

Mejoramiento de la construcción  
de edificaciones sustentables  
en América del Norte



# Guía para el diseño y la ejecución integrales



cec.org

Preparada para la Comisión para la Cooperación Ambiental  
Noviembre de 2015

Citar como:

CCA (2015), *Mejoramiento de la construcción de edificaciones sustentables en América del Norte: guía para el diseño y la ejecución integrales*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 94 pp.

La presente publicación fue elaborada por Nadav Malin, Peter Yost y Candace Pearson, de BuildingGreen Inc., para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. Entre los principales colaboradores figuran: Howard Ashcraft, abogado en Hanson Bridgett LLP, John Boecker, socio fundador de 7group, y Bill Reed, director de Integrative Design Collaborative y Regensis. Se contó también con la colaboración de los siguientes expertos: Ann Edminster (Design AVenues), Alicia Silva Villanueva (Revitaliza Consultores), Bill Worthen (Urban Fabrick), Gunnar Hubbard (Thornton Tomasetti) y Lauren Yarmuth (YR&G). Por parte de la CCA, la coordinación de la publicación estuvo a cargo de Benjamin Teitelbaum y Catherine Hallmich, en tanto que Johanne David, Jacqueline Fortson y Douglas Kirk se ocuparon de la edición. El diseño y la formación corrieron por cuenta de Gray Fraser (ProductionGray).

La información contenida es responsabilidad de los autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción de este material sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso no tenga fines comerciales y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo “Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada”, de Creative Commons.



© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2015

ISBN: 978-2-89700-127-8 (versión electrónica)

*Available in English* – ISBN: 978-2-89700-125-4 (*electronic version*)

*Disponible en français* – ISBN: 978-2-89700-126-1 (*version électronique*)

Depósito legal: Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2015

Depósito legal: Library and Archives Canada, 2015

#### Detalles de la publicación

*Categoría del documento:* publicación de proyecto

*Fecha de publicación:* diciembre de 2015

*Idioma original:* inglés

*Procedimientos de revisión y aseguramiento de la calidad:*

Revisión final de las Partes: junio de 2015

QA232

Proyecto: Plan Operativo 2013-2014: *Mejoramiento de las condiciones para la construcción de edificaciones sustentables en América del Norte*

Si desea más información sobre ésta y otras publicaciones de la CCA, dirijase a:

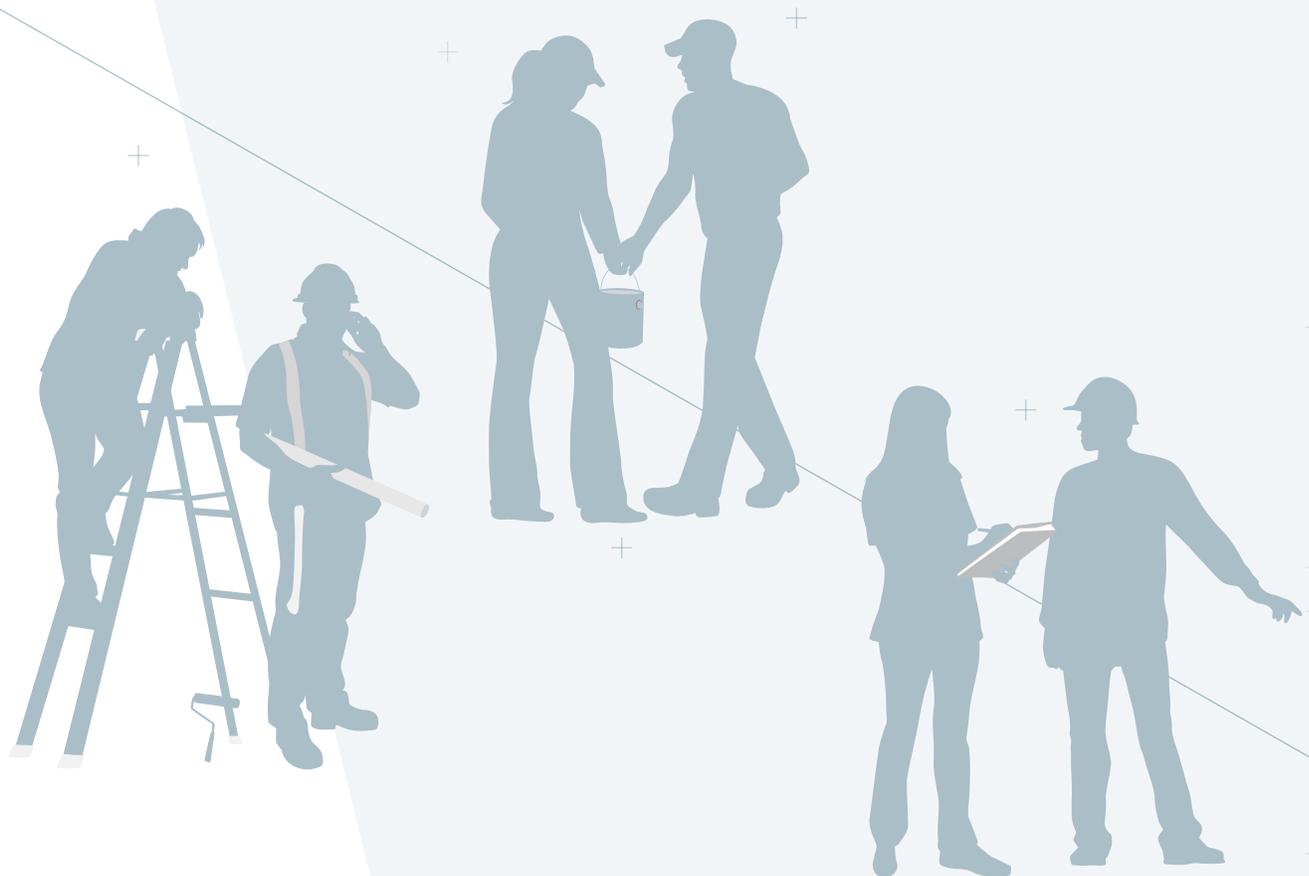


#### Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200  
Montréal (Québec), Canada, H2Y 1N9  
Tel.: 514.350.4300 fax: 514.350.4314  
info@cec.org / www.cec.org

Mejoramiento de la construcción  
de edificaciones sustentables  
en América del Norte

# Guía para el diseño y la ejecución integrales





# Índice

Sinopsis	v
Introducción	1
Proceso de diseño y ejecución integrales	5
Paso 1: Armonización de valores	6
Paso 2: Armonización de metas y objetivos	8
Paso 3: Selección del modelo de operación y de la estructura del contrato	10
Paso 4: Planificación del “mapa de ruta”	14
Paso 5: Seguimiento	16
<hr/>	
Orientación para:	17
Arquitectos	17
Propietarios y promotores inmobiliarios	22
Fabricantes	27
Contratistas especializados	30
Operadores de inmuebles	33
Profesionales de las finanzas	37
Contratistas generales	40
Funcionarios gubernamentales	46
Ingenieros	50
Consultores especializados	53
<hr/>	
Estudios de caso	57
Modernización del edificio Barus and Holley y del laboratorio Prince, de la Universidad de Brown	58
Centro Internacional de Exposiciones y Convenciones WTC	60
Edificio federal Edith Green-Wendell Wyatt	61
Planta de tratamiento de aguas residuales Lion’s Gate	63
Centro Mosaic	64
Centro de Innovación del Instituto de las Montañas Rocallosas	65
Escuela secundaria Sarah E. Goode STEM Academy	67
<hr/>	
Bibliografía	69
Glosario	72
Referencias complementarias	74
Colaboradores	84

## Lista de gráficas

Gráfica 1:	Costo y esfuerzo resultantes de los cambios en el diseño conforme avanza el proyecto	3
Gráfica 2:	Una reunión de arranque permite integrar a los elementos del equipo encargados de las diferentes fases del proyecto	6
Gráfica 3:	Comprensión común en torno al proyecto por los diferentes integrantes del equipo responsable a lo largo del proceso	9
Gráfica 4:	Estructura de un contrato multilateral	12
Gráfica 5:	Estructura de un contrato de “diseño-construcción”	12

## Acrónimos, siglas y abreviaturas

<b>AIA</b>	Instituto Estadounidense de Arquitectos ( <i>American Institute of Architects</i> )
<b>BIM</b>	modelado de información de construcción (del inglés: <i>building information modeling</i> )
<b>CCA</b>	Comisión para la Cooperación Ambiental
<b>EIP</b>	ejecución integral de proyectos
<b>LEED</b>	Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental ( <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> )

## Sinopsis

Un proceso de diseño, ejecución y operación bien organizado e integral puede disminuir de manera importante los impactos ambientales de las nuevas edificaciones y reducir considerablemente los costos de los proyectos de construcción. La forma en que se define y se aplica este enfoque de construcción, sin embargo, varía mucho de un sector industrial a otro, así como de una jurisdicción a otra en América del Norte.

Inspirada en el informe *Mejoramiento de las condiciones para la construcción de edificaciones sustentables en América del Norte: formación de la fuerza laboral del sector de la edificación sustentable*, publicado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) en 2013, la presente guía describe los cinco pasos principales para lograr implementar con éxito un proceso de diseño y ejecución integrales.

Con base en enfoques actualmente en uso en la industria, la guía destaca prácticas óptimas y herramientas para diez categorías de actividad relacionadas con el sector de la construcción, y se sustenta en siete estudios de caso y más de 50 documentos de referencia. La orientación que presenta se elaboró en parte mediante entrevistas con más de 30 profesionales de la industria y tras consultar con expertos reconocidos mundialmente que trabajan en Canadá, Estados Unidos y México.

El propósito de la guía es introducir a los profesionales de la construcción a métodos probados de diseño y ejecución integrales que les permitirán alcanzar mayores niveles de integración. Esta guía, además, puede ayudar a todos los sectores interesados que se han propuesto como meta construir edificaciones mejores y más respetuosas del medio ambiente.



La **Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)** es una organización trilateral por medio de la cual los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México colaboran —con participación de la sociedad civil— en favor de la conservación, la protección y el mejoramiento del medio ambiente de América del Norte.



# Introducción

## Antecedentes

Las prácticas de la edificación sustentable ofrecen la posibilidad de ahorrar energía, economizar dinero y mejorar la calidad del hábitat humano; también pueden contribuir a la conservación del agua, a un mejor aprovechamiento de las materias primas y a la salud de los ecosistemas, no sólo en toda América del Norte, sino en el mundo entero. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha señalado al sector de la construcción como el poseedor de la mayor cantidad de oportunidades rentables para reducir las emisiones de carbono; más aún, muchas de las oportunidades ligadas a la construcción carecen de costo adicional o incluso pueden traducirse en ahorros para los propietarios de los inmuebles (Levine *et al.*, 2007). Sin embargo, a pesar del gran número de oportunidades, sólo una pequeña fracción de los nuevos proyectos de construcción y de renovación de edificaciones existentes utiliza activamente soluciones sustentables —respetuosas del medio ambiente—, y un número aun menor adopta estrategias que permiten incorporar estas soluciones al proyecto de forma suficientemente profunda e integral como para lograr a cabalidad las impresionantes eficiencias respecto al uso de recursos a ellas asociadas.

En 2013, la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) publicó el informe [Mejoramiento de las condiciones para la construcción de edificaciones sustentables en América del Norte: formación de la fuerza laboral del sector de la edificación sustentable](#), en el que se destacó la necesidad de un nuevo paradigma en la ejecución de los proyectos de construcción, a fin de permitir las innovaciones que dan lugar a edificaciones considerablemente más respetuosas del medio ambiente. En particular, el informe de 2013 sugirió que el reconocer a un grupo más amplio de sectores interesados en el debate en torno a la sustentabilidad requiere un cambio de perspectiva, hacia un paradigma que acepta el mundo como un sistema complejo y dinámico, fundado en estrategias holísticas y flexibles. Esta nueva perspectiva debe adoptar una visión *integral* de los sistemas como medio necesario y valioso para comprender mejor las funciones y relaciones de los grupos o sectores de interés.

Con base en esto, la CCA encomendó la elaboración de la presente guía a fin de ayudar a profesionales en diez categorías de actividad relacionadas con el sector de la construcción a implementar una estrategia más integral y establecer un entorno laboral de amplia colaboración en el cual valores y objetivos comunes claramente establecidos y de fácil acceso devienen factores de impulso en la toma de decisiones relativas a los proyectos. Así, por ejemplo, al permitir que valores como la eficiencia energética o las adquisiciones sustentables pasen a primer plano, los equipos de proyecto suelen descubrir una mucho mayor capacidad para disminuir el impacto ambiental del entorno edificado.

La orientación que se presenta en este informe se elaboró a partir de entrevistas con más de 30 profesionales de la industria y tras consultar con expertos reconocidos en el ámbito internacional que trabajan en Canadá, Estados Unidos y México. Los resultados de dichas entrevistas se depuraron durante un taller de un día completo con un equipo principal integrado por los más avanzados profesionales e instructores de prácticas profundamente integradoras. El resultado fue una versión preliminar de la guía que se corrigió con base en los comentarios de revisión de los entrevistados originales y otras personas especializadas en la materia.

La investigación realizada permite concluir que un proceso bien organizado e integral de diseño, ejecución y operaciones da lugar a la ejecución de edificaciones sumamente sustentables, y esto lo respaldan los estudios de caso obtenidos de cada país. Con todo, las estrategias para lograr equipos integrados varían mucho de un país y de un sector industrial a otro, y no están ni bien diferenciadas ni bien definidas.

Este informe tiene por finalidad satisfacer las necesidades pedagógicas en todos estos contextos. Al establecer un entendimiento común de las prácticas óptimas y hacer referencia a herramientas específicas, su propósito es permitir que los profesionales logren mayores niveles de integración en sus proyectos, lo que producirá resultados significativos tanto para el medio ambiente como para la industria de la construcción.

## Diseño y ejecución integrales

La industria de la construcción ha sufrido desde hace mucho de la falta de integración entre sectores industriales y categorías de actividad relacionadas con la edificación. El resultado de hacer las cosas “como de costumbre” es que diferentes empresas e individuos se van uniendo a un proyecto por etapas y se responsabilizan única y exclusivamente de lo que corresponde a su propia área de especialidad o responsabilidad: los arquitectos e ingenieros son responsables de la planificación y el diseño, los contratistas se encargan de construir la edificación o estructura, y a los propietarios de las edificaciones les tocará lidiar con el resultado. Este esquema de producción en cadena rara vez permite crear una edificación optimizada como sistema; más bien, el producto final a menudo queda por debajo de las expectativas iniciales e incluso ni siquiera llega a satisfacer las necesidades del propietario.

A lo largo de los años se han formulado diferentes estrategias para que los profesionales tengan una mayor colaboración en la realización de un proyecto. Entre estas estrategias figuran: las alianzas, los procesos de diseño integral, el diseño y la construcción sin pérdidas,<sup>1</sup> y los procesos integradores o la ejecución integral de proyectos. Cada uno de estos enfoques o estrategias ha contribuido a que los equipos de proyecto logren mayores niveles de éxito al fomentar cierta integración entre las responsabilidades de los diferentes integrantes del equipo. La presente guía reúne los principios clave de estas diferentes estrategias y los presenta bajo el término general de “diseño y ejecución integrales”, a fin de ayudar a los equipos de proyecto a alcanzar una integración que tenga efectos transformadores y tangibles.

Con este propósito, la guía describe cinco pasos principales, y los sustenta con varios estudios de caso, comentarios de expertos, documentos de referencia y directrices específicas para cada categoría de actividad relacionada.

“ ¿Qué hace la diferencia entre un proyecto frustrante y uno gratificante? Todas las personas con quienes hemos hablado al respecto mencionan la educación, un entendimiento común respecto del propósito, un ego disminuido y un rumbo claro. ”

Bill Reed, Regenesis Group

### ¿Por qué aumentar la integración?

#### Los equipos integrados se ponen de acuerdo sobre una clara ruta de avance antes de iniciar la construcción

- Los principales integrantes del equipo se seleccionan antes de iniciar la fase de diseño.
- El equipo formado define los objetivos del proyecto e identifica y asigna responsabilidades a fin de avanzar en conjunto.
- Las aportaciones de muchas disciplinas ayudan a encontrar las soluciones más adecuadas.

#### Los equipos integrados logran edificaciones más sustentables

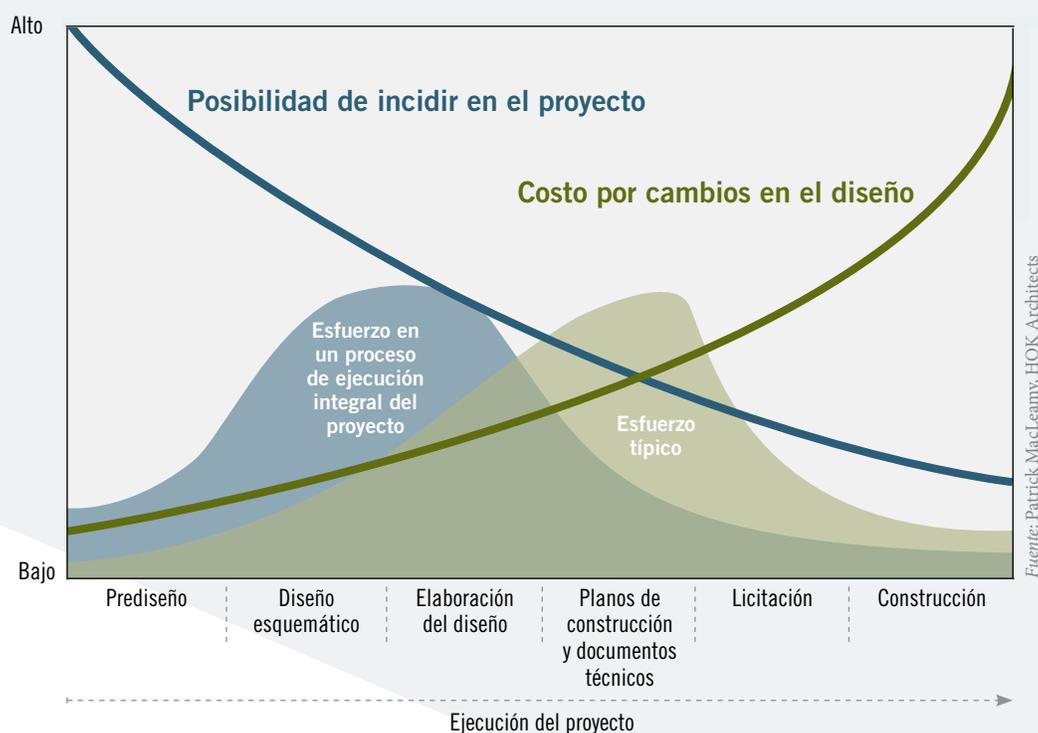
- La eficacia de los sistemas se manifiesta a través de la identificación de sinergias.
- Una adecuada coordinación permite evitar desperdicios y duplicidades, con lo que se disminuyen el uso de materiales y el consumo energético y de agua.
- Las aportaciones del contratista general y de los contratistas especializados durante la etapa de diseño aumentan la previsibilidad de los costos, lo que a su vez contribuye a evitar la eliminación de elementos ecológicos durante la construcción.

#### Los equipos integrados ahorran dinero al propietario

- Los costos de construcción se evalúan desde el inicio.
- Hay menos cambios más adelante, avanzado el proceso de diseño, que es cuando más cuestan.
- Se reduce el número de solicitudes de información y órdenes de cambio.
- Disminuyen las contingencias, los imponderables y los costos variables.

1. *Lean*, en inglés; referido a procesos altamente eficientes cuyo fin es eliminar desperdicios y actividades que no agregan valor.

Gráfica 1: Costo y esfuerzo resultantes de los cambios en el diseño conforme avanza el proyecto



En general, un equipo integrado dedicará más tiempo y energía a la toma de decisiones al inicio del proyecto, cuando la capacidad y las posibilidades de afectarlo de modo positivo son mayores. Ello se traduce en una menor necesidad de introducir cambios más adelante, en el curso del proyecto, cuando éstos se vuelven más costosos (véase la gráfica 1) (Wilson, 2014).

#### Desventajas de la estrategia tradicional de diseño, licitación y construcción por separado:

- Toma más tiempo concluir un proyecto, puesto que el trabajo de diseño debe finalizarse en su totalidad antes de contratar al contratista.
- Se pierden conocimientos durante la transición de una fase a otra del proyecto.
- Se crean relaciones conflictivas debido a contratos independientes que generan incentivos contrapuestos entre los integrantes del equipo.
- Cualquier ahorro en los costos gracias a la selección del contratista en función de la oferta más baja se ve contrarrestado por los costos adicionales en que se incurre debido a órdenes de cambio, actividades o procesos de retrabajo en la construcción, litigios o calidad inferior.
- Los resultados de desempeño de la edificación, en cuanto a uso eficiente de energía y agua, así como respecto al confort de los inquilinos o propietarios finales, distan mucho de los objetivos en términos de rentabilidad.

#### Los problemas en cifras:

- 30 por ciento de los proyectos no cumplen con el calendario de ejecución o con el presupuesto (FMI Corporation, 2007).
- 7 a 11 por ciento de los costos de construcción se destinan a actividades o procesos de retrabajo, lo que causa retrasos (Zach, 2013).
- 92 por ciento de los propietarios de proyectos consideran que los planos arquitectónicos son insuficientes para un proceso adecuado de construcción (FMI Corporation, 2005).
- 37 por ciento de los materiales utilizados en la industria de la construcción terminan por ser enviados a rellenos sanitarios (Kristine Fallon Associates, Inc., 2012).

## 🔗 Al corregir un proceso lineal y no holístico, cargado de redundancias, podemos comenzar a reducir notoriamente o incluso eliminar los sistemas mecánicos de una edificación. 🔗

John Boecker, 7Group

### Diseño y ejecución integrales en Canadá, Estados Unidos y México

En Canadá y Estados Unidos, el término “diseño integral” representa a veces un concepto de colaboración interdisciplinaria impreciso, que puede ya sea limitarse a la etapa de diseño, o bien significar un proceso de colaboración muy intencionado que abarca desde la construcción hasta la operación del inmueble. Es esta segunda acepción la que se adopta en la presente guía: la de prácticas integrales de gestión, diseño y construcción que se inspiran en ciertos sistemas modernos de gestión y producción ampliamente utilizados para estructurar un proceso de manera más intencionada.

Uno de estos sistemas, la construcción sin pérdidas (*lean construction*), se deriva de los principios de la *producción ajustada*, modelo en el que la empresa Toyota fue pionera y que hace hincapié en el valor para el cliente, en un flujo de procesos muy controlado y en la perfección. Al día de hoy, la construcción sin pérdidas —como modelo de gestión— ha derivado en la formulación de técnicas de marca registrada para maximizar el valor y la eficiencia, y minimizar el desperdicio en los procesos de edificación, lo cual se ha facilitado gracias a organizaciones como el Lean Construction Institute (con sede en Estados Unidos pero con presencia internacional), que realiza talleres, organiza conferencias y se encarga de elaborar programas de capacitación dirigidos a profesionales del sector. En los apartados siguientes se profundiza en torno a las prácticas de la construcción sin pérdidas y sus principios.

Otro elemento determinante en la consolidación y definición de las prácticas integrales en materia de construcción ha sido el programa Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (*Leadership in Energy and Environmental Design*, LEED), con su norma de edificación sustentable. La norma LEED ha devenido herramienta de uso internacional para la construcción respetuosa del medio ambiente, y reconoce a los equipos que han colaborado con el propósito de identificar oportunidades de ahorro de energía y agua desde la fase inicial del diseño de un proyecto.

Asimismo, tanto en Estados Unidos como en Canadá la adopción de contratos multilaterales de servicios especializados ha permitido formalizar las iniciativas integradoras, aun si el uso de tales contratos es todavía poco común y se limita por lo general a proyectos muy grandes y complejos, sobre todo en el sector del cuidado de la salud.

Sin embargo, estas fuentes de orientación se suelen utilizar sólo en unos cuantos ámbitos, con poca interrelación entre ellos. Entrevistas con profesionales en Canadá y Estados Unidos revelaron que la terminología y las prácticas difieren enormemente entre una disciplina y otra, lo que crea confusión y da pie a que algunas compañías usen términos como “diseño integral” con fines de mercadotecnia sin cambiar las prácticas actuales. Esto permite constatar que existe una gran oportunidad de influir en las prácticas predominantes en ambos países simplemente sentando las bases para un consenso acerca de lo que implica una verdadera integración.

Por cuanto a México, si bien los profesionales mexicanos entrevistados en general expresaron un concepto mucho más uniforme de las prácticas integrales que sus colegas del norte, lo cierto es que su enfoque resultó más limitado: consistente sobre todo en la participación del equipo del contratista en el proceso de diseño. Las prácticas de construcción sin pérdidas no se citaron como base para la implementación, y la mayoría de los profesionales manifestaron la necesidad de más orientación respecto al proceso.

Las investigaciones sugieren que la introducción de estrategias integrales en México es apenas reciente, en gran medida a raíz de una mayor exposición a la norma LEED. Un número reducido de profesionales practican ya procesos profundamente integradores, pero —al saber de los autores al momento de preparar este informe— ningún proyecto en México ha incorporado todavía un contrato multilateral. Estos resultados sugieren que un recurso que describa los pasos específicos hacia niveles más elevados de integración y que agrupe las herramientas ya existentes podría ser de gran beneficio para los profesionales de la construcción mexicanos.

# Proceso de diseño y ejecución integrales

El éxito de un proyecto integral depende en gran medida del calibre del equipo. Habitualmente, el núcleo del equipo está conformado por el arquitecto, el ingeniero, el contratista y el propietario; los consultores de diseño y subcontratistas especializados se incluyen según sea necesario. La presente guía aporta recomendaciones sobre cómo seleccionar un equipo sólido por lo que respecta a cada actividad o grupo de especialidad.



“ El proceso de crear un equipo integrado no consiste tan sólo en darle un carácter multidisciplinario, aunque esto es un primer paso importante. Significa que cada miembro debe contar tanto con los conocimientos como con la actitud adecuados. Sin ambos elementos, el resultado final puede ser simplemente una edificación cualquiera. ”

Laura Lesniewski, BNIM

Paso 1:

# ARMONIZACIÓN DE VALORES

Antes de adentrarse en la fase de prediseño, los proyectos integrales comienzan con una reunión de arranque para identificar los valores del proyecto. Esta reunión puede durar varias horas o varios días, dependiendo del tamaño y la complejidad del proyecto, pero es preciso que los integrantes del equipo reflexionen en torno a los valores que sustentan el proyecto, logren un consenso al respecto y acuerden apegarse a ellos. Esto representa un primer paso para sentar bases comunes en las que el proyecto descansará y crear las relaciones de trabajo sólidas que serán necesarias (véase la gráfica 2). A partir de este entendimiento, el equipo puede empezar a colaborar, negociar un contrato y comunicar el proyecto de manera eficaz.

Gráfica 2: Una reunión de arranque permite integrar a los elementos del equipo encargados de las diferentes fases del proyecto



Fuente: 7Group y Bill Reed, 2009.

## Ejemplos

- Analista en iluminación natural y energía
- Agente responsable de la prueba de desempeño y puesta en servicio
- Arquitecto del paisaje
- Ingeniero civil
- Planificador
- Arquitecto
- Ingeniero estructural
- Ingenieros mecánico, eléctrico, de plomería
- Usuarios de la edificación
- Propietario
- Miembros de la comunidad
- Administrador de las instalaciones
- Personal de planificación
- Personal de mantenimiento y operaciones
- Experto en la elaboración de presupuestos
- Contratistas especializados (mecánico, eléctrico, de plomería)
- Contratista general
- Gerente de construcción
- Fabricantes de productos

“ Si bien la energía es importante, cada vez me interesa más la posibilidad de considerar que la salud y el bienestar del todo (la gente y el lugar) constituyen el propósito fundamental, asumiendo que los demás objetivos devienen indicadores para evaluar su logro. ”

Jennifer Cutbill, pasante de arquitectura, DIALOG

Preguntas a plantearse (7Group y Bill Reed, 2009):

1. ¿Qué es lo que se intenta lograr con la construcción de este proyecto?
2. Una vez que la edificación esté construida y ocupada, ¿qué es lo que definirá el éxito? ¿Qué se habrá logrado?
3. ¿De qué manera continuará el proyecto evolucionando y contribuyendo a la comunidad y a su entorno?

Los resultados de una reunión de arranque bien llevada suponen lo siguiente:

- Es más probable que un proyecto motivado por valores resulte en una edificación sustentable porque la salud humana y el bienestar ecológico son temas que preocupan a casi todo el mundo.
- El análisis de los valores ayudará a los participantes a considerar los efectos más generalizados del proyecto, ampliando así sus posibilidades.
- Los valores abordan el “porqué” del proyecto, lo que ayuda a liberar la aspiración y la creatividad; lo excepcional se vuelve posible.
- El ejercicio de formular una declaración de los valores comunes crea una base que facilita la toma conjunta de decisiones y también genera confianza, que es esencial para una colaboración efectiva.



#### Importante

La armonización de valores y el consenso en torno a ellos se facilitarán si los participantes cuentan con la confianza plena de sus organizaciones y pueden hablar en nombre de éstas. Si un individuo se compromete con un conjunto de valores, pero los altos directivos descartan el compromiso como mera buena voluntad, entonces las tensiones pueden empezar a crecer cuando se le pida al integrante del equipo que actúe de acuerdo con esos valores.



Estudio de caso: Planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate (p. 63)

## Paso 2:

# ARMONIZACIÓN DE METAS Y OBJETIVOS

En un proceso de diseño y ejecución integrales de un proyecto, los miembros del equipo definen conjuntamente los resultados deseados y colaboran a fin de establecer metas comunes de desempeño, las cuales han de reflejar el carácter integrado y el potencial evolutivo del proyecto. Dicho de otro modo, aun si los objetivos convencionales son diferentes para cada integrante de un equipo, los objetivos integrales son comunes y se centran en el proyecto.

Una forma de impulsar el proceso de definición de metas y objetivos es mediante la “dinámica de la piedra angular” (*touchstone exercise*) descrita en *The Integrative Design Guide to Green Building* [Guía de diseño integrador para la edificación sustentable] (7Group y Bill Reed, 2009). Cada integrante del equipo responde a la misma pregunta: ¿cuáles son los temas clave que debe abordar este proyecto?; luego se discuten los temas propuestos y se les clasifica por orden de importancia, para finalmente seleccionar los que se adoptarán para el proyecto, sea por consenso o por votación. La secuencia es como sigue:

1. Los propietarios llegan con ciertas necesidades y aspiraciones.
2. Las aportaciones del equipo enriquecen aquellas basadas en valores comunes.
3. El equipo traduce conjuntamente las necesidades específicas a objetivos específicos y medibles.

Los resultados de la “dinámica de la piedra angular” pueden utilizarse para establecer el orden de prioridad de las metas de desempeño, y también como base para elaborar un documento en el que se enuncien las exigencias del propietario del proyecto por lo que respecta a requisitos funcionales del proyecto y expectativas en cuanto a la manera en que se usará y operará el inmueble una vez terminado. Tales metas y requisitos servirán, a su vez, para redactar un documento en el que se enuncien los principios básicos del diseño y se describa, en términos generales, cómo se lograrán los objetivos del proyecto. Asimismo, las metas y objetivos establecidos pueden documentarse en los estatutos del equipo de proyecto, en las condiciones de satisfacción, o bien en convenios en torno a los objetivos del proyecto.

