

# Seguridad Hídrica en México

Foro  
Seguridad hídrica y gestión  
del riesgo de desastres

**Colegio de Ingenieros del Perú**

**Dr. Felipe I. Arreguín Cortés**  
**Director General**  
**Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**  
**Vicepresidente del Colegio de Ingenieros Civiles de México**  
Marzo 2017

# México vulnerable por su ubicación geográfica



Por su clima seco en la mitad norte de su territorio  
es común la escasez natural de agua.

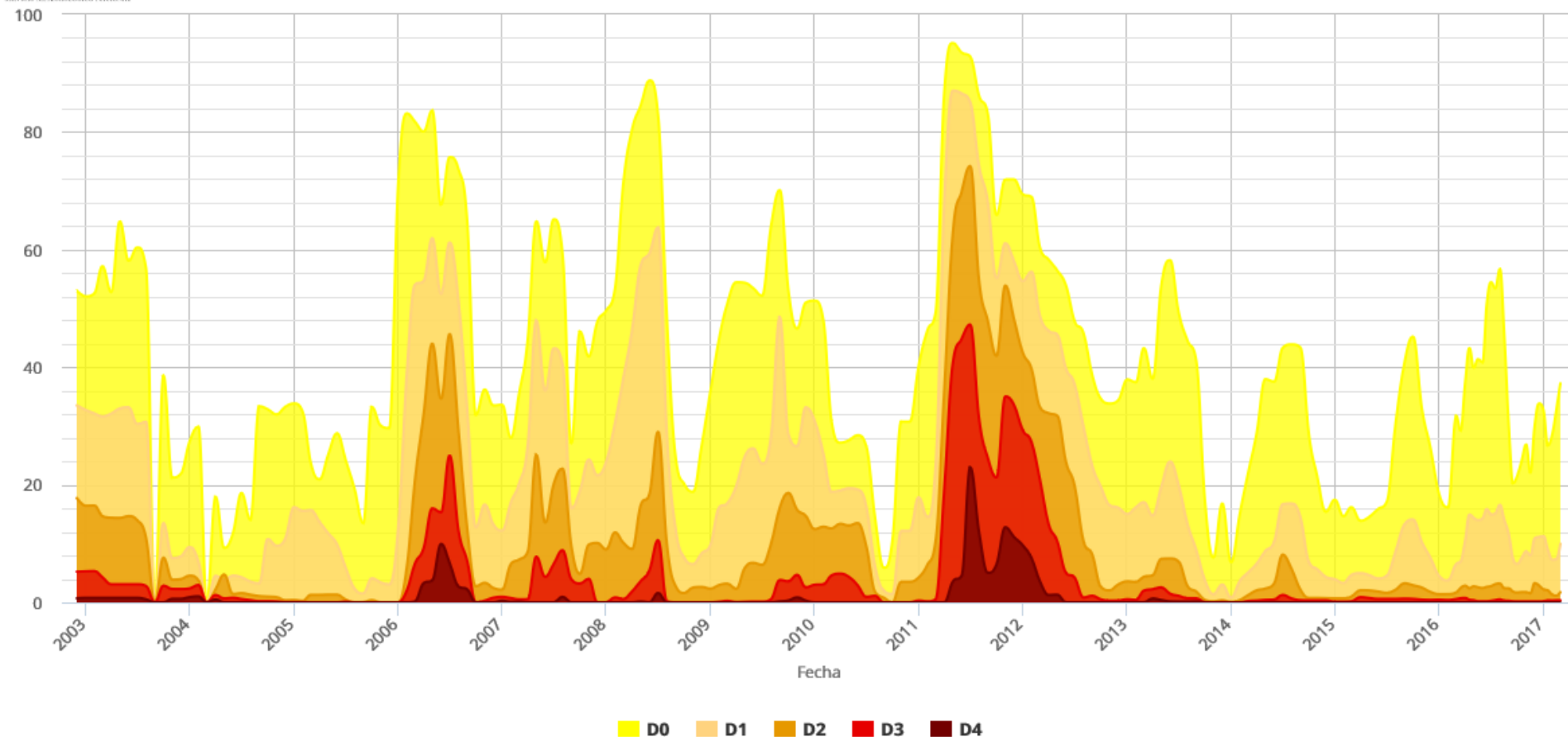


# Trayectorias históricas de los huracanes



# Porcentaje de área afectada con sequía en México

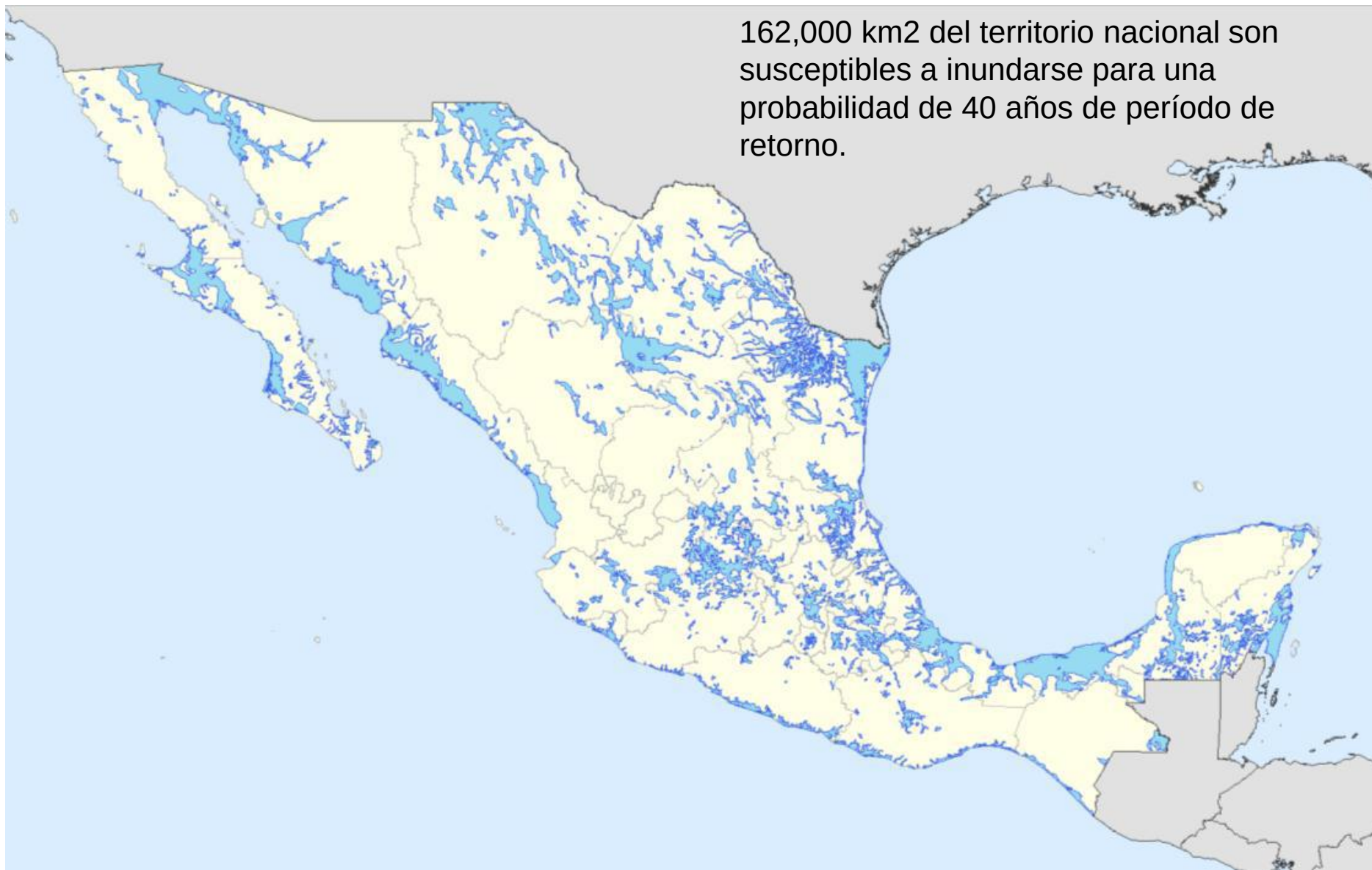
CONAGUA  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA  
SERVICIO HIDROGRÁFICO NACIONAL



