesoamerican Region. Mesoamerican Barrier Reef Ecosystems Project (MBRS). Belize, Belize. Pp. 149.

Almany, G.R. 2004. Does increased habitat complexity reduce predation and competition in coral reef fish assemblages? Oikos 106: 275-284.

Álvarez-Borrego S & Lara-Lara R. 1983. The physical environmental and primary productivity of the Gulf of California. In. Simoneit B.R.T. and Dauphin, J.P. (Eds). 1991. The Gulf and Peninsular province of the Californians. Assoc. Petr. Geol. Memoir., 47p.

Álvarez-Filip L & Reyes-Bonilla H. 2006. Comparison of community structure and fuctional diversity of fishes at Cabo Pulmo coral reef, Western México between 1987 and 2003. Proceedings of 10th international coral reef symposium. 216-225.

Álvarez-Filip L, Reyes-Bonilla H & Calderón-Aguilera L E. 2006. Community structure of fishes in Cabo Pulmo Reef, Gulf of California. Marine Ecology. 27: 253-262.

Álvarez-Filip L. 2004. Influencia del hábitat sobre la asociación de peces en el arrecife coralino de Cabo Pulmo, B.C.S., México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. CICESE. Programa de Posgrado en Ciencias en Ecología Marina. 102 pp.

Anaya, R. G. 1993. Conservación del arrecife coralino de Cabo Pulmo: avances sobre el proceso de planeación y propuesta de lineamientos de manejo. Tesis de Licenciatura. UABCS. La Paz, BCS. México 100 p.

Anderson, D.W. 1983. The seabirds. En: Case TJ, Cody ML (eds.). Island biogeography in the Sea of Cortez. University of California Press, Berkeley, 246 p.

Anónimo. 2012. Protocolo de Monitoreo No. 03: Monitoreo del Tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la Reserva de Biosfera Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y la Bahía Salsipuedes y en la Bahía de San Luis Gonzaga y zona de influencia, en el Estado de Baja California. México, SEMARNAT, CONANP. 25 p.

Anfuso, G., 2004, Characterization of littoral cells in an apparently homogeneous coastal sectornear Cadiz (SW Spain). Rev. C&G, 18 (1-2), 25-36.

Amador-Buenrostro, A., A. Trasviña-Castro, A. Muhlia-Melo y M.L. Argote-Espinoza, 2003. Influence of EBES seamount and Farallon basin on coastal circulation in the Gulf of California, Mexico. Geofísica Internacional, 42 (3), 407-418.

Arizpe Covarrubias, O. 2005. El turismo como alternativa a la pesca en el manejo de un arrecife coralino: caso Cabo Pulmo, Golfo de California in Rivera-Arriaga E, Villalobos-Zapata G. AzuzAdeath I, Rosado-May F (eds) El manejo costero en México. EPOMEX-SEMARNAT-CETYS-UQROO, Campeche. 573-588.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Terrestres prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Ascencio-Estrada, H. 2010. Evaluación de la mortalidad del lobo marino de california *Zalophus californianus* en Isla Magdalena B.C.S. México. Tesis de Maestría. CICIMAR. México, 67pp.

Aurioles Gamboa, D. 1993. Biodiversidad y Estado Actual de los Mamíferos Marinos en México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. pp. 397-412. Vol. Esp. (XLIV).

Ayala-Bocos A & Reyes-Bonilla H. 2008. Analysis of reef fish abundance in the Gulf of California, and protection of change by global warming. In: Proceedings of the 11th International coral Reef symposium. Ft Lauderdale, Florida 7-11 July. 1276-1280.

Ayala-Perez V., R. Carmona y N. Arce. 2012. Efecto de la Marea en el uso de Diferentes Zonas por las Aves Playeras: Comparación entre un humedal natural y uno artificial en Guerrero Negro, Baja California Sur, México. Edit. Académica Española. 88 p.

Banks, R.C., 1963. Birds of Cerralvo Island, Baja California: Condor, 65:300-312.

Barnes, R.S.K. 1997. The coastline. John Wiley y Sons Ltd. U.S. 215 p.

Badan-Dangon, A., C.E. Dorman, M.A. Merrifield y C.D. Winant, 1991. The lower atmosphere over the Gulf of California. Journal of Geophysical Research, 96(C9):16877-16896.

Beadle, D. y J. Rising. 2002. Sparrows of the United States and Canada. Princeton University Press. España. 328 p.

Becerril, F. y R. Carmona. 1997. Anidación de aves acuáticas en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México (1992-1994). Ciencias Marinas 23:265-271

Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. (http://www.conabio.gob.mx).

Bohnsack, J.A. & S.P. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. NOAA Technical

Bolten, A.B., K.A. Bjorndal, H.R. Martins, T. Dellinger, M.J. Biscoito, S.E. Encalada y B.W. Bowen 1998. Trans-Atlantic developmental migrations of loggerhead sea turtles demonstrated by mtDNA sequences analyses. Ecological Applications 8:1-7.

