CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

CEC Drought Summit 2020

The Mexican Drought Monitor

Reynaldo Pascual Ramírez
Seasonal Forecast Project

September 29th 2020

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Outline

I. Relevance of drought monitoring

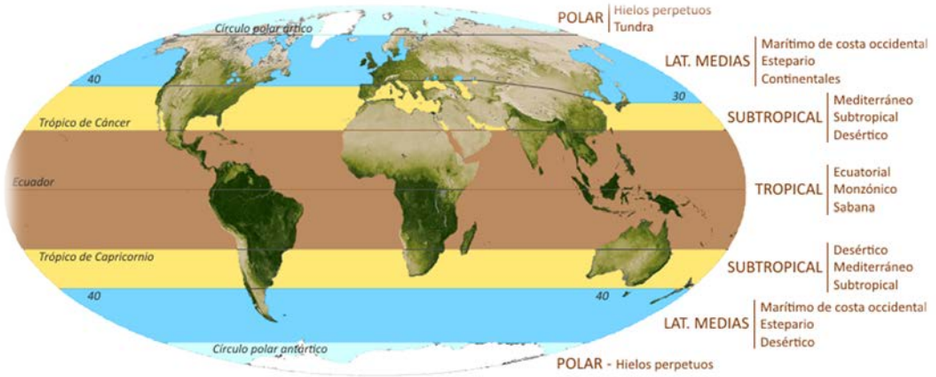
II. Background of the Mexican Drought Monitor (MSM)

III. Methodology of the MSM

IV. Actions to strengthen the Mexico Drought Monitor

I. Relevance of drought monitoring

- Drought is a recurring phenomenon that can be observed in all climatic regimes, even in deserts and rainforests. It is a natural hazard with considerable effects, since it affects the population and different economic sectors. The impact of droughts (affected area) becomes greater than that of other phenomena, which are generally limited to flood plains, coastal regions or the path of a storm (Svoboda & Fuchs, 2106).



Esquema de distribución de climas por zonas latitudinales

- Droughts are characterized by their intensity, location, duration, and development. They are caused by atmospheric or climatic events that suppress precipitation or limit the availability of surface or underground water, in such a way that conditions are much drier than normal or the available humidity is limited in some way to a potentially harmful point (Svoboda & Fuchs, 2106).

I. Relevance of drought monitoring

- That is why it is of great importance to have the objective of monitoring this phenomenon, the evolution of the drought gradually becomes visible in the changes in precipitation, temperature, the general situation of the surface and underground water reserves in a region. , as well as in the state of the vegetation. Therefore, the inclusion or integration of various drought indicators and indices facilitate its monitoring.

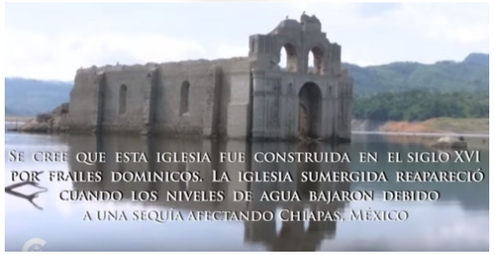
- In Mexico, the National Meteorological Service of the National Water Commission has followed this phenomenon continuously since the end of 2002, through the Drought Monitor of Mexico, the main subject of this report, for which they will be described below among other issues, the background and the methodology used to prepare this monitoring.

I. Relevance of drought monitoring

Meteorological Drought: It is characterized by below normal rains, for several months.

Agricultural Drought: The soil moisture is not enough for the development of crops.

Hydrological Drought: Lack of sufficient supplies of surface and ground water.

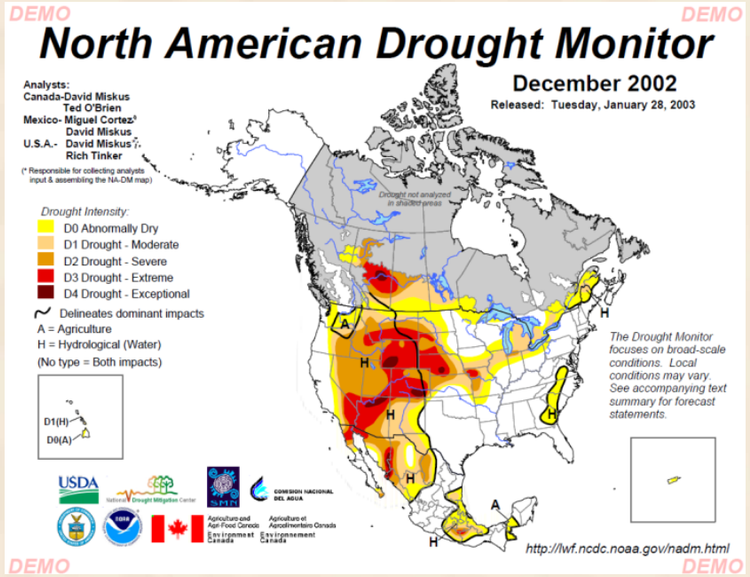


Socio-economic drought: Water scarcity affects human activities.

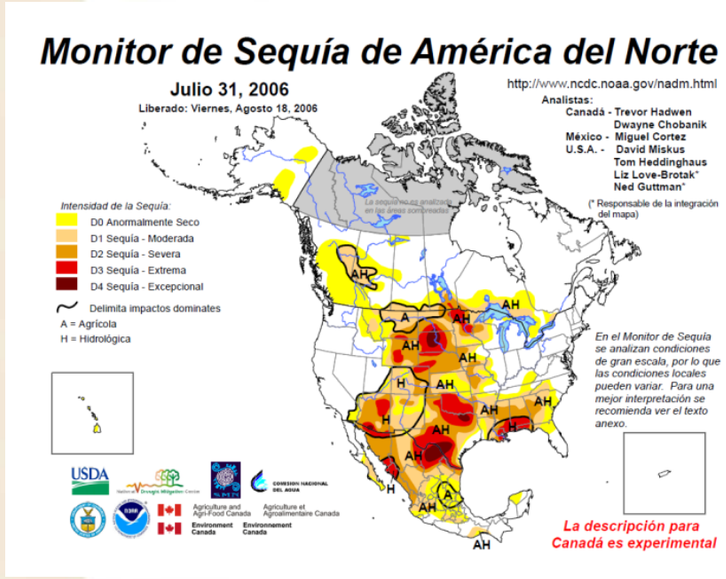
II. Background of the Mexican Drought Monitor (MSM)

North American Drought Monitor (NADM)

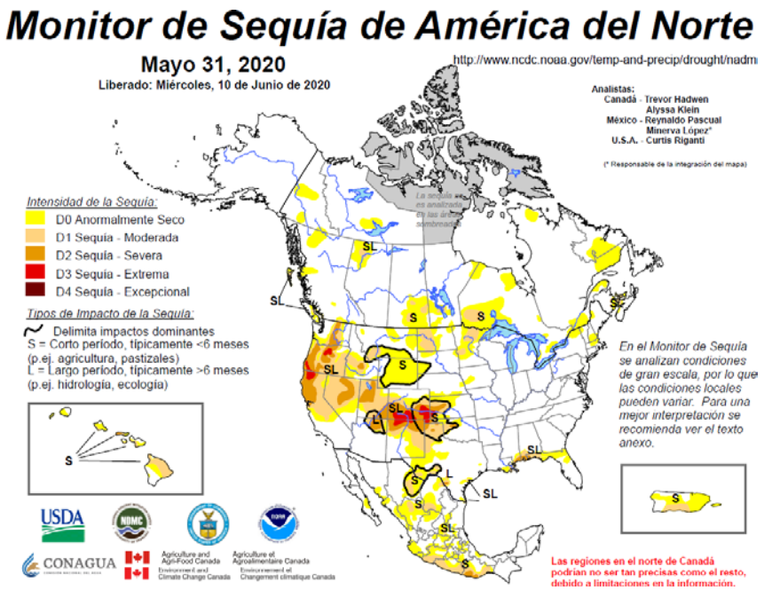
The NADM is a cooperative effort between analysts from **Mexico (CONAGUA-National Weather Service)**, the United States **(NOAA, USDA, NDMC, NCDC now NCEI)**, and Canada (**Agriculture and Agri-Food Canada**) to monitor drought in the three-country region, since the end of 2002.



December 2002



July 2006



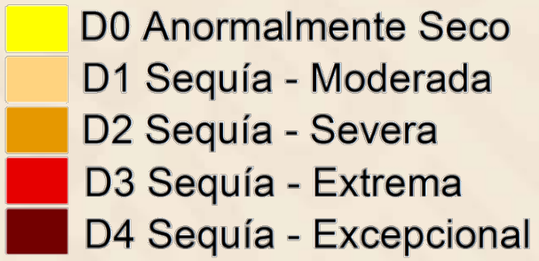
May 2020

Integration of the regional map: Through a monthly rotation, a lead author is appointed who compiles and integrates the evaluations of the state of the drought in each country. The lead author merges the vector files, edits the descriptive texts (drought narrative) and produces the final maps and documents that are published on the NADM website.

II. Background of the Mexican Drought Monitor (MSM)

Although NADM began in 2002, it was not until 2014 that CONAGUA-SMN creates a national map for Mexico, and continues to work in a coordinated manner with the United States and Canada to produce the monthly NADM map.

The MSM adapted the methodology and characterization of drought from the United States Drought Monitor (USDM) and NADM, the latter going from the abnormally dry category (D0) to exceptional drought (D4) and the classification of short and long impacts. period.



Anormalmente Seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.

Sequía Moderada (D1): Se presentan algunos daños en los cultivos y pastizales; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.

Sequía Severa (D2): Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.

Sequía Extrema (D3): Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.

Sequía Excepcional (D4): Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Impactos dominantes:

S= Corto período, típicamente menor a 6 meses (agricultura, pastizales)

L= Largo período, típicamente mayor a 6 meses (hidrología, ecología)

III. Methodology of the MSM

The Drought Monitor of Mexico is a product that aims to determine the regions with drought in the country, resulting from the analysis of various drought indices and indicators.