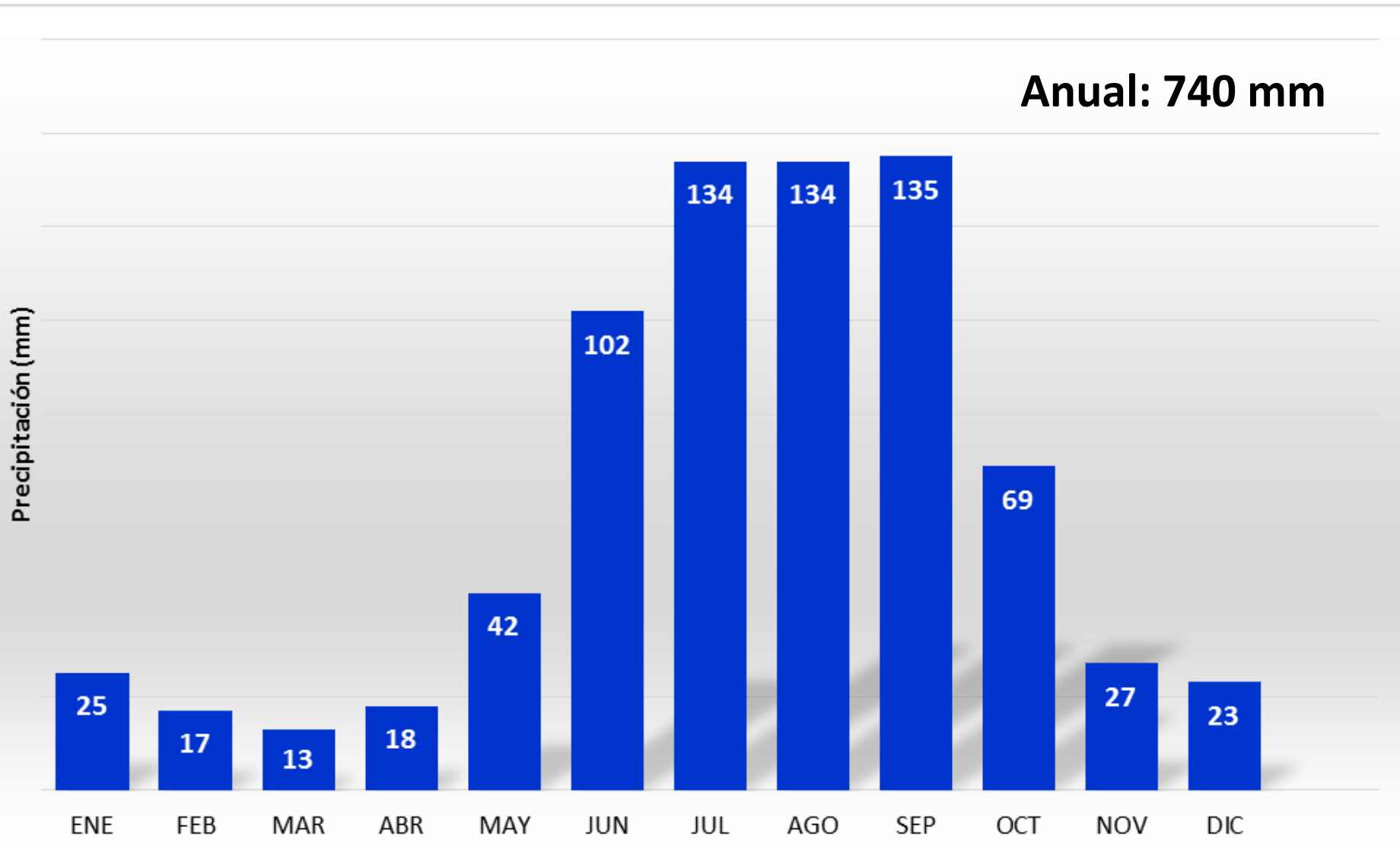


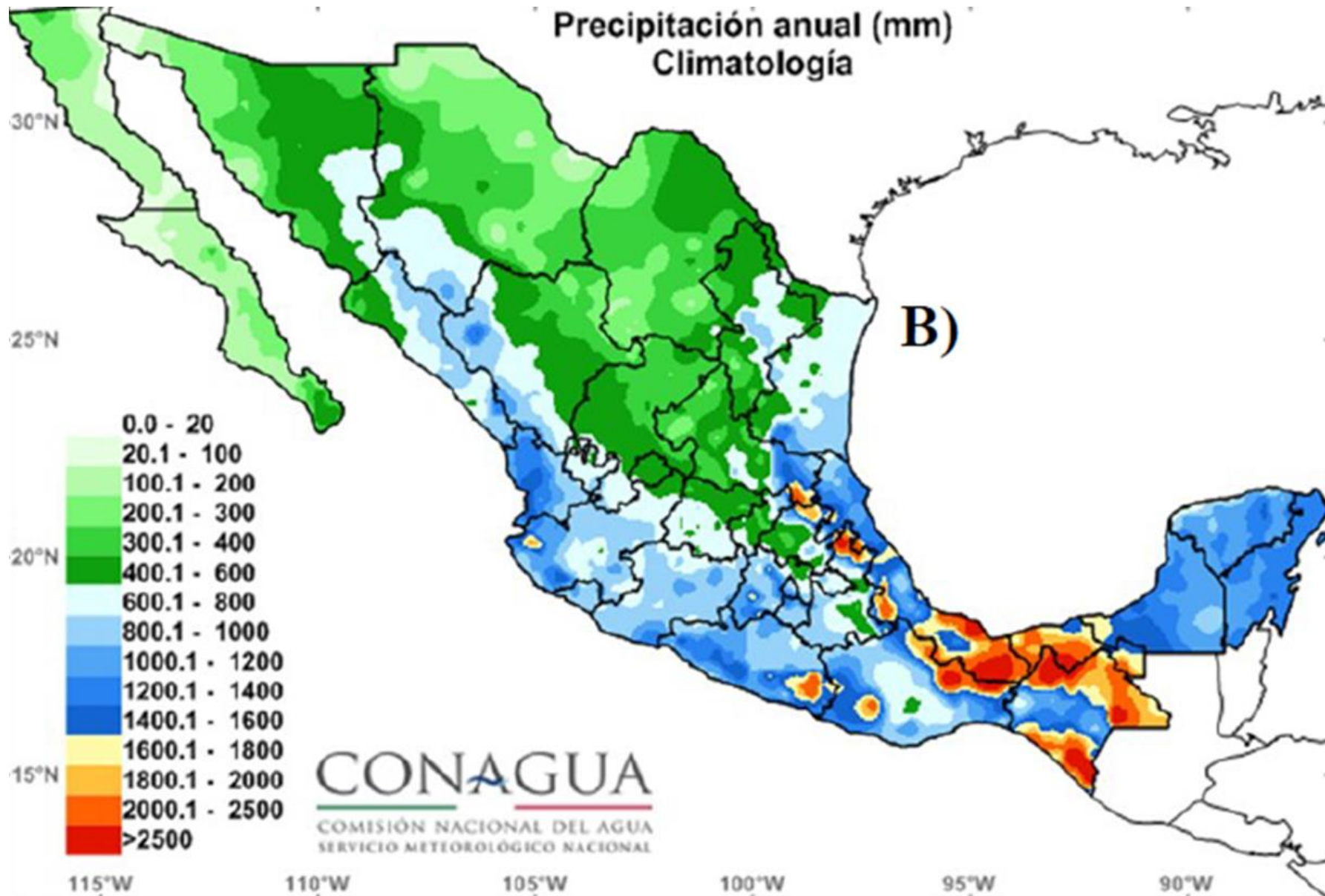
# Zonas inundables

162,000 km<sup>2</sup> del territorio nacional son susceptibles a inundarse para una probabilidad de 40 años de período de retorno.