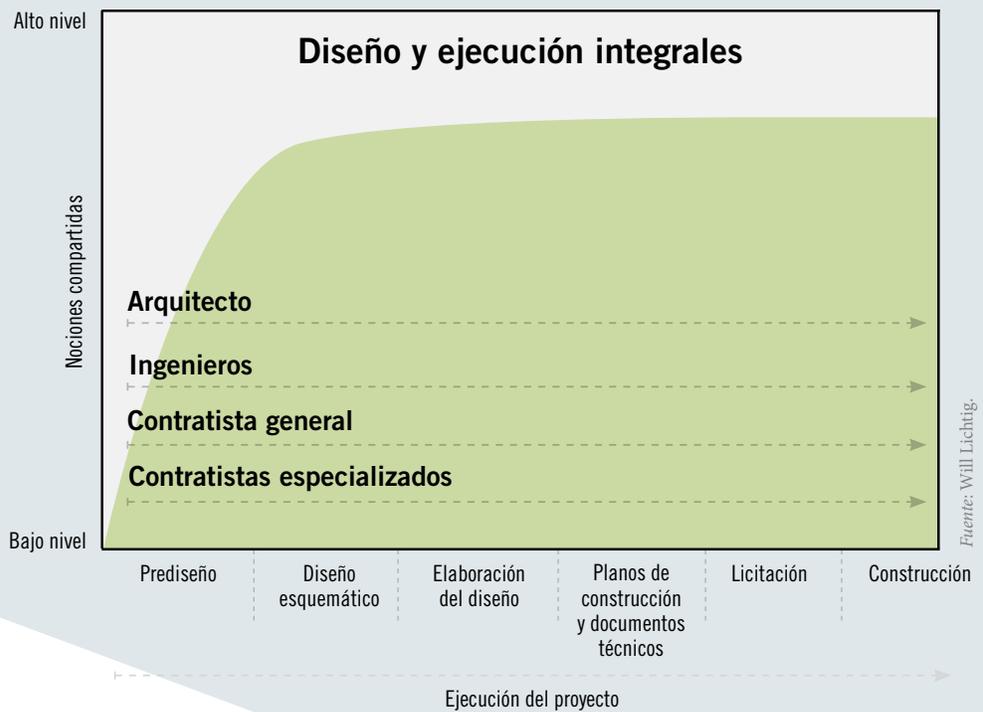
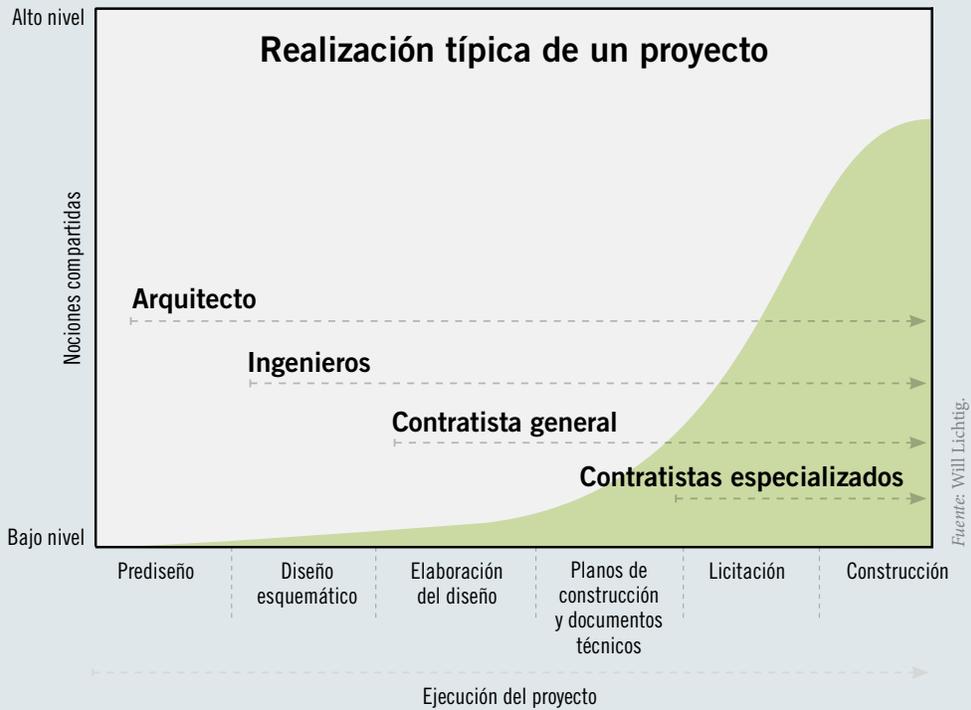
### Ventajas de la armonización de metas y objetivos (Wilson, 2014):

- Todos los integrantes de un equipo pasan juntos por la misma curva de aprendizaje al inicio del proyecto (véase la gráfica 3).
- El equipo y el proyecto mismo avanzan de manera mucho más rápida y eficiente, toda vez que disminuye el riesgo de malentendidos y tropezones.
- Los integrantes del equipo pueden evaluar si realmente tienen la capacidad para ejecutar lo que se espera de cada cual, en lugar de comenzar y luego darse cuenta —quizá demasiado tarde— de posibles carencias en cuanto a experiencia, competencia y conocimientos necesarios.
- El propietario se sentirá en control y contento.
- El arquitecto evitará tener que volver a elaborar los planos.



### Estudio de caso: Edificio federal Edith Green-Wendell Wyatt (p. 61)

Gráfica 3: Comprensión común en torno al proyecto por los diferentes integrantes del equipo responsable a lo largo del proceso



## Paso 3:

# SELECCIÓN DEL MODELO DE OPERACIÓN Y DE LA ESTRUCTURA DEL CONTRATO

## Selección del modelo

Si bien es posible lograr una armonía, con una visión y objetivos comunes, en el seno de un muy buen equipo y llegar a implementar un proceso integral con un modelo de operación convencional de diseño, licitación y construcción por separado, lo cierto es que la gestión de riesgos y los términos financieros acaban siendo los factores que en última instancia determinan la forma en que los negocios y las empresas se relacionan. Si estas estructuras no cambian, será difícil lograr que la integración vaya más allá de un grupo selecto y reducido de personas y se extienda a las organizaciones para las cuales trabajan. Incluso en el caso de modelos alternativos de ejecución, como “diseño-construcción” o “gestión de la construcción sujeta a riesgo”, quienes se comprometen con una estrategia integral terminan viéndose obligados a invertir energía en sortear las políticas que refuerzan el modelo tradicional, lo que dificulta enormemente el proceso. La integración tiene mayores posibilidades de éxito cuando constituye la vía que suscitará menor resistencia desde la perspectiva tanto individual como corporativa. Para ello es preciso armonizar las estructuras de incentivos con esta nueva forma de compromiso, y en ese sentido, la contratación de la ejecución integral del proyecto representa la estrategia óptima.

El propietario es quien típicamente impulsa la elección de una estructura de contrato determinada, aunque en realidad cualquiera de las partes interesadas en el proceso podría sugerir la adopción de un modelo integral de contratación. La ejecución integral de proyectos da lugar a una armonización de las estructuras de incentivos, mediante la vinculación contractual de dos o más de las partes en lo concerniente a riesgos y utilidades. Estos contratos incluyen por lo general tres mecanismos distintos por los que se comparten los riesgos económicos y las retribuciones de un proyecto, y el resultado es una mayor integración del equipo.

### Mecanismo 1: Honorarios base con utilidades condicionadas al éxito

- Las partes acuerdan los honorarios base que cubren sus respectivos costos directos (ya sea mediante un pago único o considerando costo más honorarios fijos hasta por un máximo).
- El propietario, por su parte, crea un fondo común de incentivación con el fin de que los participantes reciban su parte de las utilidades si se cumplen las metas de desempeño.

Las partes acuerdan los montos de honorarios base sin vincularlos a los costos reales de materiales, mano de obra o del proyecto. Las utilidades se van distribuyendo conforme se logran los objetivos predefinidos, como cumplimiento del calendario de ejecución, ajuste a los costos previstos, desempeño ecológico o metas de calidad. Esta estrategia motiva al equipo a trabajar con mayor eficiencia y repartir el trabajo entre todos a fin de que la parte más capaz se ocupe de cada tarea, puesto que nadie tiene que pelearse por el alcance del proyecto para mantener sus ganancias.

### Resultados:

- Las partes tienen un incentivo para disminuir los costos variables a fin de aumentar el margen global de utilidades en lugar de acumular tiempo adicional facturable.
- Los integrantes del equipo tienen un incentivo para preocuparse del éxito del proyecto en su conjunto, en lugar de atender sólo la parte que les corresponde directamente ejecutar, y así es más probable que compartan sus conocimientos.



**Estudio de caso: Edificio Barus and Holley, Universidad de Brown (p. 58)**

### Mecanismo 2: Costos variables sin límite

- No se pone límite a los costos de mano de obra, materiales y equipo.
- Los sobrecostos afectan a todos debido a la pérdida de utilidades compartidas.

El propietario acepta pagar los costos variables sin que se les ponga un límite (es decir, los costos por mano de obra, materiales y equipo, excluidas las utilidades). En cambio, se limitan las órdenes de cambio y la posibilidad de hacer uso del fondo de utilidades compartido para cubrir sobrecostos que excedan los costos planeados. El hecho de manejar el proyecto sin poner un límite a los costos variables ayuda a evitar sobrecostos menores que podrían descarrilar el proyecto en su conjunto; asimismo, contribuye a mantener intacto al equipo a fin de que éste pueda compensar posibles pérdidas buscando ahorros en otra área.

#### Resultados:

- Disminuyen las contingencias.
- Se mantiene un ambiente de colaboración aun en casos de perturbaciones o trastornos en el proyecto.

### Mecanismo 3: Órdenes de cambio limitadas

- El equipo resuelve conjuntamente los riesgos, en lugar de otorgar a individuos el derecho a reclamar, entablar litigios o emitir órdenes de cambio.
- Esta manera de proceder disminuye las contingencias o imprevistos presupuestales, así como los trastornos en el calendario de ejecución, y evita a todas las partes la pérdida de tiempo en trámites o procesos legales.

Con objeto de garantizar que las ganancias condicionadas al éxito y los costos variables sin límite no resulten una ventaja injusta en favor del constructor, lo que procede es establecer una prohibición que impida al contratista general y a los subcontratistas o contratistas especializados emitir órdenes de cambio por concepto de errores u omisiones en el diseño. De entrada, un equipo integrado deberá tener muchos menos problemas, pero en caso de que surjan imprevistos y dificultades, esta medida obligará al equipo a solucionarlos conjuntamente, de una manera rápida y eficiente.



### Estudio de caso: Centro de Innovación del Instituto de las Montañas Rocallosas (p. 65)

#### Elementos clave de un modelo en el que se comparten riesgos y retribuciones:

- Cada uno de los integrantes del equipo recibirá su parte de las utilidades sólo si el proyecto alcanza exitosamente las metas y objetivos establecidos en el paso 2.
- Cada una de las partes acepta *no* demandar a otra parte por errores, omisiones o retrasos en el diseño (a menos que indudablemente se trate de una verdadera negligencia).
- Los convenios de renuncia de derechos y exoneración de responsabilidades facilitan la colaboración y disminuyen costos.
- La transparencia fiscal del equipo (por cuanto a historial de utilidades y desglose de gastos fijos, tarifas y honorarios por hora de los diferentes integrantes) aumenta la confianza entre el propietario, el grupo encargado del diseño y los responsables de la construcción.



### Estudio de caso: Centro Mosaic (p. 64)

## Selección del contrato

Los contratos de ejecución integral de proyectos (EIP) otorgan a todos los que participan en la estructura de riesgos y retribuciones (como mínimo: el propietario, el arquitecto y el contratista general) el control mancomunado del proyecto, lo que permite asegurar que quienes aceptan los riesgos que el proyecto entraña efectivamente tengan voz y voto en la toma de decisiones.

Ello puede lograrse mediante una de las dos formas siguientes:

1. Un **contrato multilateral**, que vincula de forma mancomunada al propietario, el arquitecto y el contratista general en la estructura de riesgos y retribuciones compartidos, y al que se añaden subcontratos para los contratistas especializados, subcontratistas y consultores, a fin de que éstos participen en lo concerniente a la compensación sujeta a riesgo, pero con derecho a voto nulo o limitado en el plano administrativo (véase la gráfica 4).
2. Un **contrato plurilateral**, que añade integrantes adicionales del equipo a la estructura de riesgos y retribuciones compartidos, y por el que todos los integrantes tienen derecho a voto o de veto en decisiones importantes. Además del propietario, el diseñador y el constructor, los participantes clave pueden incluir a contratistas especializados (mecánicos, eléctricos o de plomería) en posibilidad de contribuir con aportaciones valiosas en cuanto a constructividad y costos. Dependiendo del proyecto, montadores de estructuras de acero, montadores de armazones, instaladores de muros cortina, proveedores de equipos importantes y otros subcontratistas podrían igualmente ser participantes clave (Ashcraft, s. f.).

Gráfica 4: Estructura de un contrato multilateral



Gráfica 5: Estructura de un contrato de "diseño-construcción"



Fuente: Wilson, 2014.

Los contratos de EIP favorecen aún más la integración porque requieren:

- un control mancomunado del proyecto, en el que participe también el propietario;
- la inclusión temprana de participantes clave, como subcontratistas especializados y consultores;
- objetivos formulados y validados conjuntamente, y
- convenios de renuncia de derechos y exoneración de responsabilidades.

La forma de utilizar los contratos de EIP difiere entre los tres países. En Estados Unidos existen modelos de contrato de EIP a disposición pública, adaptables a las particularidades de una diversidad de proyectos; por ejemplo, el ConsensusDOCS 300 y el contrato C191 del Instituto Estadounidense de Arquitectos (*American Institute of Architects, AIA*). Canadá no tiene hoy por hoy un formato estándar de contrato multilateral para proyectos conforme al modelo EIP, pero el Comité Canadiense de Documentos de Construcción (*Canadian Construction Documents Committee*) trabaja en ello, basándose en gran medida en el trabajo precedente del AIA. Si bien la ejecución integral se ha aplicado a varios proyectos en Canadá, hasta ahora se han usado contratos adaptados específicamente. En México, los contratos multilaterales no forman parte actualmente de las prácticas integrales, aunque los profesionales del sector sí aplican el diseño integral en el marco del programa de calificación Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED, por sus siglas en inglés).

Solución de problemas, cuando la ejecución integral del proyecto no es aplicable porque...

**...se trata de un proyecto pequeño con presupuesto limitado**

*Solución:* La envergadura del modelo EIP puede redimensionarse hacia arriba o hacia abajo, según el número de partes interesadas. Los beneficios económicos también son aplicables a proyectos más pequeños.

**...la fecha de inicio de la construcción es incierta o depende de la recaudación de fondos adicionales**

*Solución:* Un pequeño equipo de generalistas y especialistas puede avanzar en la formulación de objetivos sólidos y equilibrados, así como concebir el diseño del proyecto a grandes rasgos, en tanto se logra contratar a otros participantes. El proceso de EIP podrá comenzar una vez recaudados los fondos necesarios. Si bien lo óptimo sería contar en todos los casos con un equipo completo desde el inicio mismo del proyecto, lo cierto es que esta clase de contratación por etapas suele ser la forma en que se realizan la mayoría de los proyectos. Con todo, bien manejada, una contratación por etapas puede dar lugar a una ejecución integral adecuada, aun si no se cuenta con el equipo completo desde el principio. (Véase el estudio de caso: Centro Mosaic.)

**...el propietario no puede participar cabalmente en el proceso de prediseño**

*Solución:* Un contrato modificado de “diseño-construcción” con riesgos y retribuciones compartidos podría permitir que el propietario se familiarizara con el proyecto, pero sin la responsabilidad de participar en el trabajo de diseño (véase la gráfica 5). En este caso, el propietario cedería en cierto grado el control de los resultados, además de que no recibiría parte de los ahorros si el proyecto se concluye por debajo del presupuesto (la retribución correspondería al equipo de diseño-construcción por su trabajo eficiente).

**...se trata de un proyecto público sujeto a licitación y limitado a una oferta baja en virtud de disposiciones legales y reglamentarias locales, estatales o federales.**

*Solución:* Aun si es preciso utilizar contratos más convencionales, siempre resulta posible incorporar aspectos del modelo EIP, como la toma de decisiones colectiva, la participación temprana de participantes clave y la toma de decisiones basada en indicadores. (Véase el estudio de caso: Edificio federal Edith Green-Wendell Wyatt.)

## Negociación

En algunos casos, la motivación intrínseca de actuar de manera más cooperativa puede verse amenazada por los incentivos económicos, lo que es factible que ocurra sobre todo si lo único que motiva al equipo es el objetivo de crear una edificación sustentable. Con el fin de mitigar esta posibilidad se sugiere:

- llevar a cabo un taller de armonización de valores, metas y objetivos antes de negociar el contrato;
- considerar los contratos como una licencia de libertad creativa, no como un conjunto normativo de condiciones, y
- reiterar los valores formulados conjuntamente a lo largo de todo el proyecto y durante las transiciones importantes.



Estudio de caso: Centro Mosaic (p. 64)

Paso 4:

## PLANIFICACIÓN DEL “MAPA DE RUTA”

Una vez acordados el modelo con el que se operará y el tipo de contrato que se suscribirá, el equipo debe llegar a un consenso en cuanto al procedimiento a seguir, a fin de que la colaboración sea constante y eficaz. Uno de los resultados de la reunión de arranque debe de ser la identificación de los subequipos encargados de organizar y ejecutar tareas específicas, y la asignación de la responsabilidad de dar seguimiento a los avances con acuerdo a las metas de desempeño ecológico establecidas. Los integrantes del equipo pueden ocuparse de manera independiente de los aspectos respectivos de su especialidad, pero es importante reunirse, en ciertos momentos clave, con todo el equipo para una discusión a fondo. El equipo debe también elaborar un “mapa de ruta” del procedimiento para cada uno de los periodos entre una reunión y otra, así como programar reuniones más pequeñas de los subgrupos específicos donde es probable que existan sinergias. La guía de procesos integrales *Integrative Process (IP) - ANSI Consensus National Standard Guide* (MTS, 2012) presenta un modelo para elaborar este “mapa de ruta” y ofrece orientación sobre cómo preparar cada taller y seleccionar los equipos colaboradores. Por ejemplo, en el proyecto de la renovación del capitolio del estado de Oregón, el equipo se dividió en subgrupos a cargo de la localización, la estructura, la envolvente, la construcción interior, el mobiliario, los enseres y el equipo, así como de las aplicaciones informáticas relacionadas con los aspectos mecánico, eléctrico y de plomería. La planificación del número aproximado de reuniones permite calcular los honorarios con mayor precisión y definir con claridad el sentido y el alcance del término “integral”. A su vez, la asignación de las tareas de preparación a realizar antes de cada reunión ayuda a evitar la duplicación de esfuerzos y a detallar las responsabilidades individuales. Se recomienda:

- llegar a un acuerdo en cuanto al método a seguir para lograr una comunicación frecuente y eficaz;
- crear subequipos para la ejecución de tareas específicas, y
- programar de manera estratégica reuniones de todo el equipo a fin encontrar y reforzar sinergias.



**Estudio de caso: Planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate (p. 63)**

“ Los despachos de arquitectos que han llevado el proceso de su proyecto conforme al ‘mapa de ruta’ informan haber dedicado 30 a 35 por ciento menos tiempo a la fase de elaboración de planos de construcción y documentos técnicos. ”

John Boecker, 7group

“ El modelado de información de construcción (BIM) consiste en plataformas para la colaboración que naturalmente dan lugar a una comunicación profunda y a la interdependencia. ”

Howard Ashcraft, Hanson Bridgett LLP

### Comunicación al interior del equipo

Mientras el equipo elabora el “mapa de ruta” del proyecto, resulta oportuno establecer normas de comunicación que contribuyan a asegurar que la toma de decisiones realmente se realice con todas las personas que deben participar. Tales normas pueden incluir reglas respecto a la comunicación por correo electrónico o en persona, el uso de herramientas web de gestión de proyectos o el uso mancomunado de espacios de trabajo. Se ha encontrado que la coubicación genera importantes ahorros de tiempo y costos, pero si resulta imposible disponer de un lugar de trabajo común, existen puntos medios entre los que figuran la coubicación durante parte de la semana o permitir que los consultores trabajen en otros proyectos mientras están en un espacio compartido. Se recomienda:

- optar, en la medida de lo posible, por la coubicación total (un espacio de trabajo común, plenamente disponible);
- establecer protocolos de comunicación claros, y
- considerar el uso de herramientas para la gestión de proyectos basadas en la web o alojadas en una red intranet.



**Estudio de caso: Centro de Innovación del Instituto de las Montañas Rocallosas (p. 65)**

### Uso del sistema de modelado de información de construcción

El modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) —también llamado “modelado de información para la edificación”— es un conjunto de herramientas de diseño y ejecución digitales que pueden compartirse entre un equipo, lo que ahorra tiempo y dinero. Según un estudio realizado por Stanford en 2007, este sistema permite reducir en aproximadamente 40 por ciento los cambios no presupuestados; determina costos estimados con una variación de menos de 3 por ciento de los estimados tradicionales (pero realiza el cálculo 80 por ciento más rápido); resulta en ahorros contractuales de hasta 10 por ciento gracias a la detección de interferencias, y disminuye el tiempo de ejecución del proyecto en 7 por ciento (CIFE, 2007). Si se configura de manera correcta, el sistema BIM también facilita las simulaciones de desempeño, las cuales son importantes para verificar que el proyecto avanza por buen camino en el cumplimiento de las metas de sustentabilidad.

## Paso 5: SEGUIMIENTO

Una vez que el equipo se puso de acuerdo respecto de los valores, metas y objetivos del proyecto mediante los talleres de armonización iniciales (pasos 1 y 2), seleccionó un modelo de operación y estructura de contrato adecuados (paso 3) y acordó el “mapa de ruta” para la puesta en marcha (paso 4), estará listo para implementar metódicamente el procedimiento convenido y darle seguimiento hasta la conclusión del proyecto.

### Análisis e implementación metódicos

Antes de emprender el diseño esquemático, el equipo debe llevar a cabo un análisis inicial de las interrelaciones entre los sistemas del proyecto y cómo la función de cada individuo se relaciona con la de los demás integrantes del equipo. Como parte de este análisis, se recomienda:

- examinar las demandas previstas de agua y energía;
- realizar simulaciones en las fases iniciales de diseño a fin de predecir las cargas reales, e
- identificar oportunidades de opciones de diseño para disminuir cargas de alto impacto o hacerles frente con recursos renovables *in situ*.

Este análisis forma parte de lo que se ha denominado “proceso integrador” (*integrative process*) y constituye uno de los créditos que el programa de certificación LEED otorga (véase la descripción detallada en *US Green Building Council*, 2015).

### Cómo mantener la colaboración

Mantener el elevado nivel de colaboración necesario en un equipo integrado exige un esfuerzo concertado. Posiblemente resulte preciso contar con el apoyo de un facilitador durante todo el proceso de ejecución del proyecto a fin lograr una colaboración permanente y asegurar que el equipo coseche los beneficios de su inversión inicial en costos y tiempo.

- Los diseñadores y los constructores presentan diferentes grados de habilidades y experiencia en lo concerniente al trabajo en colaboración: asesoría, facilitación y apoyo continuos son elementos esenciales para propiciar que un equipo se mantenga funcional en alto nivel.
- Cuanto más grande y menos experimentado sea el equipo, más intensiva y práctica deberá ser la facilitación.

### Construcción y operación

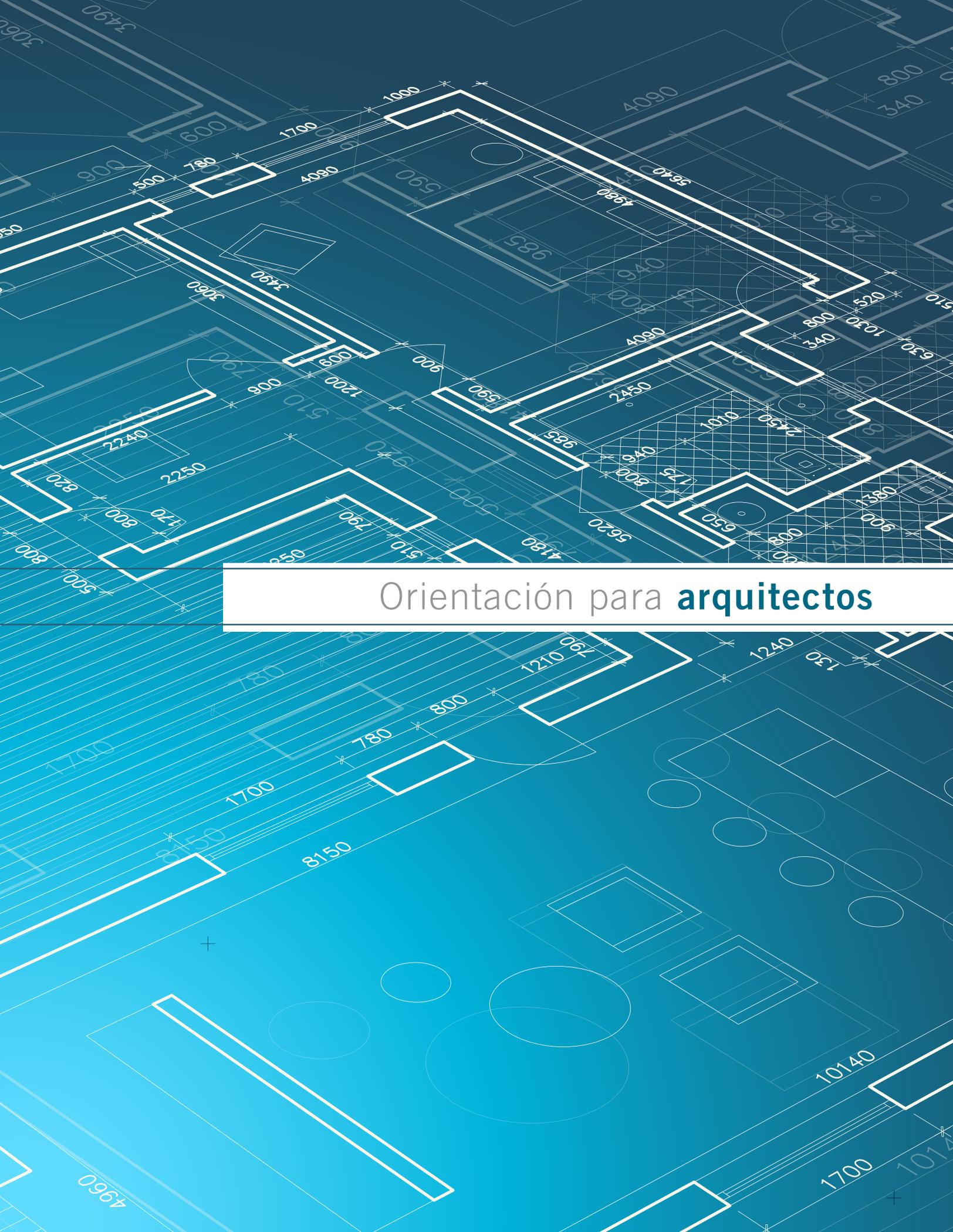
Uno de los mayores desafíos es asegurar que los valores del proyecto se transmitan a la construcción y operación, y es aquí donde a menudo los equipos mal integrados utilizan equivocadamente atajos, poniendo en peligro sin querer el desempeño ecológico. El hecho de incluir al operador del inmueble en el equipo de diseño, aunado a la revisión de funciones y responsabilidades con los subequipos del constructor, ayuda a garantizar la continuidad; asimismo, coordinar los plazos previstos para la prueba de desempeño y puesta en servicio de la edificación con los correspondientes al calendario de construcción contribuye a la verificación eficiente de las metas de desempeño.

En un proyecto de diseño y ejecución integrales no existe un último paso. El equipo responsable del mantenimiento y la operación de la edificación debe capacitarse al término de la construcción, pero el monitoreo tanto del desempeño como de sus principales indicadores continúa durante la vida del inmueble. Se recomienda:

- examinar las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo del constructor antes de dar inicio a la construcción;
- coordinar la prueba de desempeño y puesta en servicio de la edificación: la instalación de todos los sistemas por parte del constructor ha de sujetarse a las metas de desempeño, y la puesta en servicio incluirse en el calendario de construcción;
- verificar el grado de capacitación del equipo responsable de operar el inmueble;
- consagrar un porcentaje de los ahorros derivados del desempeño a la optimización del mantenimiento y la operación del inmueble;
- establecer procedimientos de mantenimiento y operación estandarizados, que permitan una retroalimentación continua, y
- dar a conocer a los inquilinos o propietarios finales las características ecológicas y de sustentabilidad de la edificación, así como las metas de desempeño establecidas, con el fin de obtener su apoyo y aceptación.



**Estudio de caso: Planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate (p. 63)**

The background of the entire page is a detailed architectural floor plan rendered in white lines on a blue gradient. The plan shows various rooms, corridors, and structural elements, with numerous numerical dimensions (e.g., 1700, 8150, 1210, 10140) and symbols (like circles and crosses) scattered throughout. A white horizontal bar is positioned across the middle of the image, containing the title text.

# Orientación para **arquitectos**

## Su función en el marco de una estrategia integral

El uso de una estrategia de diseño y ejecución integrales exige al arquitecto desviarse de manera importante de su forma habitual de operar. Una diferencia importante es la presencia del propietario como integrante del equipo en la fase de prediseño. Esto quiere decir que la responsabilidad de controlar la comunicación con el propietario será parcialmente sustituida por la coordinación con el contratista, así como por la sensibilización de todo el equipo respecto a la importancia y la interconexión de las decisiones de diseño. Otras responsabilidades del arquitecto incluyen:

- **Aceptar con agrado una participación interdisciplinaria al inicio de la fase de diseño.**
- **Hacer partícipes en el proceso, tan pronto como sea posible, al contratista general y a los principales contratistas especializados, de modo que estén al tanto y puedan aportar a las decisiones fundamentales de diseño.**
- **Educar al propietario sobre opciones alternativas que puedan resultar en un mejor desempeño.**

## Oportunidades

Posiblemente algunos arquitectos consideren que aplicar un modelo de colaboración durante la fase de diseño es una carga: un elemento que perturba la forma de solucionar problemas para la cual están capacitados. Este tipo de colaboración puede también parecer limitante para algunos arquitectos acostumbrados a llevar la batuta. No obstante, valdrá la pena implementar de lleno una armonización plena, cambiar el modelo de operación y adoptar un acuerdo para la ejecución integral de proyectos.

El respetar requisitos de desempeño establecidos por el equipo en su conjunto, en lugar de los detalles específicos precisados por el propietario, dará al arquitecto mayor libertad para innovar y crear. Desde el inicio, los contratistas especializados y contratistas generales pueden aportar información sobre la efectividad y constructividad de diferentes conceptos, lo que ayudará a los arquitectos a seleccionar sistemas y distribuciones en forma iterativa, a fin de lograr los objetivos del proyecto con plena eficiencia. El arquitecto podrá sentirse seguro al sugerir ideas que permitirán cumplir o superar las metas de desempeño iniciales y, al mismo tiempo, respetar el presupuesto, con menor riesgo de sorpresas e inconvenientes durante la construcción.

“**Estamos presenciando ya un alejamiento del enfoque compartimentado y fragmentador hacia una estrategia interdisciplinaria, pero a lo que hemos de aspirar, en última instancia, es a lograr un grado de trascendencia que no conozca fronteras.**”

Jennifer Cutbill, DIALOG

**El diseño y la ejecución integrales pueden parecer fastidiosas o repetitivas; sin embargo, si se les implementa en todos los ámbitos, se obtendrá:**

- **una mayor libertad para diseñar creativamente;**
- **retroalimentación de calidad en torno a la efectividad y constructividad de conceptos alternativos;**
- **la participación y el compromiso de todo el equipo en aras del éxito global del proyecto, incluido su desempeño ecológico, y**
- **un menor número de cambios en la construcción que puedan repercutir en el diseño.**

## Inicio de un proyecto integral

El arquitecto suele estar bien posicionado para iniciar una estrategia de diseño y ejecución integrales dada la confianza que el propietario normalmente deposita en él. Es necesario, sin embargo, que tal estrategia se proponga antes de que el proyecto esté demasiado avanzado. Para ello, resultará útil aclarar cómo el diseño y la ejecución integrales benefician a todas las partes, y ofrecer ejemplos tomados de proyectos ya concluidos. Si el propietario duda o se muestra reticente al respecto, quizá convenga sugerir la participación de un facilitador o consultor en integración para el proyecto.