Preparation: 2 times a month

The indices used are the following:

Meteorological indices:

Precipitation anomalies in millimeters and in percent of normal

Standardized Precipitation Index (SPI)

Standardized Precipitation and Evaporation Index (SPEI)

Hydrological indices:

Leaky Bucket Soil Moisture Model

Streamflow Drought Index (SDI)

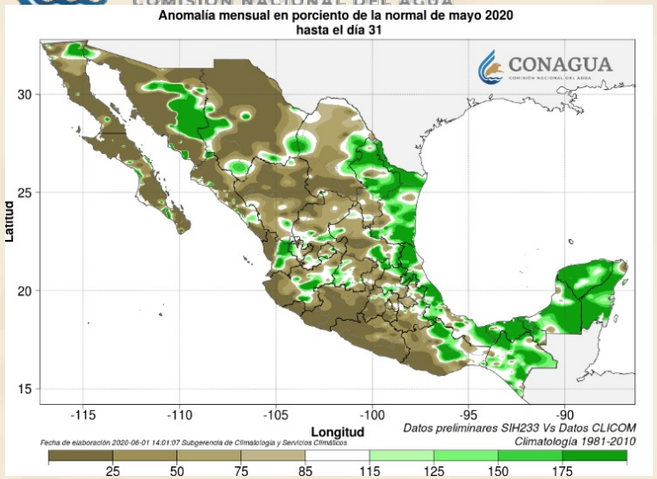
Percentage of water in dams (Indicator)

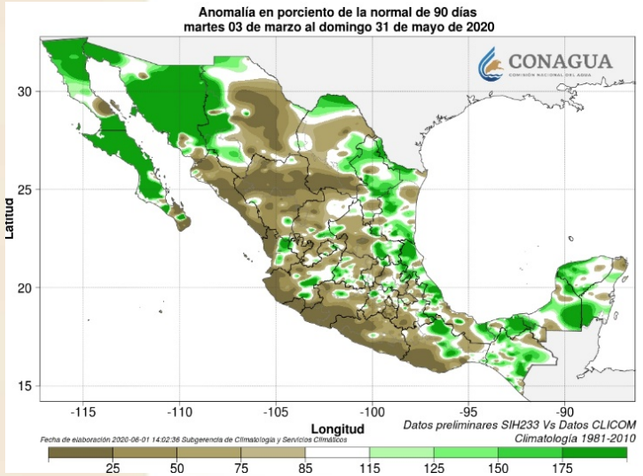
Vegetative indices:

Vegetation Health Index (VHI)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

III. Methodology of the MSM

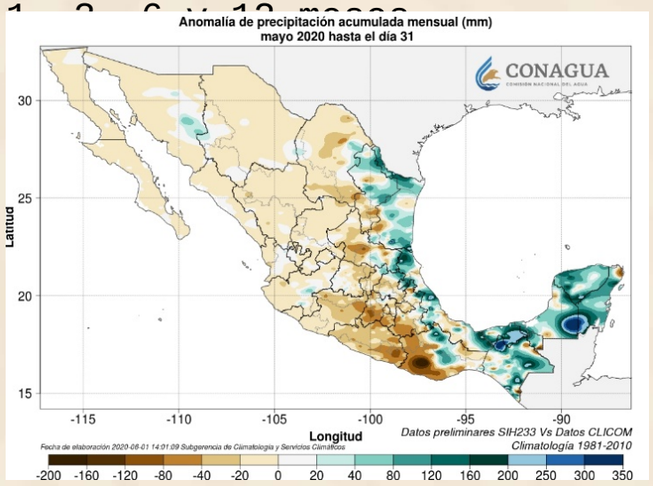


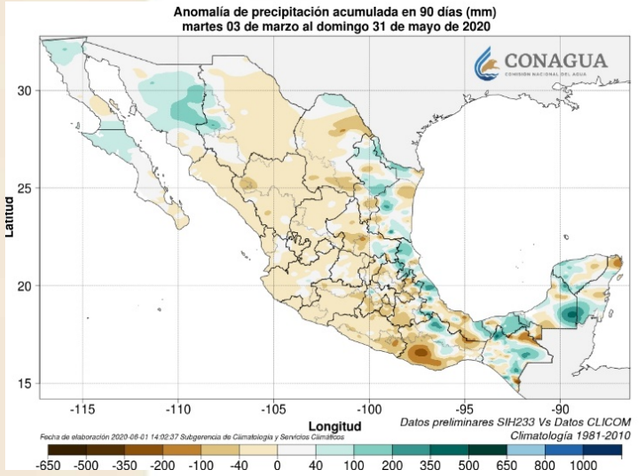


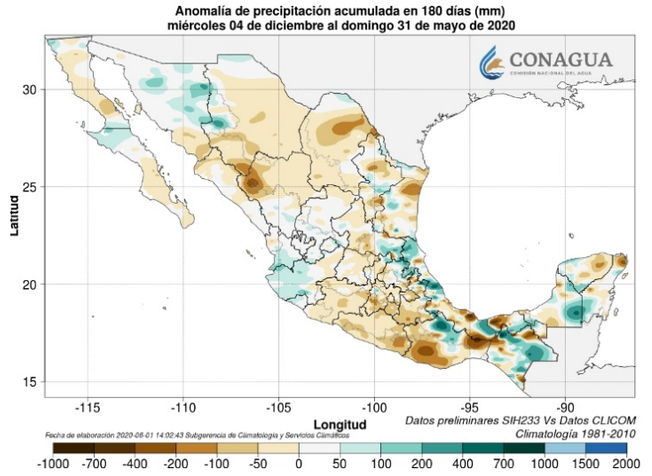
Rangos de Clasificación:

Categoría	Descripción	Porciento de Precipitación Normal
D0	Anormalmente Seco	<75% for 3 meses
D1	Sequía Moderada	<70% for 3 meses
D2	Sequía Severa	<65% for 6 meses
D3	Sequía Extrema	<60% for 6 meses
D4	Sequía Excepcional	<65% for 12 meses

Anomalía de lluvia en base al porciento de la normal. Varias escalas de tiempo, las más usuales



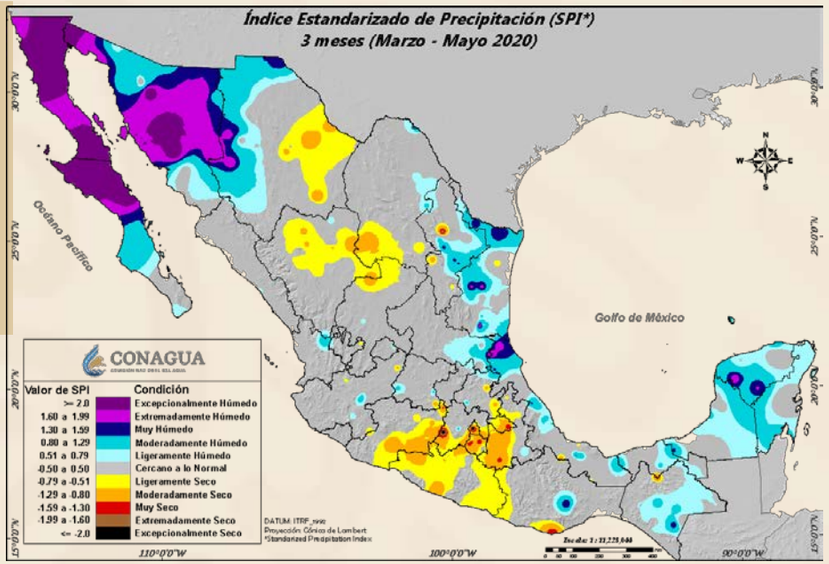


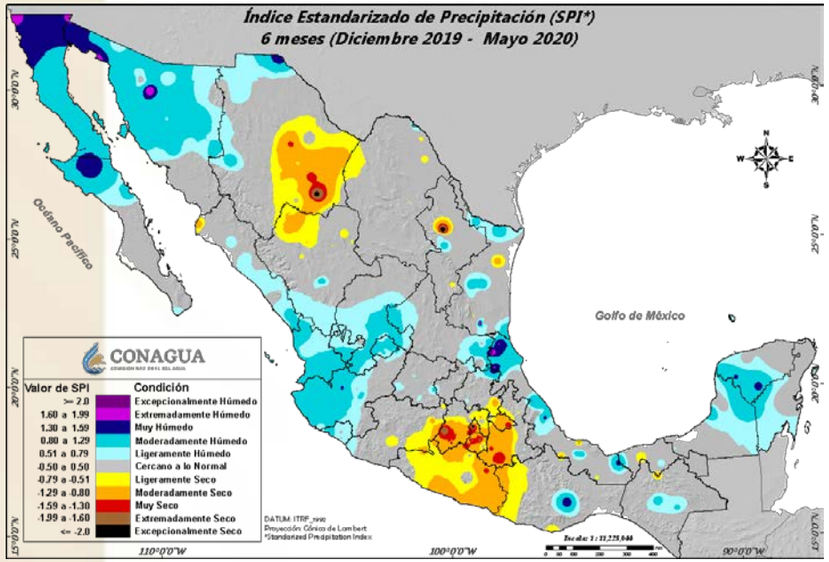


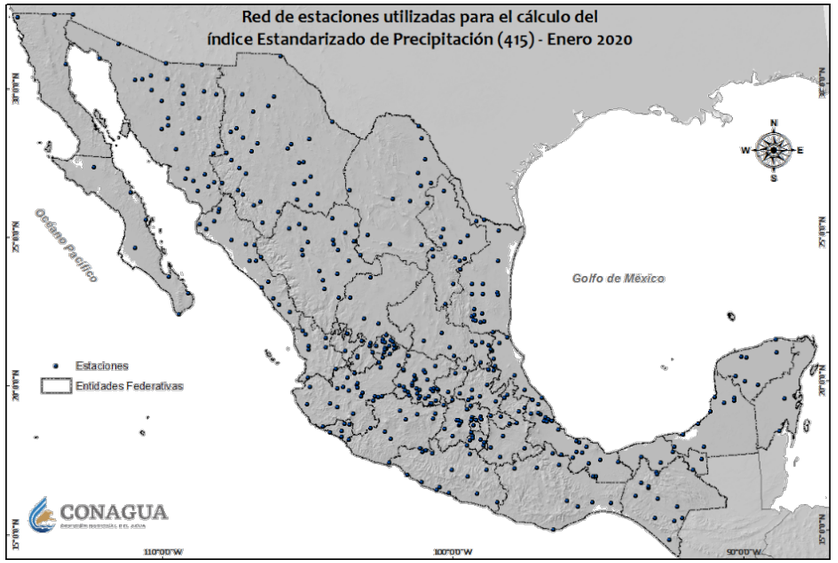
Anomalía de precipitación acumulada mensual en milímetros (mm). En varias escalas de tiempo: 1, 3, 6 y 12 meses.