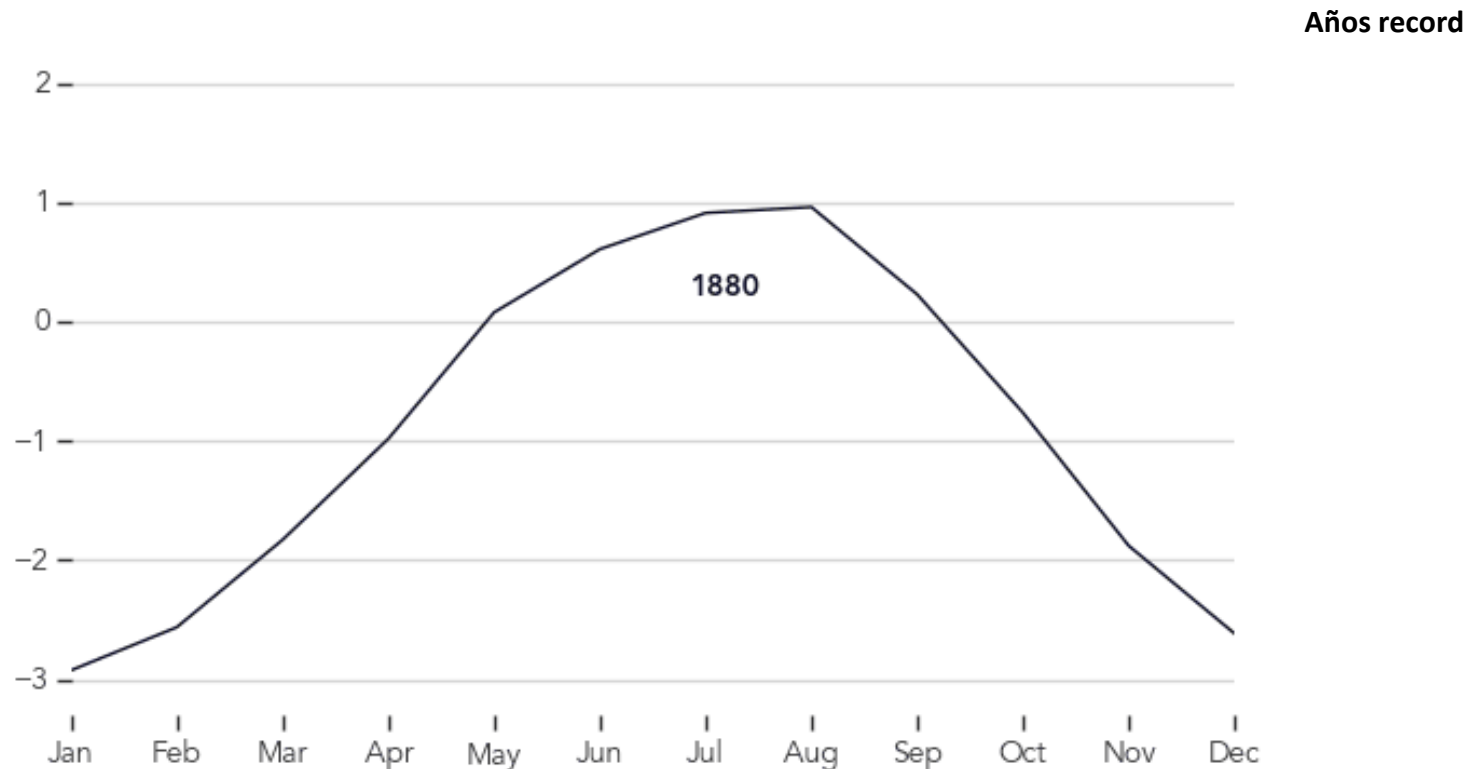


# Precipitación normal anual en México (mm)





# Anomalía de temperatura



Fuente: NASA

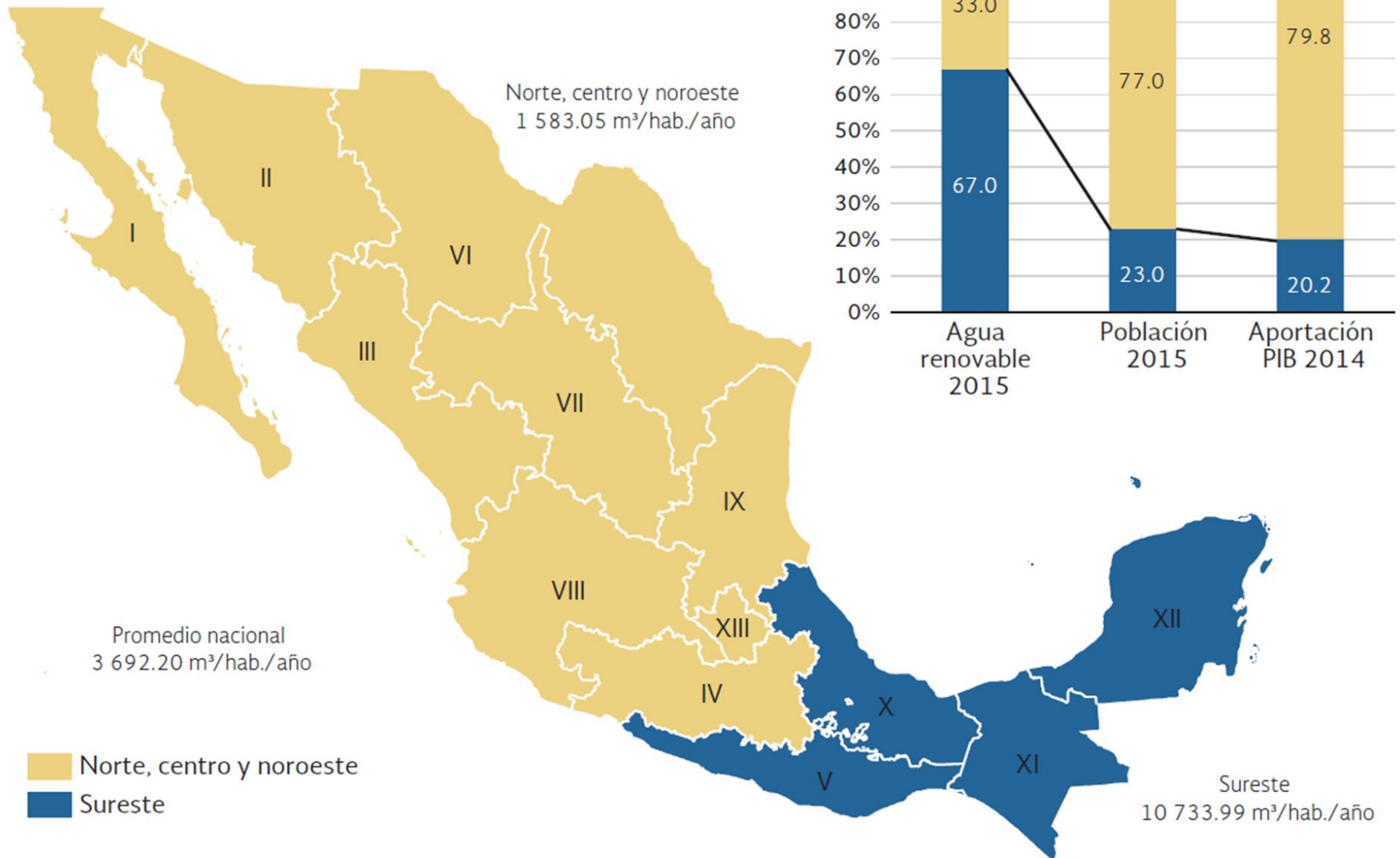
***La mayor parte del calentamiento global ha ocurrido en los últimos 35 años, con 16 de los 17 años más cálidos registrados desde 2001.***

**2016 es el tercer año consecutivo en que se ha establecido un nuevo registro de temperatura global.**

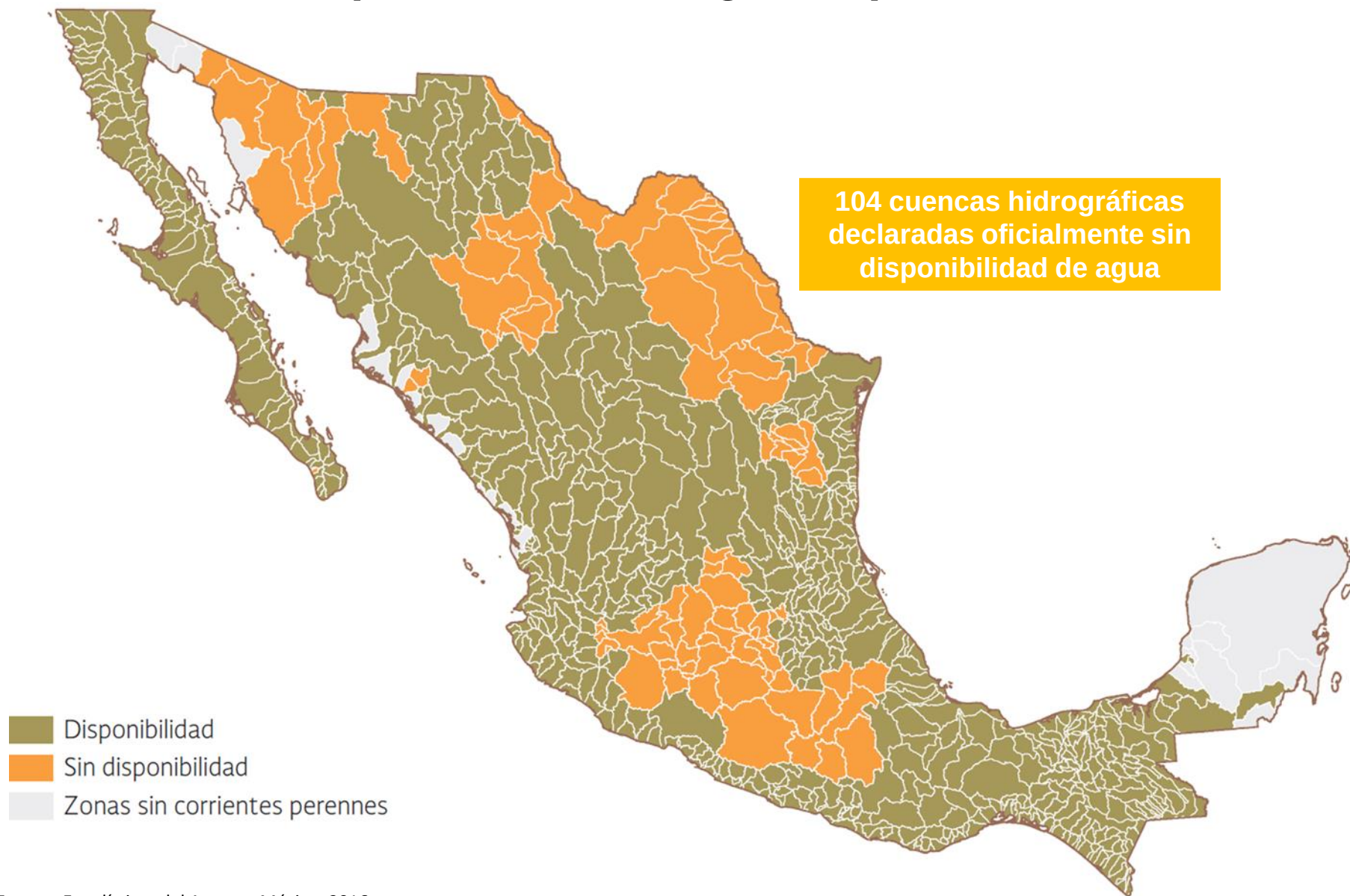
**El planeta se ha calentado 1.1 °C desde finales del s. XIX**



# Contraste regional entre agua renovable y desarrollo



# Disponibilidad de agua superficial

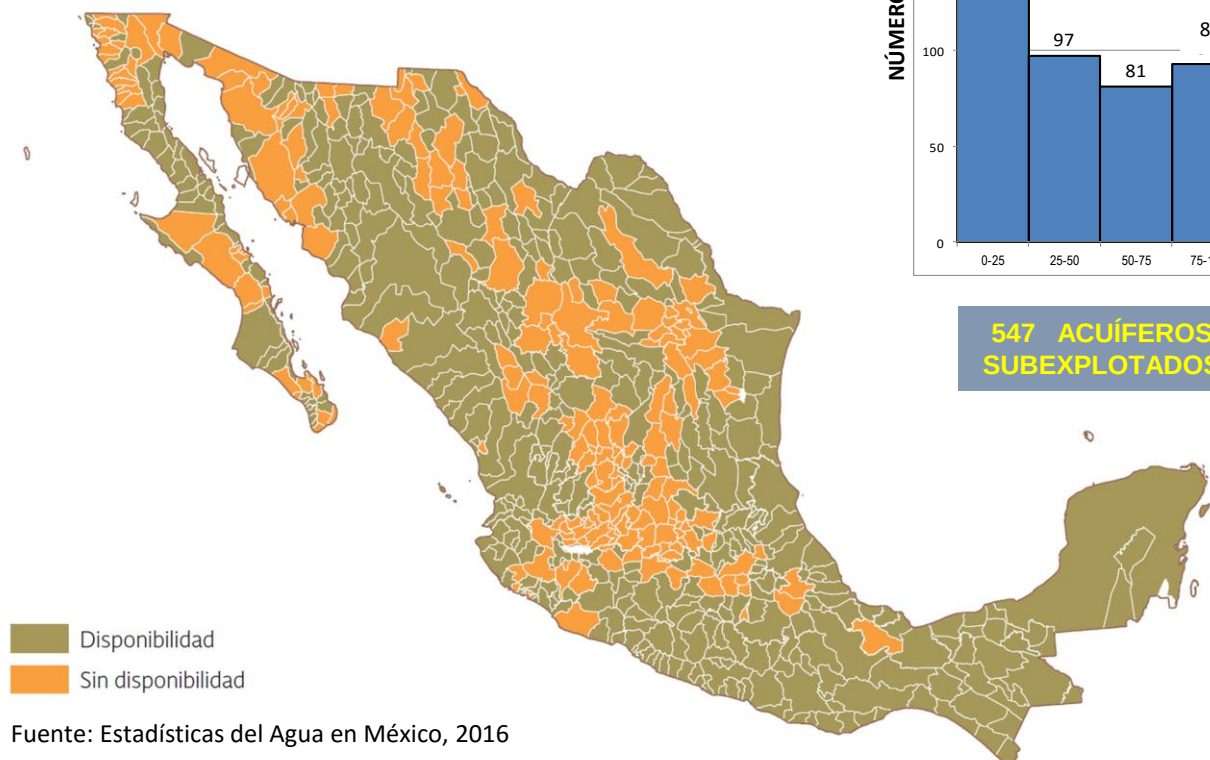


Fuente: Estadísticas del Agua en México, 2016

Felipe Arreguín-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Vicepresidente CICM