### Puntos clave:

- **Proponer una estrategia integral tan pronto como sea posible.**
- **Exponer la conveniencia de este enfoque al propietario.**
- **Sugerir, de ser necesario, la participación de un facilitador.**

## Selección del equipo

Puesto que el éxito de un proyecto integral depende en gran medida del calibre del equipo, el arquitecto deberá interesarse en la selección de todas las partes que lo integrarán. El arquitecto puede sugerir al propietario que solicite propuestas por parte de equipos previamente constituidos, más que de partes o elementos individuales. Ello permitiría al arquitecto presentar una propuesta conjunta con un contratista con quien ya ha tenido una buena relación de trabajo y que, idealmente, posee experiencia en materia de estrategias de diseño y ejecución integrales.

Howard Ashcraft, destacado experto en la ejecución integral de proyectos, compara la creación de un equipo integrado a una fusión empresarial (Ashcraft, 2011). En una fusión exitosa, integrantes de diferentes empresas crean una sola organización con una cultura común que refleja sus creencias y valores. La selección adecuada de integrantes para el equipo, o la alianza con compañías con las cuales el propietario y el arquitecto tienen una sólida relación de trabajo, ayuda a asegurar que las culturas sean complementarias, no antagónicas.

En caso de que no le resulte posible abogar por la contratación de una empresa con la cual ya tiene establecida una buena relación, el arquitecto habrá de seleccionar, idealmente, empresas que han demostrado la capacidad de adaptarse a un sistema nuevo y comprometerse firmemente con una cultura de colaboración.

**Es preferible trabajar con personas a quienes ya se conoce o con quienes se han realizado anteriormente proyectos integrales. Si se opta por colaborar con nuevos socios, lo recomendable es:**

- **seleccionarlos en función de su competencia y capacidad, y**
- **dar preferencia siempre a elementos con verdadero interés en la colaboración y el trabajo en equipo.**

## Entrevista para la selección de integrantes del equipo

El arquitecto puede demostrar su capacidad de colaboración, incluso sin haber tenido experiencia previa en un proyecto de diseño y ejecución integrales. Para ello, basta destacar su experiencia en materia de diseño y construcción sin pérdidas (*lean*) o de diseño integral, y describir las formas en que suele trabajar cuando se trata de proyectos que entrañan una mayor colaboración.

### Puntos clave:

- **Poner énfasis en la experiencia previa del individuo.**
- **Exigir que las afirmaciones del candidato entrevistado sean específicas. Preguntar, por ejemplo: “¿De qué manera su colaboración en ese proyecto fue diferente de su colaboración en otros?”**

## Coaprendizaje y decisiones conjuntas, elementos clave en la curva de aprendizaje

El diseño y la ejecución integrales entrañan una curva de aprendizaje exigente; sin embargo, los estudios de caso de que se dispone dejan claro que cuando un equipo concluye exitosamente un proyecto integral, ese equipo será mucho más eficiente en proyectos posteriores (véase el estudio de caso: Planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate). La función del arquitecto es favorecer una cultura de colaboración y ser persistente en cuanto a lograr el compromiso de todos los participantes. Es importante que los integrantes del equipo pasen de considerarse “los expertos” a ser “coaprendices”, y ello únicamente podrá lograrse en un ambiente de colaboración que fomente las sugerencias, la apertura y las decisiones conjuntas.

### Puntos clave:

- Los equipos que hayan realizado uno o más proyectos realmente integrales tienen muchas mayores probabilidades de ser más eficientes en la ejecución de otros proyectos.
- El aprender a tomar decisiones conjuntas deviene una cualidad deseable.
- La responsabilidad de fomentar un espíritu de colaboración corresponde a todos y cada uno de los integrantes del equipo.

“ Los propietarios están cada vez más sensibilizados respecto de los métodos de construcción sin pérdidas y la ejecución integral de proyectos, por lo que exigen mayores experiencia y conocimientos de sus proveedores. Si uno como fabricante no sigue esta vía, pronto se verá excluido del mercado. ”

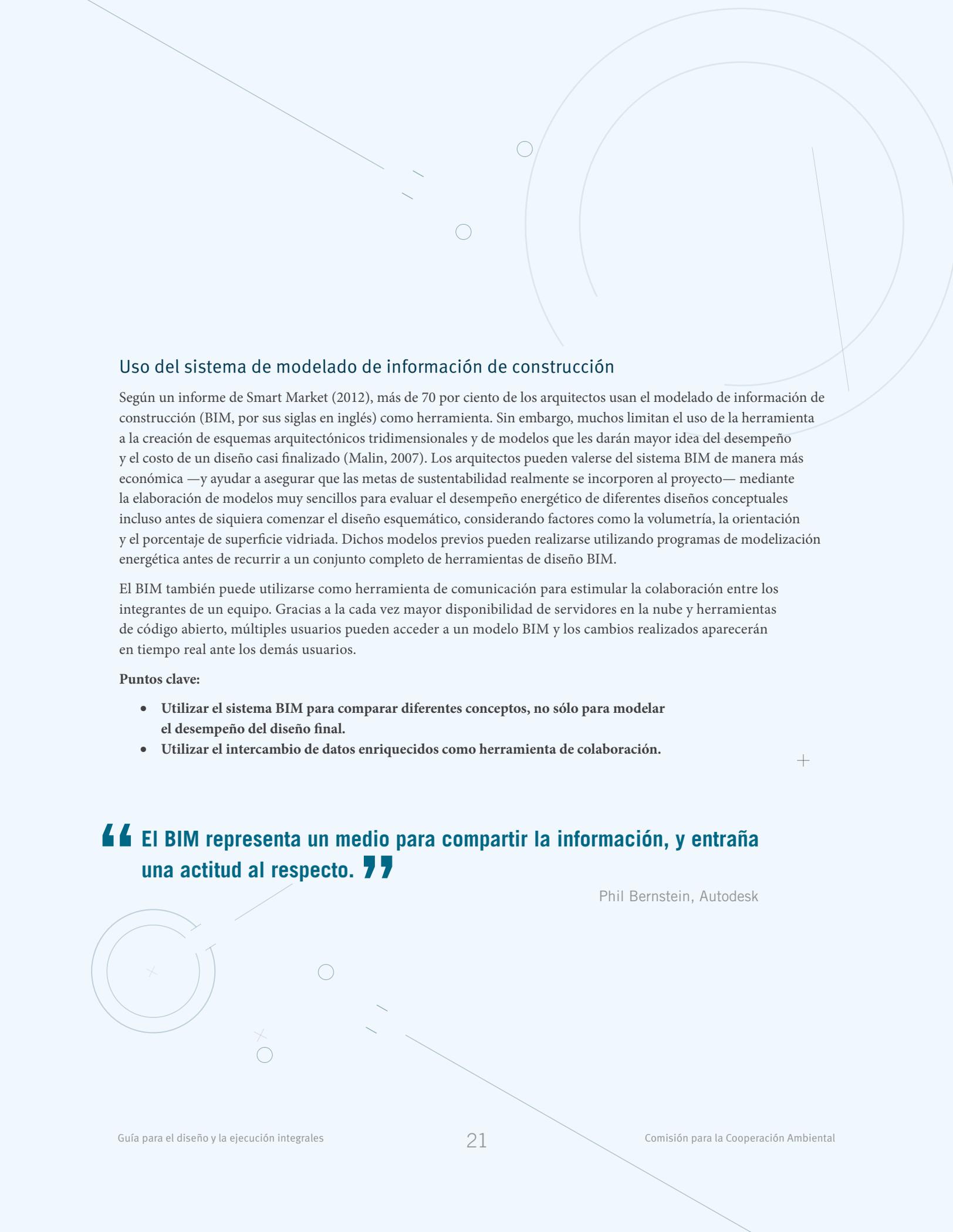
Robert Tibbling, Assa Abloy

## Papel de educador

Como se explicó en los pasos 1 y 2 de la presente guía, los proyectos integrales se estructuran en función de los valores, metas y objetivos establecidos conjuntamente por el equipo del proyecto. Si el proyecto no contempla objetivos en materia de sustentabilidad, el arquitecto quizá tenga que educar al equipo respecto de los beneficios de incluir elementos de sustentabilidad y características ecológicas. El hecho de relacionar tales características con menores costos operativos y una más rápida introducción del inmueble terminado en el mercado puede ayudar a que la sustentabilidad forme parte de la conversación. Los autores de *The Integrative Design Guide to Green Building* [Guía de diseño integrador para la edificación sustentable] (7Group y Bill Reed, 2009) sugieren que trabajar con “sistemas anidados” (sistemas cuyos elementos se vinculan estrechamente) durante la definición de metas y objetivos (paso 2) ayuda a identificar y dar relevancia a las metas de sustentabilidad. Asimismo, examinar la forma en que un proyecto afecta a los sistemas primarios del entorno en su conjunto —hábitat, agua, energía y materiales— revela las relaciones entre sistemas más pequeños y más grandes.

### Puntos clave:

- Los proyectos integrales únicamente cumplirán con aquellos valores y objetivos que se hayan expresado claramente.
- Si la sustentabilidad no se ha incorporado aún en los valores y objetivos del proyecto, tal vez resulte necesario asumir el papel de educador a fin de sacar a la luz su importancia fundamental.



## Uso del sistema de modelado de información de construcción

Según un informe de Smart Market (2012), más de 70 por ciento de los arquitectos usan el modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) como herramienta. Sin embargo, muchos limitan el uso de la herramienta a la creación de esquemas arquitectónicos tridimensionales y de modelos que les darán mayor idea del desempeño y el costo de un diseño casi finalizado (Malin, 2007). Los arquitectos pueden valerse del sistema BIM de manera más económica —y ayudar a asegurar que las metas de sustentabilidad realmente se incorporen al proyecto— mediante la elaboración de modelos muy sencillos para evaluar el desempeño energético de diferentes diseños conceptuales incluso antes de siquiera comenzar el diseño esquemático, considerando factores como la volumetría, la orientación y el porcentaje de superficie vidriada. Dichos modelos previos pueden realizarse utilizando programas de modelización energética antes de recurrir a un conjunto completo de herramientas de diseño BIM.

El BIM también puede utilizarse como herramienta de comunicación para estimular la colaboración entre los integrantes de un equipo. Gracias a la cada vez mayor disponibilidad de servidores en la nube y herramientas de código abierto, múltiples usuarios pueden acceder a un modelo BIM y los cambios realizados aparecerán en tiempo real ante los demás usuarios.

### Puntos clave:

- Utilizar el sistema BIM para comparar diferentes conceptos, no sólo para modelar el desempeño del diseño final.
- Utilizar el intercambio de datos enriquecidos como herramienta de colaboración.

+

“ El BIM representa un medio para compartir la información, y entraña una actitud al respecto. ”

Phil Bernstein, Autodesk

Orientación para **propietarios**  
y **promotores inmobiliarios**



“**Nuestras instalaciones tienen la certificación LEED Oro, y además su consumo energético neto es nulo, entre otras cualidades, y atribuimos gran parte de estas ventajas al hecho de haber contratado un equipo con la mejor integración posible, que logró concretar los objetivos establecidos en materia energética.**”

Shanti Pless, Laboratorio Nacional sobre Energía Renovable [*National Renewable Energy Laboratory, NREL*]

### Su función en el marco de una estrategia integral

A la fecha, los procesos de diseño y ejecución integrales han sido en su mayor parte impulsados por el propietario o el promotor inmobiliario, quien exige su adopción como estrategia desde el inicio del proyecto, empezando con la selección del equipo. En proyectos integrales, el propietario desempeña un papel más activo en la selección del equipo y en unir esfuerzos con éste. La apertura ante un nuevo modelo de operación, que con frecuencia exige mayor inversión inicial, así como un elevado nivel de compromiso y participación a lo largo de todo el proceso, resulta crucial para el éxito del proyecto.

#### Puntos clave:

- **Adoptar un enfoque integral desde un principio.**
- **Participar en las decisiones relativas a la integración del equipo, y comprometerse con una forma diferente de relacionarse con el personal vinculado al proyecto.**
- **Adoptar nuevos modelos de financiamiento e invertir más dinero en los albores del proyecto.**

### Oportunidades

Si bien es cierto que aún son relativamente pocos los proyectos en los que los procesos de diseño y ejecución integrales se han implementado con toda plenitud, los propietarios que han aplicado una estrategia integral afirman haber registrado mejores resultados por cuanto a valor y costo del producto (Ashcraft, 2013). El propietario se convierte en un socio influyente en el proceso de diseño y ayuda a establecer los valores, metas y objetivos del proyecto durante los pasos 1 y 2 propuestos en la presente guía. Cuando se han establecido objetivos en materia de sustentabilidad, éstos tendrán mayores posibilidades de lograrse si se cuenta con un equipo integrado en el marco de una estrategia integral y el propietario, por su parte, podrá sentirse más seguro de que el proyecto realmente tendrá características y elementos ecológicos. El diseño integral requiere que el equipo reflexione en torno al máximo potencial del proyecto (en el paso 1), lo que a menudo da lugar a mejoras cualitativas. Por ejemplo, la escuela secundaria Sarah E. Goode STEM Academy alcanzó la certificación LEED Oro, aun si el proyecto se concibió originalmente para alcanzar el nivel Plata. Es importante notar, asimismo, que además de las ventajas en términos de costo, los propietarios que impulsan proyectos de diseño y ejecución integrales obtienen con frecuencia beneficios en términos de tiempos de ejecución. En *Integrated Project Delivery: The Owner's Perspective* [Ejecución integral de proyectos: la perspectiva del propietario] (Ashcraft, 2013), se mencionan los casos de varios propietarios cuyos proyectos —a escalas diferentes— concluyeron antes de tiempo y por debajo del presupuesto. Otro buen ejemplo es el Mosaic Center, cuya ejecución registraba, en el momento de la preparación de este informe, un ahorro de 5 por ciento por debajo del presupuesto y cinco meses de adelanto respecto del plazo originalmente planeado.

#### Ventajas del diseño y la ejecución integrales:

- **Se logra lo que se quiere lograr, porque las opiniones de propietarios y promotores inmobiliarios, así como de los integrantes del equipo, se escuchan a lo largo del proceso;**
- **Se obtienen mejores resultados por cuanto a valor y costo.**
- **Resulta posible brindar a los inquilinos o propietarios finales no sólo elementos de confort, sino también ejemplares ahorros de energía sin costos adicionales.**
- **Los equipos son innovadores y creativos.**

## Inicio de un proyecto integral

A menudo, el diseño y la ejecución integrales son un proceso impulsado por el propietario porque es él quien arma el equipo y establece los parámetros del proyecto. Lo mismo si ello responde a su frustración con los métodos tradicionales, a su interés en una estrategia basada en los valores del proyecto, o a la recomendación inicial de un integrante del equipo del proyecto, el propietario debe estar dispuesto a tomar la delantera en cuanto a exigir la colaboración como requisito y comprometerse a respetarlo durante todo el proceso.

**La puesta en marcha de un proyecto integral requiere que los propietarios reconozcan que:**

- **la integración es a menudo un proceso impulsado por su propia iniciativa;**
- **se requiere de liderazgo, compromiso y participación activa;**
- **es preciso también propiciar vías claras y eficaces para la toma de decisiones, y**
- **es importante hacer partícipes en el proceso, tan pronto como sea posible, al contratista general y a los principales contratistas especializados.**

## Selección del equipo

La decisión más importante que tomará el propietario respecto a una obra es la selección del equipo. El éxito de un proyecto integral depende en gran medida del calibre del equipo; el propietario tendrá un interés particular en seleccionar participantes comprometidos con una estrategia integral y que trabajen bien juntos. Esto se traduce en calificar a todas las partes —incluido el contratista general— en función de calidad y carácter, no del costo más bajo.

Como señala Oscia Wilson en su libro *The Owner's Guide to Starting Integrated Building Projects* [Guía del propietario para iniciar proyectos de edificación integrales]:

Cuando se contrata a un equipo de construcción con el criterio de la oferta más baja, se cae en el error de manejar la construcción como producto intercambiable, como si un equipo fuera tan bueno como cualquier otro. El pequeño ahorro producido por esta táctica desaparece si el contratista general carece de la experiencia o del grado de sofisticación requeridos por el proyecto, o también si los integrantes del equipo no trabajan bien juntos, no se han apropiado verdaderamente de los objetivos del proyecto o se sienten obligados a presentar cotizaciones más bajas que posiblemente les resulten en una pérdida. (Wilson, 2014.)

Lo ideal es trabajar con elementos que cuentan con experiencia en proyectos de diseño y ejecución integrales y que han trabajado juntos anteriormente. Sin embargo, debido a que aún son relativamente pocos los individuos o grupos con tal experiencia, el propietario podría verse obligado a evaluar la capacidad de un candidato de trabajar de forma integrada. El propietario podría primero contratar a un constructor de su confianza y luego esforzarse por encontrar una firma de arquitectos que sea complementaria, o viceversa.

Howard Ashcraft, destacado experto en la ejecución integral de proyectos, compara la creación de un equipo integrado a una fusión empresarial (Ashcraft, 2011). En una fusión exitosa, integrantes de diferentes empresas crean una sola organización con una cultura común que refleja sus creencias y valores. La selección adecuada de integrantes para el equipo, o la alianza con compañías con las cuales el propietario y el arquitecto tienen una sólida relación de trabajo, ayuda a asegurar que las culturas sean complementarias, no antagónicas. El integrar tempranamente al contratista y a los principales contratistas especializados para que den al arquitecto retroalimentación precisa respecto a los costos y la constructividad del proyecto puede, sin duda, resultar benéfico para el propietario o el promotor inmobiliario.

**La selección de todos los socios debe hacerse en función de la calidad. Es preferible trabajar con personas a quienes ya se conoce o con quienes se han realizado anteriormente proyectos integrales. Si se opta por colaborar con nuevos socios, lo recomendable es:**

- **seleccionarlos en función de su competencia y capacidad, y**
- **dar preferencia siempre a elementos con verdadero interés en la colaboración y el trabajo en equipo.**

## Entrevista para la selección de integrantes del equipo

De no ser posible seleccionar a una empresa constructora con la cual se ha establecido ya una buena relación, la selección debe basarse en la capacidad de la empresa candidata de ajustarse a un sistema nuevo, su capacidad comprobada de adaptarse y comprometerse con una cultura de colaboración y su experiencia con procesos de diseño y construcción sin pérdidas (*lean*) o con el diseño integral. El propietario habrá de cuidarse de candidatos que afirman que la integración “forma parte de su ADN” o que “siempre han trabajado de esa forma”, pues esto sugiere un mal entendimiento del grado de diferencia entre un proceso de diseño y ejecución integrales y el modelo convencional. Un historial que incluya elementos de sustentabilidad y medición del desempeño —por ejemplo, cumplir con el Compromiso 2030 del Instituto Estadounidense de Arquitectos (*American Institute of Architects, AIA*)— también ayuda a distinguir los equipos interesados en dar importancia a los resultados finales.

### Puntos clave:

- **Entrevistar a equipos más que a empresas individuales.**
- **Seleccionar en función de la experiencia previa de cada empresa.**
- **Exigir que las afirmaciones del candidato entrevistado sean específicas. Preguntar, por ejemplo: “¿De qué manera su colaboración en ese proyecto fue diferente de su colaboración en otros?”**

## Manejo del equipo, elemento clave en la curva de aprendizaje

El propietario debe estar dispuesto a participar activamente y en todos los aspectos a lo largo de toda la construcción, comprometiéndose con el proceso y reforzando el concepto de que la colaboración y la armonización de valores desde el inicio son indispensables para el proyecto. Incluso después de concluida la fase de diseño, es esencial la presencia de alguien *in situ* que represente al propietario en la toma de decisiones sobre la construcción. Los propietarios con experiencia en proyectos integrales suelen afirmar que éstos les exigen una mayor presencia, pero que el tiempo adicional dedicado al proceso realmente vale la pena a la larga (Ashcraft, 2013). Asimismo, este tiempo adicional corresponde a menudo a un tipo de participación intelectualmente estimulante y satisfactoria, en lugar de tiempo empleado sólo en batallar. (Véase el estudio de caso: Centro Mosaic.)

El propietario o promotor inmobiliario tendrá que dejar en claro sus expectativas respecto del proyecto y, al mismo tiempo, estar abierto a que el grupo lo cuestione. Ello permitirá al equipo satisfacer necesidades que van más allá de las expectativas del propietario. Quienquiera que sea el defensor del diseño y la ejecución integrales al interior de la organización propietaria, muy posiblemente tenga que vencer una fuerte resistencia por parte de la administración. En épocas económicas difíciles, los gerentes ejecutivos pueden presionar para adjudicar contratos a ofertas bajas y quizá titubeen en cuanto a probar una estrategia nueva. Una manera de superar dicha resistencia es hacer referencia a proyectos exitosos y demostrar la eficacia de las prácticas integrales. No obstante, como se menciona en el paso 1 de esta guía, la armonización de valores que permitan vías claras para la toma de decisiones antes de emprender un proyecto integral ayudará a evitar este tipo de problemas.

### Puntos clave para una gestión exitosa:

- **El diseño y la ejecución integrales de ninguna manera constituyen un enfoque en el que los espectadores tienen cabida; es indispensable determinar hasta qué punto la organización del propietario o promotor inmobiliario está dispuesta a participar plenamente en el proceso.**
- **La claridad en cuanto a las expectativas es aún más importante en contratos basados en el desempeño.**
- **El hecho de asegurar la armonización de valores, metas y objetivos ayuda a evitar la resistencia por parte de la administración.**

## Uso del sistema de modelado de información de construcción

Los modelos resultantes del modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) pueden ser muy útiles después de la construcción si originalmente se crearon pensando en esta utilización. Así, los propietarios deben anticipar, planificar y comunicar al equipo de diseño de qué manera podrían usarse —luego de la construcción— modelos tridimensionales elaborados a partir de una gran diversidad de datos, a fin de mejorar las operaciones y el mantenimiento de los inmuebles una vez concluidos. Entre estos usos podrían figurar la transferencia de datos de ejecución de la obra a su propio sistema de gestión de instalaciones, la realización de análisis continuos de las capacidades operativas o bien la utilización de estos modelos para apoyar renovaciones futuras. Esto requeriría especificar desde un principio los requisitos en cuanto a interoperabilidad, así como contar con un modelo preciso de la obra concluida, actualizable con los datos de ejecución. Un buen punto de partida es recurrir a programas de modelado BIM conformes con el protocolo de intercambio de información Construction Operations Building Information Exchange (COBie).

### Puntos clave:

- **Decidir desde el inicio si, una vez concluido y ocupado el inmueble, se querrá utilizar un modelo tridimensional elaborado a partir de una gran diversidad de datos, y cómo hacerlo.**
- **Especificar desde un principio los requisitos o exigencias en materia de interoperabilidad.**
- **Considerar incluir entre los requisitos del proyecto un modelo preciso de la obra concluida, actualizable con los datos de ejecución y a completarse al término de la construcción.**

## Prácticas de construcción sin pérdidas

Fundadas sobre la premisa de “maximizar el valor, minimizar los desperdicios”, las prácticas de diseño y construcción sin pérdidas promueven la colaboración como método para aumentar la eficiencia. De hecho, son una puerta de entrada al diseño y la ejecución integrales, toda vez que algunos de sus principios coinciden. Así, muchas prácticas de construcción sin pérdidas pueden ser herramientas útiles en un proyecto integral. Por ejemplo, el sistema Last Planner® permite generar estratos o capas de programación cada vez más detallados con los cuales se crea un calendario colectivo de producción más confiable, organizado con la participación de todos los integrantes del equipo mediante la planificación por demanda (*pull scheduling*; véase la entrada correspondiente en el glosario); la entrega “justo-a-tiempo” ofrece un sistema que minimiza los problemas de desperdicio de materiales y almacenamiento, y el análisis de causa raíz ofrece una herramienta para solucionar en colaboración los problemas. Estas herramientas y otras más pueden todas incorporarse al proceso de construcción, pero aun así será necesario centrarse en la armonización temprana de valores, metas y objetivos, y favorecer la participación desde el inicio del diseño a fin de asegurar el éxito del proyecto.

### Ejemplos de prácticas de construcción sin pérdidas a aplicar:

- **Sistema Last Planner®**
- **Planificación y ejecución por demanda (*pull scheduling*)**
- **Entrega “justo-a-tiempo”**
- **Análisis de causa raíz**



Orientación para **fabricantes**

Para efectos de la presente guía, la categoría de fabricantes incluye a las partes que podrían participar en un proyecto integral como especialistas en desarrollo de productos o bien representantes de producto.

## Su función en el marco de una estrategia integral

En un proyecto integral, los fabricantes pueden ofrecer al equipo de diseño conocimientos *in situ* acerca de los distintos productos, lo que contribuye a asegurar que los sistemas sean complementarios y las soluciones rentables al tiempo que se utilizan materiales sanos y sustentables. La aportación directa por parte de los fabricantes puede ahorrar a los integrantes responsables del diseño y las especificaciones técnicas horas de investigación. En algunos casos, los conocimientos del fabricante permiten que un producto o sistema de productos se enriquezca en función de las necesidades del proyecto. Puesto que los equipos integrados también están mejor posicionados para utilizar servicios de prefabricación, es factible que el fabricante tenga la ventaja competitiva en este mercado, que apunta hacia la transferencia de un mayor porcentaje del presupuesto de construcción a los fabricantes. De forma más general, la práctica de incluir a los fabricantes en un proceso de diseño brinda retroalimentación de mercado de utilidad para la innovación en productos.

**En el marco de proyectos de diseño y ejecución integrales, la participación de los fabricantes ofrece:**

- **un conocimiento más práctico de la ciencia de la edificación y los productos conexos;**
- **una opinión sobre cómo se integrarán unos sistemas con otros, y**
- **la posibilidad de diseñar y enriquecer los productos “a la medida”, con el fin de satisfacer necesidades específicas del proyecto.**

## Oportunidades

El proceso de diseño y ejecución integrales presenta la oportunidad de establecer una relación más cercana con los propietarios y comprender sus necesidades respecto a productos. Como parte del equipo, se le pedirá al fabricante que comparta sus conocimientos acerca de los productos que maneja y también que venda productos complementarios que puedan formar parte de sistemas integrados. La compañía Tremco, por ejemplo, ha marcado la pauta en este sentido con su sistema Proglaze Engineered Transition Assembly, mediante el cual comercializa toda una gama de selladores, membranas, imprimadores (*primers*) y cubrejuntas compatibles con los materiales aislantes y revestimientos de otros fabricantes, a manera de productos plenamente integrados (Yost y Atlee, 2012). Las referencias y los detalles de los productos se sustentan en investigaciones exhaustivas a fin de asegurar la compatibilidad que permita ahorros de energía y gestión de humedad óptimos, lo que puede resultar atractivo para equipos integrados que aprecian la importancia de que cada parte funcione con las demás como un sistema completo. Esta manera de proceder permite a arquitectos, especificadores, contratistas generales y subcontratistas especializados ahorros en tiempo y recursos, toda vez que evita la investigación que normalmente tendrían que hacer para idear la manera en que mejor funcionará el ensamblaje; en otras palabras, se trata de un servicio por el cual los propietarios están hoy día dispuestos a pagar una prima y que —se anticipa— ganará cada vez más popularidad.

**Los proyectos integrales ofrecen a los fabricantes las siguientes ventajas:**

- **una relación más cercana con los propietarios, así como la posibilidad de comprender sus necesidades;**
- **la oportunidad de compartir sus conocimientos sobre la ciencia de la edificación y contribuir a la construcción de inmuebles con alto nivel de desempeño, y**
- **la oportunidad de vender productos que han sido concebidos como parte de sistemas integrales.**

## Venta del conocimiento especializado

A la fecha, muy pocos proyectos han sido proactivos por cuanto a incluir fabricantes y representantes de productos al inicio de la fase de diseño, por lo que el papel que éstos pueden desempeñar en el diseño y la ejecución integrales suele depender de su capacidad para justificar y abogar por su participación. Entre los argumentos que pueden

motivar al equipo del proyecto a integrar tal participación se incluye la importancia de tener fácil y oportuno acceso a conocimientos adicionales acerca de los productos. Los fabricantes pueden ayudar a los ingenieros a seleccionar sistemas complementarios; apoyar a especificadores y proyectistas en la evaluación de las estadísticas de desempeño, y contribuir a la obtención de una mejor relación calidad-precio. Una vez que el proyecto ha concluido exitosamente, se crean alianzas y es más fácil confiar en el valor de los resultados.

**El hecho de contar con conocimientos profundos respecto de los productos ayudará al equipo responsable del diseño a:**

- **seleccionar sistemas complementarios;**
- **evaluar estadísticas de desempeño;**
- **obtener una mejor relación calidad-precio.**

## Apoyo al sistema de modelado de información de construcción

Ofrecer objetos tridimensionales de gran calidad a partir de datos diversificados para su utilización en el modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) puede aumentar la posibilidad de que un producto se incluya en las especificaciones técnicas del proyecto y disminuir el riesgo de que sea sustituido. Estos objetos deben ser visualmente atractivos para fines de representación y técnicamente precisos, e incluir datos en formatos abiertos que puedan usarse lo mismo en cuantificaciones preliminares (es decir, un estimado detallado de los materiales y la mano de obra necesarios para la realización del proyecto de construcción) que en simulaciones. Si se trata, por ejemplo, de *materiales para acabados*, éstos deben tener características precisas de reflectancia para usarse en la modelización de luz natural, y los materiales para la envolvente deben incluir las características de transferencia y almacenamiento térmicos (AEC Magazine, 2013). Los productos deberán también ser compatibles con el uso del sistema BIM por parte del personal a cargo de la operación y mantenimiento, de manera que sea posible capturar los datos correspondientes e incorporarlos en el modelo.

**Puntos clave:**

- **Ofrecer objetos tridimensionales elaborados a partir de datos diversificados que los diseñadores puedan incorporar en su modelo.**
- **Contribuir a las metas de desempeño ecológico de la edificación mediante el aporte de datos sobre desempeño aplicables en procesos de simulación y que además puedan agregarse en el modelado.**

## Prácticas de construcción sin pérdidas

Fundadas sobre la premisa de “maximizar el valor, minimizar los desperdicios”, las prácticas de diseño y construcción sin pérdidas promueven la colaboración como método para aumentar la eficiencia. De hecho, son una puerta de entrada al diseño y la ejecución integrales, toda vez que algunos de sus principios coinciden. El uso eficiente de materiales es un objetivo importante de la sustentabilidad en procesos de edificación. Sin embargo, en los procesos de construcción, lo más común suele ser que la entidad que adquiere los productos, la que los instala y la encargada de la eliminación de desechos sean empresas diferentes, totalmente desvinculadas, lo que contribuye al desperdicio durante las transferencias. Una estrategia integral puede optimizar estas actividades al aplicar —en relación con los productos— ciertas prácticas eficientes de construcción sin pérdidas, como la entrega “justo-a-tiempo”, o al asumir mayor responsabilidad en ciertas etapas de la construcción, por ejemplo, mediante el compromiso de los proveedores en cuanto a aceptar de vuelta los desechos de la construcción.

**Razones para aplicar prácticas de construcción sin pérdidas:**

- **Las prácticas de construcción sin pérdidas —por ejemplo, la entrega “justo-a-tiempo”— pueden desempeñar un papel importante en la entrega de suministros durante el proceso de edificación.**
- **El objetivo de “maximizar el valor, minimizar los desperdicios” fomenta la colaboración a todo lo largo del periodo de ejecución.**



## Orientación para **contratistas especializados**



Para los fines de la presente guía, “contratistas especializados” son aquellos que crean, ensamblan e instalan los elementos que constituyen una edificación. El resultado final de todo proyecto con frecuencia depende de ellos.