Fuente: Calculado información disponible del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua. Climatología base 1981-2010 obtenido de la Base de Datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional-Conagua.

III. Methodology of the MSM







- **SPI.** It quantifies a conditions of deficit or excess of precipitation, for a determined period of time. Different time scales are handled, the most common are SPI-3, SPI-6, SPI-9 and even SPI-12 months.

- **CONAGUA SMN** calculates the SPI from a set of stations, this set may vary due to the loss of long-term stations or the incorporation of those that meet the following requirements:
- Long series (over 30 years). Less than 20% missing data in the period.

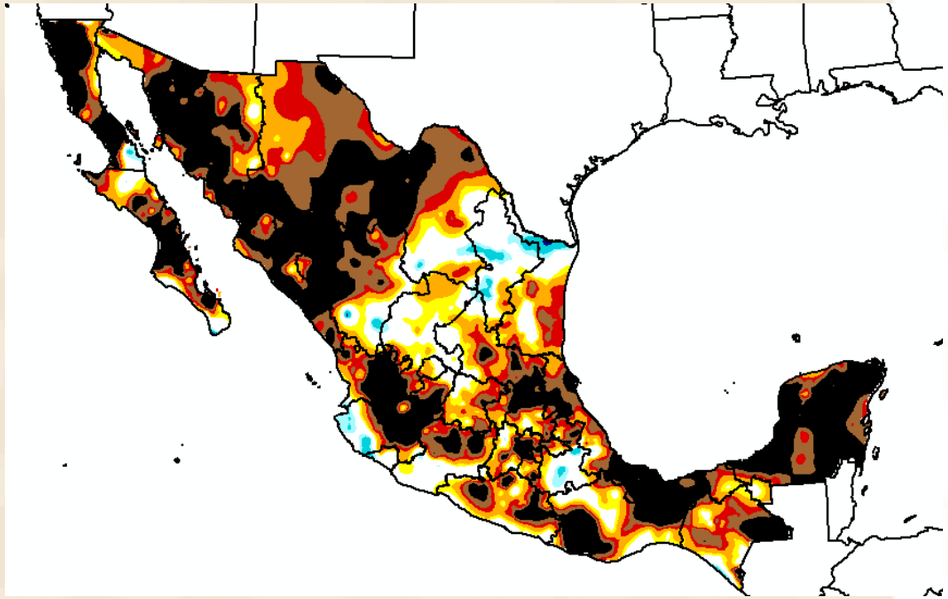
Rangos de Clasificación:

Categoría	Descripción	Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)
D0	Anormalmente Seco	-0.5 a -0.7
D1	Sequía Moderada	-0.8 a -1.2
D2	Sequía Severa	-1.3 a -1.5
D3	Sequía Extrema	-1.6 a -1.9
D4	Sequía Excepcional	Menor a -2.0

Fuente: Calculado información disponible del Sistema de Información Hidroclimatológica (SIH) de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos-Conagua. Series históricas obtenidas de la Base de Datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional-Conagua.

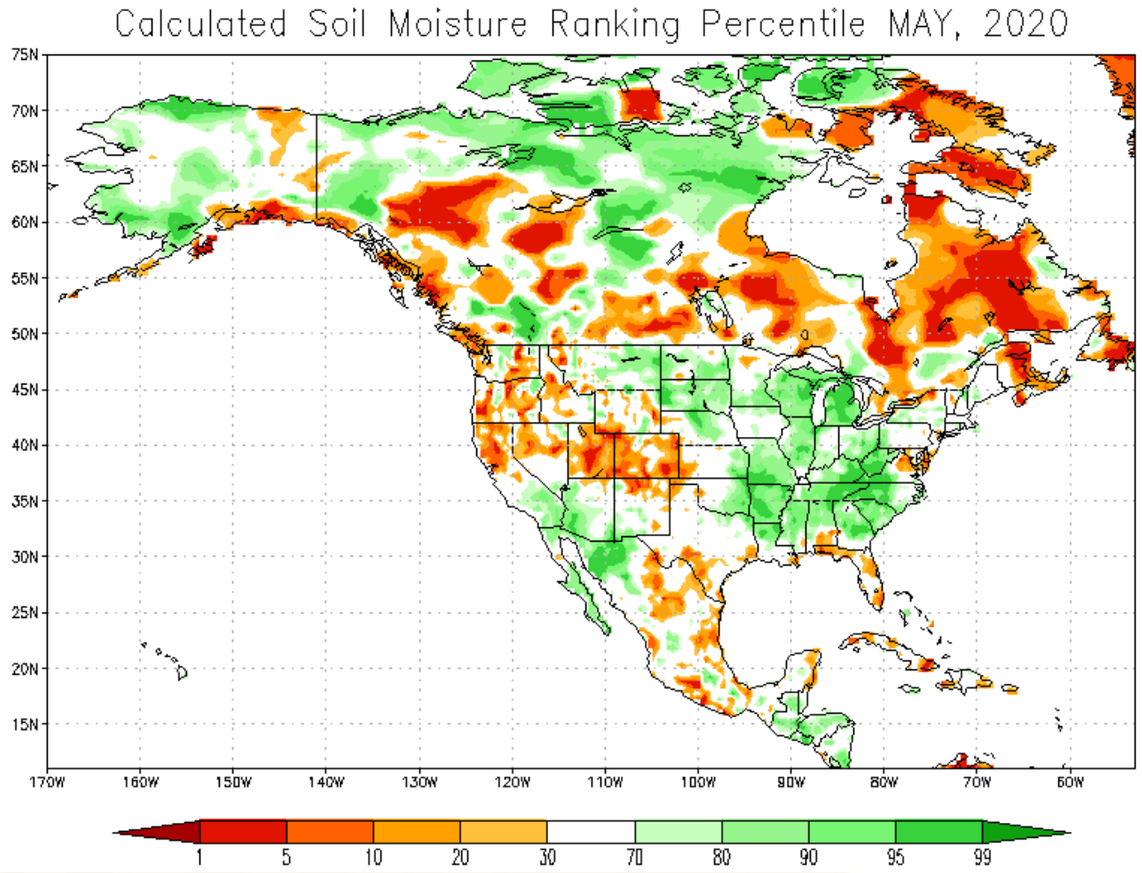
III. Methodology of the MSM

3-months SPEI June-August 2020



- **SPEI.** Now as experimental, based on gridded data from CONAGUA SMN data base.

III. Methodology of the MSM



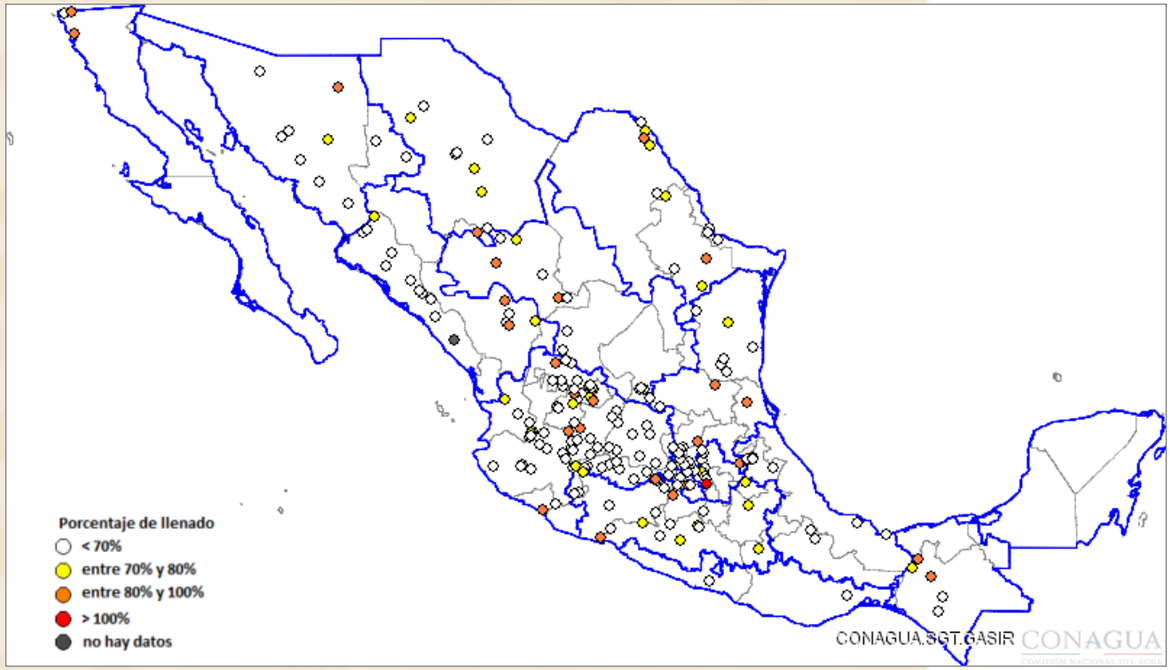
Rangos de Clasificación:

Categoría	Descripción	Modelo de Humedad del Suelo del CPC (Percentiles)
D0	Anormalmente Seco	21-30
D1	Sequía Moderada	11-20
D2	Sequía Severa	6-10
D3	Sequía Extrema	3-5
D4	Sequía Excepcional	0-2