Breceda A., Ortiz V. y Scrosati R. 2005. Mauto (Lysiloma divaricatum,Fabaceae) allometry as an indicator of cattle grazing pressure in a tropical dry forest in Northwestern Mexico. Rangeland Ecology Management 58: 85–88.

Bordoni, S., P. E. Ciesielski, R. H. Johnson, B. D. McNoldy, and B. Stevens, 2004. The low-level circulation of the North American Monsoon as revealed by QuikSCAT, Geophys. Res. Lett., 31, L10109, doi:10.1029/ 2004GL020009.

Brewster, W. 1902. Birds of the Cape region of Lower California. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. 41: 1-241.

Briggs J C. 1974. Marine Zoogeography, McGraw-Hill, New York, 475 pp.

Brock, V.E. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fishes populations. J. Wildl. Manage., 18(3):297-308.

Brusca, R C & Thompson D A. 1975. Pulmo reef: the only “coral reef” in the Gulf of California. Ciencias Marinas. 1: 37-53p.

Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers y L. Thomas. 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press. 432 pp.

CAPSA, 1998. MIA-Regional Cabo Cortés, BCS, México. 493 pp

Carmona, R. 1995. Distribución temporal de aves acuáticas en la playa “El Conchalito”, Ensenada de La Paz, B. C. S. Investigaciones Marinas CICIMAR 10:1-21.

Carmona, R. 2007a. Dinámica poblacional y uso de hábitat de las aves playeras en la ensenada de La Paz, como componente del corredor migratorio del pacífico. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C., México.

Carmona, R., G. Brabata, A. Cuéllar-Brito y A. González-Peralta. 2003. Observaciones recientes de aves en el oasis de La Purísima, Baja California Sur, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 74:43-52.

Carmona, R., N. Arce, V. Ayala-Perez y G. D. Danemann. 2011. Seasonal abundance of shorebirds at the Guerrero Negro wetland complex, Baja California, Mexico. Wader Study Group Bull. 118: 40–48.

Carmona. R. 2001. Distribución, abundancia y riqueza específica de la avifauna terrestre en la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R196. México, D.F.

Carmona. R. 2007b. Riqueza específica, distribución y abundancia de aves terrestres y marinas en Isla San José, Golfo de California, Baja California Sur, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BK023 México D. F.

Castro Aguirre, J L, Balart E P & Arvizu-Martínez J. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la íctiofauna del Golfo de California, México. Hidrobiológicas 5(1-2): 57-78.

Castro-Aguirre J L. 1983. Aspectos zoo geográficos de los elasmobranquios mexicanos. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México. 27: 77-94.

Ceballos, G. y G. Oliva (Coords). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. En Ó. Sánchez, M. Herzing, E. Peters, R. Márquez, y L. Zambrano, Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México (págs. 37- 67). México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

Chittaro P M, Fryer B J & Sale P F. 2004. Discrimination of French grunts (Haemulon flavolineatum, Desmarest, 1823) from mangrove and coral reef habitats using otolith microchemistry. J. Exp. Mar.Biol. Ecol. 308: 169-183.

Choat J H & Bellwood D R. 1991. Reef fishes: their history and evolution. En: Sale PF (ed) The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press, San Diego. 46-53.

Christensen V & Pauly D. 1993. Trophic models of aquatic ecosystems. Proceedings of The International Center for Living Aquatic Resources Management. 26. 390 pp.

Cintra-Buenrostro C E, Reyes Bonilla H & Arizpe Covarrubias O. 1998. Los equinodermos (Echinodermata) del arrecife de Cabo Pulmo, Pacífico de México. Rev. Biol. Trop. 46 (2). 341-344.

Cintrón, G., García J.R. y F. Geraldes. 1994. Manual de métodos para la caracterización y monitoreo de arrecifes de coral. World Wildlife Fund. 67 pp.

Cobarrubias, G. M. 2003. Ordenamiento ecológico: propuesta de regionalización ambiental en Cabo Pulmo, B. C. S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 20 p.

Cody, M. L. y E. Velarde. 2002. Land birds. En: Case, T. J., M. L. Cody y E. Ezcurra, (eds.). A new Island Biogeography in the Sea of Cortez. Oxford University Press. New York. 420 p.

Compagno LJV. 2001. Sharks of the World: An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). Rome, FAO. 269 p.

CONABIO. 2010. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en línea en www.conabio.gob.mx, revisado el 29 de mayo del 2010.

CONANP. 2006. Programa de conservación y manejo Parque Nacional Cabo Pulmo, México. México D.F., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 159 p.

CONAGUA, 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Santiago, en el estado de Baja California Sur.

CONAGUA, 2010. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cabo Pulmo, estado de Baja California Sur.

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas 1998. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, 5 de Agosto de 1998, Venezuela.

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas 2004. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. Folleto de Divulgación.

Cortés J. 1997. Biology and geology of Eastern Pacific coral reefs. Coral Reefs 16, Suppl: 39-46.