## Su función en el marco de una estrategia integral

Uno de los principios más importantes del diseño y la ejecución integrales es hacer participar a los contratistas especializados desde el inicio del proceso de diseño con el objeto de asegurar que el proyecto de ejecución (planos de construcción y documentos técnicos) esté completo, que se identifiquen oportunamente los ajustes o cambios que podrían mejorar la instalación y el mantenimiento, y que todos los contratistas especializados comiencen a construir con pleno conocimiento de los sistemas que deben instalar. Esto es especialmente necesario en proyectos con un fuerte componente ecológico, en los cuales los sistemas se detallan minuciosamente a fin de lograr un desempeño óptimo y dar lugar a la posible implementación de nuevas tecnologías. Gracias a un mejor entendimiento compartido de las decisiones respecto al diseño, podrá asegurarse que los elementos de la edificación se instalen y ensamblen según lo previsto. Contar con la retroalimentación de los contratistas especializados también evitará problemas durante la construcción: disminuirán las órdenes de cambio y los retrasos una vez que el proyecto pasa a la etapa de ejecución, lo que a su vez se traducirá en menores costos. (Véase el estudio de caso: Edificio Barus and Holley, Universidad de Brown.)

**Los contratistas especializados, con experiencia y activamente participativos en un proyecto, pueden:**

- **contribuir al diseño con sus conocimientos sobre cómo se instalan los sistemas;**
- **aportar sus opiniones y recomendaciones respecto a la constructividad y los procesos de instalación;**
- **mantenerse vigilantes de la calidad durante toda la obra a fin de asegurar que las metas de sustentabilidad y desempeño se cumplan;**
- **minimizar las órdenes de cambio y los retrasos una vez que comience la construcción.**

## Conciencia del valor de la participación temprana

Muchos contratistas especializados están habituados a examinar planos arquitectónicos y darse cuenta de si funcionarán o no, o si faltan detalles. Los errores u omisiones en los planos y documentos técnicos del proyecto dan origen a actividades o procesos de retrabajo, y usualmente a quienes se responsabiliza por ello es a los contratistas. Un estudio encontró que el costo estimado del retrabajo, y los consecuentes retrasos, representa por lo regular de 7 a 11 por ciento de los costos totales de una obra (Zach, 2013). Estas cifras no incluyen instalaciones defectuosas que no se retrabajan. La más mínima penetración o filtración en una barrera de aislamiento crítica o bien una válvula instalada al revés pueden provocar que el sistema más costoso falle, y en el caso de una edificación sustentable, puede ocasionar que ésta no cumpla con sus metas de desempeño.

## Venta del conocimiento especializado

Si bien la participación temprana de los contratistas especializados resulta esencial, es posible que el propietario, el promotor inmobiliario o el contratista general duden en cuanto a la conveniencia de pagar por ese tiempo “extra”. En tales casos, corresponderá a los contratistas especializados abogar por su participación temprana, demostrando el valor que aportan al proyecto. Para ello, resulta útil destacar la experiencia y formación que puedan tenerse en gestión y facilitación de proyectos, así como la capacidad para trabajar conjuntamente y habilidades para fomentar la coordinación y la comunicación entre diferentes grupos de contratistas especializados. Asimismo, a un propietario o contratista que implementa proyectos integrales probablemente le interese la capacidad de realizar pruebas de desempeño; de hecho, es cada vez más común que los propios contratistas especializados realicen las pruebas de los sistemas que instalan, aun antes de la puesta en servicio (CCA, 2013).

En el artículo “High Performance Scopes of Work” [Alcances del trabajo en proyectos de alto desempeño] (Yost, 2010), se alude al programa formulado por Soluciones Integrales para la Edificación y la Construcción (*Integrated Building and Construction Solutions*, IBACOS) como una potente herramienta para mejorar la coordinación de los distintos participantes y trabajos en el proceso de construcción de proyectos de alto desempeño. El programa de IBACOS ofrece listas de verificación del desempeño que se enlazan secuencialmente para asegurar que ningún detalle o aspecto se pase por alto al pasar la obra de un contratista especializado a otro. Esas listas de control son pertinentes para los contratistas que trabajan con cimientos, armazón estructural, ventanas, sistemas de drenaje, aislamiento térmico y sellado de entradas de aire, así como sistemas de climatización o acondicionamiento de aire en proyectos residenciales.

**Conocimientos excepcionales que los contratistas especializados pueden ofrecer a un proyecto:**

- **Formación o habilidades en materia de gestión o facilitación de proyectos.**
- **Realización de pruebas de desempeño antes del proceso de puesta en servicio del inmueble.**

## Prácticas de construcción sin pérdidas

Fundadas sobre la premisa de “maximizar el valor, minimizar los desperdicios”, las prácticas de diseño y construcción sin pérdidas promueven la colaboración como método para aumentar la eficiencia. De hecho, son una puerta de entrada al diseño y la ejecución integrales, toda vez que algunos de sus principios coinciden. Así, muchas prácticas de construcción sin pérdidas pueden ser herramientas útiles en un proyecto integral. Por ejemplo, el sistema Last Planner® permite generar estratos o capas de programación cada vez más detallados con los cuales se crea un calendario colectivo de producción más confiable, organizado con la participación de todos los integrantes del equipo mediante la planificación por demanda (*pull scheduling*; véase la entrada correspondiente en el glosario); la entrega “justo-a-tiempo” ofrece un sistema que minimiza los problemas de desperdicio de materiales y almacenamiento, y el análisis de causa raíz ofrece una herramienta para solucionar en colaboración los problemas. Estas herramientas y otras más pueden todas incorporarse al proceso de construcción, pero aun así será necesario centrarse en la armonización temprana de valores, metas y objetivos, y favorecer la participación desde el inicio del diseño a fin de asegurar el éxito del proyecto.

**Ejemplos de prácticas de construcción sin pérdidas a aplicar:**

- **Sistema Last Planner®**
- **Planificación y ejecución por demanda (*pull scheduling*)**
- **Entrega “justo-a-tiempo”**
- **Análisis de causa raíz (análisis de los “cinco porqués”)**

## Herramientas para manejar obstáculos

El diseño y la ejecución integrales de ninguna manera evitarán todos los obstáculos y desafíos que pueden suscitarse en la ejecución de un proyecto, pero sí ayudarán a los equipos a encontrar conjuntamente soluciones, sin llegar a detener el curso de la obra. La construcción sin pérdidas (*lean*) ofrece algunas herramientas para manejar obstáculos, descubrir la raíz de los problemas e identificar a la persona indicada para darles solución. La técnica de análisis de los “cinco porqués” ayuda al equipo a encontrar las causas de un problema al preguntar cinco veces seguidas “¿por qué?” una situación determinada existe. Esto puede ser especialmente útil para identificar quién debería participar en la búsqueda de una solución, habida cuenta del gran número de elementos que han participado ya en el proyecto cuando comienza la construcción. (Consúltense los principios básicos del análisis de los “cinco porqués” en Six Sigma, 2015.) Otra herramienta, el “registro de restricciones” (*constraint log*), ayuda a llevar un control de los problemas y desafíos, y responsabiliza a ciertos elementos de solucionar un problema antes de una determinada fecha. Esto asegura que el proyecto siga avanzando y los obstáculos se resuelvan conforme van surgiendo (Lean Construction Institute, 2015).

- **Análisis de los “cinco porqués”:** Técnica de solución de problemas utilizada para buscar la causa raíz de una situación preguntando sucesivamente “¿por qué?” (por lo menos cinco veces) cada vez que exista un problema, con el objeto de llegar más allá de los síntomas aparentes.
- **Registro de restricciones:** Herramienta de la estrategia de construcción sin pérdidas que permite listar los problemas o desafíos que surgen e identificar a la persona que promete solucionar el asunto antes de una fecha acordada; se suele aplicar durante la revisión de la planificación intermedia a seis semanas, cuando se descubre que las actividades están sujetas a restricciones.

Para los fines de la presente guía, la categoría “operadores de inmuebles” incluye administradores de instalaciones, superintendentes y conserjes, es decir, aquellas personas encargadas del funcionamiento del inmueble durante su ocupación.

**“ A veces nos mofamos un poco del proceso de diseño integral, porque siempre hemos sabido que a final de cuentas no son los planos los que lo hacen funcionar, sino nosotros. Por ello, lo mejor es hacernos participar en el proceso tan pronto como sea posible. ”**

John Sullivan, Sindicato Local Núm. 1 de Plomeros de la Asociación Unida (*United Association, UA*)



Orientación para  
**operadores de inmuebles**

## Su función en una estrategia integral

Si se les incluye al inicio de la fase de diseño, los operadores de inmuebles pueden ofrecer comentarios sobre la manera en que los ocupantes podrían reaccionar ante ciertas características de diseño, así como recomendaciones para optimizar la operación y el mantenimiento del edificio. Como mínimo, al participar tempranamente en el proceso, los operadores de inmuebles conocerán mejor el edificio que administrarán y podrán comunicar las ventajas del proyecto a los inquilinos o propietarios finales. Los operadores de inmuebles son quienes en última instancia se aseguran de que un edificio diseñado con características ecológicas efectivamente tiene, en su operación, menores impactos ambientales.

**Durante el proceso de diseño y ejecución integrales, un operador puede prepararse para lo que serán sus responsabilidades futuras. Se recomienda:**

- **informarse y conocer a fondo las características del edificio del que se será responsable;**
- **ofrecer comentarios sobre aspectos de diseño que podrían no funcionar para los inquilinos o propietarios finales, o que resultaría demasiado difícil manejar;**
- **asegurarse de que los valores y características definidos en el diseño —así como las metas de desempeño ecológico derivadas— efectivamente se lleven a la práctica.**

## Oportunidades

Sin los recursos necesarios o las herramientas y el apoyo pertinentes para operar adecuadamente el sistema, las edificaciones sustentables de alto desempeño pueden no funcionar como se esperaba. El hecho de que el operador participe en la creación del inmueble y se asegure de que el diseño del mismo habrá de permitir un mantenimiento eficiente y sencillo, resulta de gran beneficio una vez que el proyecto por fin se concluye. Conocer toda decisión que se tome respecto a conceptos alternativos ayudará a que los operadores de inmuebles entiendan cómo se supone que debe funcionar el edificio y qué objetivos se propone lograr. Puesto que los proyectos integrales se fundan en valores y ventajas, los operadores se sensibilizarán respecto de las contribuciones que el inmueble tendrá para la comunidad y el medio ambiente, lo que ayudará a orientar la manera en que el proyecto sigue “existiendo” luego de su construcción.

**Un operador responsable del mantenimiento y operación de un inmueble seguramente preferirá:**

- **conocer de antemano los detalles y el funcionamiento del inmueble que tendrá a su cargo;**
- **saber que la forma de abordar el mantenimiento y la operación del edificio ha sido contemplada desde el inicio del diseño y no cuando ya resulta demasiado tarde;**
- **participar en la concepción de un inmueble del cual será responsable.**

**“ El personal a cargo de la operación y mantenimiento de un edificio tiene el derecho de considerar que su trabajo consiste en mejorar continuamente el inmueble, y no tan sólo en asegurarse de su funcionamiento adecuado. ”**

Barry Giles, BuildingWise

## Venta del conocimiento especializado

Los propietarios y arquitectos reconocen ampliamente el valor que los operadores de inmuebles pueden aportar a la fase inicial del diseño. Por lo general, los propietarios están interesados en que sus operadores participen porque, al estar familiarizados con la organización y exigencias funcionales del edificio, pueden representar las necesidades del propietario. Los arquitectos también aprecian la participación de los operadores responsables de la administración y mantenimiento porque es mucho más probable que el edificio funcione bien cuando éstos comprenden a la perfección sus características de diseño (y ello, a su vez, hará quedar bien a los responsables del diseño). Estas ventajas colocan al operador del inmueble en una sólida posición de negociación. Por ejemplo, el equipo podría estar dispuesto a ajustar los horarios de sus reuniones para adaptarlos a los apretados horarios de trabajo de los operadores. (Véase el estudio de caso: Edificio Barus and Holley, Universidad de Brown.)

### **Conocimientos particulares que un operador puede ofrecer a un proyecto:**

- **Sólo el operador podrá ofrecer comentarios prácticos sobre el comportamiento de los inquilinos o propietarios finales.**
- **Como persona encargada de un inmueble, es especialmente importante que el operador conozca sus características y cómo se supone que habrá de funcionar.**

## Uso del sistema de modelado de información de construcción

Los modelos resultantes del modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) pueden ser muy útiles después de la construcción, y específicamente durante la ocupación, si originalmente se crearon pensando en esta utilización. Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Normalización y Tecnología (*National Institute of Standards and Technology*, NIST) de Estados Unidos señala que los propietarios y operadores de inmuebles desperdician anualmente 0.23 dólares estadounidenses por pie cuadrado de la superficie administrada (Gallaher, 2004). Entre los factores que motivan este desperdicio podrían incluirse: reparaciones bajo garantía, pero que se realizan por cuenta del propietario; el trabajo que implica llenar las bases de datos del sistema computarizado de gestión del mantenimiento en uso, o el esfuerzo dedicado a investigar las condiciones o situaciones problemáticas que se presentan. Un programa de modelado BIM diseñado específicamente para operadores de inmuebles puede automatizar la creación de listas de inventario de materiales y equipo del edificio, al igual que la introducción de datos en el sistema de gestión de las instalaciones, y además disminuir la redundancia en los datos de mantenimiento. Esto permitirá que los operadores de inmuebles se concentren en el mantenimiento preventivo y la optimización de los sistemas, y no en “apagar incendios”.

No obstante, es probable que el equipo de diseño no integre modelos BIM que incluyan tal capacidad si la intención de usar el programa después de la construcción no se manifiesta expresamente desde el inicio. Los operadores deben decidir y comunicar al equipo de diseño la manera en que podrían usarse —luego de la construcción— modelos tridimensionales elaborados a partir de una gran diversidad de datos, a fin de mejorar las operaciones y el mantenimiento de los inmuebles una vez concluidos. Entre estos usos podrían figurar la transferencia de datos de la obra concluida a su propio sistema de gestión de instalaciones, la realización de análisis continuos de las capacidades operativas o bien la utilización de estos modelos para apoyar renovaciones futuras. Esto requeriría especificar desde un principio los requisitos en cuanto a interoperabilidad, así como contar con un modelo preciso de la obra terminada. Un buen punto de partida es recurrir a programas de modelado BIM conformes con el protocolo de intercambio de información Construction Operations Building Information Exchange (COBie).

### **Punto clave:**

- **Si se utilizará un modelo BIM como apoyo para la administración y mantenimiento del inmueble, es preciso asegurarse de que el modelo ha sido concebido para ejecutar esa función.**

## Herramientas para manejar obstáculos

El diseño y la ejecución integrales de ninguna manera evitarán todos los obstáculos y desafíos que pueden suscitarse en un proyecto, pero sí ayudarán a los equipos a encontrar conjuntamente soluciones, incluso si la construcción ya concluyó. Como se menciona en el paso 3 de la presente guía, los equipos de proyectos integrados a menudo operan mediante una estructura de riesgos y retribuciones compartidos en la que el pago de los honorarios de las distintas partes se condiciona al cumplimiento de las metas de desempeño. Así, aun después de concluida la construcción, el propietario puede exigir al equipo del proyecto solucionar los problemas que el operador del inmueble pueda encontrar, tales como un sistema defectuoso o el hecho de que la obra no cumpla cabalmente con las metas de desempeño ecológico establecidas.

Cuando surgen situaciones problemáticas, la construcción sin pérdidas (*lean*) ofrece algunas herramientas para manejar obstáculos, descubrir la raíz de los problemas e identificar a la persona indicada para darles solución. La técnica de análisis de los “cinco porqués” ayuda al equipo a encontrar las causas de un problema al preguntar cinco veces seguidas “por qué” una situación determinada existe. Esto puede ser especialmente útil para identificar quién debería participar en la búsqueda de una solución, habida cuenta del gran número de elementos que han participado ya en el proyecto cuando comienza la construcción. (Consúltense los principios básicos del análisis de los “cinco porqués” en Six Sigma, 2015.) Otra herramienta, el “registro de restricciones” (*constraint log*), ayuda a llevar un control de los problemas y desafíos, y responsabiliza a ciertos elementos de solucionar un problema antes de una determinada fecha. Esto asegura que el proyecto siga avanzando y los obstáculos se resuelvan conforme van surgiendo (Lean Construction Institute, 2015).

- **Análisis de los “cinco porqués”:** Técnica de solución de problemas utilizada para buscar la causa raíz de una situación preguntando sucesivamente “¿por qué?” (por lo menos cinco veces) cada vez que exista un problema, con el objeto de llegar más allá de los síntomas aparentes.
- **Registro de restricciones:** Herramienta de la estrategia de construcción sin pérdidas que permite listar los problemas o desafíos que surgen e identificar a la persona que promete solucionar el asunto antes de una fecha acordada; se suele aplicar durante la revisión de la planificación intermedia a seis semanas, cuando se descubre que las actividades están sujetas a restricciones.



Orientación para  
**profesionales de las finanzas**

Para los fines de la presente guía, este sector incluye a los encargados de los avalúos, las transacciones mercantiles y el financiamiento de bienes raíces; es decir: inversionistas, agentes inmobiliarios, valuadores y entidades crediticias.

## Su función en el marco de una estrategia integral

Los proyectos de diseño y ejecución integrales tienen mucho que ganar cuando incluyen a profesionales de las finanzas en los talleres iniciales de armonización de valores, metas y objetivos. Si esta participación se implementara con mayor frecuencia, podría impulsar nuevos modelos de financiamiento adaptados a esta estrategia de edificación, de manera que se tomaran en cuenta sus costos iniciales más elevados, pero también sus menores riesgos inherentes. La función de los profesionales de las finanzas en una estrategia integral es aprender acerca de los nuevos modelos de operación con el fin de realmente comprender sus estructuras de riesgos y retribuciones. El hecho de estar incluidos en la fase de diseño también da a los profesionales de las finanzas un amplio entendimiento de las características y elementos ecológicos de un proyecto de edificación sustentable, así como de los ahorros que puede entrañar por cuanto a costos de operación.

**Incluir la participación de las entidades financieras desde el inicio del proceso es benéfico porque:**

- **tendrán una mejor comprensión de la manera en que un proceso integral incide positivamente en los riesgos;**
- **podrán facilitar la inversión temprana, en la etapa inicial del proyecto, y**
- **reconocerán, al realizar sus avalúos, el valor añadido de los proyectos integrales.**

## Oportunidades

Para la industria financiera, los proyectos de diseño y ejecución integrales pueden parecer riesgosos, pero existen varios motivos contundentes por los cuales los profesionales de las finanzas deben prestar atención a tales proyectos. Cuando un proyecto concebido en el marco de este enfoque adopta en sus contratos una estructura de riesgos y retribuciones compartidos, la posibilidad de que haya lugar a litigios disminuye significativamente. Según se desprende de los estudios de caso realizados, los proyectos que siguen el proceso integrado tienen mayores posibilidades de concluir exitosamente a tiempo y por debajo del presupuesto (Ashcraft, 2013), además de lograr edificaciones sustentables de alto desempeño, cuyo valor se reconoce cada más. Estas oportunidades, sin embargo, sólo se incorporarán en el sector financiero si sus profesionales pueden avalar los resultados en cuestión a partir de su experiencia directa.

**Las iniciativas y los enfoques nuevos suelen ser riesgosos, pero ello no necesariamente es así cuando:**

- **se tiene un mejor conocimiento del valor de un inmueble, incluida la manera en que el desempeño ecológico y la correspondiente certificación pueden aumentar tal valor;**
- **se toman decisiones informadas en relación con los riesgos;**
- **se mitigan las cuestiones que la resiliencia a largo plazo puede suscitar y que podrían poner en riesgo las inversiones.**

**“ Hay que incluir a los responsables de las finanzas en el proceso a fin de que entiendan por qué la estrategia del diseño y la ejecución integrales representa una buena inversión. ”**

Chrissa Pagitsas, asociación hipotecaria Fannie Mae Multifamily

## Venta del conocimiento especializado

Lo más probable es que el equipo de un proyecto contacte a profesionales de las finanzas debido a las ventajas que ello puede significar para el propietario; por ejemplo, obtener mejores condiciones de financiamiento gracias a un conocimiento más a fondo de la manera en que las decisiones relativas al diseño pueden traducirse en ahorros en la operación del inmueble una vez terminado, y también lograr una mejor toma de decisiones al respecto como resultado de la integración de factores de sustentabilidad en cada paso del financiamiento. Aun si su participación en el proyecto es tangencial, los profesionales de las finanzas se beneficiarán del proceso de armonización de valores, metas y objetivos tanto como los demás integrantes del equipo.

**Es importante, pues, que los profesionales de las finanzas participen y aporten sus conocimientos especializados.**

**Para ello, se recomienda:**

- **argumentar que podrán ofrecer mejores condiciones si conocen con detalle las decisiones de diseño del proyecto y los ahorros previstos como resultado;**
- **explicar la pertinencia de conocer e incorporar los elementos de sustentabilidad en cada paso del financiamiento, en la medida en que constituyen un valor fundamental del proyecto.**

## Superar la curva de aprendizaje

Tener un dominio de la terminología y el lenguaje del diseño y la ejecución integrales resulta esencial, sobre todo porque el término “finanzas integrales” tiene connotaciones diferentes. La presente guía incluye un glosario y una serie de estudios de caso que ilustran cómo las ideas y conceptos del diseño y la ejecución integrales se aplican. Es importante entender que los equipos de proyecto requieren tiempo para ajustarse a una estrategia de diseño y ejecución integrales. Los estudios de caso demuestran que después de completar con éxito un primer proyecto integral, el equipo será aún más eficiente y hábil en la ejecución de proyectos rentables y de alto desempeño (véase el estudio de caso: planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate). Por esta razón, los resultados pueden variar de un proyecto a otro en un inicio, pero conforme los equipos adquieren más experiencia y la estrategia se adopta de manera más generalizada, los profesionales de las finanzas y del sector de bienes raíces podrán detectar una notable diferencia entre los proyectos que aplicaron una estrategia integral y los que no.

**Puntos clave que los profesionales de las finanzas han de tomar en cuenta en relación con los proyectos de construcción integrales:**

- **Hay que aprender el lenguaje del diseño y la ejecución integrales.**
- **Los equipos integrados producen resultados más confiables conforme van adquiriendo más experiencia; por lo tanto, conviene tener paciencia.**



Orientación para **contratistas generales**

Los contratistas generales se encargan de la construcción de un proyecto. Por lo regular subcontratan gran parte del trabajo, en tanto que ellos desempeñan un papel administrativo y de coordinación.

## Su función en el marco de una estrategia integral

Los responsables directos de que una obra se concluya a tiempo y con acuerdo al presupuesto son los contratistas generales. A ellos corresponde administrar la participación secuencial e integración de los subcontratistas especializados, así como apoyar el trabajo del agente responsable de la prueba de desempeño y puesta en servicio del inmueble. Lo más común en una estrategia integral es seleccionar al contratista general al inicio de la fase de diseño, de manera que pueda desde un principio brindar información respecto a costos y constructividad. Es importante que el contratista participe en los talleres de armonización de valores, metas y objetivos a fin de que conozca bien las expectativas en cuanto a colaboración durante el diseño y que más adelante puedan evitarse órdenes de cambio durante la construcción.

### **El contratista desempeña una función fundamental en todo proyecto de construcción:**

- **brinda información respecto a costos y constructividad durante la fase de diseño;**
- **a lo largo de toda la construcción, apoya los valores y objetivos adoptados por el propietario y el equipo, y**
- **colabora con el propietario, el arquitecto y el ingeniero en la solución de problemas.**

## Oportunidades

La forma convencional de proceder en los proyectos de edificación a menudo coloca a los contratistas en una situación precaria. En los proyectos tradicionales de diseño, licitación y construcción por separado, los contratistas disponen de apenas una o dos semanas para calcular el costo de un diseño que ha tomado miles de horas concebir. Luego se les entregan los planos de construcción y documentos técnicos (proyecto de ejecución, en conjunto), mismos que probablemente contendrán algunos errores, omisiones o ambigüedades. A partir de ese momento, serán responsables de asegurar que todos los contratistas especializados y subcontratistas terminen correcta y oportunamente sus trabajos, aun si en muchos casos no se dispone del tiempo ni tampoco de los recursos necesarios para comunicarles la manera en que el trabajo de cada cual ha de interactuar como parte de un sistema mayor o para compartirles las metas de sustentabilidad y elementos ecológicos del proyecto.

Si bien el diseño y la ejecución integrales requieren más trabajo inicial de los contratistas durante la etapa de diseño, a la larga ello ahorrará tiempo y evitará frustraciones. Cuando han participado desde el inicio en los talleres de armonización y diseño, los contratistas pueden cerciorarse de que el proyecto de ejecución incluya el nivel de detalle necesario; además, para cuando comience la construcción, habrán llegado a comprender plenamente el alcance y características de diseño del proyecto. Este trabajo de preparación evitará órdenes de cambio y demoras, y permitirá economizar buena parte del tiempo que normalmente se asigna al proceso de licitación. Asimismo, los contratistas podrán abogar por la participación temprana de los subcontratistas o contratistas especializados, lo que contribuirá a disminuir los riesgos de errores de instalación y, por tanto, reducirá la carga de responsabilidad en el contratista.

“ Instintivamente, la mayoría de las personas siguen jugando el juego de ‘veamos quién tiene la culpa’, pero en un proceso verdaderamente integrador, los miembros del equipo tienen que apropiarse colectivamente del problema y darle solución. Se trata de lograr que los equipos funcionen de manera diferente. ”

Dave Kievet, Bolt Company

Los contratistas generales suelen ser los primeros en apreciar la enorme diferencia entre la estrategia de diseño y ejecución integrales y el modelo tradicional de diseño-licitación-construcción, toda vez que un proyecto integral les permite:

- colaborar en la elaboración de planos de construcción y documentos técnicos que son realmente adecuados para la construcción;
- lidiar con menos órdenes de cambio y retrasos, y
- confiar en que los subcontratistas y contratistas especializados trabajarán todos en la misma frecuencia.

### Inicio de un proyecto integral

El diseño y la ejecución integrales suelen considerarse un proceso impulsado por el propietario, pero lo cierto es que cada vez más son los contratistas quienes inician una estrategia integral. Algunos contratistas que se han ganado una reputación por su experiencia en construcción sin pérdidas (*lean*) han comenzado ya también a promover su especialidad en diseño integral. El hecho de presentar esos servicios como práctica común puede también ayudar a sensibilizar a los propietarios en torno a los beneficios de un proyecto integral. En una estrategia de diseño y ejecución integrales, la selección del contratista se basa en sus cualificaciones y capacidades de colaboración (al igual que ocurre con el arquitecto), y no en su capacidad de ejecutar el proyecto al menor costo. El modelo reconoce que con frecuencia las ofertas son meros cálculos estimativos basados en poca información que no considera los muchos factores que podrían influir en la construcción. Si lo que se busca es que todo el equipo se ponga de acuerdo en los objetivos, alcance y costo proyectados para el proyecto, el propietario tiene que seleccionar al contratista que estime pueda generarle el mejor valor, no el que haya presentado la cotización más baja. Esto significa que los propietarios que entienden este concepto probablemente den la bienvenida al contratista que proponga una nueva forma de avanzar con un proyecto (sobre todo si ya antes trabajaron con él).

Un ejemplo de proyecto integral iniciado por el contratista es el estudio de caso del Centro Mosaic.

#### Puntos clave para un contratista que contemple iniciar una estrategia integral:

- El diseño y la ejecución integrales a menudo se consideran un proceso impulsado por el propietario, pero no tiene que ser así.
- Es preferible contactar a propietarios con quienes se tiene una relación positiva y duradera.
- Es importante hacer partícipes en el proceso, tan pronto como sea posible, a los contratistas especializados.
- Hay que poder demostrar el valor de seleccionar al contratista en función de su calidad y potencial, y no en función de la oferta más baja.

## Selección del equipo

Puesto que el éxito de un proyecto integral depende en gran medida del calibre del equipo, el arquitecto deberá interesarse en la selección de todas las partes que lo integrarán. El contratista puede sugerir al propietario que solicite propuestas por parte de equipos previamente constituidos, más que de partes o elementos individuales. Ello permitiría al contratista presentar una propuesta conjunta con un arquitecto con quien ya ha tenido una buena relación de trabajo y que, idealmente, posee experiencia en materia de estrategias de diseño y ejecución integrales.

Howard Ashcraft, destacado experto en la ejecución integral de proyectos, compara la creación de un equipo integrado a una fusión empresarial (Ashcraft, 2011). En una fusión exitosa, integrantes de diferentes empresas crean una sola organización con una cultura común que refleja sus creencias y valores. La selección adecuada de integrantes para el equipo, o la alianza con compañías con las cuales el propietario y el arquitecto tienen una sólida relación de trabajo, ayuda a asegurar que las culturas sean complementarias, no antagónicas.

En caso de que no le resulte posible abogar por la contratación de una empresa con la cual ya tiene establecida una buena relación, el contratista habrá de seleccionar, idealmente, empresas que han demostrado la capacidad de adaptarse a un sistema nuevo y comprometerse firmemente con una cultura de colaboración. Esto es aplicable tanto a un socio en el diseño como a los subcontratistas especializados. El mismo proceso que permitió que el contratista fuese seleccionado en función de su calidad y actitud, y no necesariamente por haber presentado una oferta más baja, deberá también aplicarse a los contratistas especializados. La creatividad y la persistencia comprobadas serán de gran ayuda para que los integrantes del equipo que no hayan antes trabajado juntos puedan superar los obstáculos de un proyecto integral.

**Es preferible trabajar con personas a quienes ya se conoce o con quienes se han realizado anteriormente proyectos integrales. Si se opta por colaborar con nuevos socios, lo recomendable es:**

- **seleccionarlos en función de su competencia y capacidad, y**
- **dar preferencia siempre a elementos con verdadero interés en la colaboración y el trabajo en equipo.**

## Entrevista para la selección de integrantes del equipo

Los contratistas deben demostrar su capacidad de colaboración, incluso sin haber tenido experiencia previa en un proyecto de diseño y ejecución integrales. Para ello, basta destacar su experiencia en materia de diseño y construcción sin pérdidas (*lean*) o de diseño integral, y describir las formas en que suelen trabajar y adaptarse cuando se trata de proyectos que entrañan una mayor colaboración. Resulta útil hacer participar a los principales subcontratistas y contratistas especializados en esta etapa, a fin de aprovechar los beneficios de la información precisa que podrán aportar respecto a costos y constructividad, y contar con un equipo sólido y bien integrado cuando empiece la construcción.

### **Puntos clave:**

- **Poner énfasis en la experiencia previa del individuo.**
- **Exigir que las afirmaciones del candidato entrevistado sean específicas. Preguntar, por ejemplo: “¿De qué manera su colaboración en ese proyecto fue diferente de su colaboración en otros?”**

## Coaprendizaje y decisiones conjuntas, elementos clave en la curva de aprendizaje

El diseño y la ejecución integrales entrañan una curva de aprendizaje exigente; sin embargo, los estudios de caso de que se dispone dejan claro que cuando un equipo concluye exitosamente un proyecto integral, ese equipo será mucho más eficiente en proyectos posteriores (véase el estudio de caso: Planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate). Es importante que los integrantes del equipo pasen de considerarse “los expertos” a ser “coaprendices”, y ello únicamente podrá lograrse en un ambiente de colaboración que fomente las sugerencias, la apertura y las decisiones conjuntas. Si todos los participantes se mantienen comprometidos durante el proceso completo, sin duda podrán ser mucho más eficientes cuando colaboren de nuevo como equipo en un proyecto subsecuente.