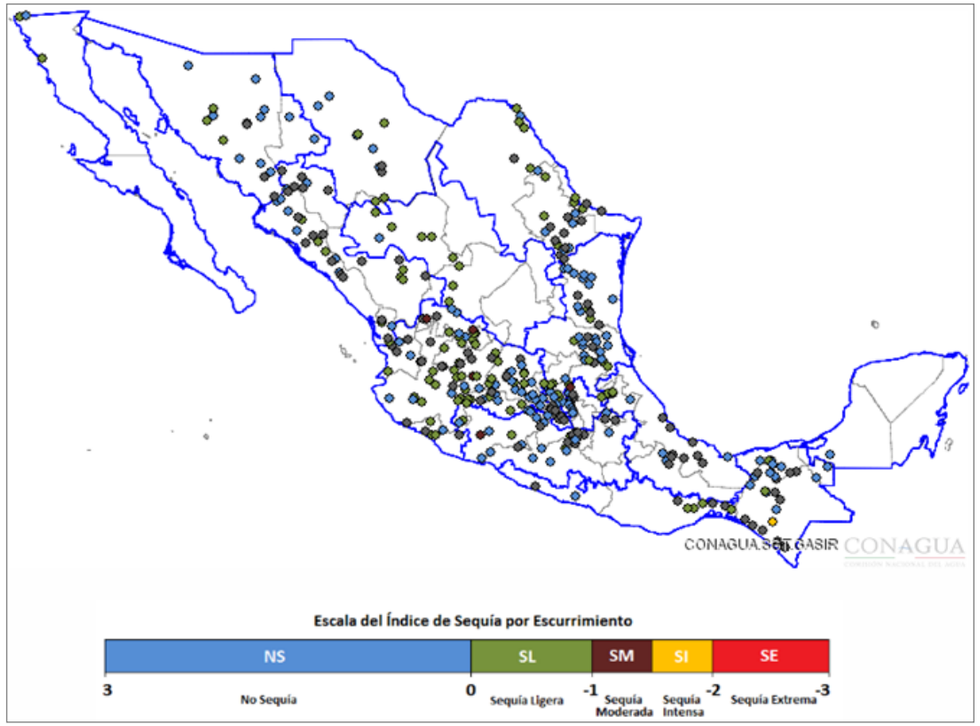
Estimation of soil moisture using a one-layer hydrologic model. The model uses precipitation and temperature to calculate soil moisture, evaporation, and runoff. Potential evaporation is estimated by temperature.

Fuente: Modelo de Humedad del Suelo Leaky Bucket. Centro de Predicción del Clima (CPC-NOAA).

III. Methodology of the MSM



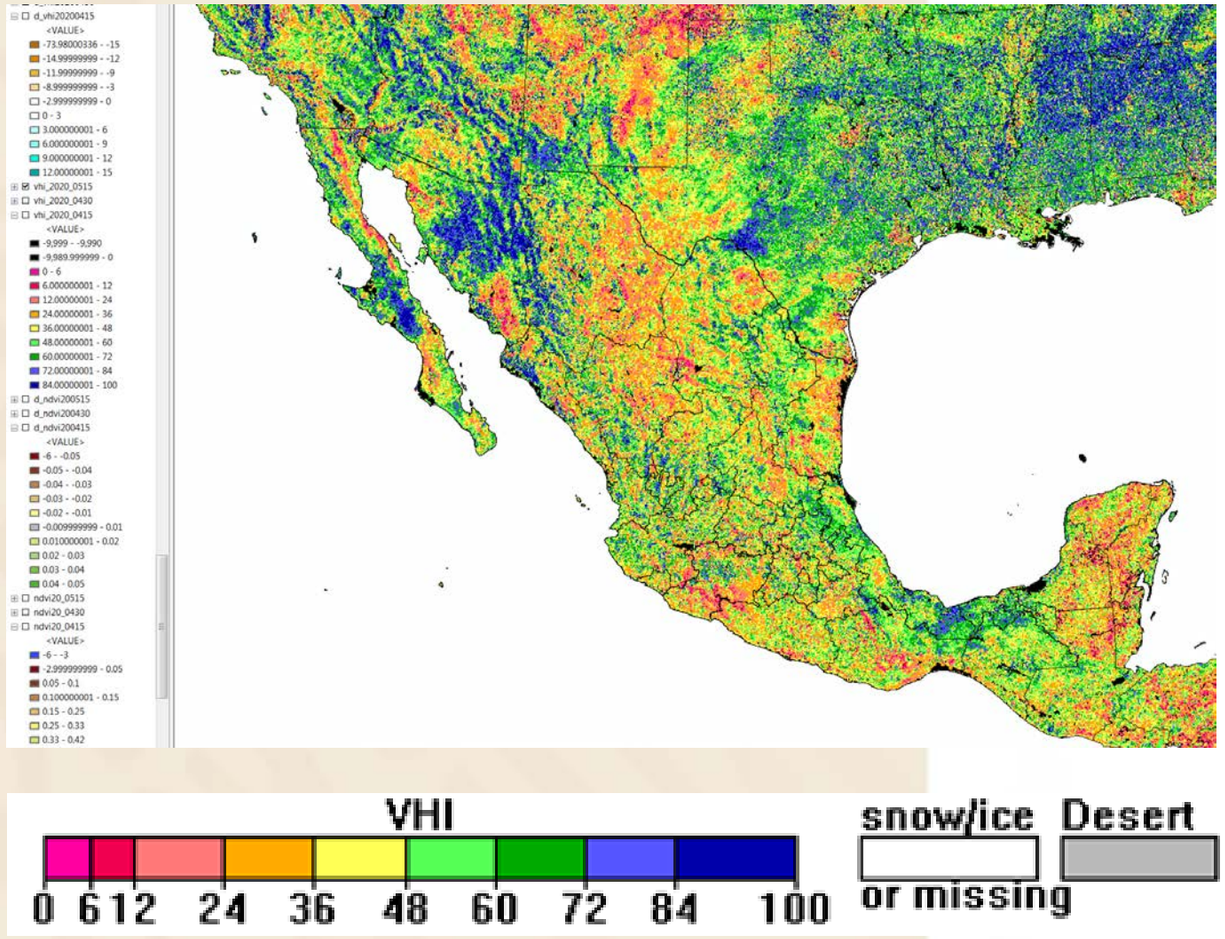
Water Availability on reservoirs by CONAGUA GASIR



Streamflow Drought Index SDI by CONAGUA GASIR

It uses river flow values and normalization method associated with SPI. It allows analyzing the wet and dry periods, as well as the intensity in standard deviations of these episodes.

III. Methodology of the MSM



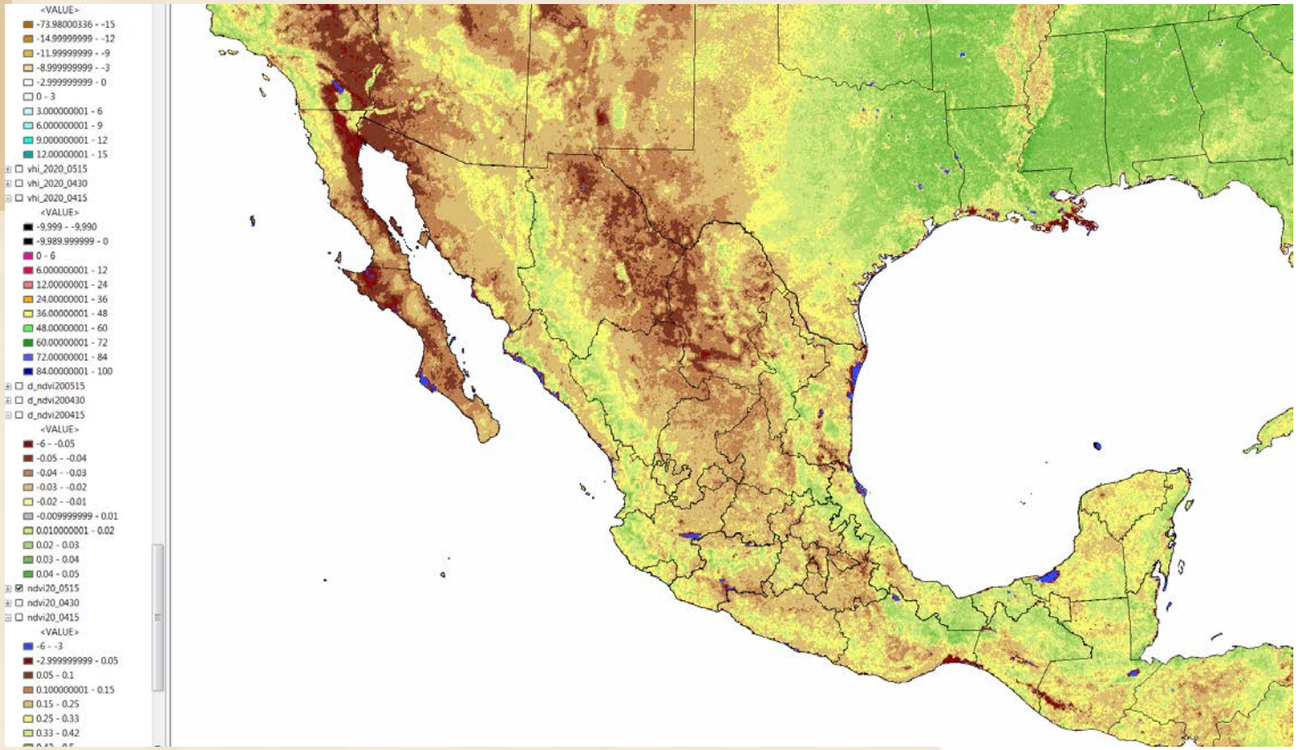
VHI. Derived from remote sensing that measures the stress of the vegetation due to the lack or excess of water or the temperature. If the index has values less than 40 it indicates different levels of stress. When the index indicates values greater than 60 (favorable condition), full production can be expected.