Cuellar, A. 2003. Rehabilitación y cuidado de las áreas de anidación del Gallito marino californiano (Sterna antillarum browni) en la Ensenada de la Paz, B. C. S. (1999 y 2000). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 53 p.

Diario Oficial de la Federación. 2004. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su anexo. Quinta Sección. 15 de marzo de 2004. p. 36-37, 78.

Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Segunda Sección 30 de diciembre de 2010. Anexo Normativo III.

De Bolos i Capdevilla, M. 1992. El paisaje y su concepto. En: Manual de Ciencia del Pisaje. Teoría, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson. pp. 47-59.

Dow, Wendy, Karen Eckert, Michael Palmer and Philip Kramer. 2007. An Atlas of Sea Turtle Nesting Habitat for the Wider Caribbean Region. The Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network and The Nature Conservancy. WIDECAST Technical Report No. 6. Beaufort, North Carolina. 267 pages, plus electronic Appendices.

Eckert SA y BS Stewart. 2001. Telemetry and satellite tracking of whale sharks, *Rhincodon typus,* in the Sea of Cortez, Mexico, and the north Pacific Ocean. *Environmental Biology of Fishes*; 60: 299-308.

Ecología y Restauración S. C. MIA Regional Las Colinas del Puerto, BCS.616 pp.

Emilsson, I y Alatorre M, A. 1997. Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California. En. Contribuciones a la oceanografía física en México. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana: 173-182 pp.

Flores V., O. 1993. Herpetofauna Mexicana, Lista Anotada de las Especies de Anfibios y Reptiles de México, Cambios Taxonómicos Recientes y Nuevas Especies. Cambridge Mus. Nat. Hist. Special Publ. 17. Pittsburg, USA.

Francour, P. 1994. Plurianual analysis of the protection effects on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, North-western Mediterranean). Oceanologica Acta. 17: 309–317p.

Gámez A. E. 2008. Turismo y sustentabilidad a la vera de áreas naturales protegidas: El caso de Cabo Pulmo, Baja California Sur, p. 11-30. En: Gámez AE (Ed). Turismo y sustentabilidad de Cabo Pulmo, Baja California Sur. San Diego State University, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. San Diego, California. 314 p.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México. 246 pp.

García-Madrigal, M.S. & J.R. Bastida-Zavala. 1999. Cangrejos braquiuros (Brachyura) del arrecife de Cabo Pulmo-Los Frailes y alrededores, Golfo de California, México. Rev. Biol. Trop. 47: 119-128.

García Romero, A. 2002. El paisaje en el ámbito de la geografía. México: Instituto de Geografía, UNAM, 140p.

Garcillán P.P. y Ezcurra E. 2003. Biogeographic regions and β-diversity of woody dryland legumes in the Baja California peninsula. Journal of Vegetation Science 14:859-868.

Garcillán P.P., Ezcurra E. y Riemann H. 2003. Distribution and species richness of woody dryland legumes in Baja California, México. Journal of Vegetation Science 14:475-486.

Garrido, A., Pérez Damián, J., Enriquez Guadarrama, C. Delimitación de las zonas funcionales de la Cuencas hidrográficas de México. (en línea) En: Cotler, H., Coord., Las cuencas hidrográficas de México; Diagnóstico y priorización. México: INE. p. 14-17. Consultado 5 dic. 2010. Disponible en http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/639/delimitacion.pdf

Gilligan M R. 1980. Beta diversity of a Gulf of California rocky-shore fish community. Env. Biol. Fish. Vol. 5 (2):109-116.

Gómez Orea, Domingo, 1999. Evaluación del Impacto Ambiental, Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental.- Ediciones Mundi-prensa.- Ed. Agrícola Española, S.A. de C.V.

Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of lower California. University of California, Publication in Zoology 32: 1-300.

Grupo de Especialistas en Tortugas Marinas (GETM), UICN / CSE 1995. Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN, USA.

Gudger EW. 1941. The food and feeding habits of the whale shark, Rhineodon typus. Journal of the Mitchell Society; Julio: 57-72.

Guerrero-Ruiz, M., J. Urban-Ramirez y L. Rojas-Bracho. 2006. *Las ballenas del Golfo de California*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología. México. 524 pp.

Hendrickx M.E., Brusca R.C. and Findley L.T. (2005) Listado y Distribución de la macrofauna del Golfo de California, México, Parte I. Invertebrados. Tucson: Arizona-Sonora Desert Museum and Conservation International.

Hernández E. M. 1997. Selección de sitios de anidación de dos especies de pájaro bobo (Sula leucogaster y Sula nebouxii Milne-Edwards 1882), en Isla San Pedro Mártir, Baja California. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 42 p.

Hernández-Fonseca, J.P. 2010. Estimación de la vulnerabilidad de las comunidades coralinas del Pacífico mexicano ante el cambio climático. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

Hoolbrook S J, Kingsford M J, Schmitt R J & Stephens J J. 1994. Spatial patterns of marine reef fish assemblages. American Zoologist. 34(3): 463-475.