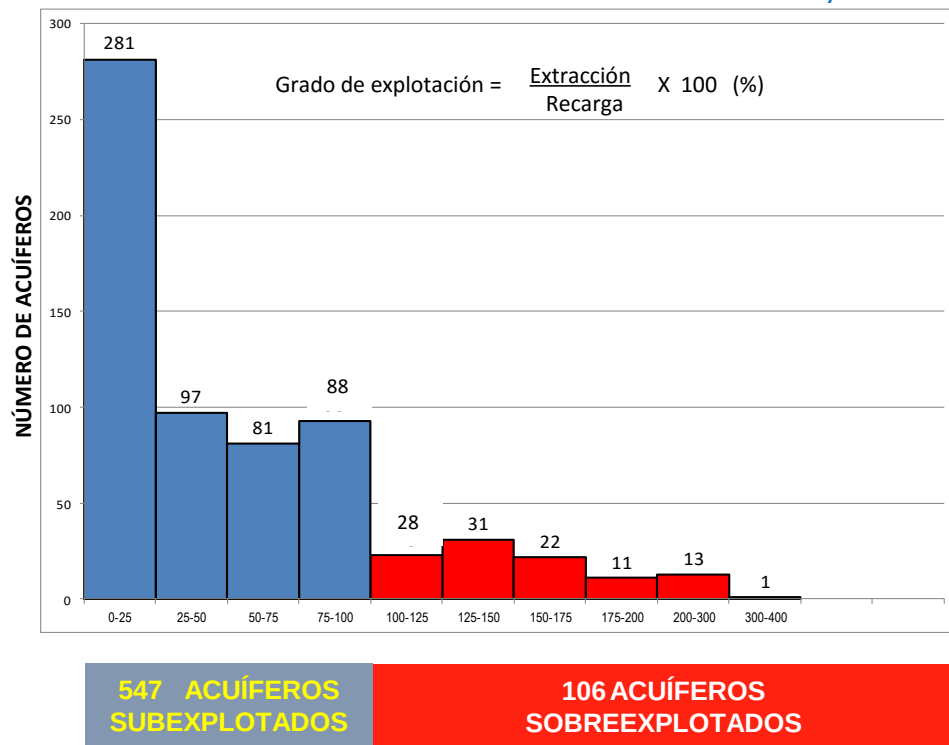
# Disponibilidad de agua subterránea

En los últimos 40 años la reserva de cerca de 100 acuíferos fue minada por sobreexplotación y se continua al ritmo de unos 5,400 millones de metros cúbicos por año.



Fuente: Estadísticas del Agua en México, 2016

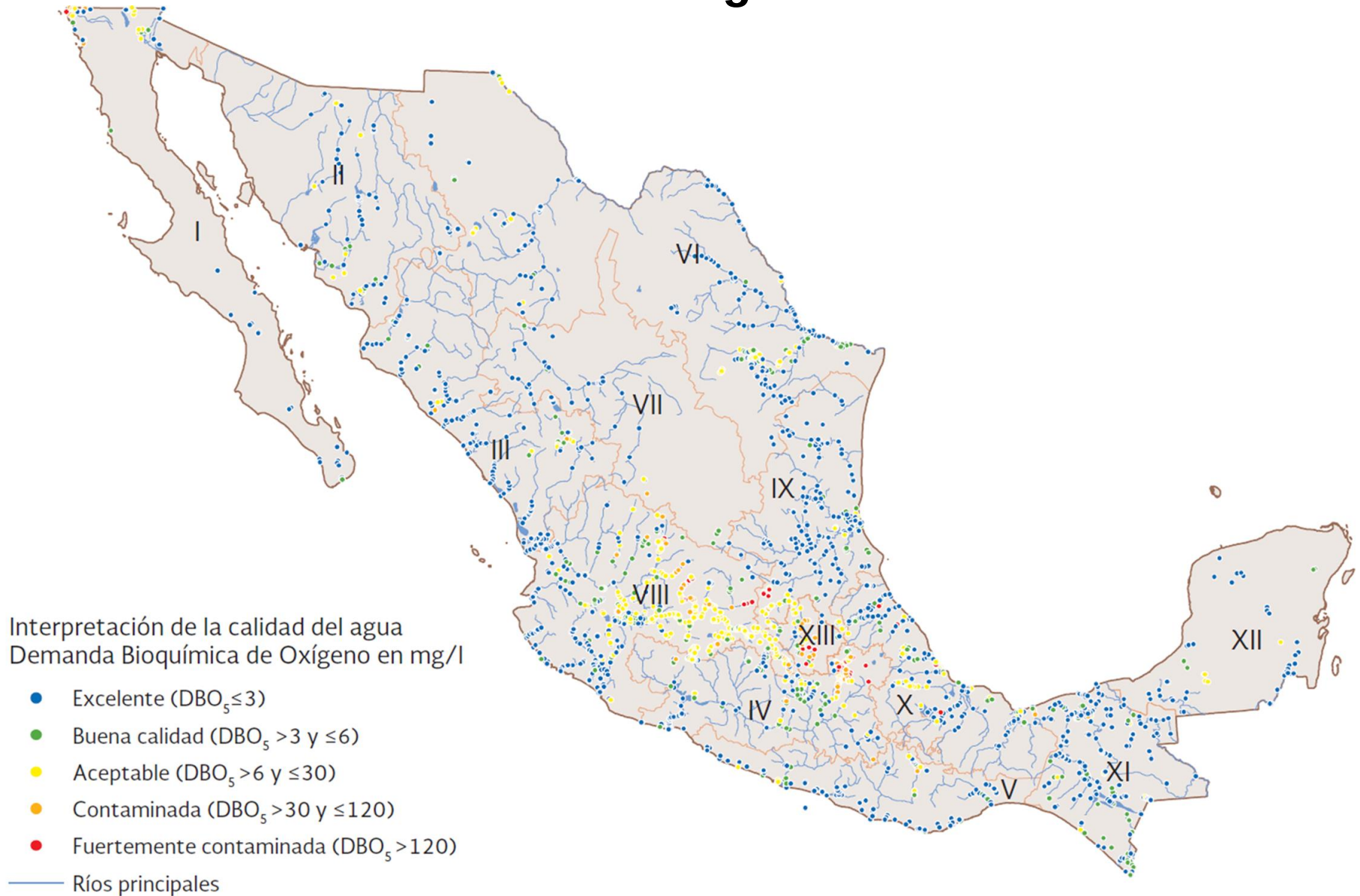
## GRADO DE EXPLOTACIÓN DE LOS ACUÍFEROS, 2014



105 acuíferos  
sobreexplotados



# Calidad del agua DBO 2015





# **Principales retos de seguridad hídrica en México**

- **Escasez**
- **Contaminación**
- **Impacto del cambio global sobre el ciclo hidrológico**
  - **Falta de ordenamiento territorial**
  - **Mejorar la administración del agua**
- **Incrementar inversión en investigación y desarrollo tecnológico**
  - **Recursos financieros**