Rangos de Clasificación

Categoría	Descripción	Índice Satelital de Salud de la Vegetación
D0	Anormalmente Seco	36-45
D1	Sequía Moderada	26-35
D2	Sequía Severa	16-25
D3	Sequía Extrema	6 -15
D4	Sequía Excepcional	1-5

Fuente: Calculado en el Centre for Satellite Applications and Research (STAR-NESDIS) de la NOAA.

III. Methodology of the MSM



The **NDVI** measures the greenness and vigor of vegetation over a period to reduce alteration of results by cloud cover, and can detect drought-related stress on vegetation.

Radiance values obtained in the visible and near infrared channels are used to calculate the NDVI. This product is an input from the Vegetation Health Satellite Index (VHI).

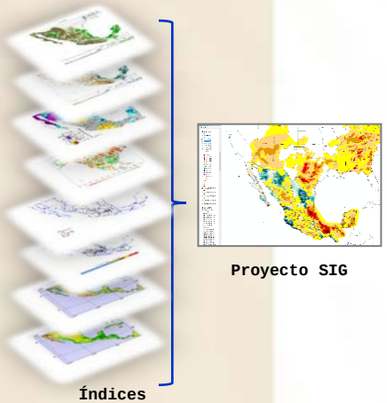
Fuente: Calculado en el Centre for Satellite Applications and Research (STAR-NESDIS) de la NOAA

III. Methodology of the MSM

Recopilación de insumos de cada uno de los **Índices de Sequía** (**Consulta de diferentes bases de datos**)

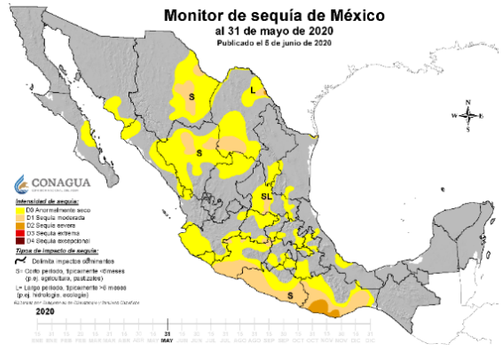
Procesamiento SIG, para unificar insumos en dos tipos de formatos: *shapefile* y *raster*

Integración de un proyecto de trabajo SIG **para el análisis, despliegue y visualización de índices de sequía**

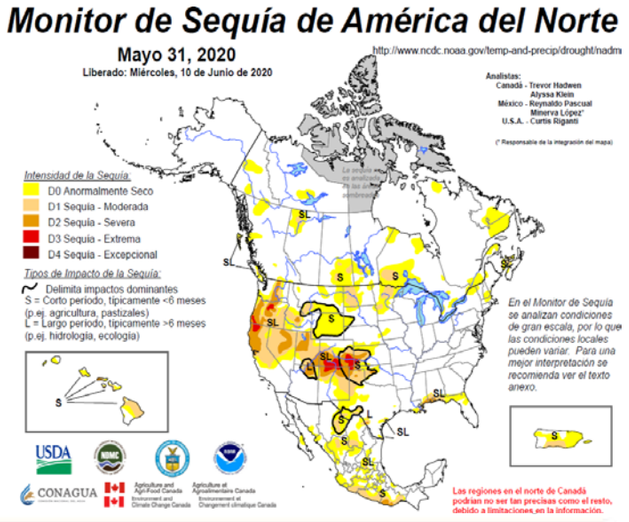


Reunión técnica de analistas para la determinación de áreas con sequía en el país (digitalización y creación de polígonos *shapefile*).

Obtención del mapa del Monitor de Sequía de México

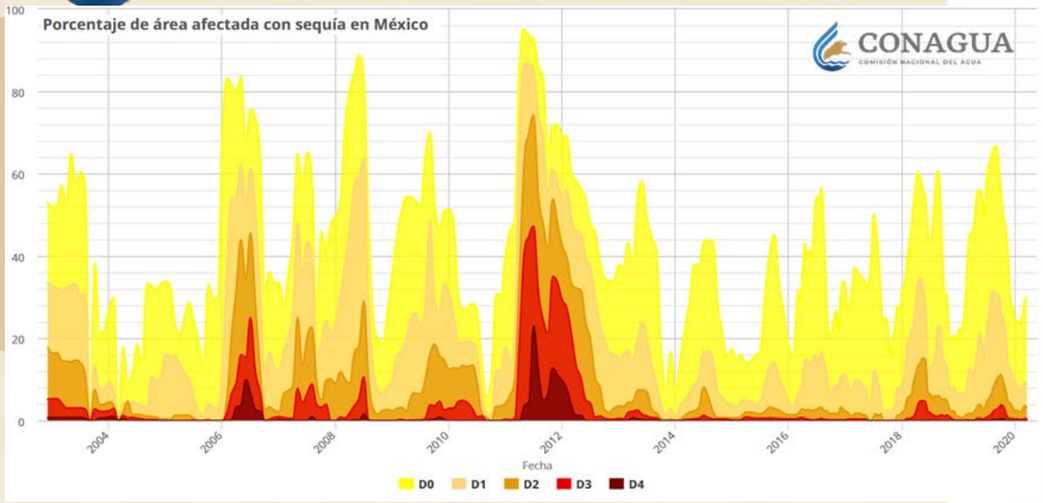


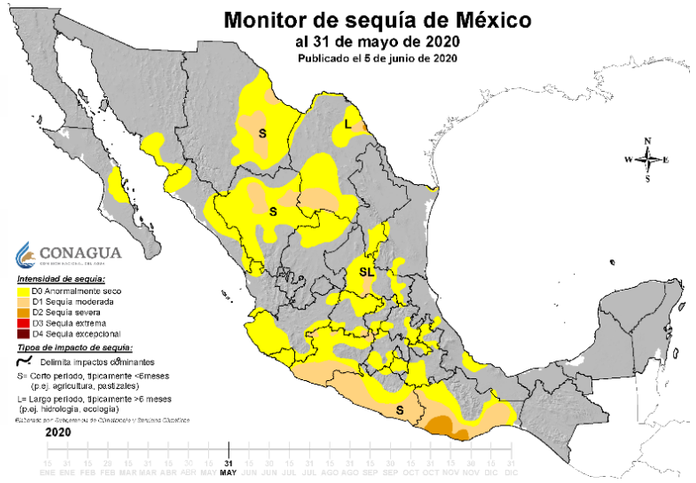
Integración al Monitor de sequía de América del Norte

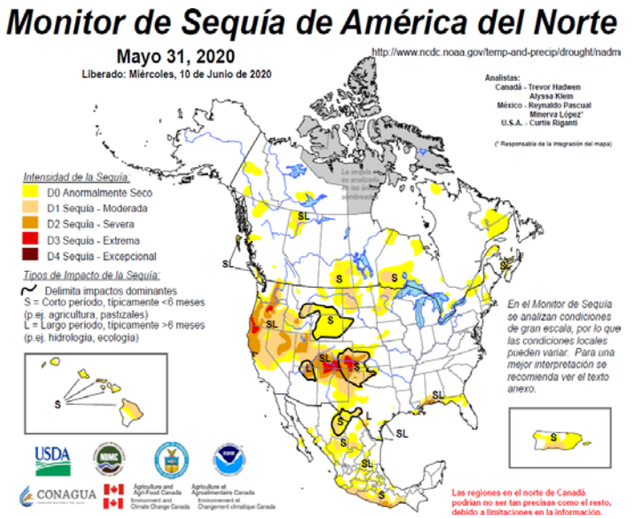


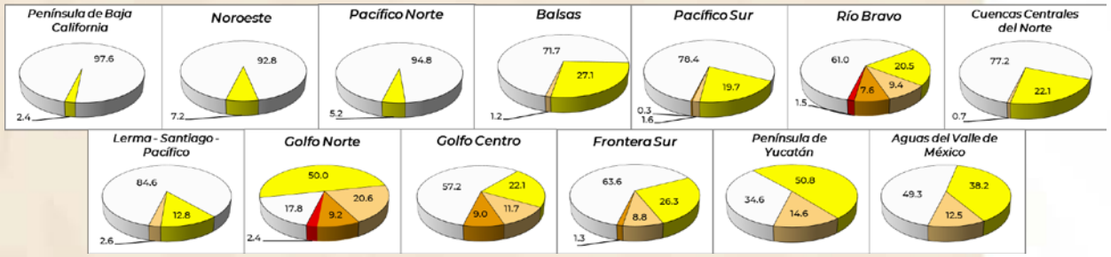
III. Methodology of the MSM

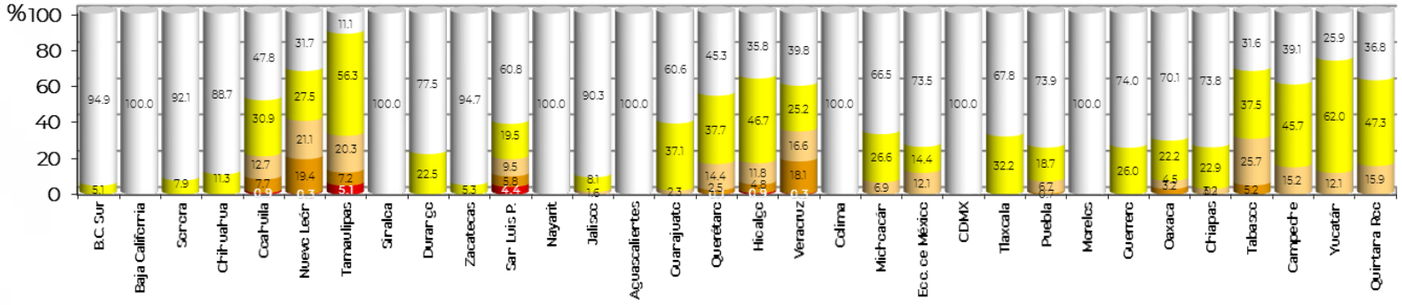
CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

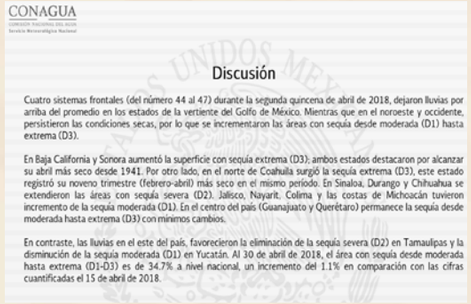












CONAGUA

Discusión

Cuatro sistemas frontales (del número 44 al 47) durante la segunda quincena de abril de 2018, dejaron lluvias por arriba del promedio en los estados de la vertiente del Golfo de México. Mientras que en el noroeste y occidente, persistieron las condiciones secas, por lo que se incrementaron las áreas con sequía desde moderada (D1) hasta extrema (D3).