### Puntos clave:

- **Los equipos que hayan realizado uno o más proyectos realmente integrales tienen muchas mayores probabilidades de ser más eficientes en la ejecución de otros proyectos.**
- **El aprender a tomar decisiones conjuntas deviene una cualidad deseable.**
- **Para favorecer un espíritu de colaboración es importante animar a los contratistas especializados asociados al proyecto a hablar sin miedo.**

## Uso del sistema de modelado de información de construcción

En 2012, 74 por ciento de los contratistas utilizaron herramientas de modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés), en comparación con un porcentaje ligeramente menor de arquitectos (Smart Market Report, 2012). El software de modelado BIM permite, por ejemplo, identificar por dónde pasará la red de conductos respecto de los elementos estructurales, así como visualizar los componentes finales, de modo que se produzcan menos errores y malentendidos. Los modelos pueden también servir para la prefabricación de sistemas en las diferentes áreas de la construcción, lo que permite disminuir la mano de obra *in situ*, aumentar la calidad y generar un entorno laboral más seguro. Las capas de datos del modelo correspondientes a la calendarización de la obra y a aspectos relacionados con el clima también permiten al contratista comparar varias opciones de secuenciación del trabajo. Los modelos BIM pueden facilitar la colaboración porque requieren un alto nivel de confianza y comunicación entre el contratista y el equipo de diseño. En cada iteración del proceso de diseño, en que se añaden o cambian características de la edificación, resulta útil realizar un análisis para identificar posibles interferencias y solucionar con el equipo los problemas conforme vayan surgiendo. A lo largo de la construcción, se recomienda mantener el modelo y utilizarlo como punto de orientación para los subcontratistas y contratistas especializados.

### Puntos clave para aprovechar al máximo el BIM:

- **Utilizar el modelo a fin de apoyar procesos de prefabricación en múltiples áreas o especialidades de la construcción.**
- **En cada iteración del diseño, realizar ejercicios de identificación de interferencias.**
- **Mantener el modelado durante la construcción.**

## Prácticas de construcción sin pérdidas

Fundadas sobre la premisa de “maximizar el valor, minimizar los desperdicios”, las prácticas de diseño y construcción sin pérdidas promueven la colaboración como método para aumentar la eficiencia. De hecho, son una puerta de entrada al diseño y la ejecución integrales, toda vez que algunos de sus principios coinciden. Así, muchas prácticas de construcción sin pérdidas pueden ser herramientas útiles en un proyecto integral. Por ejemplo, el sistema Last Planner® permite generar estratos o capas de programación cada vez más detallados con los cuales se crea un calendario colectivo de producción más confiable, organizado con la participación de todos los integrantes del equipo mediante la planificación por demanda (*pull scheduling*; véase la entrada correspondiente en el glosario); la entrega “justo-a-tiempo” ofrece un sistema que minimiza los problemas de desperdicio de materiales y almacenamiento, y el análisis de causa raíz ofrece una herramienta para solucionar en colaboración los problemas. Estas herramientas y otras más pueden todas incorporarse al proceso de construcción, pero aun así será necesario centrarse en la armonización temprana de valores, metas y objetivos, y favorecer la participación desde el inicio del diseño a fin de asegurar el éxito del proyecto.

### Ejemplos de prácticas de construcción sin pérdidas a aplicar:

- Sistema Last Planner®
- Planificación y ejecución por demanda (*pull scheduling*)
- Entrega “justo-a-tiempo”
- Análisis de causa raíz (análisis de los “cinco porqués”)

## Herramientas para manejar obstáculos

El diseño y la ejecución integrales de ninguna manera evitarán todos los obstáculos y desafíos que pueden suscitarse en la ejecución de un proyecto, pero sí ayudarán a los equipos a encontrar conjuntamente soluciones, sin llegar a detener el curso de la obra, o incluso si la construcción ya concluyó. La construcción sin pérdidas (*lean*) ofrece algunas herramientas para manejar obstáculos, descubrir la raíz de los problemas e identificar a la persona indicada para darles solución. La técnica de análisis de los “cinco porqués” ayuda al equipo a encontrar las causas de un problema al preguntar cinco veces seguidas “¿por qué?” una situación determinada existe. Esto puede ser especialmente útil para identificar quién debería participar en la búsqueda de una solución, habida cuenta del gran número de elementos que han participado ya en el proyecto cuando comienza la construcción. (Consúltense los principios básicos del análisis de los “cinco porqués” en Six Sigma, 2015.) Otra herramienta, el “registro de restricciones” (*constraint log*), ayuda a llevar un control de los problemas y desafíos, y responsabiliza a ciertos elementos de solucionar un problema antes de una determinada fecha. Esto asegura que el proyecto siga avanzando y los obstáculos se resuelvan conforme van surgiendo (Lean Construction Institute, 2015).

- **Análisis de los “cinco porqués”:** Técnica de solución de problemas utilizada para buscar la causa raíz de una situación preguntando sucesivamente “¿por qué?” (por lo menos cinco veces) cada vez que exista un problema, con el objeto de llegar más allá de los síntomas aparentes.
- **Registro de restricciones:** Herramienta de la estrategia de construcción sin pérdidas que permite listar los problemas o desafíos que surgen e identificar a la persona que promete solucionar el asunto antes de una fecha acordada; se suele aplicar durante la revisión de la planificación intermedia a seis semanas, cuando se descubre que las actividades están sujetas a restricciones.



Orientación para  
**funcionarios gubernamentales**

En su condición de responsables de la aplicación de los códigos de construcción, de la planeación del uso del suelo y los reglamentos de zonificación, y de la definición de políticas, los funcionarios de gobierno también pueden desempeñar un papel relevante en los proyectos integrales. Asimismo, en ocasiones son dependencias de gobierno las que —en calidad de propietarias— buscan un método de contratación para la ejecución de un proyecto público.

## Su función en el marco de una estrategia integral

Los funcionarios responsables de la aplicación de los códigos de construcción, así como de la planificación y zonificación, pueden participar tangencialmente en proyectos de diseño y ejecución integrales mediante el proceso de emisión de permisos. A fin de tomar decisiones equilibradas al respecto, es importante tener un profundo conocimiento de los beneficios que las características ecológicas y de desempeño ambiental de una edificación pueden aportar en términos de salud y seguridad públicas. Por otra parte, las dependencias gubernamentales pueden también actuar como propietarios interesados en estrategias de diseño y ejecución integrales para sus proyectos de obra pública. Puesto que la mayor parte de las jurisdicciones tienen políticas que exigen adjudicar los contratos en función de la oferta más baja, corresponde a los responsables de la definición de políticas impulsar la adecuada modificación de tales restricciones. Una opción para eliminar las actuales barreras en los procesos de licitación sería, por ejemplo, fomentar reformas estatales o provinciales con base en una adaptación de la Ley Federal Brooks (*Brooks Act*) de Estados Unidos —que exige que los contratos sean adjudicados en función de las ventajas competitivas y de calidad, y no del precio—, o bien seguir el ejemplo del estado de Colorado y adoptar un instrumento legislativo que establezca un método de ejecución integral para proyectos públicos (en Colorado, *Integrated Delivery Method for Public Projects Act*).

### Puntos clave:

- **Mantener una actitud abierta frente a las estrategias de diseño y ejecución integrales, a fin de eliminar o modificar políticas que crean barreras al respecto.**
- **Adquirir un entendimiento más profundo de los efectos positivos que la edificación sustentable puede tener en la salud y la seguridad públicas.**

## Oportunidades

Los funcionarios responsables de proyectos públicos de edificación podrían estar interesados en las ventajas en materia de valor, calidad, costos y tiempos de ejecución que los propietarios particulares afirman obtener cuando utilizan estrategias de diseño y ejecución integrales. Tal como se describe en *Integrated Project Delivery: The Owner's Perspective* [Ejecución integral de proyectos: la perspectiva del propietario], múltiples propietarios de proyectos a diferentes escalas han visto sus proyectos concluir antes de tiempo y por debajo del presupuesto (Ashcraft, 2013). Por ejemplo, el hospital Bellevue en Nueva York se concluyó con tres meses de adelanto y costó 30 millones de dólares menos que los cálculos iniciales del proyecto. Puesto que los intereses del equipo en su conjunto coincidían con los valores y objetivos establecidos conjuntamente para el proyecto, el resultado fue más predecible, y el propietario pudo sentirse más seguro de haber obtenido un proyecto que cumplió con sus necesidades.

Para los funcionarios responsables del cumplimiento de los códigos de construcción, los proyectos integrados ofrecen la oportunidad de aportar sus conocimientos y comentarios al inicio del proceso, de modo que se evita llegar a situaciones o relaciones conflictivas. Cuando los diseñadores y constructores conocen los posibles problemas con que tendrán que navegar en términos de la normativa vigente, disminuye la probabilidad de que más adelante, tras haber invertido dinero y tiempo, sean sorprendidos por una cuestión de conformidad con los códigos de construcción.

La estrategia de construir edificaciones con menor impacto ambiental y mayores ventajas en términos de salud pública ha de resultar pertinente para los funcionarios responsables de la salud y el bienestar públicos. El proceso de armonización de valores, objetivos y metas que esta estrategia entraña (véanse los pasos 1 y 2 de la guía) motiva al equipo del proyecto a considerar la edificación en términos de su potencial máximo, en lugar de ceñirse a un listado de metas de desempeño ambiental de alcance limitado. Este enfoque genera la posibilidad de mejoras cualitativas al proyecto. Por ejemplo, la escuela secundaria Sarah E. Goode STEM Academy alcanzó la certificación LEED Oro, aun si el proyecto se concibió originalmente para alcanzar el nivel Plata. Como integrantes del equipo, los funcionarios gubernamentales pueden contribuir al establecimiento de objetivos y, al mismo tiempo, beneficiarse de las aportaciones creativas e innovadoras del equipo.

#### **Ventajas del diseño y la ejecución integrales:**

- **El costo final de los proyectos disminuye; se generan menos desperdicios, y los calendarios de construcción se acortan.**
- **Las ventajas ambientales de las edificaciones se traducen en beneficios para la salud pública.**

### **Inicio de un proyecto integral**

Muchas dependencias gubernamentales exigen que los proyectos de construcción se sujeten a un proceso de licitación pública y seleccionan a los contratistas en función, sobre todo, del costo. Sin embargo, los servicios profesionales —como el contrato del arquitecto— se adjudican a menudo en función de la calidad. Esta estrategia restringe el uso de un solo contrato para ambos servicios, a no ser que ello estuviese prescrito por la normativa aplicable. Una dependencia comprometida con los valores y las ventajas de un proyecto integral quizá pueda encontrar soluciones ante tales limitaciones e incorporar aunque sea algunos aspectos del diseño y la ejecución integrales. Asimismo, ciertos métodos de ejecución alternativos podrían, por ejemplo, estar en conformidad con las disposiciones legales aplicables y al mismo tiempo incorporar principios de la EIP (Gehrig, 2010):

1. *Autorización para diseño-construcción:* Si una dependencia cuenta con semejante autorización, entonces estará en posibilidades de adjudicar un solo contrato para que un contratista diseñe y construya todo el proyecto. Ello permitirá a la dependencia hacer partícipes a los contratistas especializados desde el inicio del diseño y vincular su retribución a los resultados del proyecto.
2. *La Ley de Financiamiento de Infraestructura de California (artículo 5956 del Código de California):* Si bien aplicable únicamente a instalaciones que generan un ingreso, la *Infrastructure Finance Act* de California constituye un buen ejemplo de disposición por la que la dependencia promotora de un proyecto obtiene amplias facultades para adjudicar contratos que incluyan, en distintas combinaciones, procesos de realización de estudios, planificación de diseño, construcción, urbanización, financiamiento, mantenimiento, mejoras, reparaciones u operaciones. En lugar de seleccionar a los equipos en función del menor costo, se hace en función de la competencia demostrada, y los honorarios se determinan mediante una negociación competitiva.
3. *Arrendamiento y cesión-arrendamiento:* Esta autorización sólo se aplica a distritos escolares o distritos de colegios públicos (primer ciclo de enseñanza superior). La dependencia pública arrienda un terreno a un contratista para que éste construya ahí las instalaciones en cuestión; luego, el contratista arrienda la edificación de regreso a la dependencia hasta que los pagos hayan cubierto los costos del proyecto. En este arreglo, la dependencia está en libertad de seleccionar al contratista con base en los criterios de su elección.
4. *Contratos de servicios energéticos:* Estos convenios permiten a las dependencias públicas adquirir energía eléctrica o térmica, pero también son aplicables a proyectos de renovación o construcción de instalaciones que utilizan esos servicios. Su ventaja es que permiten a la dependencia adjudicar un solo contrato para todas las fases.
5. *Alianzas público-privadas:* Estas iniciativas brindan a las entidades públicas la opción de celebrar contratos con empresas privadas para la prestación de ciertos servicios, incluidos diseño y construcción. Se trata de iniciativas basadas en el desempeño, por lo que los convenios resultantes ayudan a fomentar la integración.

**“ Nos engañamos cuando creemos que el optar por la oferta o cotización más baja representa una manera de aportar valor al proyecto; sin embargo, en muchos sentidos nos vemos obligados a proceder así en virtud de los términos de nuestros contratos y la normativa aplicable. ”**

Mark Palmer, ciudad de San Francisco

Aun si estas opciones no permiten integrar plenamente los principios del diseño y la ejecución integrales, sí dan lugar a que las utilidades y retribuciones se vinculen al desempeño del proyecto, y en su mayoría confieren la facultad de celebrar un solo contrato. Como alternativa, en ocasiones se tiene la opción de solicitar una variación a las limitaciones contractuales en el entendido de que el proyecto será un proyecto piloto respecto a nuevos procesos (National Association, 2010). Esta medida podría, en última instancia, constituir un referente de concepto o fundamento importante para la adopción de posibles reformas reglamentarias o legales.

Cabe observar, por otro lado, que algunas dependencias públicas no están sujetas a ninguna de las limitaciones de la estrategia tradicional de diseño-licitación-construcción. Entre estas dependencias figuran a veces los servicios o autoridades locales de recursos hídricos y de transporte. Asimismo, algunos estados o provincias —incluidos Colorado y Arizona, en el caso de Estados Unidos— han adoptado leyes que específicamente autorizan proyectos de EIP. Con todo, incluso en los casos en que ninguna de estas opciones sea aplicable, siempre es posible incorporar los aspectos del diseño y la ejecución integrales que tienen que ver con aspectos de comportamiento y actitud, aun cuando se usen contratos más tradicionales. (Véase el estudio de caso: Edificio federal Edith Green-Wendell Wyatt.)

**Los proyectos públicos a veces se limitan a un proceso de diseño, licitación y construcción por separado, pero siempre hay opciones para dar la vuelta a esta restricción. Por ejemplo:**

- en los casos de dependencias que no están sujetas a las limitaciones del enfoque “diseño-licitación-construcción” (servicios o autoridades locales de recursos hídricos y de transporte, entre otras);
- con estrategias de diseño-construcción que permitan cierta flexibilidad;
- mediante reglamentación similar a la Ley de Financiamiento de Infraestructura (*Infrastructure Finance Act*) de California;
- por medio de convenios de arrendamiento y cesión-arrendamiento, y
- con contratos de servicios energéticos.

# Orientación para ingenieros



En esta categoría se incluyen ingenieros civiles, eléctricos, mecánicos, estructurales y de plomería; es decir, los “ingenieros de construcción”, usualmente encargados de concebir los sistemas y resolver los aspectos técnicos de un proyecto. Los ingenieros que se ocupan de otros sistemas forman parte de los consultores especializados (véase el siguiente apartado).

## Su función en el marco de una estrategia integral

En un proyecto integral, corresponde a los ingenieros de construcción traducir los valores convenidos para el proyecto —por ejemplo, en términos de sustentabilidad y características ecológicas— a sistemas que permitirán concretarlos y cumplir con las expectativas del proyecto. Además de encargarse de los aspectos técnicos de un proyecto, los ingenieros deben asegurar que los componentes de una edificación de alto desempeño se integren bien unos con otros.

### Responsabilidades clave:

- **Integrar sistemas.**
- **Reflejar las características acordadas para el proyecto en sistemas de alto desempeño.**

## Oportunidades

La mayoría de los ingenieros entienden que una estrecha colaboración con los diseñadores arquitectónicos es esencial para que la forma de la edificación cumpla con su función. El diseño y la ejecución integrales permiten que los ingenieros trabajen de manera simultánea con los arquitectos en la definición de estrategias. Esto es particularmente importante por lo que toca a metas de sustentabilidad, cuya concreción a menudo depende de la eficacia de sistemas mecánicos que deben integrarse a diseños complementarios estructurales y de la envolvente.

### Puntos clave:

- **Estar en condiciones de equidad con respecto de los diseñadores arquitectónicos.**
- **Trabajar conjuntamente con arquitectos y contratistas con miras a lograr que los aspectos formales (la forma) de la edificación cumplan con la función.**
- **Explorar en colaboración las opciones de diseño que permitan cumplir con los objetivos de alto desempeño y las metas de sustentabilidad de manera rentable.**
- **Obtener aportaciones en torno a la constructividad por parte del contratista general y los contratistas especializados.**
- **Ahorrar dinero al proyecto al compartir representaciones esquemáticas con los contratistas y permitirles trabajar los detalles de los planos.**

## Coaprendizaje y decisiones conjuntas, elementos clave en la curva de aprendizaje

El diseño y la ejecución integrales entrañan una curva de aprendizaje exigente; sin embargo, los estudios de caso de que se dispone dejan claro que cuando un equipo concluye exitosamente un proyecto integral, ese equipo será mucho más eficiente en proyectos posteriores (véase el estudio de caso: Planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate). La función del ingeniero es favorecer una cultura de colaboración y ser persistente en cuanto a lograr el compromiso de todos los participantes. Es importante que los integrantes del equipo pasen de considerarse “los expertos” a ser “coaprendices”, y ello únicamente podrá lograrse en un ambiente de colaboración que fomente las sugerencias, la apertura y las decisiones conjuntas.

### Puntos clave:

- **Los equipos que hayan realizado uno o más proyectos realmente integrales tienen muchas mayores probabilidades de ser más eficientes en la ejecución de otros proyectos.**
- **El aprender a tomar decisiones conjuntas deviene una cualidad deseable.**
- **Se requiere un esfuerzo activo para fomentar un espíritu de colaboración.**

“ El ingeniero es el responsable de más o menos la mitad de las características ecológicas y elementos de sustentabilidad del edificio. Si el proceso entre los planos arquitectónicos y la ingeniería es inconexo, entonces es más probable que la sustentabilidad resulte un elemento que añade costos extra al proyecto. ”

Peter Rumsey, Point Energy Innovations

## Papel de educador

Como se explicó en los pasos 1 y 2 de la presente guía, los proyectos integrales se estructuran en función de los valores, metas y objetivos establecidos conjuntamente por el equipo del proyecto. Si el proyecto no contempla objetivos en materia de sustentabilidad, el ingeniero quizá tenga que educar al equipo respecto de los beneficios de incluir elementos de sustentabilidad y características ecológicas. El hecho de relacionar tales características con menores costos operativos y una más rápida introducción del inmueble terminado en el mercado puede ayudar a que la sustentabilidad forme parte de la conversación. Los autores de *The Integrative Design Guide to Green Building* [Guía de diseño integrador para la edificación sustentable] (7Group y Bill Reed, 2009) sugieren que trabajar con “sistemas anidados” (sistemas cuyos elementos se vinculan estrechamente) durante la definición de metas y objetivos (paso 2) ayuda a identificar y dar relevancia a las metas de sustentabilidad. Asimismo, examinar la forma en que un proyecto afecta los sistemas primarios del entorno en su conjunto —hábitat, agua, energía y materiales— revela las relaciones entre sistemas más pequeños y más grandes.

### Puntos clave:

- **Los proyectos integrales únicamente cumplirán con aquellos valores y objetivos que se hayan expresado claramente.**
- **Si la sustentabilidad no se ha incorporado aún en los valores y objetivos del proyecto, tal vez resulte necesario asumir el papel de educador a fin de sacar a la luz su importancia fundamental.**

## Uso del sistema de modelado de información de construcción

Según un informe de McGraw-Hill sobre la construcción (Smart Market Report, 2012), en el año 2012 más de 67 por ciento de los ingenieros utilizaban herramientas de modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés), aunque este porcentaje todavía se encuentra a la zaga en comparación con el ritmo de adopción por parte de los arquitectos y contratistas. En parte, esto puede deberse a que los datos sobre sistemas técnicos suelen ser menos comunes y es apenas recientemente que los fabricantes comienzan a tener a disposición pública información en línea que puede ser objeto de consultas e indización. Con todo, los ingenieros que utilizan el sistema BIM lo califican de sumamente valioso (Smart Market Report, 2012). Además, los arquitectos comienzan a requerir habilidades en el uso de modelos BIM como parte de los criterios para la selección del equipo. El hecho de compartir estos modelos a lo largo del proceso conlleva las mayores ventajas al permitir la integración armoniosa de sistemas y garantizar que éstos se instalen en la forma prevista. Gracias a la cada vez mayor disponibilidad de servidores en la nube y herramientas de código abierto, múltiples usuarios pueden acceder a un modelo BIM y los cambios realizados aparecerán en tiempo real ante los demás usuarios.

### Puntos clave:

- **Compartir un modelo BIM con los arquitectos permite la perfecta integración de sistemas.**
- **Aplicado correctamente, un modelo BIM puede disminuir el esfuerzo requerido para simular el desempeño de un inmueble y, por tanto, permitir al equipo un más rápido repaso de las opciones de diseño a fin de lograr las soluciones más sustentables y rentables.**
- **Un modelo BIM permite la detección de interferencias, lo que ayuda a asegurar que los sistemas se instalen en conformidad con lo previsto en el diseño.**

A close-up photograph of a person's neck and shoulders, wearing a light blue and white striped shirt. They are holding a large, fan-shaped color palette that displays a wide range of colors from light blue to bright green. The palette is held in front of their chest, and their hand is visible on the right side, holding the edge of the fan. The background is a plain, light-colored wall.

Orientación para **consultores especializados**

**“ He participado en reuniones con el arquitecto, el propietario y el contratista, pero sin duda éstas son más productivas cuando todo el mundo está en la mesa: el ingeniero estructural, el ingeniero mecánico, el especialista en iluminación, etcétera. ”**

Andrew Dey, Andrew Dey Consulting, representante de propietarios y agente financiero

Los consultores especializados son individuos y empresas cuya participación en un proyecto depende del alcance del mismo y, por supuesto, de qué tanto se necesiten sus conocimientos. En la categoría de consultores especializados figuran: diseñadores de interiores; arquitectos del paisaje; especialistas en eficiencia energética, envolventes e iluminación; agentes responsables de la prueba de desempeño y puesta en servicio, y expertos en la elaboración de presupuestos, entre otros. También pueden llegar a incluirse planificadores del uso del suelo, verificadores y calificadores de eficiencia energética, peritos en construcción, ingenieros acústicos, especialistas en hábitat y consultores visuales y en cuestiones de audio.

### **Su función en el marco de una estrategia integral**

Los consultores especializados pueden brindar asesoría sobre cualquier aspecto de la edificación y, en ocasiones, incluso ayudar a facilitar la coordinación a lo largo del proceso de diseño y construcción. Si bien cada cual tiene su área de especialidad, en el marco de una estrategia integral también pueden ofrecer valor añadido al mejorar las conexiones entre sistemas. Dependiendo de la amplitud de su función y de los objetivos del proyecto, cabe la posibilidad de optar por incluir al consultor especializado en la misma estructura de riesgos y retribuciones compartidos de la que participan el arquitecto y el contratista.

### **Conciencia de la importancia de la integración**

A menudo los consultores especializados aprecian la importancia de la colaboración temprana y de la armonización de valores, metas y objetivos desde el comienzo del proceso. De hecho, en el equipo de un proyecto, los especialistas suelen tener el desafío de encontrar formas de integrar su perspectiva al diseño y asegurar que otros elementos de la edificación apoyen —en lugar de impedir— la integración de su trabajo. Esto se logra con mayor facilidad al inicio de la etapa de diseño.

## Oportunidades

El diseño y la ejecución integrales no son todavía una ciencia perfecta. La complejidad del proyecto —en cuanto a costos y detalles técnicos— regirá los elementos específicos del “mapa de ruta” del proceso, el tipo de contrato de EIP y el grado de inversión viable a fin de ayudar al equipo a superar la barrera de aprendizaje. La identificación de la estrategia correcta en esta etapa probablemente requiera un facilitador independiente, función que quizás el consultor especializado podría aprender a desempeñar. Los consultores especializados exclusivamente en un aspecto específico del sistema —por ejemplo, la envolvente del edificio o la estrategia respecto a la iluminación natural— probablemente no se incluyan en un contrato de riesgos y retribuciones compartidos, a no ser que el proyecto sea muy grande y su función se considere crítica para el éxito del mismo. Sin embargo, lo cierto es que trabajar directamente y en colaboración con todas las partes facilitará mucho su trabajo.

### Puntos clave:

- **Los proyectos podrían necesitar un experto independiente para facilitar la selección de la estrategia correcta, y ello puede representar una nueva función para el consultor especializado.**
- **Un ambiente de colaboración simplificará la vida de los consultores especializados, encargados de un aspecto específico del proyecto, en la medida en que podrán trabajar directamente con todas las partes y, al mismo tiempo, tener la libertad para abogar por todos los elementos de integración necesarios para el éxito del proyecto.**

## Papel de educador

Como se explicó en los pasos 1 y 2 de la presente guía, los proyectos integrales se estructuran en función de los valores, metas y objetivos establecidos conjuntamente por el equipo del proyecto. Si el proyecto no contempla objetivos en materia de sustentabilidad, el consultor especializado quizá tenga que educar al equipo respecto de los beneficios de incluir elementos de sustentabilidad y características ecológicas. El hecho de relacionar tales características con menores costos operativos y una más rápida introducción del inmueble terminado en el mercado puede ayudar a que la sustentabilidad forme parte de la conversación. Los autores de *The Integrative Design Guide to Green Building* [Guía de diseño integrador para la edificación sustentable] (7Group y Bill Reed, 2009) sugieren que trabajar con “sistemas anidados” (sistemas cuyos elementos se vinculan estrechamente) durante la definición de metas y objetivos (paso 2) ayuda a identificar y dar relevancia a las metas de sustentabilidad. Asimismo, examinar la forma en que un proyecto afecta los sistemas primarios del entorno en su conjunto —hábitat, agua, energía y materiales— revela las relaciones entre sistemas más pequeños y más grandes.

### Puntos clave:

- **Los proyectos integrales únicamente cumplirán con aquellos valores y objetivos que se hayan expresado claramente.**
- **Si la sustentabilidad no se ha incorporado aún en los valores y objetivos del proyecto, tal vez resulte necesario asumir el papel de educador a fin de sacar a la luz su importancia fundamental.**

## Coaprendizaje y decisiones conjuntas, elementos clave en la curva de aprendizaje

El diseño y la ejecución integrales entrañan una curva de aprendizaje exigente; sin embargo, los estudios de caso de que se dispone dejan claro que cuando un equipo concluye exitosamente un proyecto integral, ese equipo será mucho más eficiente en proyectos posteriores (véase el estudio de caso: Planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate). La función del consultor especializado es favorecer una cultura de colaboración y ser persistente en cuanto a lograr el compromiso de todos los participantes. Es importante que los integrantes del equipo pasen de considerarse “los expertos” a ser “coaprendices”, y ello únicamente podrá lograrse en un ambiente de colaboración que fomente las sugerencias, la apertura y las decisiones conjuntas.

### Puntos clave:

- **El aprender a tomar decisiones conjuntas deviene una cualidad deseable.**
- **Es esencial fomentar un espíritu de colaboración.**

## Uso del sistema de modelado de información de construcción

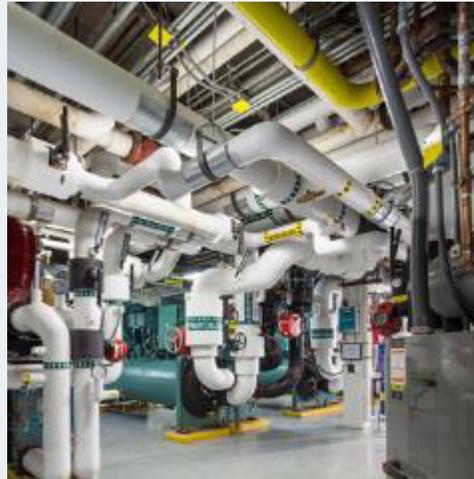
Para los consultores especializados en envolventes, iluminación o sistemas mecánicos de la edificación, el hecho de compartir modelos BIM conlleva las más altas ventajas al permitir la integración armoniosa de los sistemas y garantizar que éstos se instalen en la forma prevista. Gracias a la cada vez mayor disponibilidad de servidores en la nube y herramientas de código abierto, múltiples usuarios pueden acceder a un modelo BIM y los cambios realizados aparecerán en tiempo real ante los demás usuarios. En general, el sistema BIM ofrece a los consultores especializados que participan en una estrategia integral, una herramienta que permite lograr una verdadera colaboración desde la etapa inicial de diseño y orientar una discusión de las expectativas futuras respecto a las prácticas de gestión de una edificación, aspecto que frecuentemente se pasa por alto. Además de aportar una imagen de cómo será el desempeño de sistemas entrecruzados, el modelado de información de construcción puede convertirse en la base de mejoras operativas o renovaciones futuras. Utilizado con este propósito, el sistema BIM puede brindar al equipo de diseño un sentido de continuidad.

### Puntos clave:

- **Compartir un modelo BIM con el equipo permite la perfecta integración de sistemas.**
- **Aplicado correctamente, un modelo BIM puede disminuir el esfuerzo requerido para simular el desempeño de un inmueble y, por tanto, permitir al equipo un más rápido repaso de las opciones de diseño a fin de lograr las soluciones más sustentables y rentables.**
- **El software de modelado BIM constituye una herramienta esencial de colaboración.**



+



+

## Estudios de caso



+



+

+



Fuente: Universidad de Brown, gestión de instalaciones.

## Modernización del edificio Barus and Holley y del laboratorio Prince, de la Universidad de Brown

**Ubicación:** Providence, Rhode Island

[www.brown.edu/Facilities/Building\\_Brown/projects/bh/](http://www.brown.edu/Facilities/Building_Brown/projects/bh/)

Cuando la Universidad de Brown se embarcó en un proyecto para modernizar el edificio Barus and Holley —inmueble de siete pisos que comprende laboratorios, oficinas y salones de clase, y que no se había renovado desde su construcción en 1965—, los objetivos iniciales eran básicamente reparar lo que estuviera descompuesto. Las prioridades del proyecto comprendían la renovación de los sistemas mecánicos, a saber: instalar un nuevo sistema de alarma contra incendios, rehabilitar los elevadores, convertir el sistema de ventilación a que trabajara en su totalidad con aire del exterior, incorporar un sistema de recuperación de calor, y reemplazar la planta de refrigeración y las torres de enfriamiento, así como el centro de distribución eléctrica. Sin embargo, la universidad optó por instrumentar en este proyecto su primer contrato de ejecución y diseño integrales, de manera que —gracias a la eficiencia y al enfoque de colaboración del equipo— fue posible lograr que las tareas de reacondicionamiento se realizaran con mayores características ecológicas y metas de sustentabilidad. Además, el proyecto integral generó ahorros por 1.2 millones de dólares estadounidenses (\$EU) de un presupuesto inicial asignado de \$EU12 millones, monto que la Universidad de Brown aplicó a la realización de un estudio exhaustivo sobre la interrelación que guardan los sistemas mecánicos y un análisis de elevado grado técnico del sistema de agua caliente, mismos que, en el futuro, permitirán generar ahorros por concepto de agua y energía.