# Estados Unidos de América

Cuenca del  
Río Colorado

**México recibe 1850  
hm<sup>3</sup>**

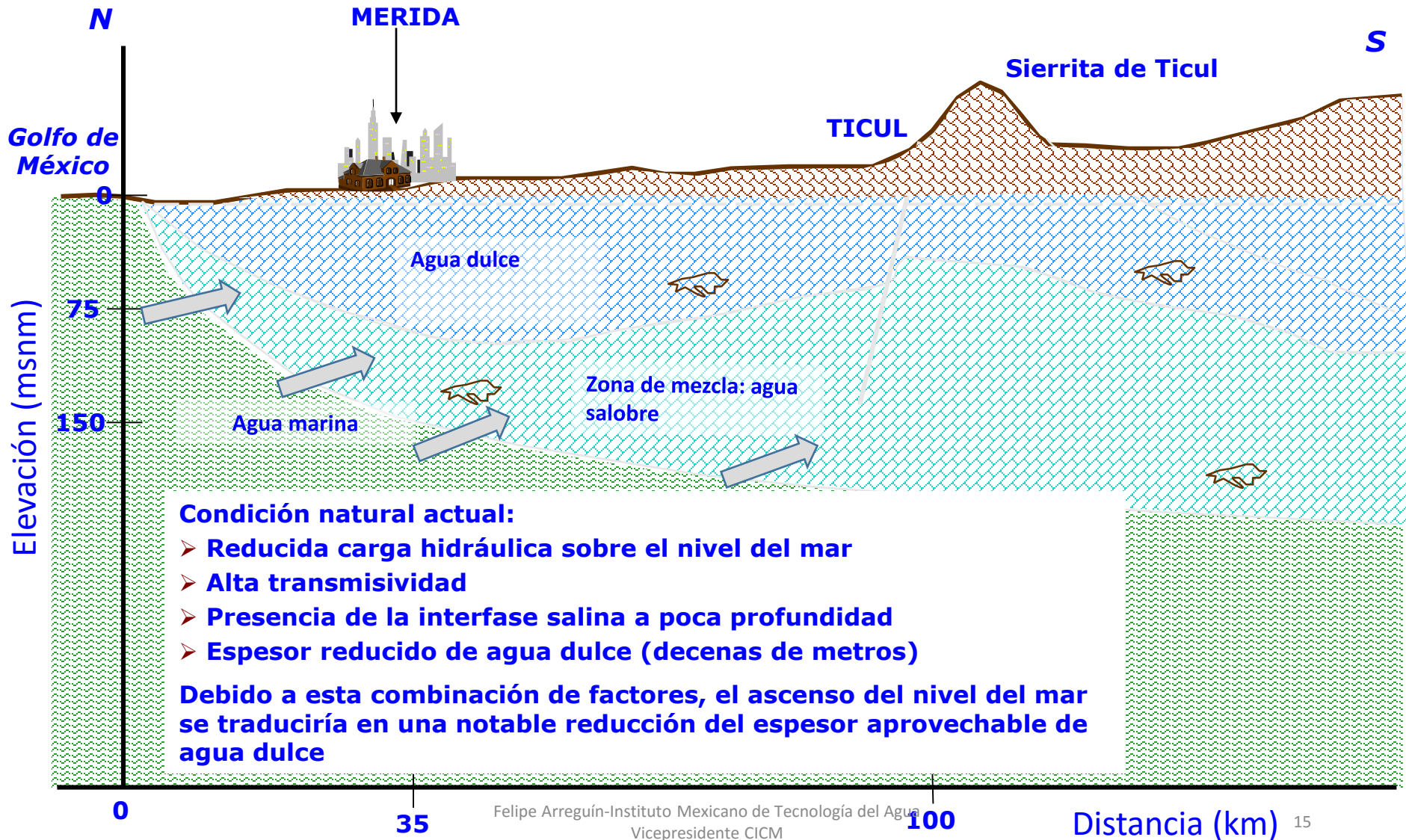
Cuenca del  
Río Bravo

**EUA recibe 432 hm<sup>3</sup>**

**México**



# Península de Yucatán: una región especialmente vulnerable





## Falta de ordenamiento territorial



**9 10:32**  
**Motozintla, Chiapas (Huracán Stan, 2005)**



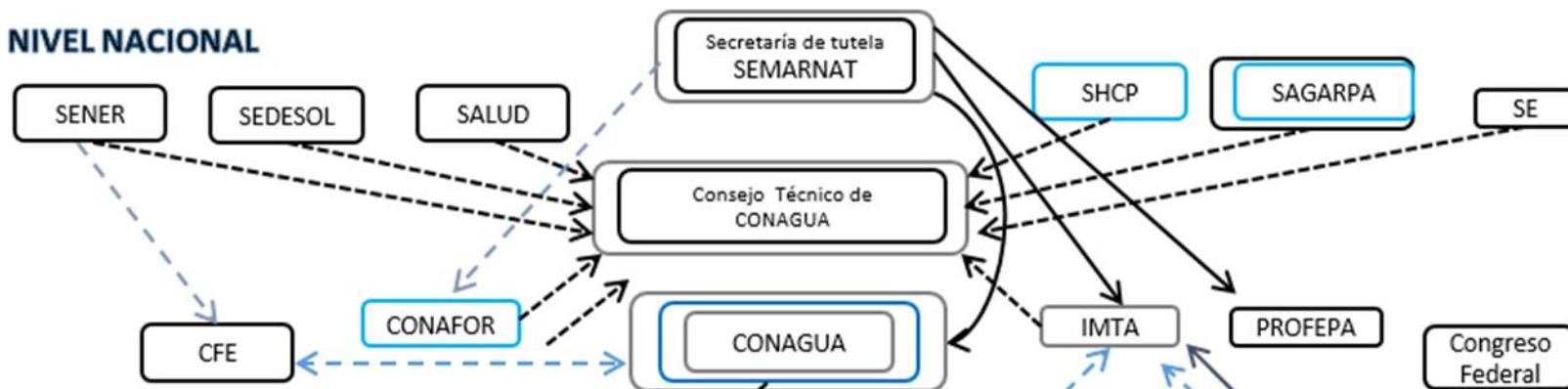
# El sistema de gestión del agua en México

## NIVEL INTERNACIONAL

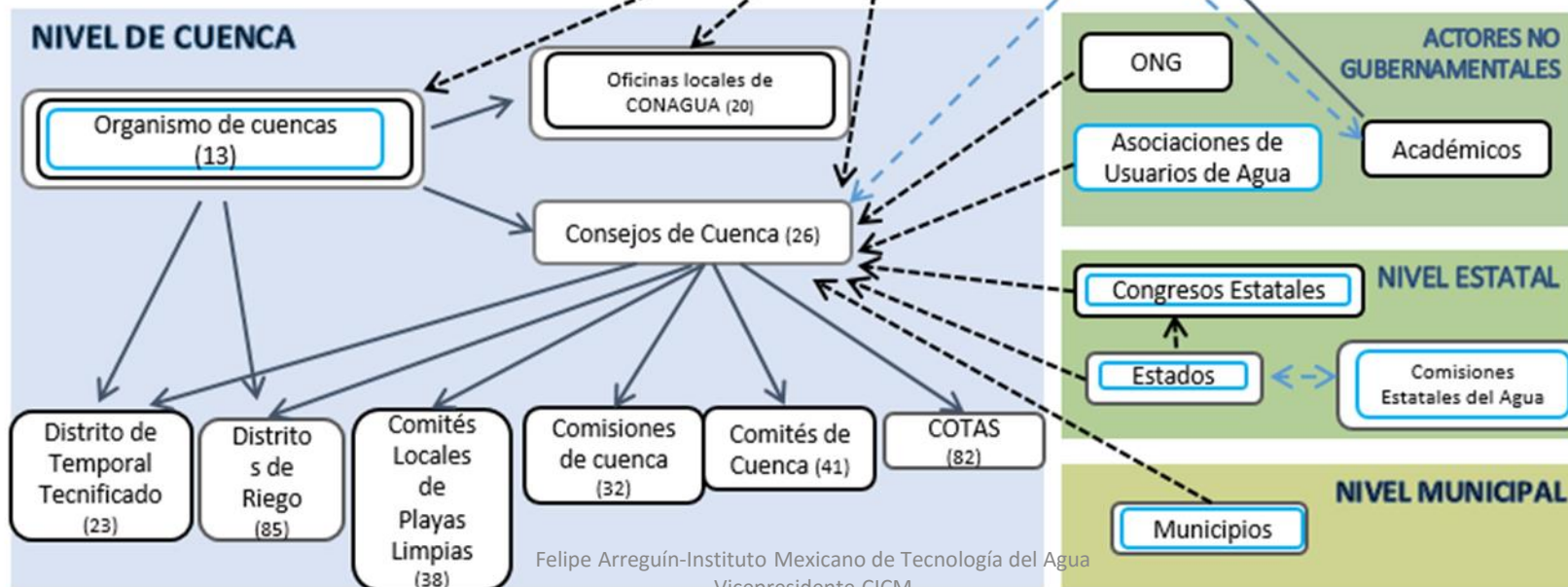
Convenciones internacionales y acuerdos (ODM, resolución de las NU sobre el agua como derecho humano)

Convenciones internacionales de Límites y Aguas (entre México y Estados Unidos, México y Guatemala, México y Belice)

## NIVEL NACIONAL



## NIVEL DE CUENCA

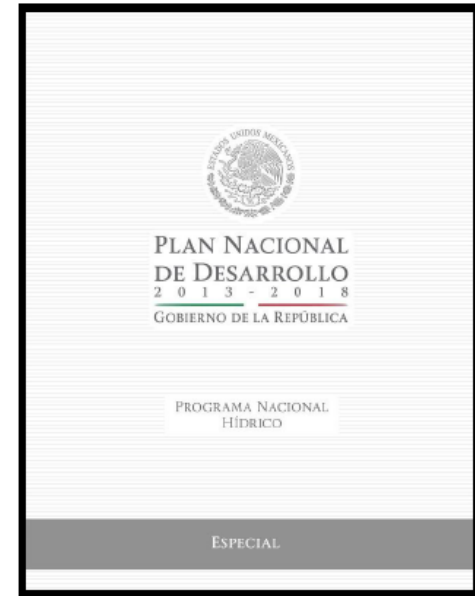
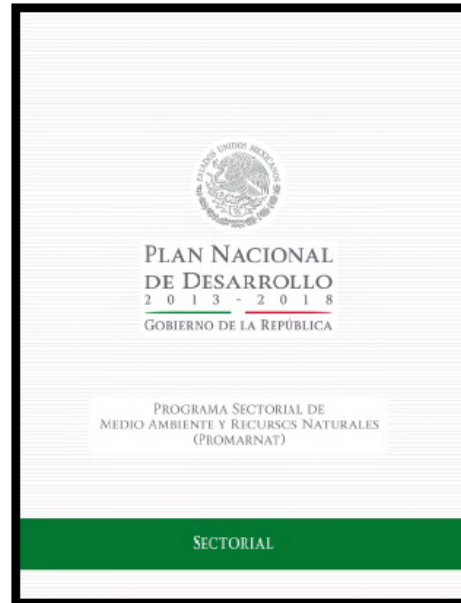


# Necesidad de inversión en investigación y desarrollo



En nuestro país, esta cifra alcanzó 0.57 por ciento del PIB en 2016, lo cual representa el nivel más bajo entre los miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE).