En Baja California y Sonora aumentó la superficie con sequía extrema (D3); ambos estados destacaron por alcanzar su abril más seco desde 1941. Por otro lado, en el norte de Coahuila surgió la sequía extrema (D3), este estado registró su noveno trimestre (febrero-abril) más seco en el mismo periodo. En Sinaloa, Durango y Chihuahua se extendieron las áreas con sequía severa (D2). Jalisco, Nayarit, Colima y las costas de Michoacán tuvieron incremento de la sequía moderada (D1). En el centro del país (Guanajuato y Querétaro) permanece la sequía desde moderada hasta extrema (D3) con mínimos cambios.

En contraste, las lluvias en el este del país, favorecieron la eliminación de la sequía severa (D2) en Tamaulipas y la disminución de la sequía moderada (D1) en Yucatán. Al 30 de abril de 2018, el área con sequía desde moderada hasta extrema (D1-D3) es de 34.7% a nivel nacional, un incremento del 1.1% en comparación con las cifras cuantificadas el 15 de abril de 2018.

Currently the Mexico Drought Monitor includes:

Drought depiction at Nacional and State level, municipalities in drought, tables, graphs and vector files available for download.

México

Importantes precipitaciones se observaron en amplias regiones desde el centro occidente hasta el pacífico norte durante febrero, así como en el sureste, dejando al resto del país con mínimas precipitaciones. A nivel nacional, febrero de 2020 se clasificó como el vigésimo primer febrero más húmedo desde 1941 con un acumulado de 22.7 mm, lo cual representa un 26.1% por arriba del promedio de lluvia (1941-2018) para este mes. Marcados déficits de lluvias se observaron en la Península de Yucatán, donde las condiciones comienzan a ser motivo de preocupación. Al 29 de febrero de 2020 el 9.48% del territorio nacional tuvo sequía de moderada hasta extrema (D1-D3), un incremento del 2.28% respecto al último mes.

Las lluvias que ocurrieron durante febrero se debieron principalmente a la corriente en chorro subtropical que aportó humedad desde el Océano Pacífico, a la incursión de un evento de "río atmosférico" durante los primeros días del mes y al paso de 5 sistemas frontales. Estos principales sistemas meteorológicos beneficiaron con humedad a los estados de Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa que registraron su tercer febrero más lluvioso en sus registros. Esta humedad también propició la disminución de la cobertura con condiciones anormalmente secas (D0) en Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Chiapas. Así mismo, las áreas de sequía severa (D2) también disminuyeron del 21.8 al 17.4 por ciento en Veracruz, del 4.9 al 3.2 por ciento en Oaxaca y del 9.7 al 5.2 por ciento en Tabasco, esto comparado con la evaluación de sequía de hace un mes.

https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico

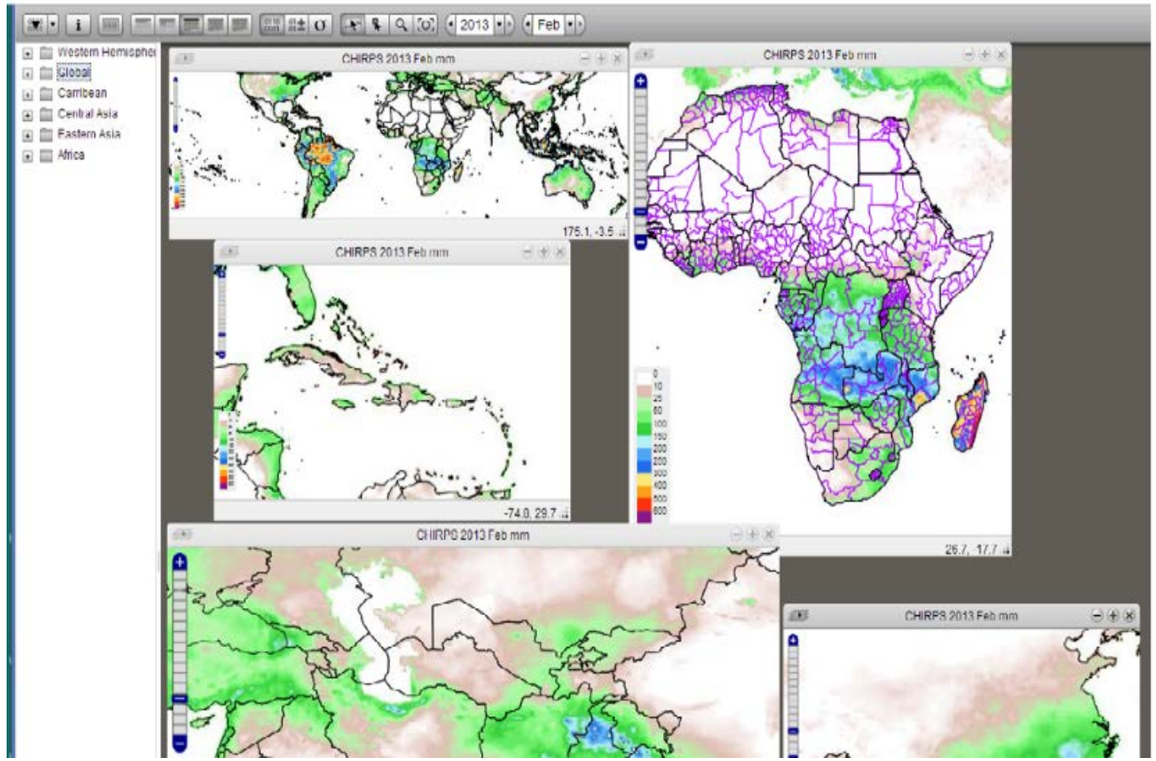
V. Actions to strengthen the Mexican Drought Monitor

Standardized Precipitation Index (SPI) with the CHIRPS Database.

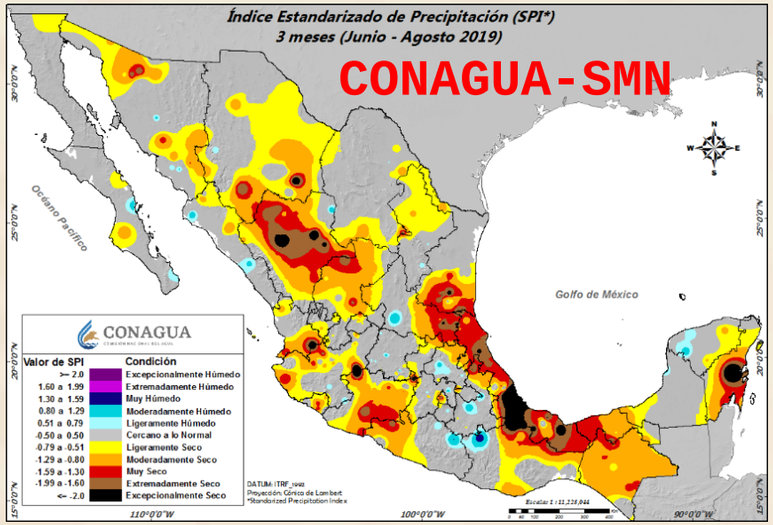
Features and benefits of the CHIRPS Database *:

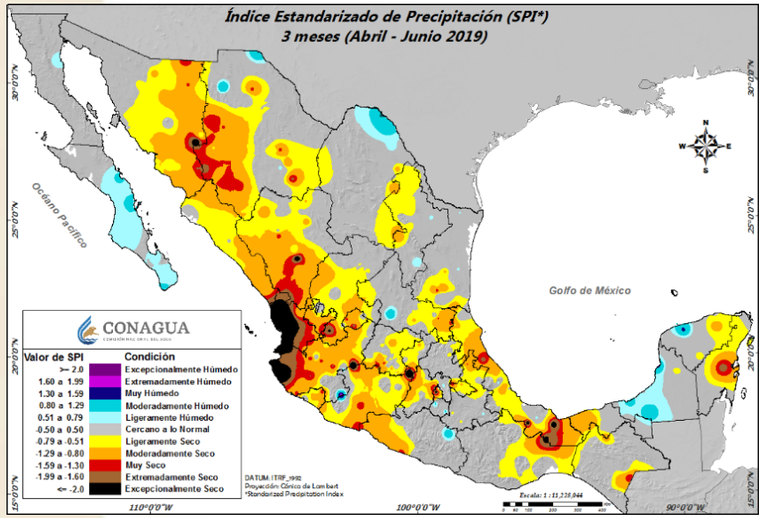
- The CHIRPS database is spatially robust.
- Global rainfall estimation using geostationary satellite images.
- In the case of Mexico, it contains data from around 1000 rainfall stations.
- Data availability: monthly, decennial (10 days) and pendatal (5 days) from 1981 to date.
- Resolution of 0.05 ° (approx. 5.5 km) that will allow to contribute to the analysis of the MSM at higher spatial resolution.
- Information Source: Department of Geography of the University of California in Santa Barbara, United States.