Horn M H. 1989. Biology of marine herbivorous fishes. Oceanog. Mar. Biol. 27: 167-272.

Horton, R. E. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. Geological Society of America Bulletin. 56 (3): 275-370.

Hourigan T F, Tricas T C & Reese E S. 1988. Coral reef fishes as indicators of environmental stress in coral reefs. En: D.F. Soule y G.S. Kleppel (eds). Marine organism as indicators. Spring-Verlag, New York. 107-136.

Howell, N. G. S. and S. Webb. 1995. A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford. E.U.A. 851 p.

Howell, S. N. G., R. A. Erickson, R. A. Hamilton, and M. A. Patten. 2001. An annotated checklist of the birds of Baja California and Baja California Sur. En: R. A. Erickson and S. N. G. Howell, (eds). Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution, and taxonomy. Monographs in Field Ornithology 3, American Birding Association, Colorado Springs, Colorado. 264 p.

INEGI (1990). Guía para la interpretación de Cartografía, Edafología. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 47 págs.

Instituto Nacional de Ecología. 2000. Programa Nacional De Protección, Conservación, Investigación Y Manejo De Tortugas Marinas.
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 2010. Conteo de Población 2010.

IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>.

INEGI, 2010. Carta topográfica Las Cuevas, F12B24, escala 1:50,000. Versión digital.

INEGI, 2010. Carta topográfica La Rivera, F12B25, escala 1:50,000. Versión digital.

INEGI, 2010. Carta topográfica Santiago, F12B34, escala 1:50,000. Versión digital.

INEGI, 2010. Carta topográfica Cabo Pulmo, F12B35, escala 1:50,000. Versión digital.

INEGI, 2010. Carta de Vegetación y uso de suelo, escala 1:250,000. Versión digital.

Jefferson, T.A., S. Leatherwood y M.A. Webber. 1993. *FAO Species identification guide: marine mammals of the world*. FAO. Roma. 320 pp.

Jiménez-Gutiérrez S V. 1999. Abundancia y estructura comunitaria de peces de arrecife rocoso en la zona de Isla Cerralvo, B. C. S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 91 pp.

Johnson A.F. 1977. A survey of the strand and dune vegetation along the Pacific and southern gulf coasts of Baja California, México. Journal of Biogeography 7:83-89.

Joung S, C Chen, E Clark, S. Uchida y W Huang. 1996. The whale shark, *Rhincodon typus*, is a livebearer: 300 embryos found in one 'megamamma' supreme. *Environmental Biology of Fishes*, 46: 219-223.

Kamphuis, J.W. 2000. Introduction to coastal engineering and management. Advanced series in Ocean Engineering- Vol 16. World Scientific Publishing Co. Singapore, 437 pp.

Kerstitch, A. N. 1989. Sea of Cortez marine invertebrates: a guide for the Pacific coast, Mexico to Ecuador. Sea Challengers, Monterey, U.S. 115 p.

Ketchum JT. 2003. Distribución espacio-temporal y ecología alimentaria del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en la Bahía de la Paz y zonas adyacentes en el suroeste del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 91 p.

Lavin M F, Beier, E y Badan, A. 1997. Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escala estacional e interanual. En. Contribuciones a la oceanografía física en México. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana: 141-171 pp.

Lawrence, J.M. 1987. A functional biology of echinoderms. Croom Helm, London. 340 p.

Lavín, M. F. y S. G. Marinone. 2003. An overview of the physical oceanography of the Gulf of California, in Nonlinear Processes in Geophysical Fluid Dynamics, O.U. Velasco Fuentes, J. Sheinbaum y J. Ochoa (eds.), pp. 173–204, Kluwer Acad., Dordrecht, Netherlands.

Lemos-Espinal, J. A., y Smith, H. M. (2009). Claves para los anfibios y reptiles de Sonora, Chihuahua y Coahuila, México. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad de Colorado, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

León de la Luz J.L., Pérez-Navarro J.J. y Breceda A. 2000. Vegetation of the lowlands of the Cape Region, Baja California Sur: a transitional xerophitic tropical plant community. Journal of Vegetation Science 11:547-555.

León de la luz, J. L., et al. (1988), "Aspectos Florísticos". Arriaga, L. y Ortega, A. (eds.), La Sierra de La Laguna en Baja California Sur, Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California A.C., La Paz, Baja California Sur.

Lingcold Smith, M. P. (1989). Improving multispecies rocky reef fish censuses by counting different groups of species using different pbcedures. Envior Biol. Fish., no 26:29-37.

Lobera-Álvarez, P. 2007. Distribución espacial y temporal de aves marinas y costeras en isla San José Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 70 p.

Lohmann, J. K. 1992. How Sea Turtle Navigate. *In*: Scientific American. January 1992. pp: 82-88.