# Seguridad Hídrica en México



***“Lograr la seguridad y la sustentabilidad hídrica en México”***

# **PRONACOSE**

## **Programa nacional contra la sequía**

### **ELEMENTOS DEL PRONACOSE**

1.- Preparación y elaboración elemento preventivo, reactivo y retroalimentación del PRONACOSE (implementar Lineamientos de sequía)

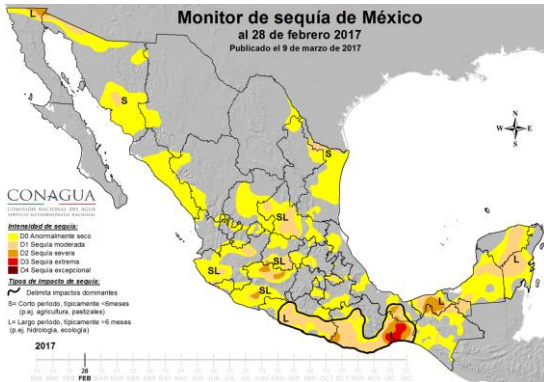
2.- Atención reactiva ante la Sequía durante la implementación PRONACOSE

### **ENFOQUE INTEGRAL**



# PRONACOSE

## Programa nacional contra la sequía



## Lineamientos de sequía

22 de noviembre de 2012

(1) Monitoreo de la sequía  
(Alertamiento)

(2) Acuerdos de Carácter General de inicio y término de la sequía  
(Actos de Autoridad para garantizar agua para consumo humano)

(3) Programas  
(prever, prevenir y actuar oportunamente)

- Cuenca(s)
- Usuario(s)

# (3) Elaboración y Ejecución de Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía

## Fases:

- En cada uno de los 26 consejos de cuenca:
  - Se constituye el **Grupo de Trabajo**
  - Se establece el **Programa de Trabajo**



- Las labores de los Grupos se **coordinan, supervisan y comparten** entre ellos (26GTs)

## Protocolo de Supervisión

- Los comités asesores de los Programas de medidas preventivas y de mitigación de la sequía, deberán seguir los siguientes lineamientos:
1. Cada universidad, elaborará un programa de actividades para formar, capacitar y actualizar al personal responsable de la ejecución del Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía por consejo de cuenca que se le ha sido asignado, considerando la región de aplicación, el periodo de ejecución y el personal responsable.
  2. La universidad se coordinará con el supervisor (SECTA) el programa de actividades para analizar la factibilidad de su cumplimiento. El programa será aprobado por escrito por el supervisor cuando se haya a su vez acordado para cumplir con el modelo y producir específicamente en la Guía para la formación de Programas de medidas preventivas y de mitigación de la sequía.
  3. El programa de actividades se deberá ajustar al periodo del 2 de mayo al 30 de noviembre de 2012 y deberá considerarse los documentos de los siguientes aspectos: la elaboración de materiales, la reunión por parte del supervisor, las modificaciones propuestas de la reunión y el trabajo de seguimiento total del trabajo.
  4. La reunión en que se presentará para supervisar los trabajos inicia con la asesoría por parte de la universidad, de los trabajos realizados en el año así como de información de información que la UNICJ podrá a disposición de todas las partes interesadas del programa, con el fin de la reunión por parte del SECTA del material elaborado por las universidades en el primer trimestre de cada semestre y de la información de la universidad por la UNICJ del año, finalmente se acordará fecha para una reunión con la universidad para intercambiar puntos de vista y temas acordados en los puntos del conflicto. Esta reunión se deberá de acuerdo con el programa de actividades hasta la conclusión del Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía por consejo de cuenca. El año de las reuniones será en la sede administrativa correspondiente, a que se le ha sido asignado de la universidad que se le ha sido asignado.
  5. Se entregará documentos completos (partes) en las fechas acordadas en el programa de trabajo. Si se tienen capitales y subcapitales terminados, previo a las entregas, antes de entregar como documentos terminados.
  6. Los materiales de supervisión se acordarán previamente con las universidades, se entregarán en días hábiles y tendrán una duración suficiente para revisar los puntos en análisis, con horarios laborales de 9 a 13 y con 1.5 h para comer.