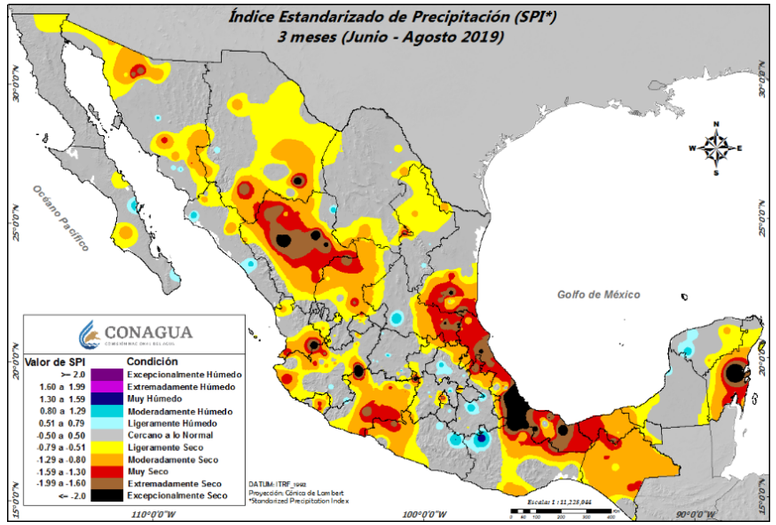
The Climate Hazards group Infrared Precipitation with Stations (CHIRPS, por sus siglas en inglés)

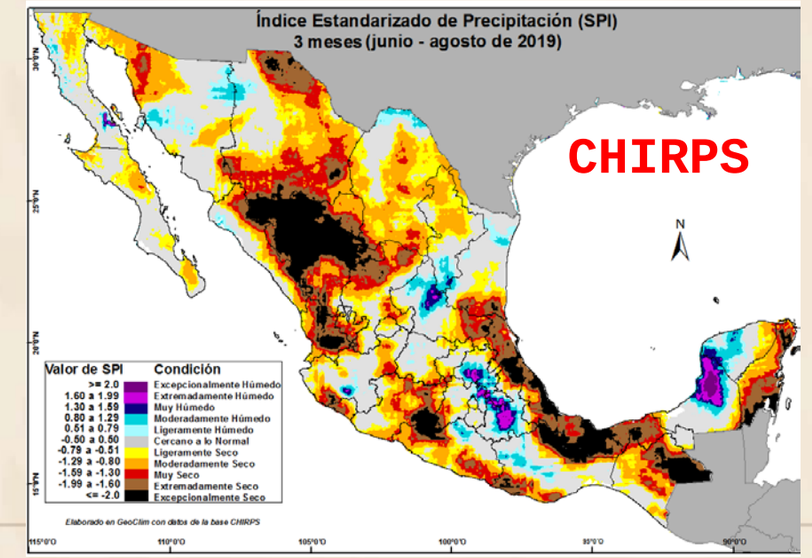


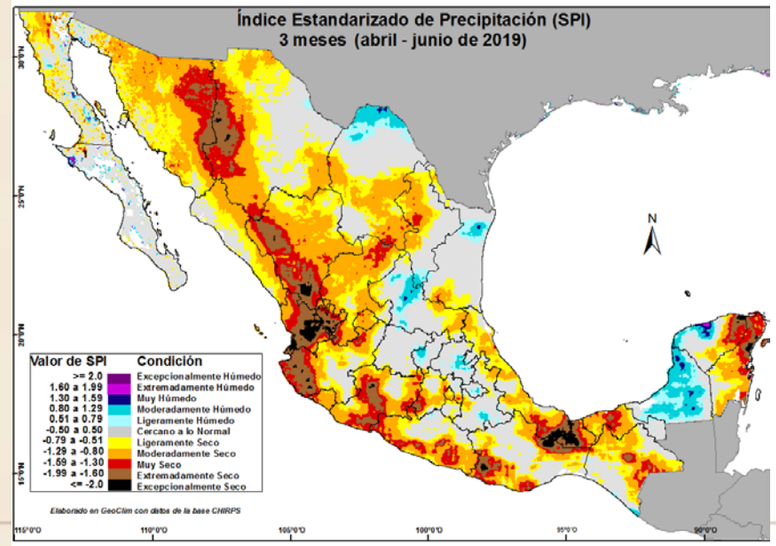
V. Actions to strengthen the Mexican Drought Monitor

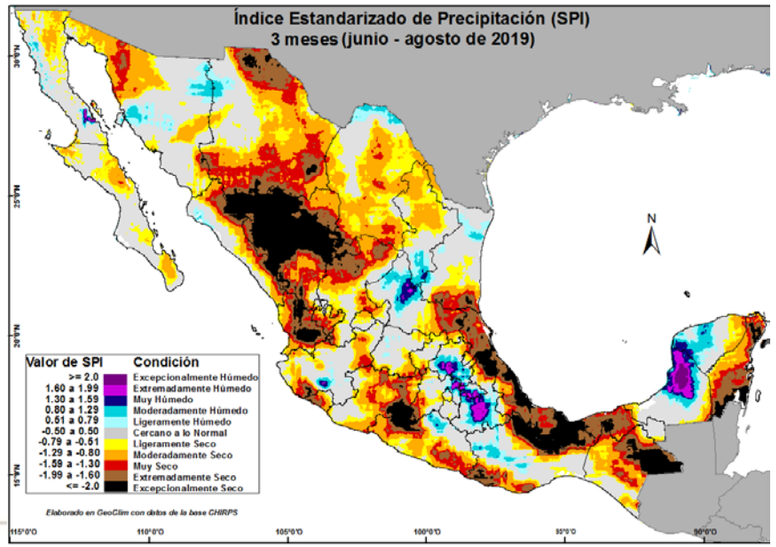






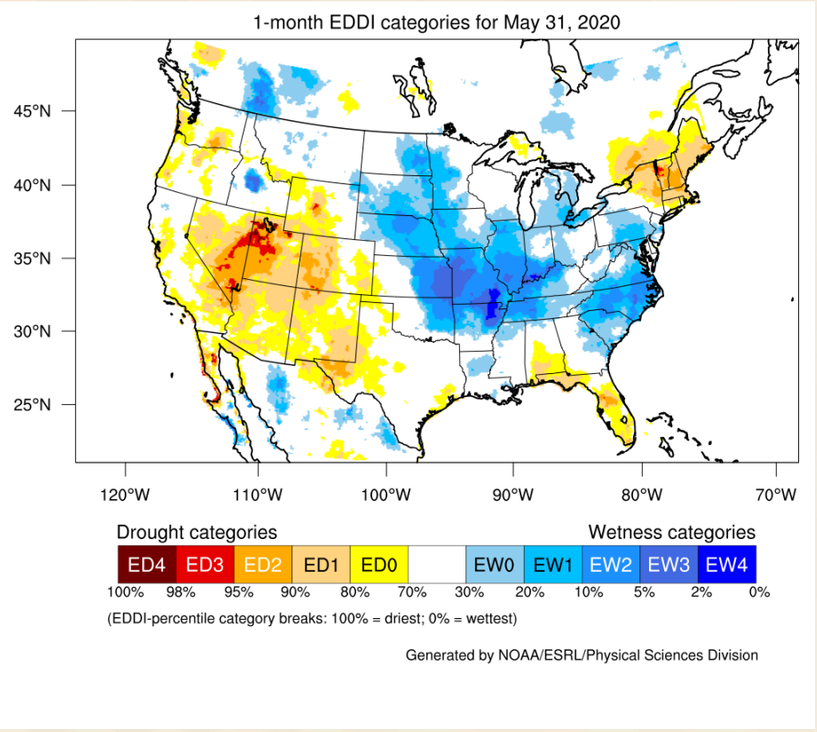


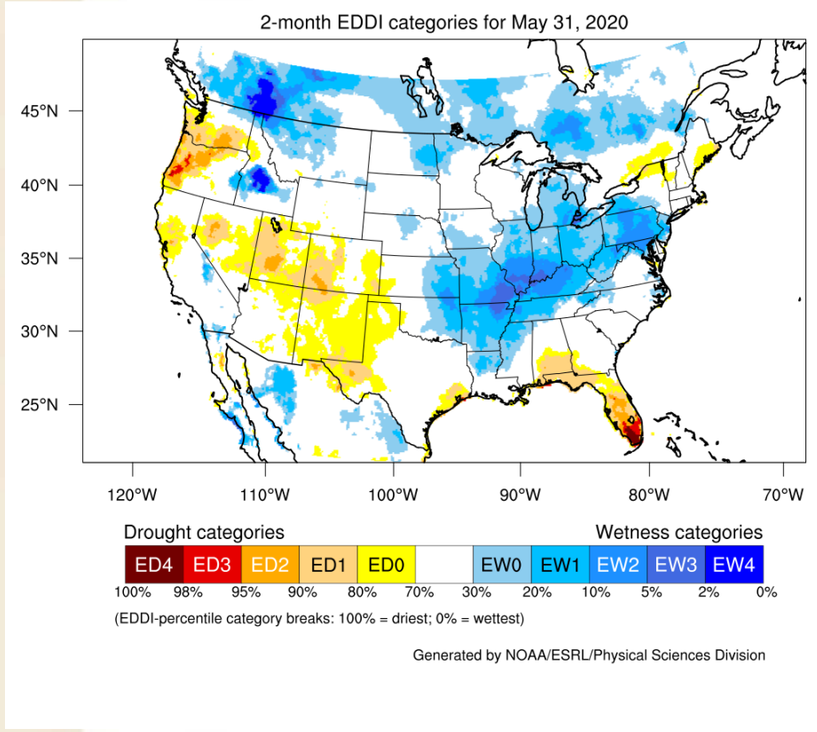


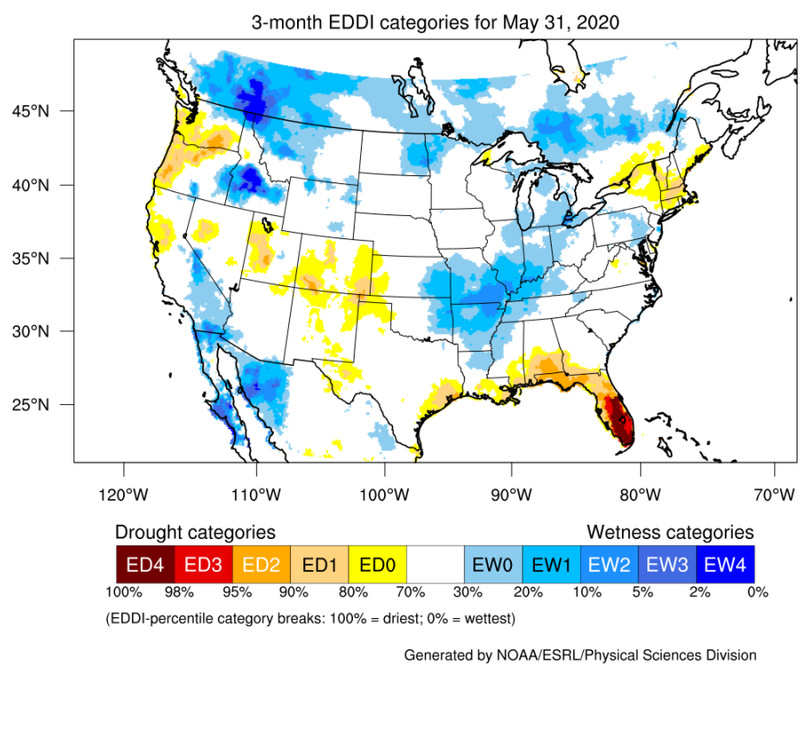


V. Actions to strengthen the Mexican Drought Monitor

- Use of the Evaporative Demand Drought Index (EDDI) in northern country. This index indicates how anomalous the atmospheric evaporation demand (E0; also known as "the thirst of the atmosphere") is for a given location and during a period of interest. It is an index that allows detecting short-term “flash drought” droughts. At the moment the index does not have coverage further south of the country.