López y Villers (1998). Delimitación de unidades ambientales biofísicas aplicando un enfoque geomorfológico y SIG, para el ordenamiento territorial de Los Cabos, Baja California Sur. Geografía y Desarrollo. Revista del Colegio Mexicano de Geografía, A.C. Número 16, págs. 85-98.

López y Villers (1998). Delimitación de unidades ambientales biofísicas aplicando un enfoque geomorfológico y SIG, para el Ordenamiento Territorial de Los Cabos, Baja California Sur. Geografía y Desarrollo. Revista del Colegio Mexicano Mexicano de Geografía de Geografía, A.C. No.16, 1998, Págs. 85-99.

Marinone, S G y Lavín, M F. 1997. Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía 3: 113-13.

Marinone, S.G., Parés-Sierra, A., Castro, R. y A. Mascarenhas. 2004. Correction to "Temporal and spatial variation of the surface winds in the Gulf of California". Geophys. Res. Lett., 31, L10305, doi: 10.1029/2004GL020064.

Márquez, R. 1990. FAO Species Catalogue. Vol. 11: Sea Turtles of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of the Turtle Species Known to Data. FAO Fisheries Synopsis. No. 25, Vol. 11.

Márquez, R. 1996a. Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo. Fondo de Cultura Económica. Serie "La Ciencia desde México". Primera Edición, México, D.F. 194 p.

Márquez, R. 1996b. XXX Años de Experiencia en Conservación e Investigación de Tortugas Marinas en México. *En*: XIII Encuentro Interuniversitario y III Internacional para la Conservación de Tortugas Marinas, Memoria de Resúmenes, 9-14 de Junio. Xalapa, Veracruz, México.

Márquez, R., A. Villanueva y C. Peñaflores 1976. Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829). Instituto Nacional de la Pesca, Sinopsis Sobre la Pesca No. 2. iii+61pp.

Martínez G. (2004). Huracanes en Baja California, México, y sus implicaciones en la sedimentación en el Golfo de California. GEOS, Vol.24. NO. 1, p. 57-64.Departamento de Geología Marina, UABCS.

Martínez., C. I. 2010. Distribución y abundancia del Ganso de collar (Branta bernicla nigricans) en el complejo laguna Guerrero Negro-Ojo de Liebre-ESSA, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 86p.

Martínez y Larry (2004). Huracanes en Baja California, México, y sus implicaciones en la sedimentación en el Golfo de California. Rev. GEOS, Vol.24. No.1, p57-64.

Martínez-Gutiérrez, G., 2002. Assessment of landscape change associated with tropical cyclone phenomena in Baja California Sur, Mexico, using satellite remote sensing [Dissertation thesis-Ph.D.]: Oxford, OH, Miami University, 146 pp.

Mateo-Cid L E, Mendoza-González A C & Galicia-García C. 2000. Contribución al estudio de las algas marinas bentónicas de Punta Arena y Cabo Pulmo, Baja California Sur, México. Acta Botánica Mexicana. 52: 55-73.

Mellink, E. 2001. History and status of colonies of Heermann´s Gull in Mexico. Waterbirds 24:188-194.

Mellink, E. y E. Palacios. 1993. Notes on the breeding coastal waterbirds in northwestern Sonora. Waterbirds 24:29-37.

Memorias del XIV Taller Regional de Programas de Investigación y Manejo de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán y II del Golfo de México y Caribe. Xcaret, Solidaridad, Quintana Roo, México. 8,9 y 10 de noviembre de 2006.

Meyer J L & Schultz E T. 1985. Migrating Haemulid fishes as a source of nutrients and organic matter on coral reefs. Limnol. Oceanogr. 30: 146-156

Meyer J L, Schultz E T & Helfman G S. 1983. Fish schools: An asset to coral. Science. 220: 107-1049.

Montoya, A. 1967. Recopilación de los datos del valor comercial y la captura anual de tortugas marinas en el periodo 1940-1965. SIC, INIBP, Bol. Prog. Nal. de Marcado de Tortugas marinas, 1(10):10 pp.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. España. 84 p.

Moreno-Casasola, P. 2006. Playas y dunas. En: Estrategia para el manejo costero integral. Vol. I. Sección II. México: Instituto de Ecología A. C. – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. Xalapa, Ver., Consultado en agosto 2012. Disponible en: http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/VOLI/SECCIONII/DunasYPlayas.pdf

Mosquera I, Côte I. Jennings M S & Reynolds J D. 2000. Conservation benefits of marine reserves for fish populations. Animal Conservation. 4: 321-332.

Munby P J, Edwards A J, Arias González E, Lindeman K C, Blackwell P G, Gall A, Gorczynska M,. Harborne A.R, Pescod C.L, Renken H, Wabnitz C C & Llewellyn G. 2004. Mangrove enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. Nature 427: 533-536.

Niño-Torres, C.A., J. Urbán-Ramírez y O. Vidal. 2011. *Mamíferos marinos del Golfo de California: Guía ilustrada*. Publicación especial No. 2. Alianza WWF México-Telcel. México. 192 pp.