“ Haber tenido a los subcontratistas presentes en la mesa durante las fases iniciales, ofreciendo sus comentarios y sugerencias sobre las mejores formas de construir, fue por mucho lo que más contribuyó a los ahorros que logramos en costos. ”

Thomas Cousineau, gerente de proyecto de la Universidad de Brown

Gracias a la estrecha cooperación entre los integrantes del equipo, fue posible encontrar formas creativas de añadir valor agregado en términos de sustentabilidad sin costos adicionales, como la instalación del sistema de recuperación de energía para las descargas sanitarias (tarea muy sencilla que ya se había ensayado con el sistema de ventilación), el reemplazo de dos unidades de manejo del aire obsoletas por una sola y la adquisición de un motor de repuesto. Conforme el trabajo avanzaba, los integrantes del equipo detectaron otros problemas que podían reparar y, al sentirse incentivados para atender el proyecto como un todo, en vez de limitarse a sus particulares campos de trabajo, mostraron mayor disposición para asumir esas reparaciones sencillas. Por ejemplo, el equipo terminó reemplazando seis válvulas de tuberías ascendentes de agua que presentaban fugas procedentes de una alcantarilla que iba hacia el cuarto de mando eléctrico del laboratorio Prince, ubicado a un costado.

El mayor obstáculo fue obtener en forma oportuna las autorizaciones necesarias —según narra Thomas Cousineau, gerente de proyecto de la Universidad de Brown—, de tal forma que el equipo optó por sostener reuniones con los directores cada dos semanas. Esto funcionó bien, pero aumentó la necesidad de contar con un propietario activo y comprometido, y responsables de la toma de decisiones que fueran receptivos. Al principio, el personal de operaciones intervino activamente en el proyecto, “pero resultó difícil mantener su participación debido a la frecuencia de las reuniones”, comenta Cousineau. A la larga, el equipo se dio cuenta de que su compromiso sería más firme si se identificaba con los valores propios del personal. En este proyecto en particular —observa Cousineau—, “los verdaderos ocupantes del edificio no verán grandes cambios, salvo, quizás, que contarán con sistemas más confiables”. El equipo se dio cuenta de que el personal de operaciones “sería el verdadero propietario, ya que el nuevo equipo iba a ser de hecho para uso suyo”. Cambiar ese mensaje se fue convirtiendo en tema central del proyecto.

Tal vez a raíz de la importante retroalimentación recibida del personal de operaciones, la universidad decidió mantener dentro del proyecto la parte de los ahorros que le correspondían e invertir en otros rubros de más largo plazo. La eficiencia del equipo del proyecto permitió cubrir los gastos de trabajos de pintura extra, la revisión de la secuencia de operaciones para el sistema de agua caliente de alta temperatura y también una investigación sobre las interrelaciones entre los distintos sistemas con vista a futuros trabajos.

“Aunque supuso bastante esfuerzo lograr que todos comprendieran el nuevo contrato y sus ramificaciones —señala Cousineau—, en este caso fue lo que permitió al equipo lograr una verdadera colaboración. El que fuera uno de los focos de mayor consumo de energía en el campus universitario pasó a ser un modelo de sistemas eficaces”.

**Estrategias clave de diseño y ejecución integrales señaladas por el equipo del proyecto:**

- **Obtener el apoyo interno de la dirección o del consejo de administración.**
- **Realizar un taller para definir conjuntamente las metas y objetivos del equipo, con participación de los elementos clave, como el contratista general y los contratistas especializados.**
- **Utilizar un contrato multilateral.**
- **Vincular las utilidades y las retribuciones al desempeño.**
- **Limitar el uso de órdenes de cambio.**
- **Incluir convenios de renuncia de derechos y exoneración de responsabilidades.**
- **Lograr una transparencia financiera y fiscal.**
- **Procurar la participación y capacitación del personal de operaciones y mantenimiento.**

## Centro Internacional de Exposiciones y Convenciones WTC

**Ubicación:** Ciudad de México, Distrito Federal

[www.exposwtc.com/](http://www.exposwtc.com/)



Fuente: México es Cultura: La Cartelera Nacional.

Para el Centro Internacional de Exposiciones y Convenciones World Trade Center (WTC) de la Ciudad de México se establecieron algunas metas de edificación respetuosa del medio ambiente desde que se iniciaron las discusiones en torno a su renovación, sobre todo en cuanto a consumo de energía y adquisiciones sustentables, con la esperanza de alcanzar la destacada certificación LEED Oro. Las prácticas de armonización y comunicación que el equipo tomó del diseño y la ejecución integrales contribuyeron al logro de esas metas, según lo expresado por la directora de Sustentabilidad para México, A.C. (SUMe), Alejandra Cabrera, quien asumió el papel de gerente de proyecto. De hecho, este proyecto logró obtener la certificación por sus ventajas ambientales en cuestión de 18 meses.

Fue la primera vez que Alejandra Cabrera trabajaba en un proyecto cuya finalidad era obtener la certificación LEED, por lo que resultó de gran ayuda la reunión de arranque del proyecto

que se celebró con todo el equipo y que sirvió para “definir metas y obligaciones” y asegurar que todos y cada uno de los integrantes tuvieran claras sus responsabilidades. El equipo estuvo de acuerdo en fijar reglas que contribuyeran al avance; así, todos los integrantes quedarían incluidos en cualquier tipo de comunicación, correo o cita en relación con el proyecto; además, se programó una reunión semanal de control para “platicar sobre los avances del proyecto, informar sobre los logros y presentar al profesional acreditado en certificación LEED la documentación necesaria relativa al proyecto”. El equipo se cercioró de que estuviera presente el gerente de mantenimiento durante la reunión de arranque, y, aunque al principio fue difícil convencerlo de participar, Alejandra Cabrera informa que “valió la pena cada centímetro de estrés”. Si bien estos pasos podrían parecer elementales, ella asegura que establecer e integrar un equipo eficiente es fundamental para lograr un funcionamiento armónico y mantenerse integrados a lo largo de todo el proceso, en vez de arrancar con gran ímpetu para luego debilitarse o desintegrarse a medida que el proyecto avanza.

Gracias a la agilidad del equipo del proyecto y a su capacidad para responder a las sugerencias planteadas por cada uno de los miembros, fue posible proponer algunas soluciones creativas que contribuyeran a mejorar algunas partes del edificio construido hace 20 años. Así, por ejemplo, el equipo decidió impermeabilizar el techo con una membrana reflejante y biodegradable y, con la participación de Philips y Osram, se adquirieron lámparas con bajo contenido de mercurio. Sin la eficiencia alcanzada mediante los principios del diseño y la ejecución integrales, es probable que algunas de estas ventajas respetuosas del medio ambiente se hubieran eliminado con miras a reducir costos.

### **Estrategias clave de diseño y ejecución integrales señaladas por el equipo del proyecto:**

- Llevar el proceso conforme a un “mapa de ruta” concebido conjuntamente.
- Procurar la participación y capacitación del personal de operaciones y mantenimiento.

## Edificio federal Edith Green-Wendell Wyatt

**Ubicación:** Portland, Oregón

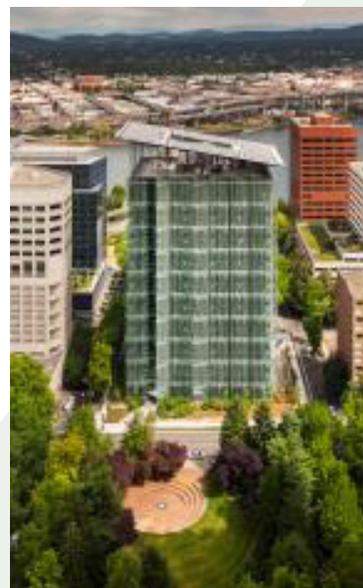
<http://gsa.gov/portal/content/252613>

Con una reducción de 50 por ciento en su consumo de energía y de 60 por ciento en su consumo de agua potable, básicamente mediante la captación de agua de lluvia para utilizar en sanitarios, el edificio Edith Green-Wendell Wyatt, ubicado en Portland, Oregón, cuenta con la certificación LEED Platino. Desde el punto de vista ambiental, se trata de mejoras sorprendentes que no habrían podido lograrse sin un equipo sumamente integrado y con un desempeño de alto nivel.

El grado de complejidad del proceso se vio aumentado por ser un proyecto del orden federal sujeto a restricciones de asignación a la oferta más baja, con lo que se eliminaba la posibilidad de adoptar un contrato de ejecución integral. Y entonces, ¿cómo se logró que el equipo se integrara y alcanzara tan buenos resultados? El gerente de proyecto para la Administración General de Servicios de Estados Unidos (*US General Services Administration*), Patrick Brunner, explica que el proyecto demuestra que “cuando se quiere, se puede”. Por pertenecer al sector público federal, el proyecto debía utilizar una estructura de precio máximo garantizado. El modelo de contratación que mejor se adhería a dicha estructura, además de ofrecer la mayor flexibilidad, fue un modelo de “gerente de construcción responsable de la obra”. Brunner dedicó tiempo y esfuerzos extra a entrevistar a quienes respondieron a la convocatoria para la presentación de propuestas y trató de visitar personalmente a los contratistas y proveedores candidatos en sus oficinas, e incluso acudió a ver proyectos que habían ejecutado. La directora de SERA Architects, Lisa Petterson, recuerda que, una vez integrado el equipo con los elementos idóneos, Brunner convocó a los distintos integrantes y dijo: “Conforme al contrato, esto no puede hacerse, pero firmemos todos este acuerdo de una página a manera de entendido práctico de cómo procederemos”. El equipo convino en establecer una política de registro abierto de cuentas, en aras de una transparencia financiera, y luego formuló principios para actuar en forma colaborativa y tomar decisiones conjuntas.

Una de las medidas proactivas que adoptaron como parte de esta política —según lo narrado por Petterson— fue que durante la construcción el equipo responsable de la concepción y el diseño *in situ* se ubicó en el mismo espacio que el contratista general. En cuanto a los subcontratistas, “uno de los mayores impedimentos para realizar su trabajo suele ser el acceso a la información”, señaló Petterson, quien explicó que en el proceso convencional el subcontratista tiene que determinar lo que hace falta, escribir la solicitud de información correspondiente y entregarla al contratista, quien a su vez la hace llegar al arquitecto, y éste al ingeniero, para terminar en manos del proveedor. “Todo este proceso toma tres semanas y media, y eso suponiendo que se haya entendido bien la solicitud.” De modo que el equipo decidió mantener una “política de puertas abiertas” en horas de trabajo, que permitía a cualquiera acudir a plantear sus dudas. “Eso afectó nuestra productividad —a corto plazo—, pero contribuyó a la ejecución global del proyecto”, comentó Petterson. Como resultado, el proyecto registró apenas 855 solicitudes de información formales, en comparación con las 6,000 que suelen recibirse en un proyecto similar típico, y muchas veces sólo se trataba de “confirmar información para el registro administrativo”, agregó.

El entorno de colaboración también rindió frutos, ya que permitió al equipo del proyecto ajustar de la mejor forma posible los desafíos imprevistos. Por ejemplo: después de haber cotizado los parasoles exteriores, originalmente diseñados para medir 60 centímetros de ancho, el proveedor sugirió que si éstos se reducían a 45 cm, el material podría



Fuente: Administración General de Servicios de Estados Unidos (*US General Services Administration*).



emplearse con mucha mayor eficiencia. Los arquitectos regresaron a la mesa de trabajo y descubrieron que con un ligero ajuste era posible separar los parasoles 15 cm de la pared y aun así conseguir la sombra necesaria. “Sólo nos tomó un día entender cómo podíamos atender esta situación y resolverla con apenas una ligera modificación —señaló la Lisa Petterson—, y ello nos permitió ahorrar millones de dólares al proyecto.”

Otro ligero cambio de dirección tuvo lugar cuando, una vez finalizado el diseño, los futuros arrendatarios comenzaron a firmar sus contratos de arrendamiento y solicitaron capacidad para alojamiento de servidores locales. Conforme al diseño original, el equipo del proyecto había proyectado monitorear y controlar los servidores desde otro lugar, a fin de conservar valioso espacio utilizable en el edificio (y alcanzar más fácilmente las metas en términos de intensidad del consumo de energía); sin embargo, los arrendatarios manifestaron con toda claridad sus necesidades. Según Matthew Braun, ejecutivo de proyecto en Howard S. Wright (contratista general del proyecto), el equipo resolvió entonces reunir todos los servidores en el sótano, en vez de mantenerlos repartidos

por piso. Para ello fue necesario obtener la aprobación de los arrendatarios, ya que se verían obligados a pagar más. No obstante, esto iba a permitir al equipo cumplir con las metas originales fijadas para el edificio respecto a eficiencia energética, puesto que con el sistema centralizado era posible aprovechar la recuperación de calor. Actualmente, un enfriador-recuperador del calor, con capacidad de cien toneladas, está dando servicio al cuarto de servidores, y lo importante es que el sistema cuenta con capacidad suficiente para un futuro crecimiento. “Si nuestro equipo de trabajo no hubiese estado integrado, el proyecto entero se habría demorado en tanto resolvíamos dónde ubicar y cómo manejar los servidores”, asevera Braun. “En cambio, logramos integrar el sistema completo, aun después de que toda la infraestructura mecánica y eléctrica se había instalado, y el proyecto avanzó conforme a lo planeado”, concluyó.

El equipo del proyecto generó la cantidad necesaria de ahorros para cubrir el pago de un año adicional de servicios profesionales, que se aprovecharon en capacitación de personal de operaciones y mantenimiento, además de levantarse encuestas generales después de la ocupación del inmueble, valor agregado que a menudo pasa a un segundo plano. Tras concretar un proyecto que rindió tantos frutos, Brunner afirma que lo más importante ha sido la formación de un equipo de proyecto “cuyos miembros ven la importancia de esforzarse por hacer siempre mejor las cosas”. Asimismo, considera la modalidad de contrato aplicada como “una útil herramienta” y confía en que logre crearse una especie de convenio trilateral para uso en el ámbito federal, aunque “no por ello se tendrá una ‘varita mágica’ que todo lo resuelva”, agregó. “La clave estriba en esmerarse constantemente y elevar los estándares —en un proceso constante de formulación, replanteamiento y discusión—; eso es lo que hace posible la magia.”

#### Estrategias claves de diseño y ejecución integrales señaladas por el equipo del proyecto:

- **Obtener el apoyo interno de la dirección o del consejo de administración.**
- **Organizar un taller de armonización a fin de aprovechar los valores comunes, compartidos por el propietario y el equipo.**
- **Realizar un taller para definir conjuntamente las metas y objetivos del equipo, con participación de los elementos clave, como el contratista general y los contratistas especializados.**
- **Utilizar herramientas compartidas de modelado de información de construcción (BIM).**



## Planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate

**Ubicación:** Vancouver, Columbia Británica

[www.metrovancouver.org/lionsgate](http://www.metrovancouver.org/lionsgate)

La historia de la planta de tratamiento de aguas residuales Lion's Gate demuestra que la colaboración iterativa y las aportaciones de expertos multidisciplinarios permiten a los equipos encontrar sinergias que un individuo no podría descubrir por sí solo. Cuando el distrito regional del Gran Vancouver (Metro Vancouver) se vio en la necesidad de mejorar su planta de tratamiento de aguas residuales con una instalación secundaria —cuyos requisitos de filtración, mucho más avanzados, hacían necesario construir toda una nueva planta en otro sitio—, la dependencia quiso hacerlo de manera que se potenciaron sus objetivos en materia de sustentabilidad, sobre todo por cuanto a reducir sus costos de energía, su huella de carbono, el consumo de agua potable y el impacto ambiental.

Buscando adoptar desde el principio una estrategia de diseño integrador, el equipo participante elaboró una propuesta basada en un enfoque sistémico del agua, la energía y los nutrientes que incluía la recuperación del calor de las descargas al alcantarillado, la generación de biogás y la recuperación de agua y nutrientes, con lo que se aseguraba que la planta generaría nuevos recursos a partir de lo que suele verse como materia de desecho. El proyecto constituye, pues, un modelo de cómo un equipo bien integrado, guiado por una serie de valores, puede alcanzar niveles más altos de sustentabilidad que un equipo normal.

La dependencia se había mantenido atenta a la puesta en marcha de otra planta de tratamiento de aguas residuales, el Sistema de Tratamiento Brightwater, en el área de Seattle, en la que también se había procurado establecer un proceso integrador. Esta fue la razón por la que Lion's Gate seleccionó como ingeniero a John Spencer, de CH2M Hill, quien se había desempeñado como gerente de proyecto en la planta de Seattle. Además, se contrató a Bill Reed y John Boecker para que facilitaran el proceso integrador descrito en la guía de procesos integrales *Integrative Process (IP) ANSI Consensus National Standard Guide (MTS, 2012)*.

Su experiencia ayudó al equipo a sortear parte de la curva de aprendizaje inicial, y a que el proyecto lograra mantenerse por buen camino en cuanto a costos. Un buen indicio de ello es que, hasta la fecha, en el proyecto de Lion's Gate se han realizado apenas tres modificaciones al contrato, mientras que el proyecto de Brightwater registró 42 en los primeros dos años. Con todo, al inicio, los equipos de arquitectura e ingeniería tuvieron algunos problemas de comunicación. El equipo de ingeniería, sobre todo, tenía toda la disposición para empezar a diseñar y no lograba entender a cabalidad por qué las especificaciones del proyecto no se habían discutido incluso después de tres talleres de equipo.

El proyecto venció esa resistencia cuando los arquitectos se dieron cuenta de que los ingenieros no tenían intención de utilizar todo el espacio para instalar los sistemas mecánicos. Al contrario, los ingenieros habían trabajado arduamente para aprovechar el espacio al máximo y dar a los arquitectos más con qué trabajar. De igual forma, los ingenieros se sorprendieron al enterarse de que los arquitectos estaban dispuestos a trabajar con algunas limitaciones y que no esperaban que los ingenieros enterraran todos los tanques ni los ocultaran por meras razones estéticas. La clave, según lo narrado por el propietario, consistió en que el equipo tuvo la disciplina para impulsar todo el proceso de armonización y no intentó deshacerse de los facilitadores luego del primer taller. Al confiar en el proceso —y confiar en sí mismos—, los miembros del equipo lograron un nivel de compromiso más profundo, así como un mayor potencial para la instalación.

La dependencia tiene ahora planes de proseguir con un modelo de ejecución diseño-construcción, mediante la aplicación de un diseño esquemático que —afirma— no se habría podido concebir de otra forma, y que el personal de operaciones y mantenimiento ha aceptado sin reservas.

### **Estrategias claves de diseño y ejecución integrales señaladas por el equipo del proyecto:**

- **Obtener el apoyo interno de la dirección o del consejo de administración.**
- **Organizar un taller de armonización a fin de aprovechar los valores comunes, compartidos por el propietario y el equipo.**
- **Llevar el proceso conforme a un “mapa de ruta” concebido conjuntamente.**
- **Procurar la participación y capacitación del personal de operaciones y mantenimiento.**



Fuente: Miller Hull Partnership.

## Centro Mosaic

**Ubicación: Edmonton, Alberta**

<http://themosaiccentre.ca/>

Los propietarios del Centro Mosaic, Dennis y Christy Cuku, establecieron metas sumamente elevadas en cuanto a sustentabilidad y ventajas ambientales para sus nuevas oficinas en Edmonton, Alberta. Entre sus ambiciosas aspiraciones, se propusieron obtener la certificación LEED Platino y la de nulo consumo neto de energía que otorga el International Living Future Institute, certificaciones que difícilmente podrían alcanzar sin el apoyo de un equipo integrado.

Ahora bien, la consecución de estos logros no siempre fue cosa segura. A medio camino en el proceso de diseño, con dos millones de dólares canadienses gastados y seis meses invertidos básicamente en “forjar la cultura del proyecto”, la pareja decidió, además, probar un contrato de ejecución integral del proyecto. Invertir más dinero en la negociación de un nuevo contrato, en vez de proceder con el diseño, supuso un riesgo, pero Howard Ashcraft, quien se encargó de gestionar las negociaciones del contrato, les aseguró que la adopción de la EIP una vez arrancado un proyecto era, de hecho, bastante común y que a menudo alcanzaba el mismo nivel de resultados que los proyectos que empleaban un modelo EIP desde el inicio.

Resultó, pues, que en esa fase aún no era demasiado tarde para que el proyecto se beneficiara de las posibles aportaciones del contratista y los consultores. Para adoptar el contrato, el equipo tuvo que examinar con detenimiento la forma en que se procedería propiamente con la construcción, y, al ver que el proyecto podía salirse de presupuesto, el equipo de diseño “empezó a eliminar detalles innecesarios que el arquitecto había especificado originalmente”, comentó Dennis Cuku.

Las negociaciones del contrato también fueron benéficas pues sirvieron de complemento a la integración del equipo y al trazado de metas que ya se había iniciado. El equipo se había formado una visión del éxito del proyecto, y ya tenía una lista de objetivos y otra de decisiones, pero la matriz de valores que había facilitado Ashcraft “realmente los empoderó para tomar decisiones tras ponderar los resultados frente a los seis valores centrales”, explicó Cuku. “Una vez que el proceso se echó a andar, ya no tuve que meter mano. Desde el punto de vista de un propietario, ése es el verdadero valor del proceso de EIP. Uno no quiere tener que estar en el sitio todos los días, lidiando con problemas de personalidad y diseño”, agregó.

El equipo resultó tan efectivo y autosuficiente que permitió lograr el proyecto con 5 por ciento menos del presupuesto original y cinco meses antes de lo programado, lo que demuestra que el diseño y la ejecución integrales resultan particularmente efectivos en la construcción de edificaciones sustentables sin salirse del presupuesto. Pero, con todo, hubo cosas que Cuku aprendió a lo largo del proceso. Por ejemplo, la conveniencia de haber incluido a más personas en el equipo EIP de base, e incluso haber hecho desde un principio algunos cambios clave, ya que hubo individuos que no se alinearon plenamente con la dirección del proyecto y “resultó difícil para el resto del equipo EIP aceptarlos en la cultura del proyecto”. Al respecto, la sugerencia de Cuku es la siguiente: “En mi opinión, debe haber una lista de verificación de personalidades para elegir a los socios. Este proceso no es para todos. Hace falta tener la mejor disposición para colaborar y formar parte de un equipo”.

### **Estrategias claves de diseño y ejecución integrales señaladas por el equipo del proyecto:**

- **Obtener el apoyo interno de la dirección o del consejo de administración.**
- **Organizar un taller de armonización a fin de aprovechar los valores comunes, compartidos por el propietario y el equipo.**
- **Realizar un taller para definir conjuntamente las metas y objetivos del equipo, con participación de los elementos clave, como el contratista general y los contratistas especializados.**
- **Utilizar contratos multilaterales.**
- **Vincular las utilidades y las retribuciones al desempeño.**
- **Limitar el uso de órdenes de cambio.**
- **Incluir convenios de renuncia de derechos y exoneración de responsabilidades.**
- **Lograr una transparencia financiera y fiscal.**



Fuente: Centro Mosaic, Dennis Cuku.

## Centro de Innovación del Instituto de las Montañas Rocallosas

**Ubicación:** Basalt, Colorado

[http://www.rmi.org/rmi\\_innovation\\_center](http://www.rmi.org/rmi_innovation_center)

Fuente: ZGF Architects.



El diseño y la ejecución integrales permitieron al Instituto de las Montañas Rocallosas (*Rocky Mountain Institute*, RMI) ampliar el perfil ambiental de su Centro de Innovación en Basalt, Colorado. Este proyecto busca llegar a ser una de las edificaciones energéticamente más eficientes de Estados Unidos y, a lo largo de ese proceso, dar con estrategias novedosas para la edificación sustentable. El diseño y la ejecución integrales están ayudando al RMI a lograrlo, gracias a un clima de confianza creado en el equipo del proyecto y la apertura de oportunidades para hablar de forma constructiva acerca del riesgo.

Se espera que el Centro de Innovación alcance una intensidad del consumo energético de 16 kBtu por pie cuadrado, en parte mediante una estrategia de calefacción y refrigeración totalmente pasiva (los únicos sistemas mecánicos se destinan a la ventilación y a la calefacción localizada de reserva). Esto es solamente posible en los climas más fríos de los 48 estados continentales de Estados Unidos, por medio del diseño de umbrales de “confort adaptable”. Estos umbrales identifican amplios rangos de puntos de ajuste de temperatura para el confort humano, los cuales tienen en cuenta los seis factores que permiten a los humanos sentir calor o frío: velocidad y temperatura del aire, humedad, nivel de actividad, nivel vestimentario, y temperatura de la superficie radiante. Diseñar un espacio que pueda fluctuar entre 18 y 28 °C, en lugar de 21 y 24 °C, ofrece más posibilidades a la forma que puede tomar la construcción. Además, permite al equipo disminuir de manera significativa el tamaño de los sistemas mecánicos (o incluso eliminarlos), según Chris McClurg del RMI, quien añade que, “con todo, siempre existe el temor de qué sucede si no funciona”. Dado que el espacio de trabajo necesario para el número creciente de miembros de la organización y los beneficios del equipo del proyecto dependían de los resultados finales del proyecto en su conjunto, y no sólo del ámbito de acción del equipo, éste “tenía que encontrar la manera de hablar abiertamente acerca del riesgo”.

El RMI contrató a un consultor con el fin de facilitar el taller para la negociación del contrato de ejecución integral del proyecto (EIP) y para asegurarse de que todos los puntos se presentaran con claridad. Posteriormente dio un orden estricto a los procesos con el objeto de asegurar que las metas se formularan claramente y se comunicaran de manera fluida las decisiones. El equipo estableció un sistema modificado de planificación colaborativa por demanda (*pull planning*) para la fase de diseño, basado en la organización de reuniones semanales con el consultor para resolver los problemas que pudiesen surgir. El equipo de diseño se dividió geográficamente entre Portland, Oregón y Colorado. Según comentó Kathy Berg, de ZGF Architects, vista la situación en retrospectiva, sin las restricciones de esta doble ubicación geográfica, en ocasiones podría haberse caído en una forma de trabajo más convencional; sin embargo, el grupo continuó entablando conversaciones sobre una forma diferente de participación “en el sentido de ‘integremos una mayor EIP’, lo que llegó a ser una especie de frase cifrada para actuar de manera más colaborativa”, afirmó la gerente de proyecto en RMI, Cara Carmichael.

Una vez establecido un proceso efectivo, el equipo logró generar la confianza necesaria para manejar los riesgos que suelen acompañar todo intento innovador. Según el presidente de Architectural Applications, John Breshears, el equipo realizó un radical replanteamiento de estrategias pasadas en materia de calefacción y refrigeración. En lugar de preocuparse por el espacio en su totalidad, el equipo se centró en la calefacción y refrigeración pasivas, justo en las áreas de mayor ocupación: cada persona tendría su propia hipersilla (*hyperchair*), una silla de escritorio que suministra calefacción y refrigeración directamente a su ocupante.



Fuente: ZGF Architects.

Otra decisión de diseño que el equipo atribuyó a su proceso integral fue el uso de madera contralaminada (*cross-laminated timber*, CLT). El proyecto enfrentaba limitaciones en cuanto a equilibrar el presupuesto respecto de la altura de la construcción, y la madera contralaminada ayudó a mantener una mayor altura de piso a piso con el fin de maximizar la entrada de luz natural y, al mismo tiempo, permitir la distribución de los sistemas mecánicos. “Contar con la presencia del contratista nos ayudó a comprender cómo el uso de madera contralaminada podía ayudar a reducir los tiempos de ejecución, puesto que la mayor parte del material es prefabricado”, afirmó Breshears. Asimismo, el equipo de diseño determinó que, gracias a ese material, podía utilizar escaleras rectas sin descansos, con el consiguiente ahorro de espacio muy valioso.

Además de todos los resultados tangibles generados por el proceso integral, el entorno de trabajo colaborativo tuvo también un efecto positivo entre los miembros del equipo del proyecto, en el plano personal. “En cierto sentido, éste ha sido uno de los proyectos más frustrantes en los que he trabajado —expresó Berg—, pero para bien. Constantemente debíamos preguntarnos: ¿estamos esforzándonos lo suficiente?”

“Establecimos relaciones tan abiertas —comentó McClurg— que desearía que pudiésemos hacerlo de nuevo. ¿Cuánta gente podría afirmar lo mismo acerca de un proyecto en el que trabajó?”

#### **Estrategias claves de diseño y ejecución integrales señaladas por el equipo del proyecto:**

- **Organizar un taller de armonización a fin de aprovechar los valores comunes, compartidos por el propietario y el equipo.**
- **Realizar un taller para definir conjuntamente las metas y objetivos del equipo, con participación de los elementos clave, como el contratista general y los contratistas especializados.**
- **Utilizar contratos multilaterales.**
- **Vincular las utilidades y las retribuciones al desempeño.**
- **Limitar el uso de órdenes de cambio.**
- **Incluir convenios de renuncia de derechos y exoneración de responsabilidades.**
- **Lograr una transparencia financiera y fiscal.**
- **Utilizar herramientas compartidas de modelado de información de construcción (BIM).**
- **Instrumentar una gestión eficiente, sin pérdidas (*lean*), del proyecto.**

## Escuela secundaria Sarah E. Goode STEM Academy

**Localización: Chicago, Illinois**

<http://goodestemacademy.org/>

La escuela secundaria Sarah E. Goode STEM Academy, que forma parte del sistema Escuelas Públicas de Chicago (*Chicago Public Schools, CPS*), tendrá un consumo considerablemente menor de energía y permitirá la entrada de mucha más luz natural en sus salones de clase gracias a la influencia de un equipo integrado. Este singular proyecto permite realizar una comparación directa con un proceso convencional y demuestra que la integración conduce a resultados más respetuosos del medio ambiente cuando la sustentabilidad constituye una meta manifiesta del proyecto.

El proceso de diseño del nuevo plantel de la Sarah E. Goode STEM Academy se inició con un prototipo en que se definía gran parte del concepto: plano del terreno, volumetría, estructura, orientación, proximidades programáticas y elevaciones. A pesar de estas limitantes, la junta de Escuelas Públicas de Chicago y la Comisión de Construcciones Públicas de Chicago (*Public Building Commission of Chicago, PBC*), que administra el desarrollo de proyectos para CPS y otras entidades de la ciudad, deseaban que el proyecto lograra la certificación LEED Plata. Afortunadamente, la PBC incluye un ecotaller intensivo como parte de su proceso convencional, y Helen J. Kessler, consultora en sustentabilidad de la firma HJKessler Associates, aprovechó el apoyo de la gerente de sustentabilidad de la PBC, Deeta Bernstein, para presentar los principios del diseño integrado y explorar opciones de diseño.

La meta establecida consistió en mejorar el desempeño energético y, a la vez, disminuir los costos iniciales y ofrecer a los estudiantes un buen entorno de aprendizaje. Valiéndose del lema “Todos desde el inicio involucrados en todos los asuntos” formulado en 2012 por la *Integrative Process (IP) ANSI Consensus National Standard Guide* (MTS, 2012), Kessler ayudó al equipo a centrar su atención en las relaciones entre los sistemas, para lo cual recurrió a un proceso integral, iterativo, no lineal. Además, desafió al equipo a pensar de forma innovadora, invitándolo a preguntarse: “¿cómo podemos mejorar el desempeño del prototipo sin cambiar la planta o la localización en el terreno?”. Durante la discusión se fueron perfilando algunas de las principales metas: aumentar la cantidad de luz natural, simplificar la construcción, reducir los costos, instrumentar un sistema de climatización más efectivo y procurar la participación de la comunidad. El taller intensivo incluyó a todos los miembros del equipo de diseño, entre los que figuraron la directora de STR Partners, arquitecta Jennifer Costanzo, el ingeniero mecánico Sachin Anand, de dBHMS, y el director de Jacobs/Ryan Associates, arquitecto paisajista Terry Ryan, así como representantes del sistema escolar y otros actores externos.