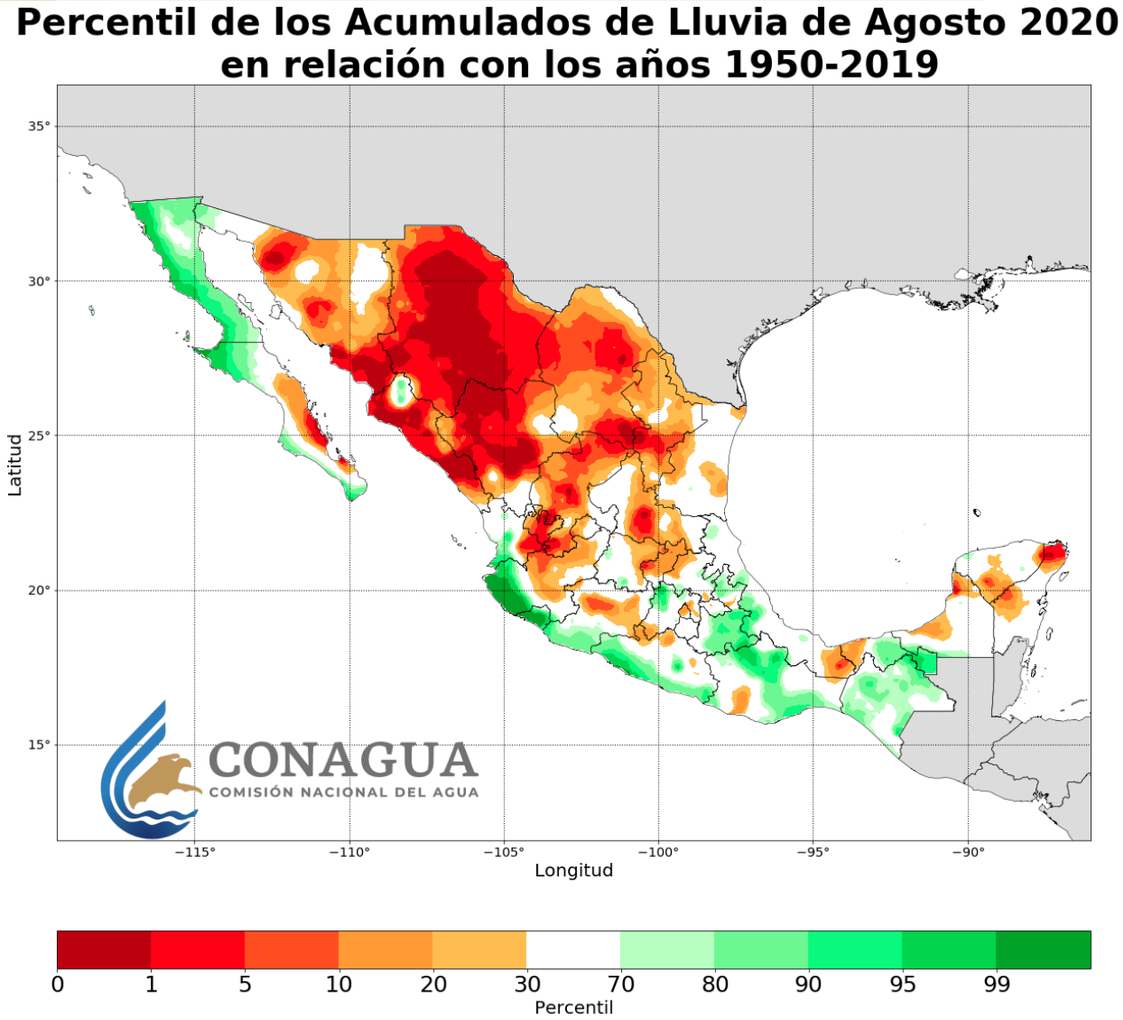


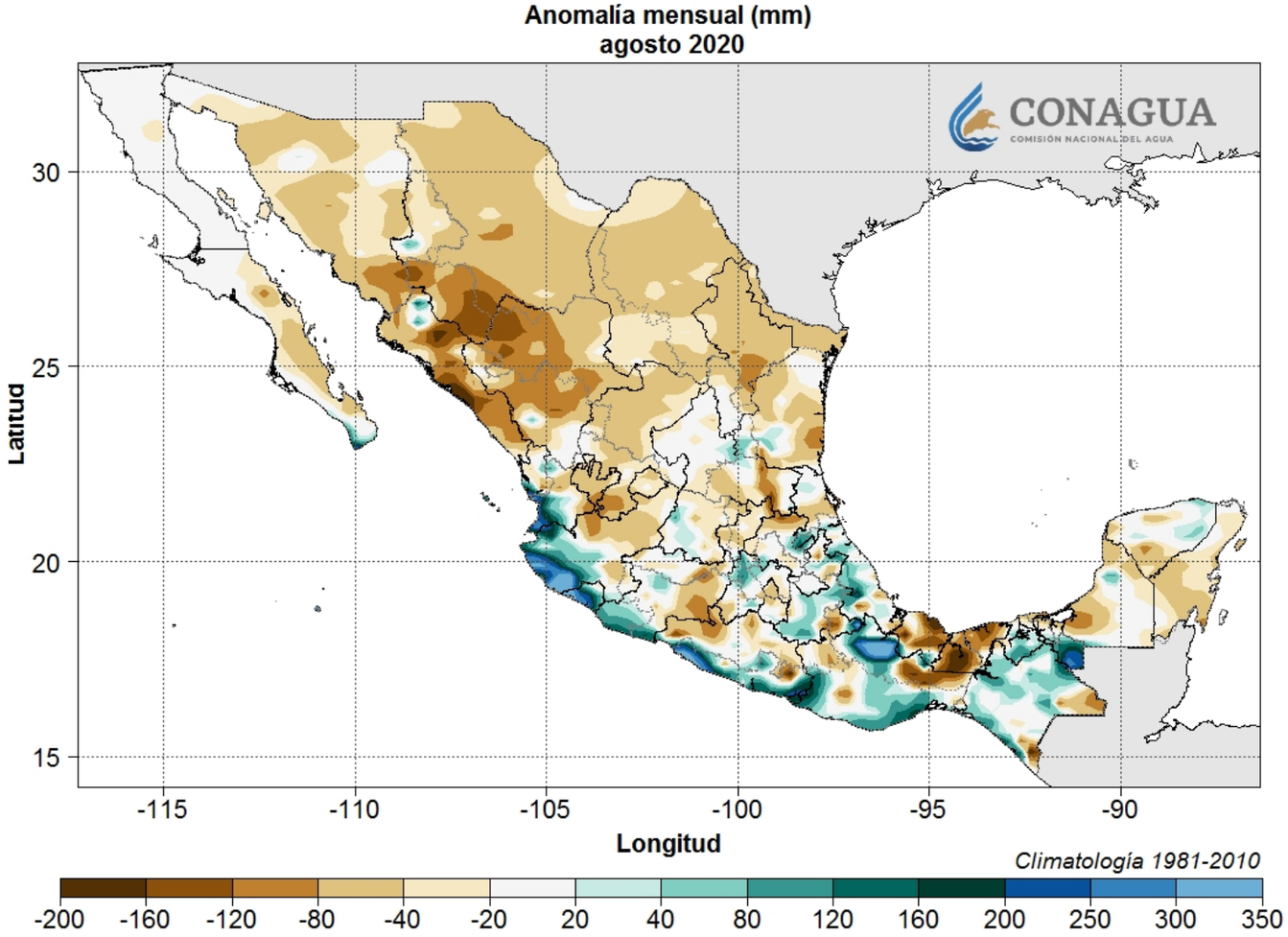


Fuente: The Evaporative Demand Drought Index (EDDI), NOAA

V. Actions to strengthen the Mexican Drought Monitor

- To use percentile precipitation maps instead anomalies.





CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

References

[Svoboda & Fuchs, 2106] Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Asociación Mundial para el Agua (2016): *Manual de indicadores e índices de sequía* (M. Svoboda y B.A. Fuchs). Programa de gestión integrada de sequias, Serie 2 de herramientas y directrices para la gestión integrada de sequias. Ginebra.

Monitor de Sequía en México - Servicio Meteorológico Nacional (2020). Disponible en: https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico

North American Drought Monitor (2020). Disponible en: https://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

The CONAGUA SMN Drought Monitor Project

Minerva López Quiroz
Yenifeer Loranca Dominguez
Ana Elena Martínez Melgarejo
Luis Alberto Chablé Pech
Reynaldo Pascual Ramírez

The SMN main official staff

Dr. Jorge Zavala Hidalgo
Dr. Ricardo Prieto González
M.C. Juan Carlos Ramos