Norman B. 2005. Rhincodon typus. En: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2012.1. Descargado de internet: www.iucnredlist.org, el 27 de Julio de 2012

NOAA, 2001. Hurricane database, National Oceanic and Atmospheric. Administration, [http://hurricane.csc.noaa.gov/hurricanes/].

Ormond, R.F.G. & C.M. Roberts. 1997. Biodiversity of coral reef fish. Marine biodiversity: Patterns and Processes. Cambridge University, Cambridge, Inglaterra.

Ortiz Pérez. M. 2012. Clasificación ecogeográfica de cuencas hidrográfica: el caso de México. En: Cotler H. Coordinadora. Las cuencas hidrográfica de México: Diagnóstico y priorización. México: SEMARNAT-Fundación Gonzalo Río Arronte IAP. p.25-27.

Page, G.W., E. Palacios, L. Alfaro, S. González, L.E. Stensel y M. Jungers. 1997. Numbers of wintering shorebirds in coastal wetlands of Baja California, Mexico. Journal of Field Ornithology. 68: 562–574.

Patten, M. A. 1996. Yellow-footed Gull (Larus livens). En: A. Poole y F. Gill (eds.) The Birds of North America, No. 243. The Birds of North America, Inc. y The American Ornithologists' Union E.U.A.

Peresbarbosa-Rojas, E. y E. Mellink. 2001. Nesting waterbirds of Isla Montague, northern Gulf of California, México: Loss of eggs due to predation and flooding, 1993 1994. Waterbirds 24:265–271.

Pérez-Navarro J.J. 1995. La vegetación de ambientes costeros de la Región del Cabo, Baja California Sur: Aspectos florísticos y ecológicos. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 90 pp.

Perrin, W.F., B. Wursig y J.G.M. Thewissen. *Encyclopedia of marine mammals*. Segunda edición. Academic Press, Elsevier. USA. 1316 pp.

Peterson, R., y Chalif, E. (2008). Aves de México. Guía de campo. México: Diana.

Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de los Cabos, B.C.S. México.

Planes S, García-Charton J A, Marcos C &. Pérez-Ruzafa A. 2008. (Ed.). Ecological effects of Atlanto-Mediterranean marine protected areas in the European Union. EMPAFISH Project, Booklet nº 1. Editum. 158p.

Prezas, B, R. Herrera y J. C. Zurita 1998. Xcacel: Proposal for the establishment and management of a protected area. *In*: Proceedings of the eighteen Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Mazatlán, Sinaloa, México.
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, BCS, México.

Ramírez D. 2011. Estructura genética del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) a escala global (Pacífico, Índico y Atlántico) y estimación de abundancia en Isla Holbox y el Golfo de California. Tesis de Doctorado: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Baja California Sur, México. 105 p.

Reeves, R. A., B.S. Stewart, P.J. Clapham y J. A. Powell. 2002. Guide to Marine Mammals of the World. National Audubon Society. Chanticleer Press Inc, 527 pp.

Reyes Bonilla H. (2003) Coral reefs of the Pacific coast of Mexico. In Corte´s J. (ed.) Latin American coral reefs. Amsterdam: Elsevier, pp. 331–349.

Reyes-Bonilla H & Álvarez-Filip L. 2008. Long-term changes in taxonomic distinctness and trophic structure of the reef fishes at Cabo Pulmo Reef, Gulf of California. Proc. 11th Coral Reef Int. Symp. 790-794. Fort Lauderdale, Florida, EEUU.

Reyes-Bonilla H, Calderón-Aguilera LE. 1999. Population density, distribution and consumption rates of three corallivores at Cabo Pulmo reef, Gulf of California, Mexico. Mar. Ecol. 20 (3–4): 347–357.

Reyes-Bonilla H, López-Pérez A. 1998. Biogeografía de los corales pétreos (Scleractinia) del Pacífico mexicano. Ciencias Marinas, 24(2): 211-224.

Reyes-Bonilla, H. 1993. Estructura de la comunidad, influencia de la depredación y biología poblacional de los corales hermatípicos en el arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur. Tesis de Maestría, CICESE. Ensenada. 169 p.

Rice, D.W., 1974. Whales and whale research in the eastern North Pacific. 170-195. In: Schevill, W.E. (ed.) The Whale Problem: A Status Report. Harvard University Press. Cambridge, MA. USA. 419 pp.

Riegl B M, Halfar J, Purkis S J & Godinez-Orta L. 2007. Sedimentary facies of the Pacific´s northern most reef-like setting (Cabo Pulmo, México). Mar. Geol. 236: 61-77.

Roberts, N. C. 1989. Baja California plant field guide. Natural History Publishing Company.La Jolla, Calif. 309 pp.

Rojas-Soto O.R., Alcántara-Ayala O. y Navarro A.G. 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California peninsula, Mexico: a parsimony analysis of endemicity and distributional modelling approach. Journal of Biogeography 30:449-461.