- Sistema para:**
- telecomunicación
  - cargar/ bajar documentos

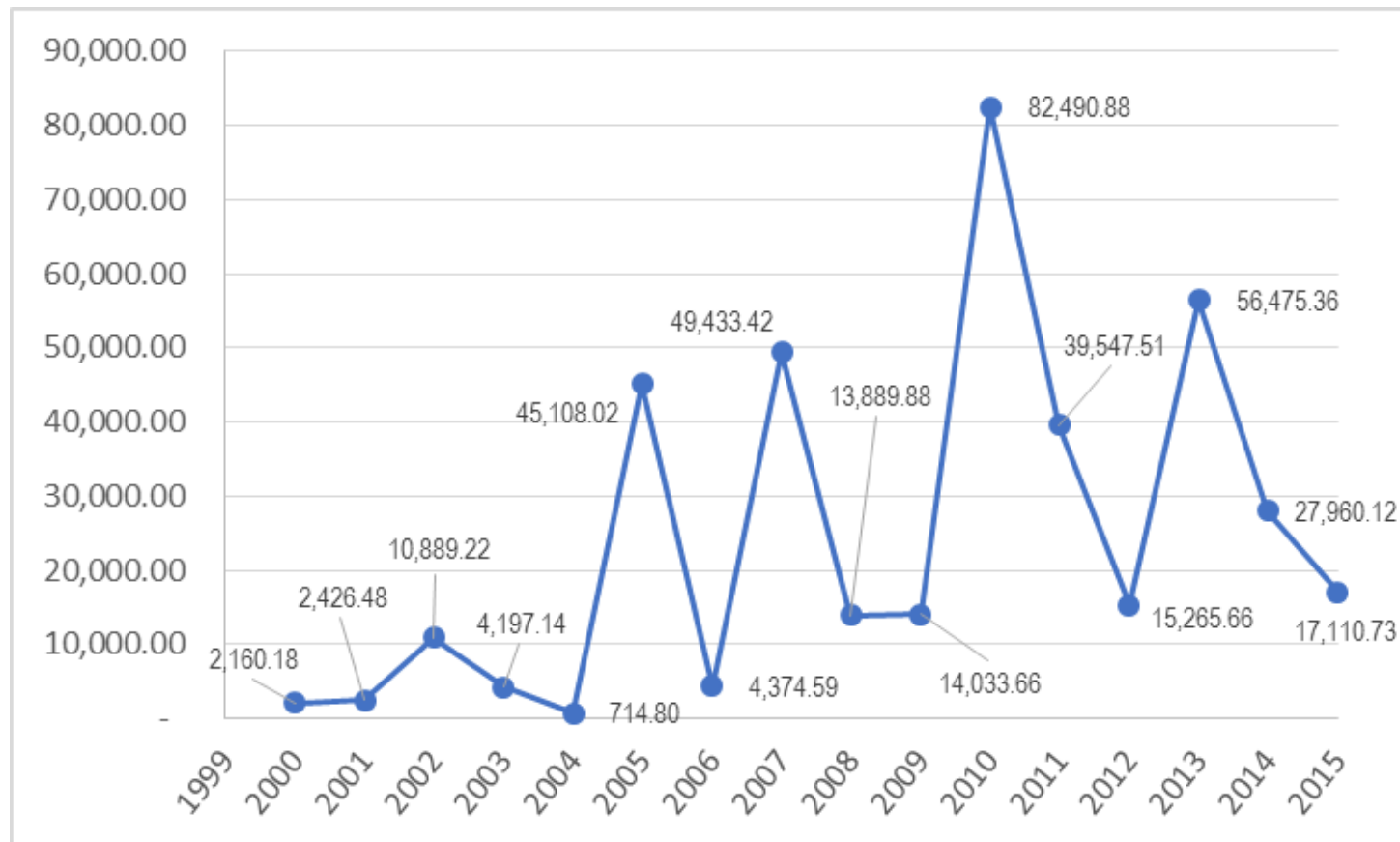


- **Consenso y difusión**

- **Implementación (local)**

# PRONACH

## Programa nacional de prevención contra contingencias hidráulicas



**Costo anual de los daños provocados por fenómenos hidrometeorológicos en México de 2000 a 2015.**

# Programa nacional de prevención contra contingencias hidráulicas

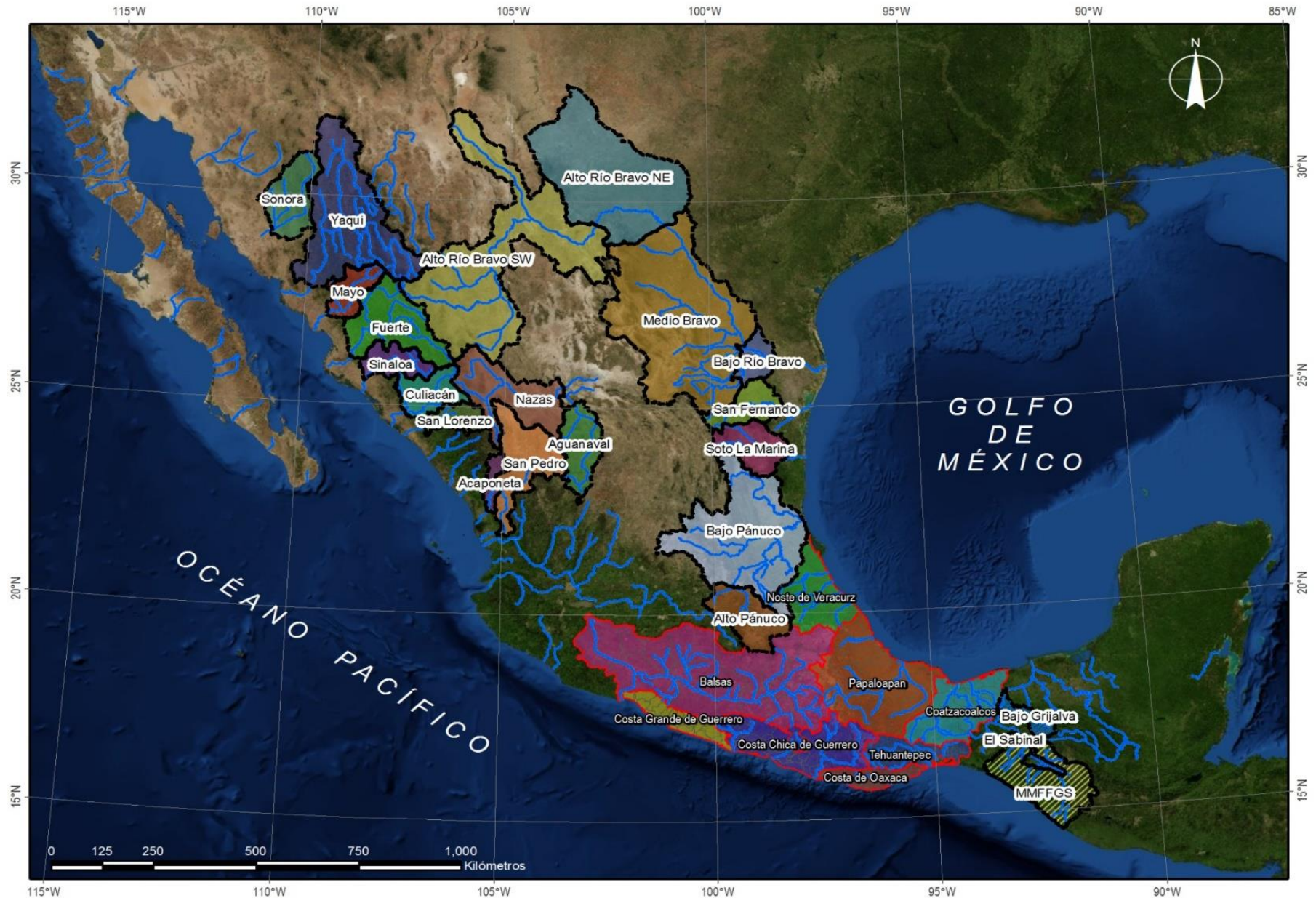
## ¿Cómo se han atendido estos problemas en el pasado?

- Separación física entre la población y los ríos
- Aumento de la capacidad hidráulica de los ríos
- Almacenamiento y retraso del escurrimiento (construcción de presas)
- Manejo de las emergencias.
- Acciones de reconstrucción (PICI, PHIT, STAN etc).

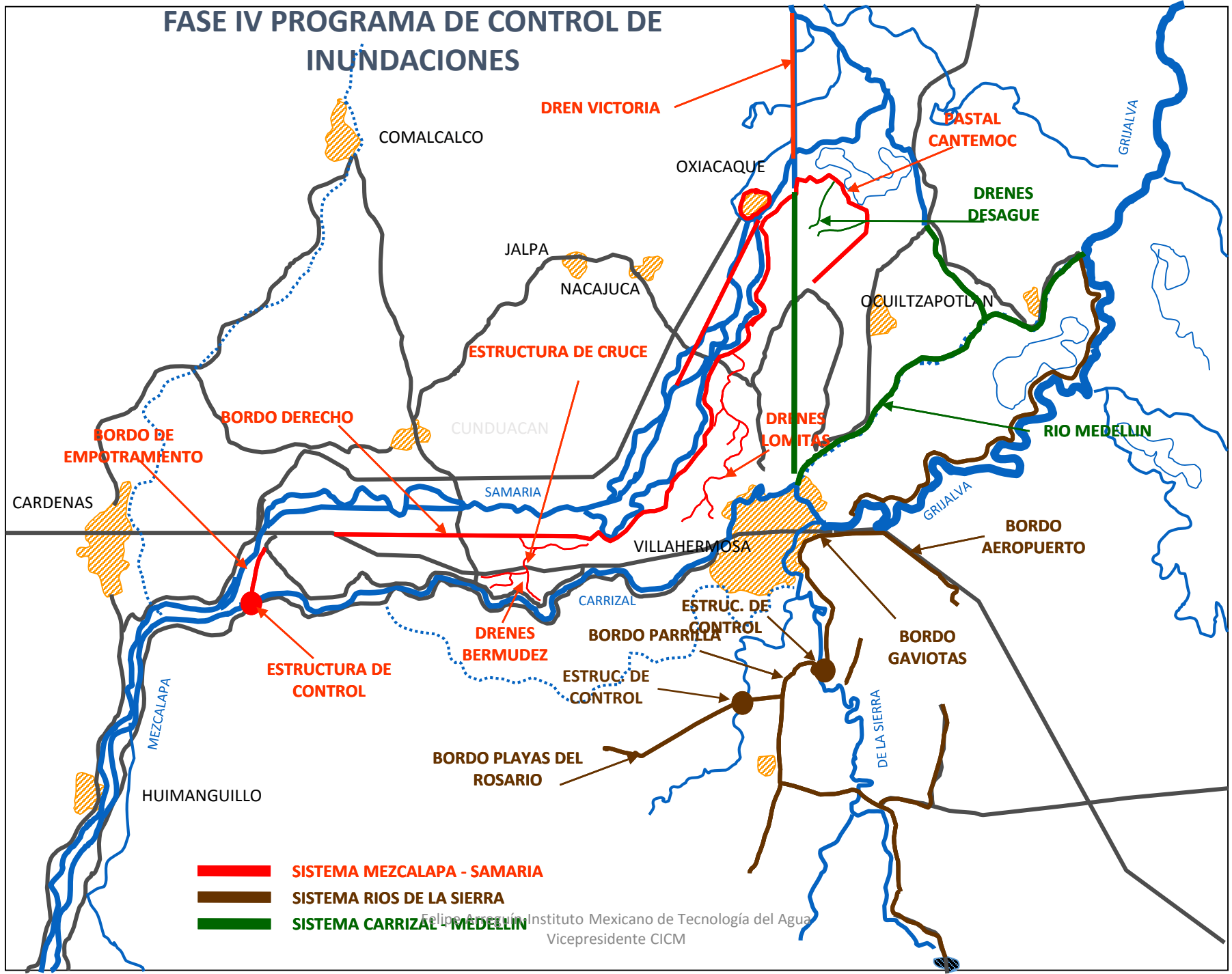




# Puesta en marcha de sistemas de pronóstico de ríos



## FASE IV PROGRAMA DE CONTROL DE INUNDACIONES



Felipe Arreguín Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Vicepresidente CICM

# Política pública para reducir los riesgos de daños por inundaciones



# Restricción al libre alumbramiento

## Fundamento legal

**Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:**

**Artículo 27.- “ ...Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional...**



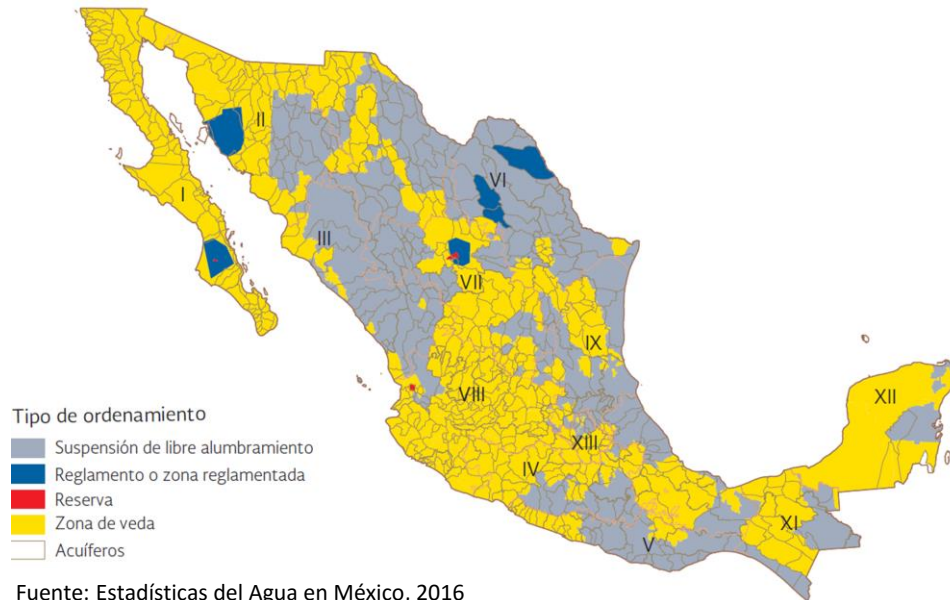
El país está dividido en 653 acuíferos.