Fuente: Comisión de Construcciones Públicas de Chicago.

Después de múltiples iteraciones en que se tuvieron en consideración los costos y beneficios de un sistema geotérmico de bombeo de calor, en comparación con un sistema mecánico estándar instalado en la azotea, con distribución de un volumen de aire variable, el equipo optó por la calefacción geotérmica, opción que hacía innecesarias tanto la construcción de una plataforma para el equipo en la azotea como la instalación de un complejo sistema de ductos en toda la edificación. Los análisis realizados llevaron a descubrir que la bomba de calor geotérmica en realidad costaba menos, a pesar de la creencia generalizada al contrario. Esta solución también permitió también reducir la altura entre pisos y, por consiguiente, la altura total de la edificación. El equipo utilizó entonces un proceso iterativo de modelización de luz natural y energía con el fin de decidir hasta qué punto ampliar las ventanas de los salones de clase para maximizar la iluminación natural. Asimismo, se decidió sustituir la estructura de losa aligerada por otra, más estándar, de acero con cubierta de hormigón (concreto), lo que permitió una mayor flexibilidad y facilitó la construcción.

Convenientemente, otra escuela, mucho más cercana al prototipo original, lanzó una licitación al mismo tiempo que la Sarah E. Goode STEM Academy, lo que ofreció la posibilidad de hacer una comparación de costos reales. El diseño de la escuela Goode disminuyó el costo de la construcción por encima de 2 por ciento, y redujo, a su vez y de manera notable, el consumo de energía al tiempo que brindaba un mejor ambiente para el aprendizaje.

Otro resultado del proyecto fue la manera en que cambió la mentalidad de cada individuo. La gerente de sustentabilidad de la PBC se convirtió en “creyente” del diseño integrador, en cuanto a que el proceso realmente funciona y que sí es posible ejecutar una construcción respetuosa del medio ambiente y a la vez disminuir los costos iniciales. La arquitecta Jennifer Costanzo también se volvió partidaria de este modelo: “Yo creía que como estábamos trabajando a partir de un prototipo, los talleres de diseño intensivos eran una pérdida de tiempo. Pero luego el propietario mismo sugirió valiosos cambios”, declaró la directora de STR Partners a la revista *Chicago Architect* (Petersen, 2014).

Y, en ocasiones, es simplemente cuestión de suerte: el director de la escuela, quien no había estado involucrado de modo directo en la mayor parte de las discusiones en torno al diseño, en alguna ocasión participó en una reunión de construcción y escuchó que al proyecto le hacía falta sólo un par de puntos para lograr la certificación LEED Platino. Sin saber mucho acerca de la norma LEED, el director preguntó: “¿Qué es eso del nivel ‘Platino’ y cómo es que no podemos alcanzarlo?” Kessler no había logrado que el sistema CPS aprobase una encuesta de confort térmico, así que este asunto no había estado en las discusiones. Pero, con el apoyo del director, se obtuvo la aprobación tanto para la encuesta como para un par de créditos relacionados con otras operaciones. En la actualidad, algunos estudiantes trabajan en la encuesta de confort térmico, y el proyecto logró la certificación Platino.

#### **Estrategias claves de diseño y ejecución integrales señaladas por el equipo del proyecto:**

- **Realizar un taller para definir conjuntamente las metas y objetivos del equipo, con participación de los elementos clave, como el contratista general y los contratistas especializados.**
- **Procurar la participación del personal de operaciones y mantenimiento.**

# Bibliografía

- AEC Magazine (2013), *BIM for manufacturers* [BIM para fabricantes], julio de 2013, en: <[www.aecmag.com/comment-mainmenu-36/567-bim-for-manufacturers-](http://www.aecmag.com/comment-mainmenu-36/567-bim-for-manufacturers-)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).
- AIA California Council (2014), *Integrated project delivery: An updated working definition* [Ejecución integral de proyectos: una definición práctica actualizada], versión 3, American Institute of Architects California Council [Instituto Estadounidense de Arquitectos: Consejo de California]; disponible en: <[www.aiacc.org/new-ipd-pdf-form/](http://www.aiacc.org/new-ipd-pdf-form/)>.
- Ashcraft, Howard (s. f.), *The IPD framework* [Estructura de la ejecución integral de proyectos], Hanson Bridgett LLP; disponible en: <[www.hansonbridgett.com/Publications/pdf/~/\\_/media/Files/Publications/IPD\\_Framework.pdf](http://www.hansonbridgett.com/Publications/pdf/~/_/media/Files/Publications/IPD_Framework.pdf)>.
- Ashcraft, Howard (2011), *IPD teams: Creation, organization, and management* [Equipos IPD: creación, organización y gestión], Hanson Bridgett LLP; disponible en: <[www.hansonbridgett.com/Publications/pdf/~/\\_/media/Files/Publications/IPD-Teams.pdf](http://www.hansonbridgett.com/Publications/pdf/~/_/media/Files/Publications/IPD-Teams.pdf)>.
- Ashcraft, Howard (2013), *Integrated project delivery: The owner's perspective* [Ejecución integral de proyectos: la perspectiva del propietario], Hanson Bridgett LLP; disponible en: <[www.cisc-icca.ca/getmedia/598988de-03df-4a4e-b13a-e074f74d7723/The-Owner\\_s-Perspective.aspx](http://www.cisc-icca.ca/getmedia/598988de-03df-4a4e-b13a-e074f74d7723/The-Owner_s-Perspective.aspx)>.
- ASQ (2014), *Quality assurance vs. quality control* [Aseguramiento de la calidad versus control de la calidad], American Society for Quality [Sociedad Estadounidense para la Calidad], en: <<http://asq.org/learn-about-quality/quality-assurance-quality-control/overview/overview.html>> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).
- Betts, Gary (2000), *Construction documentation specifications: The architect's handbook of professional practice* [Especificaciones para la documentación de construcción: manual de prácticas profesionales para el arquitecto], 13a edición, John Wiley & Sons.
- CCA (2013), *Mejoramiento de las condiciones para la construcción de edificaciones sustentables en América del Norte: formación de la fuerza laboral del sector de la edificación sustentable*, Montreal, Canadá, Comisión para la Cooperación Ambiental; disponible en: <[www3.cec.org/islandora/es/item/11387-improving-conditions-green-building-construction-in-north-america-enhancing-capabilities-es.pdf](http://www3.cec.org/islandora/es/item/11387-improving-conditions-green-building-construction-in-north-america-enhancing-capabilities-es.pdf)>.
- CIFE (2007), *VDC USE in 2007: Significant value, dramatic growth, and apparent business opportunity* [Aplicación del diseño y construcción virtuales —VDC, por sus siglas en inglés— en 2007: Valor considerable, crecimiento impresionante y aparente oportunidad de negocio], Center for Integrated Facility Engineering [Centro para Ingeniería de Instalaciones Integrales], informe técnico núm. TR171; disponible en: <<http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR171.pdf>>.
- Cole, Jeff y Michael Hatten (s. f.), *Integrating energy engineering and performance modeling into the design process* [Integración de la ingeniería energética y la modelización del desempeño en el proceso de diseño], BetterBricks; disponible en: <[www.betterbricks.com/graphics/assets/documents/Performance\\_Modeling\\_FINAL-WEB.pdf](http://www.betterbricks.com/graphics/assets/documents/Performance_Modeling_FINAL-WEB.pdf)>.
- Energy Star (s. f.), *What is energy use intensity* [¿Qué es la intensidad del consumo de energía?], en: <[www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/use-portfolio-manager/understand-metrics/what-energy](http://www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/use-portfolio-manager/understand-metrics/what-energy)> (consulta realizada el 26 de marzo de 2015).
- FMI Corporation (2005), *Sixth annual FMI/CMAA survey of owners* [Sexta encuesta anual para propietarios de FMI y la Asociación Estadounidense de Gerentes de Construcción]; disponible en: <[www.cmaafoundation.org/files/surveys/2005-survey.pdf](http://www.cmaafoundation.org/files/surveys/2005-survey.pdf)>.

- FMI Corporation (2007), *Eighth annual FMI/CMAA survey of owners: The perfect storm—construction style* [Octava encuesta anual para propietarios de FMI y la Asociación Estadounidense de Gerentes de Construcción: Construcción estilo la tormenta perfecta]; disponible en: [www.cmaafoundation.org/files/surveys/2007-survey.pdf](http://www.cmaafoundation.org/files/surveys/2007-survey.pdf).
- Gallaher, Michael, *et al.* (2004), *Cost analysis of inadequate interoperability in the U.S. capital facilities industry* [Análisis de costos de una interoperabilidad inadecuada en la industria estadounidense de activos fijos inmobiliarios], agosto de 2004, National Institute of Standards and Technology [Instituto Nacional de Normalización y Tecnología de Estados Unidos]; disponible en: <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build04/PDF/b04022.pdf>.
- Gehrig, David (2010), *IPD video series - Part 6* [Serie de videos sobre EIP: parte 6], Hanson Bridgett LLP, julio de 2010, en: [www.hansonbridgett.com/Publications/videos/ipd-video-part6.aspx](http://www.hansonbridgett.com/Publications/videos/ipd-video-part6.aspx) (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).
- Jelen, F. y J. H. Black (1983), *Cost and optimization engineering* [Ingeniería de costos y optimización], 3a. edición, McGraw-Hill Book Company.
- Kristine Fallon Associates, Inc. (2012), *BIM for owners - Background and strategies for success. Movement for Innovation Industry Reports and Economist Magazine* [BIM para propietarios: antecedentes y estrategias de éxito. Informes industriales de Movement for Innovation Industry Reports y *Economist Magazine*]; disponible en: [www.tn.gov/finance/OSA/documents/KFAtoIndustry9.27.12.pdf](http://www.tn.gov/finance/OSA/documents/KFAtoIndustry9.27.12.pdf).
- Lean Construction Institute (2015), *Glossary* [Glosario], Lean Construction Institute [Instituto de la Construcción sin Pérdidas], en: [www.leanconstruction.org/training/glossary/](http://www.leanconstruction.org/training/glossary/) (consulta realizada el 14 de febrero de 2015).
- Levine, M., D. Üрге Vorsatz, K. Blok, L. Geng, D. Harvey, S. Lang, G. Levermore, A. Mongameli Mehlwana, S. Mirasgedis, A. Novikova, J. Rilling y H. Yoshino (2007), *Residential and commercial buildings* [Edificaciones residenciales y comerciales], “Climate change 2007: Mitigation” [Cambio climático 2007: mitigación], contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, B. Metz *et al.* (editores), Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Nueva York, Estados Unidos; disponible en: [www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter6.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter6.pdf).
- Maginnis Law (2011), *Oral and written change orders in construction contracts* [Órdenes de cambio orales y escritas en contratos de construcción], en: [www.maginnislaw.com/2011/04/oral-and-written-change-orders-in-construction-contracts/](http://www.maginnislaw.com/2011/04/oral-and-written-change-orders-in-construction-contracts/) (consulta realizada el 8 de abril de 2015).
- Malin, Nadav (2007), *Building information modeling: Transforming an industry* [Modelización de la información de construcción: transformación de una industria], BuildingGreen, Inc., en: [www2.buildinggreen.com/article/building-information-modeling-and-green-design](http://www2.buildinggreen.com/article/building-information-modeling-and-green-design) (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).
- MTS (2012), *Integrative process (IP)® ANSI Consensus National Standard Guide®—Design and construction of sustainable buildings and communities* [Guía del Integrative Process (IP) ANSI Consensus National Standard para el diseño y la construcción de edificaciones y comunidades sustentables], Institute for Market Transformation to Sustainability [Instituto para la Transformación del Mercado hacia la Sustentabilidad].
- National Association of State Facilities Administrators *et al.* (2010), *Integrated project delivery for public and private owners* [Ejecución integral de proyectos para propietarios de los sectores público y privado]; disponible en: [www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab085586.pdf](http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab085586.pdf).
- National BIM Standard US (2015), *Frequently asked questions About the National BIM Standard-United States™* [Preguntas frecuentes acerca de la norma nacional BIM de Estados Unidos], en: [www.nationalbimstandard.org/faq.php](http://www.nationalbimstandard.org/faq.php) (consulta realizada el 13 de febrero de 2015).

- “Oregon State Capitol Renovation project” [Proyecto de renovación del capitolio del estado de Oregón], en: <[www.oregonlegislature.gov/renovation](http://www.oregonlegislature.gov/renovation)> (consulta realizada el 11 de marzo 2015).
- Petersen, Laurie (2014), “Natural LEEDer”, *ChicagoArchitect*, septiembre-octubre, pp. 28-32.
- 7Group y Bill Reed (2009), *The Integrative design guide to green building: Redefining the practice of sustainability* [Guía para el diseño integral de la edificación sustentable: redefinición de la práctica de la sustentabilidad], Hoboken, Nueva Jersey, Wiley.
- Six Sigma (2015), *Determine the root cause: 5 Whys* [Determinar la causa: los cinco porqué], en: <[www.isixsigma.com/tools-templates/cause-effect/determine-root-cause-5-whys/](http://www.isixsigma.com/tools-templates/cause-effect/determine-root-cause-5-whys/)> (consulta realizada el 13 de mayo de 2015).
- Smart Market Report (2012), *The business value of BIM in North America* [El valor empresarial del BIM en América del Norte]; disponible en: <[http://images.autodesk.com/adsk/files/mhc\\_business\\_value\\_of\\_bim\\_in\\_north\\_america\\_2007-2012\\_smr.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/mhc_business_value_of_bim_in_north_america_2007-2012_smr.pdf)>.
- Tepper, Sara (2013), *Realizing next-generation green; Project delivery and cost management strategies for high-performance buildings* [Cómo alcanzar la sustentabilidad de siguiente generación: estrategias para la ejecución de proyectos y manejo de costos de edificaciones de alto desempeño], American Institute of Architects [Instituto Estadounidense de Arquitectos]; disponible en: <[www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab100073.pdf](http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab100073.pdf)>.
- Todd, Joel Ann y Gail Lindsey (2013), “Planning and conducting Integrated Design (ID) charrettes” [Planeación y conducción de talleres intensivos sobre diseño integral], Whole Building Design Guide, en: <[www.wbdg.org/resources/charrettes.php](http://www.wbdg.org/resources/charrettes.php)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).
- US General Services Administration (2015), *Partnering* [Cómo establecer asociaciones], US General Services Administration [Administración General de Servicios de Estados Unidos], en: <[www.gsa.gov/portal/content/100822](http://www.gsa.gov/portal/content/100822)> (consulta realizada el 13 de febrero de 2015).
- US Green Building Council (2015), *LEED integrative process credit* [Crédito LEED del proceso integrador], US Green Building Council [Consejo Estadounidense de Edificación Sustentable], en: <[www.usgbc.org/node/2613097](http://www.usgbc.org/node/2613097)> (consulta realizada el 11 de marzo de 2015).
- US Green Building Council (s. f.), *Credentials* [Credenciales], en: <[www.usgbc.org/credentials](http://www.usgbc.org/credentials)> (consulta realizada el 26 de marzo de 2015).
- Wilson, Oscia (2014), *The Owners’ guide to starting integrated building projects* [Guía del propietario para iniciar proyectos de edificación integrales], CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Yost, Peter y Jennifer Atlee (2012), *Tremco: Getting the devil out of air and water details* [Tremco: solución de problemas en cuanto a detalles de los sistemas de aire y agua], BuildingGreen, en: <<https://greenspec.buildinggreen.com/article/tremco-getting-devil-out-air-and-water-details>> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).
- Yost, Peter (2010), “High performance scopes of work” [Alcances del trabajo en proyectos de alto desempeño], *Green Building Advisor*, en: <[www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/green-communities/high-performance-scopes-work](http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/green-communities/high-performance-scopes-work)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).
- Zach, James (2013), *Professional development: Avoid construction rework* [Desarrollo profesional: evite procesos de retrabajo en la construcción], en: <<http://epubs.democratprinting.com/article/Professional+Development%3A+Avoid+Construction+Rework/1300169/0/article.html>> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

# Glosario

**Aseguramiento de la calidad:** Actividades planificadas y sistemáticas, instrumentadas de manera que se cumpla con los requisitos en términos de calidad de un producto o servicio (ASQ, 2014).

**Asociación:** Proceso formal de gestión mediante el cual todas las partes de un proyecto acuerdan de manera voluntaria, desde su inicio, adoptar un enfoque cooperativo, basado en un trabajo de equipo, para el desarrollo del proyecto y la resolución de problemas con el fin de eliminar —o al menos reducir— los conflictos, litigios y demandas (US General Services Administration, 2015).

**Charrette:** Taller intensivo de diseño donde se reúnen las partes interesadas y los expertos para abordar algún aspecto particular del diseño (Todd, 2013).

**Control de la calidad:** Técnicas y actividades de observación realizadas para cumplir con los requisitos de calidad (ASQ, 2014).

**Costo imprevisto:** Monto ponderado en la cotización destinado a cubrir aquellos rubros cuyo costo no se conoce con precisión en el momento de la elaboración del presupuesto, pero que se calcula con base en estadísticas (Jelen y Black, 1983).

**Costo inicial:** Costo de entrada o costo directo, en términos de los materiales y mano de obra necesarios para la producción de un bien, tal como una edificación.

**Diseño y construcción sin pérdidas** (*lean*, en inglés): Enfoque para la ejecución de un proyecto, que se aplica a aspectos específicos de gestión de la construcción. Los objetivos de un sistema de producción ajustada, eficiente y sin pérdidas (*lean*, en inglés): maximizar el valor y minimizar los desperdicios y, consecuentemente, las pérdidas (Lean Construction Institute, 2015).

**EIPista** (*IPDish*, en inglés): En comparación con proyectos que son completamente de ejecución integral de proyecto (EIP) y que emplean contratos multilaterales, el enfoque EIPista da a la EIP un tratamiento de filosofía, utilizando con frecuencia cierto nivel de riesgo y retribuciones compartidos (Tepfer, 2013).

**Ejecución integral de proyectos** (EIP): Según el Consejo de California del Instituto Estadounidense de Arquitectos (*American Institute of Architects, AIA*) (2014), la “ejecución integral de proyectos (EIP) es un método de ejecución de proyectos que integra a personas, sistemas, estructuras y prácticas empresariales, en un proceso de colaboración que aprovecha el talento y los conocimientos de todos los participantes con el fin de reducir pérdidas y optimizar la eficiencia a lo largo de todas las fases del diseño, fabricación y construcción. El método de ejecución integral de proyectos comprende, por lo menos, los siguientes elementos:

- Participación continua del propietario, así como de los principales diseñadores y constructores, desde las primeras etapas del diseño hasta la terminación del proyecto.
- Armonización de los intereses comerciales mediante una estructura de riesgos y retribuciones compartidos, lo que incluye las utilidades o ganancias económicas que dependen de los resultados del proyecto.
- Control conjunto del proyecto, por parte del propietario y los principales diseñadores y constructores.
- Un acuerdo multilateral o acuerdos similares interrelacionados.
- Responsabilidad limitada entre el propietario y los principales diseñadores y constructores.
- Especificador: Persona que realiza los planos de especificaciones de un proyecto de construcción que definen los requerimientos de calidad de los materiales y productos con el fin de asegurar que todos comprendan los requerimientos del producto (Betts, 2000).

**Estructura de precio máximo garantizado:** Tipo de contrato en términos del cual se retribuye al contratista por los costos reales incurridos y un honorario fijo, sin rebasar el tope establecido. Algunas entidades públicas requieren cláusulas de precio máximo garantizado.

**Honorarios de base:** Porción de la remuneración garantizada al equipo proveedor, independientemente de los resultados del proyecto. Estos honorarios pueden estructurarse como un pago fijo o suma global, o como un costo más un margen y con un valor máximo, y puede o no incluir un margen de utilidad en el contrato de ejecución integral de proyectos (Wilson, 2014, p. 69).

**Intensidad del consumo de energía** (*Energy use intensity*, EUI): Medición que expresa el consumo de energía de una edificación en función de su tamaño y otras características. Por lo general se expresa como energía por pie cuadrado por año (Energy Star, s. f.).

**LEED AP:** Acreditación profesional en la certificación Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (*Leadership in Energy and Environmental Design*, LEED) que un individuo obtiene para especializarse en una o más de las cinco categorías de evaluación LEED (US Green Building Council, s. f.).

**“Mapa de ruta” del proyecto:** Plantilla de hoja de cálculo para la programación y la planificación de las tareas descritas en el proceso integrador de la norma ANSI (MTS, 2012).

**Modelado de información de construcción** (*Building Information Modeling*, BIM): Representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación; se trata de un recurso compartido que permite el acceso a información acerca de una instalación y proporciona una base confiable para la toma de decisiones respecto a diseño, construcción, operaciones o demolición (National BIM Standard US, 2015).

**Modelo mental:** Cosmovisión que guía el funcionamiento de un individuo (7Group y Bill Reed, 2009).

**Modelo pulsar** (*Pulse Model*): Modelo de proceso integrador descrito en la norma ANSI de investigación, análisis y reuniones, en un ciclo repetitivo que progresivamente se aproxima y redefine la solución de diseño.

**Orden de cambio:** Órdenes escritas dirigidas al contratista y firmadas por el propietario, el arquitecto y el contratista, que se expiden después de la celebración del contrato y que autorizan cualquier modificación en el trabajo o un ajuste en los términos del contrato relativos a costos o a los tiempos (Maginnis Law, 2011).

**Proceso de diseño integral** (*Integrated Design Process*, IDP): Marco que reúne a miembros de diversas disciplinas en un equipo para trabajar conjuntamente desde un inicio y con frecuencia en el proceso de diseño de un proyecto (Cole y Hatten, s. f.).

**Proceso integrador:** Marco en el que todos los miembros del equipo de proyecto participan en un proceso deliberado de descubrimiento de interrelaciones mutuamente ventajosas y sinergias entre sistemas y componentes, de forma que se unifiquen los sistemas vivos y técnicos y se logren alcanzar altos niveles de desempeño humano y en la labor de edificación, así como beneficios ambientales” (MTS, 2012). Un proceso integrador tiene como propósito cambiar una perspectiva fragmentada y predominantemente técnica, por un pensamiento sistémico integral (7Group y Bill Reed, 2009).

**Planificación por demanda** (*Pull planning system*): Sistema colectivo de planificación global y por fases, en el que se parte del fin (fecha de entrega) y se va hacia atrás en las distintas fases o etapas del proceso, hasta el inicio. El método consiste en adelantar o entregar un trabajo, cuando el cliente que sigue en la lista se encuentra listo para utilizarlo. Una “solicitud” emitida por el cliente o ejecutante de la siguiente fase es indicio de que se requiere el trabajo y se “demanda” al ejecutante. Así, el trabajo se libera cuando el sistema está listo para utilizarlo (Lean Construction Institute, 2015).

**Solicitud de información** (*Request for Information*, RFI): Procedimiento utilizado en la industria de la construcción en casos en que es necesario confirmar la interpretación de un detalle, especificación o nota acerca de los planos de construcción, u obtener una directiva documentada o aclaración por parte del arquitecto o del propietario.

# Referencias complementarias

En este apartado se enumeran algunos materiales y fuentes que resultaron de especial utilidad para preparar la presente guía. Aunque de ningún modo comprende una lista completa de todas las obras consultadas, esta bibliografía muestra la parte sustancial y el alcance de la investigación realizada y se propone facilitar el acceso a fuentes de fundamental relevancia para aquellas personas que deseen profundizar en estos temas.

## Fuentes destacadas

Ashcraft, Howard (2013), *Integrated project delivery: The owner's perspective* [Ejecución integral de proyectos: perspectiva del propietario], Hanson Bridgett LLP; disponible en: [www.cisc-icca.ca/getmedia/598988de-03df-4a4e-b13a-e074f74d7723/The-Owner\\_s-Perspective.aspx](http://www.cisc-icca.ca/getmedia/598988de-03df-4a4e-b13a-e074f74d7723/The-Owner_s-Perspective.aspx).

Este adelanto del libro de texto *Integrated project delivery: Theory and practice* [Ejecución integral de proyectos: teoría y práctica], de próxima publicación, explora la motivación que lleva al propietario del inmueble a procurar adoptar un proyecto de ejecución integral y presenta recomendaciones para organizar a los socios y responder a la falta de confianza observable lo mismo al interior que al exterior de su organización. Este fragmento se basa en entrevistas realizadas a 14 propietarios que emprendieron proyectos de ejecución integral por cuenta propia.

Aspectos destacados:

- Se demuestran beneficios percibidos desde el punto de vista de un propietario.
- Se explica lo que supone organizar y dar inicio a un proyecto integral.

MTS (2012), *Integrative Process (IP) ANSI Consensus National Standard Guide 2.0 for Design and Construction of Sustainable Buildings* [Guía 2.0 del Integrative Process (IP) ANSI Consensus National Standard para el diseño y la construcción de edificaciones sustentables], Institute for Market Transformation to Sustainability [Instituto para la Transformación del Mercado hacia la Sustentabilidad] y American National Standards Institute [Instituto Nacional de Normalización de Estados Unidos]; disponible en: <http://webstore.ansi.org/RecordDetail.aspx?sku=MTS+2012%3a1>.

Esta fuente integral define un marco para practicar el diseño integral. La guía cubre prácticas recomendadas sobre medidas a adoptar, que van desde el diseño previo hasta las operaciones y observaciones respecto del desempeño.

Aspectos destacados:

- Presenta un marco probado sobre la forma de manejar el flujo de personas, información y análisis.
- Responde la pregunta “¿quién?”, con miras a procurar su participación y saber en qué momento.
- Enumera los resultados e indicadores de desempeño que deben alcanzarse en cada etapa del diseño y la construcción.

El “modelo pulsar” que apoya la presente guía se explica detalladamente en esta fuente, al igual que el “mapa de ruta” del proyecto. Puede consultarse en forma gratuita una idea general de los procesos integradores (*Integrative Process*, IP) en el siguiente enlace: [www.sevengroup.com/storage/7group%20Integrative%20Design%20Process%20Outline.pdf](http://www.sevengroup.com/storage/7group%20Integrative%20Design%20Process%20Outline.pdf).

Lean Construction Institute (2015), *Glossary* [Glosario], Lean Construction Institute [Instituto de la Construcción sin Pérdidas]; disponible en: [www.leanconstruction.org/training/glossary/](http://www.leanconstruction.org/training/glossary/) (consulta realizada el 14 de febrero de 2015).

Aspectos destacados:

- Contiene un glosario de términos de uso frecuente.
- Ofrece programas de capacitación y educativos a pedido.

US Green Building Council (2015), *LEED integrative process credit* [Crédito LEED del proceso integrador], US Green Building Council [Consejo Estadounidense de Edificación Sustentable], en: [www.usgbc.org/node/2613097](http://www.usgbc.org/node/2613097) (consulta realizada el 11 de marzo de 2015).

Aspectos destacados:

- Ayuda a los equipos a sacar provecho de las interrelaciones entre los diferentes sistemas.
- Obliga a los equipos a empezar lo más pronto posible: se lleva a cabo un análisis tanto de la modelización energética como del balance hídrico previo al diseño esquemático.

Wilson, Oscia (2014), *The owners' guide to starting integrated building projects* [Guía del propietario para iniciar proyectos de edificación integrales], *CreateSpace Independent Publishing Platform*, en: <http://boiledarchitecture.com/how-ipd-compensation-works/>.

Maravillosa, sucinta y accesible introducción a los componentes de la ejecución integral de proyectos (EIP) para el público general, esta obra ofrece, además, una guía específica para propietarios, que comprende puntos de debate para ganar la aceptación interna dentro de la organización del propietario, junto con recomendaciones concretas para emitir convocatorias para la presentación de propuestas y sugerencias para encontrar fuentes de financiamiento. La obra de Wilson influyó en gran medida en la postura adoptada en la presente guía en lo tocante a determinar si siempre es necesario o beneficioso para un proyecto integral contar con contratos de EIP.

Aspectos destacados:

- Apartado sobre puntos de debate para ganar la aceptación interna dentro de las organizaciones de un propietario.
- Recomendaciones sobre “qué hacer si no puede adoptarse una EIP”.
- Guía específica para propietarios sobre la publicación de convocatorias para la presentación de propuestas, definición de fuentes de financiamiento e identificación de la cadena de mando del propietario.

Tepfer, Sara (2013), *Realizing next-generation green; Project delivery and cost management strategies for high-performance buildings* [Cómo alcanzar la sustentabilidad de siguiente generación: estrategias para la ejecución de proyectos y manejo de costos de edificaciones de alto desempeño], American Institute of Architects [Instituto Estadounidense de Arquitectos]; disponible en: [www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab100073.pdf](http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab100073.pdf).

Esta colección de cuatro estudios de caso ofrece una perspectiva respecto a cuáles son las estrategias de integración más efectivas en proyectos de alto desempeño, a saber: una toma de decisiones conjunta, la intervención temprana de los principales participantes y la toma de decisiones con base en indicadores. En este informe se explora, además, la razón por la cual no se busca adoptar en los proyectos una EIP en sentido estricto, y en cambio es más frecuente observar que se renuncia a utilizar contratos multilaterales. Una de las sugerencias que se ofrecen apunta a que, con la adopción de la EIP como filosofía rectora, se obtienen beneficios reales, por lo que equipos de proyecto se complacen en realizar pequeñas modificaciones en vez de apostar por cambios de paradigma de gran envergadura, aunque éstos supongan mayores retribuciones.

Aspectos destacados:

- Los proyectos de EIP son excepcionales, y los verdaderos proyectos de EIP lo son aún más.
- Sin embargo, hasta las estrategias “EIPistas” han generado proyectos exitosos y redituables.
- La EIP puede constituir una herramienta flexible y de fácil acceso.

## Otras fuentes

AEC Magazine (2013), *BIM for manufacturers* [Modelado de información de construcción para fabricantes], julio de 2013, en: <[www.aecmag.com/comment-mainmenu-36/567-bim-for-manufacturers-](http://www.aecmag.com/comment-mainmenu-36/567-bim-for-manufacturers-)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

En este artículo se argumenta que los fabricantes deberían facilitar bibliotecas con recursos sobre el modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) para sus productos, con miras a que puedan someterse a una prueba virtual durante el diseño. En el artículo también se presenta un perfil de proveedores de componentes de modelado BIM e indica aquellos que pueden resultar de mayor utilidad para fabricantes.

AIA Minnesota (2012), *IPD case studies* [Estudios de caso sobre EIP], School of Architecture, University of Minnesota, American Institute of Architects [Escuela de Arquitectura, Universidad de Minnesota, Instituto Estadounidense de Arquitectos], marzo de 2012; disponible en: <[www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab093703.pdf](http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab093703.pdf)>.

En este informe se esbozan doce estudios de caso en los que se adoptó, hasta cierto grado, una ejecución integral de proyectos (EIP). Este conjunto de ejemplos de caso documenta una amplia diversidad de experiencias de equipo. De un cuestionario en el que participaron 127 individuos se derivan varias conclusiones, entre las que se incluye el que los equipos con más experiencia o que se beneficiaron de relaciones profesionales previas alcanzaron una mejor comprensión de los principios de la EIP, por lo que la curva de aprendizaje del equipo fue menos empinada. Muchos de los proyectos atribuyen importantes beneficios en términos de costos y calendarización a la adopción de una estrategia integral. Este informe presenta, en forma exclusiva, una matriz de proyectos en la que se establece una relación entre la magnitud y el costo básicos de cada proyecto y la aplicación de determinadas estrategias de EIP. Se trata de una fuente particularmente útil para personas que buscan ejemplos de la vida real sobre cómo diferentes estrategias de EIP han influido en resultados y constituye un argumento sólido para recurrir a los contratos multilaterales.