Robles Gil-Mestre, S.M.G. 1998. El clima en la ciudad de La Paz, Baja California Sur. Tesis de Maestría, UNAM, México, D.F. 190 p.

Romero – Lopez B.E. 2006. Estructura y composición de la vegetación De la barra costera el mogote, Baja california sur , México. Boletin de la Sociedad Botanica de Mexico. ISSN0366-2128. México.

Rubio, L., R. Rodríguez-Estrella y E. Pineda. El uso del hábitat por aves residentes e invernantes. En: L. Arriaga y R. Rodríguez-Estrella (Eds.) Los oasis de la Península de Baja California. SIMAC-CIB, La Paz, B.C.S., 292 p

Russ G R & Alcalá A C. 2004. Marine reserves: long-term protection is required for full recovery of predatory fish populations. Ecologia. 138: 622-627.

Russ G R, Stockwell B & Alcala A.C. 2005. Inferring versus measuring rates of recovery in no-take marine reserves. Marine Ecology Progress Series. 292: 1-12.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. México: Ed. Limusa, 432 pp.

Salas de León, D.A., N. Carbajal-Pérez, M.A. Monreal-Gómez y A. Gil Zurita, 2011. Vorticity and mixing induced by the barotropic M2 tidal current and zooplankton biomass distribution in the Gulf of California. Journal of Sea Research, 66(2):143-153.

Saldivar-Lucio R. 2010. Cambios a largo plazo en la ictiofauna arrecifal del Parque Nacional Cabo Pulmo, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. en Manejo de Recursos. CICIMAR-IPN. 147 pp.

Sale P F, Douglas W A & Doherty P J. 1984. Choice of microhabitats by coral reef fishes at settlement. Coral Reefs 3:91-99.

Sale P F. 2002. Coral Reef Fishes. Dynamics and diversity in a complex ecosystem. Academic Press, San Diego. 549 pp.

Salinas-Zacarías, M. 2005. Ecología tursiones, *Tursiops truncatus*, en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 102 p.

Salomón-Aguilar CA, CH Villavicencio-Garayzar y H Reyes-Bonilla. 2009. Zonas y temporadas de reproducción y crianza de tiburones en el Golfo de California: Estrategia para su conservación y manejo pesquero. *Ciencias Marinas*, 35(4): 369-388.

Santos del Prado-Gasca K, N Rodríguez-Dowdell, C Godínez-Reyes, N Cárdenas-Torres, J Pérez, A Zavala-González, R Enríquez-Andrade, L Carrillo, A Camacho y PS Miller (Eds). 2005. Taller para el análisis de la viabilidad de la población y el hábitat del tiburón ballena (*Rhincodon typus*), estrategias para su conservación y aprovechamiento sustentable en México. Reporte final. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN, Estados Unidos. 110 p.

Saravia, D. 2007. Distribución espacio-temporal de la avifauna en Isla San Francisco e islote el cayo, al sur de Isla San José, Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 72 p.

Sarti, L. 2004. Situación actual de la Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) En el Pacífico mexicano y medidas para su recuperación y conservación.

Scammon, C. M. 1874. The marine mammals of the northwestern coast of North America. Dover Reprint. New York, 319p.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología / Secretaría de Pesca 1990. Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortugas Marinas (Propuesta), México.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. D.O.F. 28 de enero de 1988. México.

Secretaría de Gobernación 1996. Decreto por el que se reforma, adiciona y deroga diversos artículos del Código Penal para el Distrito Federal en materia de Fuero Común, y para toda la República en materia de Fuero Federal. Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1996, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT 2011. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT. 2006. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca 1996. Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. 13 de diciembre de 1996, México.

Secretaría de Pesca 1986. Decreto por el que se determinan como zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diversas especies de tortuga

marina, los lugares donde anidan y desovan dichas especies. Diario Oficial de la Federación. 29 de octubre de 1986. México.

Secretaría de Pesca 1990. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina, en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California, México. Diario Oficial de la Federación. 31 de mayo de 1990, México.

SEMARNAP. 1996. Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000. SEMARNAP. México. 138 pp.

Semarnat. *Inventario Forestal Nacional 2000.* México. 2001.

SGM (2002). Carta Geológica Minera San José del Cabo F12-2-3-5-6, escala 1:50,000 Baja California Sur. Servicio Geológico Mexicano, Primera edición.

SGM (2002). Carta Geológica Minera Cabo Pulmo F12B35, escala 1:50,000 Baja California Sur. Servicio Geológico Mexicano, Primera edición.

Sorokín Y. 1995. Coral Reef Ecology. Ecological Studies, Vol. 103. Springer. Alemania. 465 pp.

Strahler, A. N. 1952. Hypsometric analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin. 63 (11):1117-1142.

Strahler, A. (1987). *Geografía Física*, Ediciones Omega S.A., Barcelona, España

Stevens JD. 2007. Whale shark (*Rhincodon typus*) biology and ecology: A review of the primary literature. *Fisheries Research* 84(1):4-9.

Sutton M. 1985. Patterns of spacing in a coral reef fish in two habitats on the Great Barrier Reef. Anim. Behav. 33: 1322-1337.

Tershy, B. R., E. Van Gelder y D. Breese. 1993. Relative abundance and seasonal distribution of seabirds in the Canal de Ballenas, Gulf of California. Condor 95: 458-464.

Tews J, Brose U, Grimm V, Tielborger K, Wichmann M C, Schwager M & F. Jeltsch. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. J. Biog. 31:79-92.

Tricart, J. Kilian, J. 1982. La ecogeografía y la ordenación del medio natural. Barcelona: Anagrama. 288p.

Thomson D A, Findley L T & Kerstitch A N. 2000. Reef Fishes of the Sea of Cortez. The Rocky-Shore Fishes of the Gulf of California. The University of Texas Press. USA. 353 p.

Tiburcio, G. 2006. Memorias del XIV Taller Regional de Programas de Investigación y Manejo de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán y II del Golfo de México y Caribe. Xcaret, Solidaridad, Quintana Roo, México. 8,9 y 10 de noviembre de 2006.

Tripp-Quezada A. 2008. Comunidades de moluscos asociados a ambientes de carbonatos modernos en el Golfo de California. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas CICIMAR-IPN. 148 pp.

Toledo Ocampo, A. 2006. Agua, hombre y paisaje. México: SEMARNAT, INE. 254p.

Vázquez, R. 2010. Distribución espacio-temporal de los anátidos (Aves: Anatidae) en Laguna San Ignacio, B. C. S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 57p

Velarde, E. 1993. Predation on nesting birds larids by Peregrine Falcons at Rasa Island, Gulf of California, Mexico. Condor 95: 706–708.

Velarde, E. y D. W. Anderson. 1994. Conservation and management of seabird islands in the Gulf of California. Setbacks and successes. En: DN Nettleship, J Burger, M Gachfeld (eds.). Seabirds on Islands: threats, case studies and action plans. Birdlife Conservation Series No. 1. Bird Life International. Cambridge, UK.

Velarde, E., M. Tordesillas, R. Esquivel y L. Vieyra. 1995. Alimentación y dieta de aves marinas ictiófagas en la Región de las Grandes Islas, Golfo de California. En: González, F. y J. de la Rosa (eds.). Temas de Oceanografía Biológica en México. Vol. II. UABC. Ensenada, B.C. 284 p.

Vicencio Aguilar M D. 1998. Estructura de la comunidad de moluscos de Cabo Pulmo, B.C.S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 84 pp.

Viesca-Lobatón C. 2003. Cambios temporales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos en la parte sur-occidental del Golfo de California. Tesis de licenciatura. UABCS. México. La Paz, México, 75 pp.

Villareal, A. C. 1988. Distribución y abundancia de peces en el arrecife coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, BC Sur. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 144p.

Villareal-Cavazos A, H Reyes-Bonilla, B Bermúdez-Almada y O Arizpe-Covarrubias. 2000. Los peces del arrecife de Cabo Pulmo, Golfo de California, México: Lista sistemática y aspectos de abundancia y biogeografía. *Revista de Biología Tropical* 48(2/3): 413-424.

Walker B W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Systematic Zoology. 9(3). 123–133.

Wantiez L, Thollot P & Kulbicki M. 1997. Effects of marine reserves on coral reef fish communities from five islands in New Caledonia. Coral Reefs. 16: 215-224.

White, C., N. Clum, T. Cade y W. Hunt. 2002. Peregrine Falcon (Falco peregrinus). En: The Birds of North America, No. 660, A. Poole and F. Gill, (Eds). The Birds of North America, Inc. Philadelphia, Pennsylvania.

Wiggins, L.I. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press, Stanford,California.

Wilbur, S. R. 1987. Birds of Baja California. Univ. California Press. Berkeley.

Wilkinson T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla, 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, , 200 pp.

Wolfson FW. 1986. Occurrences of the whale shark, *Rhincodon typus*, Smith; p. 208-226. En: Uyeno T, R Arai, T Taniuchi y K Matsuura (Eds). Indo-pacific Fish Biology. Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes. Tokio, Japón; Ichthyological Society of Tokio.

Wurl, J., Hernández-Morales, M., Imaz-Lamadrid, M., Martínez-García, C. Estudio hidrogeoquímico en la Cuenca de Santiago, Baja California Sur. En: XVIII Congreso Nacional de Geoquímica. México: Actas INAGEQ, Vol. 18. No. 1. Octubre 2008. p. 28-30.

Páginas Web

Listado de Aves de AICAS http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicaslista.html

Corredores Biológicos http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html

Tortuga marina http://www.tortugamarina.com

SEMARNAT www.semarnat.gob.mx

Amigos de cabo Pulmo www.pulmoamigos.org/proyectos.php