AIA California Council (2014), *Integrated project delivery: An updated working definition*, versión 3, American Institute of Architects California Council [Consejo de California, Instituto Estadounidense de Arquitectos], en: <[www.aiaacc.org/new-ipd-pdf-form/](http://www.aiaacc.org/new-ipd-pdf-form/)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

La postura recién adoptada por el AIA en cuanto a la definición de la EIP “dibuja una línea en la arena” al declarar oficialmente que, para considerar de EIP a un proyecto en particular, es necesario contar con contratos multilaterales o interdependientes. Esta fuente contiene también cuadros en los que se demuestran los beneficios de la EIP en comparación con otros modelos de ejecución.

Este documento parte de la hipótesis de que la negociación de un contrato de EIP, lejos de ser un elemento independiente del proceso de colaboración, es uno de los primeros ejercicios que pone a prueba la manera en que un equipo trabaja al unísono y el enfoque práctico de los asuntos de negociación de un contrato. [El enlace directo para su descarga es el siguiente: <[www.boiledarchitecture.com/wp-content/uploads/2014/10/2014-07-15-IPD-DEFINITION.pdf](http://www.boiledarchitecture.com/wp-content/uploads/2014/10/2014-07-15-IPD-DEFINITION.pdf)>.]

AIA (2012), *An architect's guide to integrating energy modeling in the design process* [Guía arquitectónica para integrar la modelización energética en el proceso de diseño], American Institute of Architects Energy Modeling Working Group [Grupo de Trabajo sobre Modelización Energética del Instituto Estadounidense de Arquitectos], en: <[www.aia.org/practicing/AIAB097932](http://www.aia.org/practicing/AIAB097932)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

AIA National y AIA California Council (2007), *Integrated project delivery: A guide* [Guía para la ejecución integral de proyectos], versión 1, American Institute of Architects: AIA California Council [Instituto Estadounidense de Arquitectos: Consejo de California del AIA]; disponible en: <[www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aiab083423.pdf](http://www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aiab083423.pdf)>.

Esta guía del Instituto Estadounidense de Arquitectos describe los principios de la EIP y ofrece orientación para preparar un proyecto integral. A pesar de ser una posible fuente integral para arquitectos, dada la atención que presta a la metodología en cada una de las etapas del diseño, su postura respecto del tipo de acuerdos contractuales pertinentes para la EIP ahora resulta obsoleta en comparación con la definición funcional y actualizada que da el AIA a la EIP.

Ashcraft, Howard (2011), *IPD teams: Creation, organization, and management* [Equipos de EIP: creación, organización y manejo], Hanson Bridgett LLP; disponible en: <<http://www.hansonbridgett.com/Publications/pdf/~media/Files/Publications/IPD-Teams.pdf>>.

Este documento explora a profundidad la razón por la que es necesaria, en primer lugar, la colaboración: para encontrar soluciones más creativas y mejores que un solo individuo no puede procurar. Sin embargo, sólo un equipo efectivo logrará aportar este mayor potencial, por lo que Ashcraft describe la forma de crear, manejar y motivar adecuadamente a un equipo. Este recurso resultará de particular utilidad para un propietario o facilitador a cargo de impulsar una cultura de la colaboración, aunque también guarda relevancia para cualquier participante en un proyecto integral.

Ashcraft, Howard (2010), *Negotiating an integrated project delivery agreement* [Cómo negociar un acuerdo de ejecución integral de proyectos], Hanson Bridgett LLP; disponible en: <[www.hansonbridgett.com/~media/files/publications/negotiatingintegratedprojectdeliveryagreement.pdf](http://www.hansonbridgett.com/~media/files/publications/negotiatingintegratedprojectdeliveryagreement.pdf)>.

Ashcraft, Howard (2008), *Building information modeling: A framework for collaboration* [Modelado de información de construcción: marco para la colaboración], presentado en el marco de la Conferencia Internacional de la Sociedad de Derecho de la Construcción (*Society of Construction Law International Conference*), 6 y 7 de octubre de 2008, Londres, Inglaterra; disponible en: <[www.zeidlerpartnership.com/ianfairlie/2011-05-15\\_Collaboration/BIM\\_A\\_Framework\\_for\\_Collaboration\\_by\\_Howard\\_Ashcraft.pdf](http://www.zeidlerpartnership.com/ianfairlie/2011-05-15_Collaboration/BIM_A_Framework_for_Collaboration_by_Howard_Ashcraft.pdf)>.

Ashcraft analiza la forma en que la estructura comercial y legal de la EIP ayuda a los equipos de diseño y construcción a emplear modelos BIM hasta alcanzar su máximo potencial, al eliminar principalmente las inquietudes en torno a la responsabilidad civil que, por lo general, acompaña el intercambio de información tan detallada.

Ashcraft, Howard (s. f.), *The IPD framework* [El marco de la EIP], Hanson Bridgett LLP; disponible en: <[www.hansonbridgett.com/Publications/pdf/~media/Files/Publications/IPD\\_Framework.pdf](http://www.hansonbridgett.com/Publications/pdf/~media/Files/Publications/IPD_Framework.pdf)>.

Una lectura obligada para cualquier persona que desee comprender cómo está estructurada la EIP, a fin de impulsar la obtención de mejores resultados de un proyecto. En este documento se describe la diferencia entre un contrato multilateral y uno plurilateral, y contiene un apéndice que muestra por qué los contratos tradicionales actúan en detrimento de los objetivos de colaboración.

AGC of America (s. f.), *Contractors' guide to BIM* [Guía del contratista al modelado BIM], primera edición, The Associated General Contractors of America; disponible en: <[http://www.tpm.com/wp-content/uploads/2013/02/AGC\\_Guide\\_to\\_BIM.pdf](http://www.tpm.com/wp-content/uploads/2013/02/AGC_Guide_to_BIM.pdf)>.

Esta guía es una introducción al modelado de información de construcción (*Building Information Modeling*, BIM) para contratistas generales, que comprende cómo elegir una herramienta BIM, cómo llevar a cabo el proceso y qué responsabilidades recaen en él.

ASQ (2014), *Quality assurance vs. quality control* [Aseguramiento de la calidad versus control de la calidad], American Society for Quality [Sociedad Estadounidense para la Calidad], en: <<http://asq.org/learn-about-quality/quality-assurance-quality-control/overview/overview.html>> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

BC Green Building Roundtable (2007), *Roadmap for the integrated design process* [“Mapa de ruta” del proceso de diseño integral], Busby Perkins+Will y Stantec Consulting; disponible en: <[www.greenspacencr.org/events/IDProadmap.pdf](http://www.greenspacencr.org/events/IDProadmap.pdf)>.

Este temprano documento sobre el proceso de diseño integral cubre prácticas adoptadas en Canadá, en particular en Columbia Británica. Se divide en dos apartados: uno para profesionales principiantes y otro para avanzados. El documento pone énfasis en que un proceso de diseño integral gira en torno a la actitud, aunque no aborda en qué grado se desea o se necesita un modelo de negocio o contrato diferente. El proceso que establece se asemeja más a la norma *Integrative Process ANSI Standard* [norma ANSI del Proceso Integrador] citada en la presente guía, que pone de manifiesto fuertes correlaciones entre la manera de enfocar este tema en Estados Unidos y en Canadá.

Betts, Gary (2000), “Construction Documentation Specifications” [Especificaciones para la documentación de construcción], *The Architect’s Handbook of Professional Practice*, 13a. edición, John Wiley & Sons.

BIM Forum (2015), *Introduction to levels of development specification* [Introducción a niveles de especificación de desarrollo], en: <<https://bimforum.org/lod/>> (consulta realizada el 7 de enero de 2015).

Esta fuente permite a los profesionales identificar y señalar con claridad el contenido y la confiabilidad de modelos BIM en distintas etapas del proceso de diseño y construcción. Este punto es especialmente importante para que un equipo integrado logre intercambiar modelos BIM y entienda hasta qué punto ciertos detalles aún no pueden considerarse definitivos.

Boecker, John (2014), *Integrative process and IPD web meeting* [Conferencia web sobre el proceso integrador y la EIP], BuildingGreen Inc.-Comisión para la Cooperación Ambiental, en: <[www.youtube.com/watch?v=mDEXxo929ds&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=mDEXxo929ds&feature=youtu.be)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

CCA (2013), *Mejoramiento de las condiciones para la construcción de edificaciones sustentables en América del Norte: formación de la fuerza laboral del sector de la edificación sustentable*, Montreal, Canadá, Comisión para la Cooperación Ambiental; disponible en: <[www3.cec.org/islandora/es/item/11387-improving-conditions-green-building-construction-in-north-america-enhancing-capabilities-es.pdf](http://www3.cec.org/islandora/es/item/11387-improving-conditions-green-building-construction-in-north-america-enhancing-capabilities-es.pdf)>.

Precursor de esta guía, el informe de la CCA sobre la fuerza laboral del sector de la edificación sustentable aborda oportunidades educativas y de formación en América del Norte. En este informe se subraya la necesidad de ofrecer más educación sobre modelos de ejecución integral.

CIFE (2007), *VDC USE in 2007: Significant value, dramatic growth, and apparent business opportunity* [Aplicación del diseño y construcción virtuales —VDC, por sus siglas en inglés— en 2007: Valor considerable, crecimiento impresionante y aparente oportunidad de negocio], Center for Integrated Facility Engineering [Centro para Ingeniería de Instalaciones Integrales], informe técnico núm. TR171.

Cole, Jeff y Michael Hatten (s. f), *Integrating energy engineering and performance modeling into the design process* [Integración de la ingeniería energética y la modelización del desempeño en el proceso de diseño], BetterBricks; disponible en: <[www.betterbricks.com/graphics/assets/documents/Performance\\_Modeling\\_FINAL-WEB.pdf](http://www.betterbricks.com/graphics/assets/documents/Performance_Modeling_FINAL-WEB.pdf)>.

Consigli Construction (2014), *Optimizing collaboration: The power of co-located teams* [Optimización de la colaboración: el poder de la coubicación de los equipos], en: <[www.consigli.com/2014/10/14/customizing-collaboration-the-power-of-co-located-teams/](http://www.consigli.com/2014/10/14/customizing-collaboration-the-power-of-co-located-teams/)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

Estos estudios de caso preparados por la empresa constructora Consigli aportan argumentos a favor de la coubicación y ofrecen orientación sobre la manera de impulsar con mayor eficacia la colaboración dentro de un equipo que trabaja en un espacio compartido.

The Construction Management Association of America (2012), *An owner's guide to project delivery methods* [Guía del propietario sobre métodos de ejecución de proyectos], The Construction Management Association of America [Asociación Estadounidense de Gerentes de Construcción]; disponible en: <[https://cmaanet.org/files/Owners Guide to Project Delivery Methods Final.pdf](https://cmaanet.org/files/Owners%20Guide%20to%20Project%20Delivery%20Methods%20Final.pdf)>.

Esta guía contrasta los beneficios de la ejecución integral de proyectos (EIP) con aquellos emanados de modelos de ejecución tipo “diseño-construcción”, “gestión de la construcción sujeta a riesgo” y “diseño-licitación-construcción”, desde la perspectiva del propietario. La EIP ofrece todas las ventajas de un proyecto diseño-construcción o gestión de la construcción sujeta a riesgo, según lo planteado en este informe, además de aliviar la tensión relacionada con la integridad del diseño, la determinación del costo objetivo y la asunción de responsabilidad de parte del contratista que participó en el diseño de problemas que surjan durante la construcción.

The Construction Users Roundtable (2010), *BIM implementation: An owner's guide to getting started* [Instrumentación del modelado de información de construcción: guía de inicio del propietario]; disponible en: <[www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia085571.pdf](http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia085571.pdf)>.

Avalada por el Instituto Estadounidense de Arquitectos (*American Institute of Architects*, AIA), esta fuente constituye una guía práctica para ayudar a los propietarios a preparar un proceso de instrumentación del modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés). El documento se divide en tres apartados: planeación previa de un proyecto; diseño y construcción, y operaciones y mantenimiento. De esta manera, el propietario podrá emplear los procesos BIM en cualquier etapa en que éstos se encuentren.

Costanzo, Peter (2014), *Sustainable facilities management: Bridging the gap from BIM to building operations* [Gestión de instalaciones sustentables: cómo acortar la brecha entre el modelado BIM y las operaciones de construcción], The BIM Hub, 9 de diciembre de 2014, en: <<https://thebimhub.com/2014/12/13/sustainable-facilities-management-bridging-the-gap/#.VVzGgU3JD2Q>> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

En esta publicación se describen las dificultades de aplicar en forma conveniente los datos obtenidos del modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) en la fase de operación y se formulan recomendaciones del tipo de decisiones que es necesario tomar en el diseño para facilitar una transición.

Day CPM Services (2013), *Oregon State Capitol renovation project* [Proyecto de renovación del capitolio del estado de Oregón], 3 de junio de 2013; disponible en: <[www.oregonlegislature.gov/mp/Documents/IPDPresentation.pdf](http://www.oregonlegislature.gov/mp/Documents/IPDPresentation.pdf)>.

Esta presentación ofrece un panorama detallado de cómo se adoptó una estrategia de diseño y ejecución integrales en el proyecto de renovación del capitolio del estado de Oregón, para el que se recurrió a un gerente de construcción y un contratista general. Esta fuente proporciona una perspectiva sobre cómo los subequipos o “grupos temáticos” se integran y trabajan conjuntamente en reuniones de grupos completos.

Egan, John (1998), *Rethinking construction: Report of the construction task force to the Deputy Prime Minister John Prescott, on the scope for improving the quality and efficiency of UK construction* [Replanteamiento de la construcción: informe del equipo de tarea sobre construcción presentado al viceprimer ministro John Prescott, en torno al alcance de mejorar la calidad y eficacia de la construcción en el Reino Unido], Department of Trade and Industry [Ministerio de Industria y Comercio], Reino Unido; disponible en: <[http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2014/10/rethinking\\_construction\\_report.pdf](http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2014/10/rethinking_construction_report.pdf)>.

FMI Corporation (2007), *Eighth annual FMI/CMAA survey of owners: The perfect storm-construction style* [Octava encuesta anual para propietarios de FMI y la Asociación Estadounidense de Gerentes de Construcción: Construcción estilo la tormenta perfecta]; disponible en: <[www.cmaafoundation.org/files/surveys/2007-survey.pdf](http://www.cmaafoundation.org/files/surveys/2007-survey.pdf)>.

FMI Corporation (2005), *Sixth annual FMI/CMAA survey of owners* [Sexta encuesta anual para propietarios de FMI y la Asociación Estadounidense de Gerentes de Construcción]; disponible en: <[www.cmaafoundation.org/files/surveys/2005-survey.pdf](http://www.cmaafoundation.org/files/surveys/2005-survey.pdf)>.

Gallagher, Michael *et al.* (2004), *Cost analysis of inadequate interoperability in the U.S. capital facilities industry* [Análisis de costos de una interoperabilidad inadecuada en la industria estadounidense de activos fijos inmobiliarios], agosto de 2004, National Institute of Standards and Technology [Instituto Nacional de Normalización y Tecnología de Estados Unidos]; disponible en: <<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build04/PDF/b04022.pdf>>.

Gehrig, David (2010), *IPD Video series - Part 6* [Serie de videos sobre EIP: parte 6], Hanson Bridgett LLP, julio de 2010, en: <[www.hansonbridgett.com/Publications/videos/ipd-video-part6.aspx](http://www.hansonbridgett.com/Publications/videos/ipd-video-part6.aspx)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

IISBE (2004), *The Integrated design process* [Proceso de diseño integral], International Initiative for a Sustainable Built Environment [Iniciativa Internacional para un Ambiente Construido Sustentable]; disponible en: <[http://iisbe.org/download/gbc2005/Other\\_presentations/IDP\\_overview.pdf](http://iisbe.org/download/gbc2005/Other_presentations/IDP_overview.pdf)>.

Este trabajo detalla el proceso de diseño integral, según lo definido por el programa canadiense C2000, y explica cómo se fortalecen estas metodologías si se complementan con el respaldo de modelos de negocio y contratos.

Jelen, F. y J. H. Black (1983), *Cost and optimization engineering* [Ingeniería de costos y optimización], 3a. edición, McGraw-Hill Book Company.

Kristine Fallon Associates, Inc. (2012), *BIM for owners - Background and strategies for success* [BIM para propietarios: antecedentes y estrategias de éxito], informes industriales de Movement for Innovation y Economist Magazine; disponible en: <[www.tn.gov/finance/OSA/documents/KFAtoIndustry9.27.12.pdf](http://www.tn.gov/finance/OSA/documents/KFAtoIndustry9.27.12.pdf)>.

Lesniewski, Laura y Bob Berkebile (2013), “Sustainable design and construction, integrated delivery processes and building information modeling” [Diseño y construcción sustentables, procesos de ejecución integral y modelado de información de construcción], *Sustainable Built Environments*.

A partir de una breve historia que ayuda a explicar el carácter fragmentado de la industria de la construcción en su contexto, este trabajo apunta hacia un pensamiento eficiente, orientado a procesos sin pérdidas (*lean thinking* en inglés), y el modelado de información de construcción como factores de impulso que abrirán camino hacia proyectos realmente integrales.

Maginnis Law (2011), *Oral and written change orders in construction contracts* [Órdenes de cambio orales y escritas en contratos de construcción], 8 de abril de 2011, en: <[www.maginnislaw.com/2011/04/oral-and-written-change-orders-in-construction-contracts/](http://www.maginnislaw.com/2011/04/oral-and-written-change-orders-in-construction-contracts/)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

Malin, Nadav (2007), *Building information modeling: Transforming an industry* [Modelado de información de construcción: transformación de una industria], BuildingGreen, Inc., en: <[www2.buildinggreen.com/article/building-information-modeling-and-green-design](http://www2.buildinggreen.com/article/building-information-modeling-and-green-design)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

Este apartado de un artículo sobre tecnología de modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) ayuda a explicar cómo el BIM actúa a la vez como elemento posibilitador y como impulsor de proyectos integrales.

McCracken, Courtney J. (2013), *The effect of project delivery process on energy performance in buildings* [Efecto del proceso de ejecución de proyectos en el desempeño energético de edificaciones], tesis para obtener el título de maestría en bellas artes, Center for Environmental Studies, Brown University [Centro de Estudios Ambientales, Universidad de Brown].

La presente tesis ofrece una buena revisión documental en torno a las ventajas teóricas de la ejecución integral de proyectos. La investigación realizada se centró en tres distritos escolares y si bien los resultados no demuestran una correlación estadística entre el método de ejecución de los proyectos y el consumo de energía de las edificaciones concluidas, la autora sugiere que para demostrar la pertinencia del concepto probablemente se requiera un mayor número de proyectos con enfoque integral adoptados en forma temprana, así como “propietarios visionarios” que los respalden.

Molenaar, Keith y Nathaniel Sobin (2009), *Sustainable, high performance projects and project delivery methods: A state-of-practice report* [Proyectos sustentables de alto desempeño y métodos de ejecución de proyectos], The Charles Pankow Foundation y Design-Build Institute of America; disponible en: <[www.dbia.org/resource-center/Documents/Sep2009ReportPankowDBIA.pdf](http://www.dbia.org/resource-center/Documents/Sep2009ReportPankowDBIA.pdf)>.

En este estudio se analiza el efecto que algunos métodos de ejecución de proyectos tienen en la capacidad del propietario para alcanzar metas en materia de sustentabilidad. Aunque en este estudio no se analiza específicamente la ejecución integral de proyectos, sus hallazgos apuntan a que los índices de éxito favorecen los métodos de ejecución de proyectos que no anteponen el precio a la selección. Los resultados indican que, en el caso de proyectos con una certificación LEED Oro o Platino, hay el doble de posibilidades de que la responsabilidad de alcanzar los objetivos de sustentabilidad del proyecto haya sido asignada durante la etapa de contratación, más que durante la de diseño (ambos elementos esenciales en los proyectos de diseño y ejecución integrales).

National Association of State Facilities Administrators *et al.* (2010), *Integrated project delivery for public and private owners* [Ejecución integral de proyectos para propietarios de los sectores público y privado], National Association of State Facilities Administrators [Asociación Nacional de Administradores de Instalaciones Estatales]; disponible en: <[www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab085586.pdf](http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab085586.pdf)>.

Dadas las limitaciones estatutarias para recurrir al uso de contratos multilaterales, esta fuente plantea el argumento de por qué convendría que los propietarios de inmuebles del sector público adoptaran una EIP a cabalidad, aunque tenga que concedérseles una excepción o un permiso oficial en el que se declare que se trata de un proyecto de prueba. Esta fuente también aborda otras variantes que los propietarios de proyectos del sector público pueden procurar obtener si están enfrentando barreras de índole política o cultural que no logran vencer.

National BIM Standard US (2015), *Frequently asked questions about the national BIM Standard-United States™* [Preguntas frecuentes acerca del BIM Standard-United States™ de alcance nacional], 13 de febrero de 2015, en: <[www.nationalbimstandard.org/faq.php](http://www.nationalbimstandard.org/faq.php)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

Pennsylvania State University (2012), *BIM planning guide for facility owners* [Guía de planeación BIM para propietarios de instalaciones], versión 1.0, Computer Integrated Construction Research Program [Programa de Investigación sobre Construcción Integral por Computadora], University Park, Pensilvania, Pennsylvania State University [Universidad Estatal de Pensilvania], abril de 2012; disponible en: <[www4.fm.virginia.edu/fpc/ContractAdmin/Documents/BIMPlanningGuide.pdf](http://www4.fm.virginia.edu/fpc/ContractAdmin/Documents/BIMPlanningGuide.pdf)>.

Esta guía constituye una fuente para que propietarios de instalaciones integren el modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) en forma más eficaz en la organización y ciclo de vida de una instalación.

Quigley, David (2013), *Achieving spatial coordination through BIM: A Guide for Specialty Contractors* [Cómo lograr la coordinación espacial mediante BIM: Guía para contratistas especializados], The Mechanical Contractors Association of America, Inc., The Mechanical Contracting Education and Research Foundation, The National Electrical Contractors Association Inc., la New Horizons Foundation y la Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association; disponible en: <[www.mcaa.org/mepguide/M29PDF.pdf](http://www.mcaa.org/mepguide/M29PDF.pdf)>.

Esta guía aborda en concreto cómo se aplica el modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) a contratistas mecánicos, eléctricos o de plomería, al plantear la necesidad de integración con el equipo de diseño como componente necesario.

7Group y Bill Reed (2009), *The integrative design guide to green building: Redefining the practice of sustainability* [Guía de diseño integrador para la edificación sustentable: redefinición de la práctica de sustentabilidad], Hoboken, Nueva Jersey, Wiley.

Fuente de fundamental utilidad para el diseño y la ejecución integrales, esta obra explica la filosofía que apuntala el diseño integral y compila anécdotas de primera mano de expertos de 7Group y Bill Reed. Gran parte del contenido del Proceso Integrador ANSI se extrajo de esta publicación, y los lectores podrán encontrar también tareas pormenorizadas y descripciones de ejercicios grupales que pueden emplear en proyectos propios, algunos ejemplos de los cuales se citan en la presente guía.

Roberts, Tristan (2013), *Energy modeling: Early and often* [Modelización energética: lo más pronto posible y con frecuencia], BuildingGreen Inc., en: <[www2.buildinggreen.com/article/energy-modeling-early-and-often](http://www2.buildinggreen.com/article/energy-modeling-early-and-often)>.

Sheffer, Dana Alice (2011), *Innovation in modular industries: Implementing energy-efficient innovations in US buildings* [Innovación en industrias modulares: instrumentación de innovaciones para un consumo eficiente de la energía en edificaciones en Estados Unidos], tesis doctoral, Stanford University; disponible en: <[https://gpc.stanford.edu/sites/default/files/d013\\_0.pdf](https://gpc.stanford.edu/sites/default/files/d013_0.pdf)>.

Sive, Ted (2009), *Integrated project delivery: Reality and promise. A Strategist's Guide to Understanding and Marketing IPD* [Ejecución integral de proyectos: realidad y promesa; guía del estratega para comprender y comercializar la EIP], Society for Marketing Professional Services Foundation [Fundación de la Sociedad para Servicios Profesionales de Comercialización], julio de 2009; disponible en: <[www.tedsive.com/docs/Sive\\_White\\_Paper\\_IPD.pdf](http://www.tedsive.com/docs/Sive_White_Paper_IPD.pdf)>.

Reconociendo que para la ejecución integral de proyectos (EIP) se requiere que el mercado la adopte de manera más generalizada, esta fuente ayuda a que empresas atraigan a propietarios interesados en proyectos integrales, celebren y compartan sus propios casos de éxito y, de manera fiable, transmitan capacidades de equipo. Se trata de una fuente excelente para cualquier persona que desee estructurar un proyecto de diseño y ejecución integrales, pero que no cuenta con propietarios con ideas afines. Sive argumenta que, incluso sin una demanda clara del mercado, los equipos podrían estar desarrollando su capacidad y vendiendo el concepto en el mercado.

Smart Market Report (2012), *The business value of BIM in North America* [El valor empresarial del BIM en América del Norte]; disponible en: <[http://images.autodesk.com/adsk/files/mhc\\_business\\_value\\_of\\_bim\\_in\\_north\\_america\\_2007-2012\\_smr.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/mhc_business_value_of_bim_in_north_america_2007-2012_smr.pdf)>.

Este informe derivado de una encuesta permite conocer el grado de adopción de herramientas de modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) por sector de fuerza de trabajo, y revela los ritmos de aplicación tan divergentes entre arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios.

Teicholz, Paul (2013), “Labor Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies (Another look)” [Desciende la productividad laboral en la industria de la construcción: causas y remedios (otro panorama)], *AECBytesViewpoint*, núm. 67, 14 de abril de 2004, en: <[www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue\\_67.html](http://www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue_67.html)>.

Este análisis de la productividad en la construcción muestra un retroceso a lo largo de dos décadas, a pesar de los avances en términos de herramientas y tecnología. La productividad industrial, en cambio, ha registrado un marcado crecimiento.

USDOE (2012), *How-to guide for energy-performance-based procurement; an integrated approach for whole building high performance specifications in commercial buildings* [Guía práctica para adquisiciones con base en el desempeño energético: metodología integral para definir especificaciones de alto desempeño en edificaciones completas de tipo comercial], Department of Energy, National Renewable Energy Laboratory [Departamento de Energía: Laboratorio Nacional sobre Energía Renovable de Estados Unidos]; disponible en: <[http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/rsf/performance\\_based\\_how\\_to\\_guide.pdf](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/rsf/performance_based_how_to_guide.pdf)>.

Este informe habla de lo que se ha aprendido a partir de la reciente expansión de las instalaciones del Laboratorio Nacional sobre Energía Renovable del Departamento de Energía de Estados Unidos (*Department of Energy, National Renewable Energy Laboratory*), incluida la manera en que se puede conformar un equipo de proyecto integrado.

US General Services Administration (2015), *Partnering* [Cómo establecer asociaciones], US General Services Administration [Administración General de Servicios de Estados Unidos], en: <[www.gsa.gov/portal/content/100822](http://www.gsa.gov/portal/content/100822)> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

Wilson, Oscia (2014a), *IPD for small projects* [EIP para proyectos pequeños]; disponible en: <<http://boiledarchitecture.com/ipd-for-small-projects/>>.

Esta entrada de blog explica cómo los contratos de ejecución integral de proyectos (EIP) pueden funcionar para proyectos pequeños y qué beneficios aportan a aquellos con un presupuesto limitado. Aunque todavía es difícil encontrar ejemplos de éxito, Wilson argumenta que es preciso que los proyectos de menor envergadura no se aparten de este modelo de contratación.

Yost, Peter y Jennifer Atlee (2012), *Tremco: Getting the devil out of air and water details* [Tremco: Solución de problemas en cuanto a detalles de los sistemas de aire y agua], BuildingGreen, en: <<https://greenspec.buildinggreen.com/article/tremco-getting-devil-out-air-and-water-details>> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

Este artículo demuestra cómo productos con cierta complejidad demandan un nivel determinado de integración con otros sistemas para funcionar adecuadamente, y cómo los fabricantes que han reconocido este aspecto se benefician al aportar soluciones atractivas a equipos que aspiran a proyectos de alto desempeño.

Yost, Peter (2010), “High performance scopes of work” [Alcances del trabajo en proyectos de alto desempeño], *Green Building Advisor*, en: <[www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/green-communities/high-performance-scopes-work](http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/green-communities/high-performance-scopes-work)>.

En este artículo se analiza el origen del programa IBACOS High Performance Scopes of Work, con sus listas de verificación para identificar los alcances del trabajo en proyectos de alto desempeño. Estas listas de verificación constituyen herramientas útiles de coordinación entre los distintos contratistas especializados durante la fase de construcción.

Zach, James (2013), *Professional development: Avoid construction rework* [Desarrollo profesional: evite procesos de retrabajo en la construcción], en: <<http://epubs.democratprinting.com/article/Professional+Development%3A+Avoid+Construction+Rework/1300169/0/article.html>> (consulta realizada el 20 de mayo de 2015).

# Colaboradores

## Entrevistados

Andrew Dey, Andrew Dey Consulting; Barry Giles, BuildingWise; César Ulises Treviño, Bioconstrucción y Energía Alternativa, S.A. de C.V.; Charles Clark, Youth Build; Chrissa Pagitsas, Fannie Mae Multifamily; Courtney McCracken, Universidad de Brown; Dave Kievet, Boldt Company; Debra Little, Debra Little Sustainable Design; Fernando Maiz, Maiz Transforma S.A. de C.V.; Fred Tepfer, Planeación del campus de la Universidad de Oregón; Herbert Sloan, Owens Corning; Jennifer Cutbill, Dialog Architecture; Jenny Carney, YR&G; Jim Benya, Benya Burnett Consultancy; John Dalzell, ciudad de Boston; John Sullivan, Asociación Unida de Plomeros, Sindicato local 1 (*UA Plumbers Local Union 1*); Kenneth Beck, Lake Erie Electric; Kurt Teichert, Universidad de Brown; Laura Lesniewski, BNIM; María del Carmen Elosua, ciudad de San Pedro; Mark Palmer, ciudad y condado de San Francisco; Marsha Gentile, Ledcor Group; Michael Deane, Turner Construction; Patrick Brunner, Administración General de Servicios de Estados Unidos (*US General Services Administration*); Peter Hamm, DIRTT Environmental Solutions; Peter Rumsey, Point Energy Innovations; Phil Bernstein, Autodesk; Rob Tibbling, Assa Abloy; Robert Sahadi, Institute for Market Transformation; Shanti Pless, Laboratorio Nacional sobre Energía Renovable (*National Renewable Energy Laboratory*) de Estados Unidos, y Steve Lehtonen, IAPMO Group.

## Revisores

Afroz Zain, Universidad de Stanford; Alejandra Cabrera, Sustentabilidad para México A.C. (SUMe); Barbra Batshalom, Sustainable Performance Institute; César Ulises Treviño, Bioconstrucción y Energía Alternativa, S.A. de C.V.; Ellen Mitchell, HKS Architects; Fred Tepfer, Universidad de Oregón; Glenn Ballard, Universidad de California, Berkeley; Helen Kessler, HJKessler Associates; Jennifer Cutbill, DIALOG; Jennifer Taylor, HOK; Jenny Carney, YR&G; Kurt Gavalier, Turner Construction; Laura Lesniewski, BNIM; Markku Allison, Scan Consulting; Michael Walton, green|spaces; Patrick Brunner, Administración General de Servicios de Estados Unidos (*US General Services Administration*); Phil Bernstein, Autodesk y Universidad de Yale; Ryan Colker, Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (*National Institute of Building Sciences*) de Estados Unidos; Sara Tepfer, Universidad de California, Berkeley, y Shanti Pless, Laboratorio Nacional sobre Energía Renovable (*National Renewable Energy Laboratory*) de Estados Unidos.





**Comisión para la Cooperación Ambiental**

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200  
Montreal (Quebec), Canadá, H2Y 1N9

Tel.: 514.350.4300 fax: 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org