**Ley de Aguas Nacionales:**

**Artículo 18.- “Las aguas nacionales del subsuelo podrán ser libremente alumbradas mediante obras artificiales, salvo cuando por causas de interés o utilidad pública el Titular del Ejecutivo Federal establezca zona reglamentada, de veda o de reserva, o bien suspenda o limite provisionalmente el libre alumbramiento mediante Acuerdos de Carácter General.**



# *Suspensión del libre alumbramiento*



Fuente: Estadísticas del Agua en México, 2016

**55% del territorio nacional vedado;**

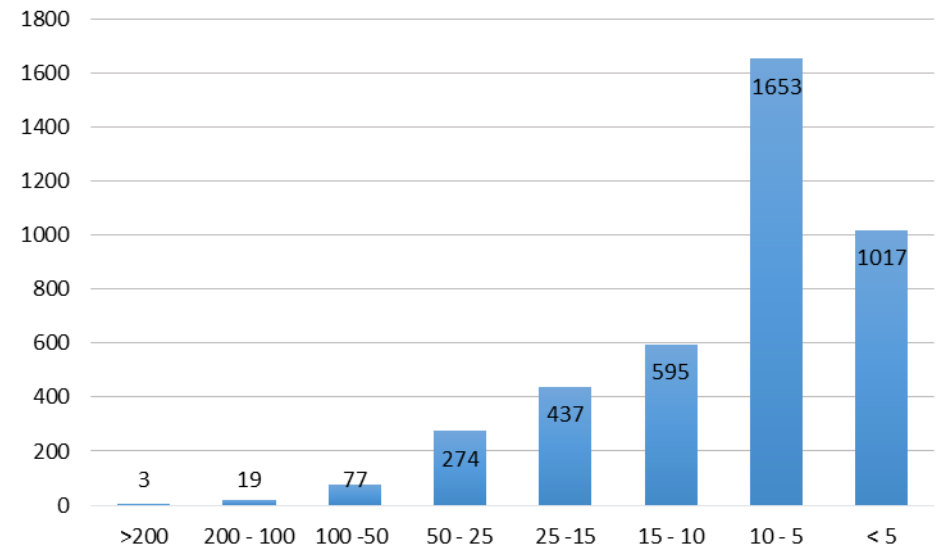
**45% en condición de libre alumbramiento.**

**Abril 2013: suspensión del libre alumbramiento en el resto del país.**

- ❖ **Establecer ordenamientos (veda, reglamento o reserva) por acuífero.**
- ❖ **Prevenir proliferación incontrolada de pozos y migración masiva de usuarios de las zonas de veda hacia las de libre alumbramiento;**
- ❖ **Establecer disposiciones para preservación del caudal ecológico y la adaptación o mitigación del impacto del cambio climático;**
- ❖ **Completar el padrón de usuarios (REPDA)**
- ❖ **Seguridad jurídica a los usuarios de las aguas subterráneas;**
- ❖ **Prevenir conflictos sociales derivados de un tratamiento desigual entre concesionarios sujetos a las vedas y usuarios con extracción sin limitaciones en las colindantes zonas de libre alumbramiento.**

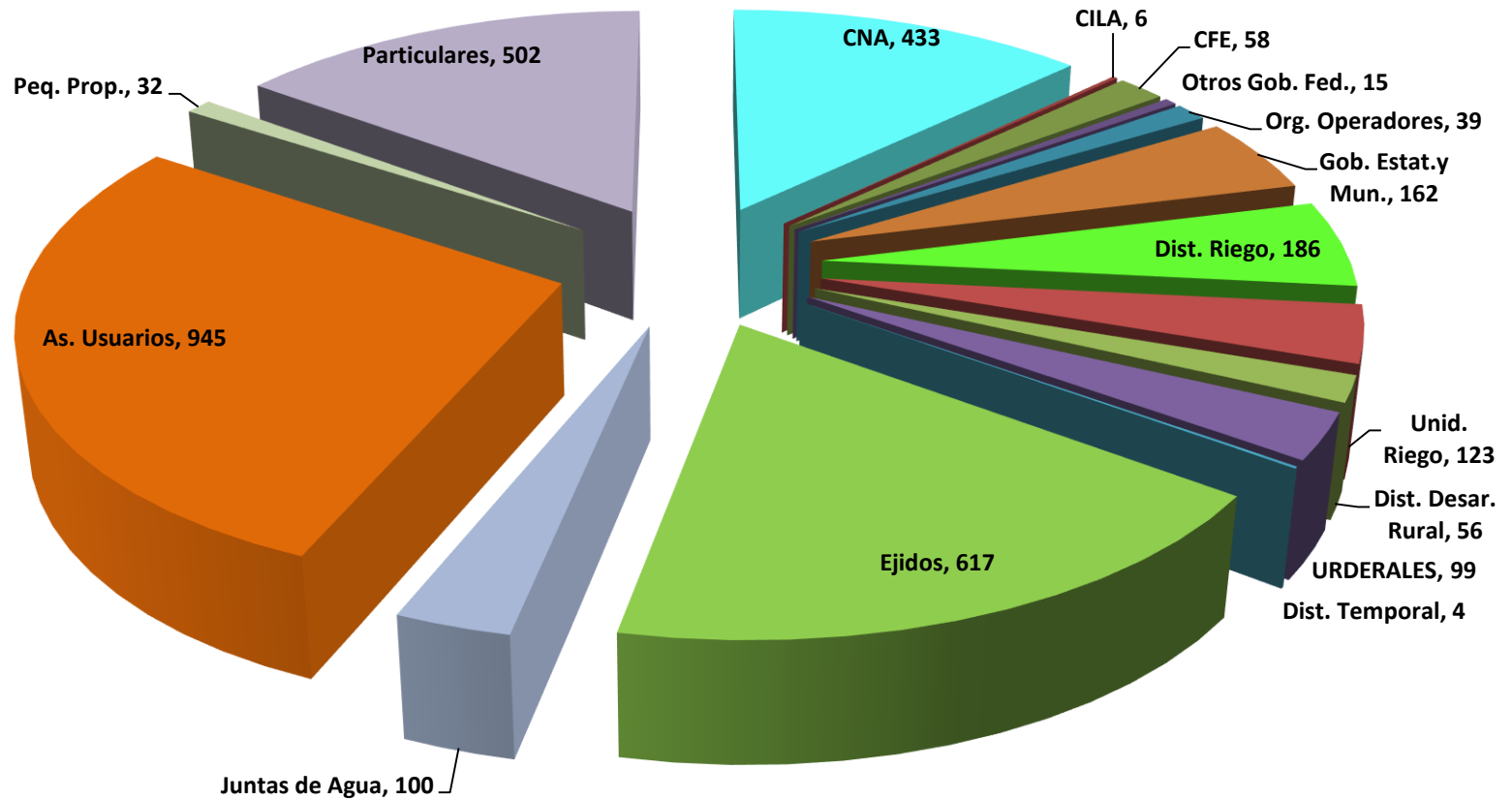
# Programa nacional de seguridad de presas

En México existen 810 grandes presas, 4112 pequeñas inventariadas, y se estima que existen del orden de 8000 presas y bordos pequeños no registrados.



# Programa nacional de seguridad de presas

## Responsables de las presas





SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

# Estrategia para Resolver El Problema

## SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

JOSÉ LUIS LUEGE TAMARGO, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 1, 2, 4, 7 BIS fracción IV, 9 fracciones I, V, VI, VII, XVII, XVIII, XXXIII, XXXV, XXXVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, 29 fracciones VI y VII y 97 de la Ley de Aguas Nacionales y 1, 6 primer párrafo y 13 fracciones I, II, VI, XI, XVI, XIX, XXVII y XXX del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, .....



# Programa Nacional de Reservas de Agua para el Medio Ambiente

## OBJETIVOS:

- i) Establecer un sistema nacional de reservas de agua;
- ii) Demostrar sus beneficios como instrumento garante de la funcionalidad del ciclo hidrológico y sus servicios ambientales; y
- iii) Fortalecer la aplicación de la norma mexicana de caudal ecológico en el país.



# Programa Nacional de Reservas de Agua para Ciudades

## Estrategia para la formulación y emisión de Decretos de reserva para ciudades

### Fase 1

- Identificar cuencas y acuíferos con disponibilidad de agua asociadas geográfica y técnicamente a las necesidades de poblaciones
- Elaborar y publicar los estudios técnicos justificativos y emitir los decretos respectivos

### Reserva de agua:

Es el instrumento jurídico (decreto) que garantiza un volumen de agua en una cuenca o acuífero para fines de consumo humano.

### Fase 2

- Identificar en cuencas y acuíferos sin disponibilidad los usuarios de aguas nacionales susceptibles de:
  - Agua adicional de trasvase: de primer uso, tratada o desalada
  - Compra de derechos de agua asociados a tecnificación o esquema de ahorro del agua del titular de los derechos
  - Emisión de un decreto presidencial: Tipo 1995/1996 con sus impactos negativos en la disponibilidad de agua existente y/o en percepción de los otros usuarios
  - Actos de Autoridad: Caducidad de volúmenes a otros usuarios, Reducción de los plazos de la concesión, No renovación de títulos vencidos o a futuro, Rescate de derechos- expropiación



IMTA  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA

A small icon to the left of the word 'SEGURIDAD' depicts a stylized eye or lens. Inside the lens is a blue and green circular pattern, and a small green water drop is positioned just below the lens.

**SEGURIDAD**  
**HIDRICA**

Programa Estratégico Institucional de Innovación Científica y Tecnológica

Atiende tres problemas principales:



# Cartera de proyectos

|    |                                                                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Estimación y dispersión de contaminantes en el río Yaqui (Sonora, México); evaluación y riesgos ambientales                                  |
| 2  | Estudio de los flujos de gases de efecto invernadero (GEI) en el embalse de Valle Bravo                                                      |
| 3  | Estudio del nivel del mar, erosión y subsidencia en la planicie costera del sur del Golfo de México                                          |
| 4  | Evaluación de las tomas directas en Ríos, Casos de Estudio Mezcalapa-Samaria-Carrizal, Villahermosa, Tabasco                                 |
| 5  | Smart IMTA                                                                                                                                   |
| 6  | IMTA Verde                                                                                                                                   |
| 7  | Programa de Ordenamiento Territorial del IMTA                                                                                                |
| 8  | Recuperación de agua y protección del medio ambiente mediante el tratamiento de las descargas producidas por los sistemas de potabilización  |
| 9  | Análisis de alternativas para el desarrollo de proyectos de zonas de riego y drenaje en climas tropicales                                    |
| 10 | Desarrollo de instrumentación para monitoreo de seguridad estructural de obras hidráulicas                                                   |
| 11 | Formulación de programa estratégico para la conformación de un CEMIE-HIDRO                                                                   |
| 12 | Aprovechamiento del Agua y Empleo de Energía Renovable en la Producción Agropecuaria y en el Manejo Integral de Cuencas                      |
| 13 | Caracterización agroclimática de la agricultura protegida para la seguridad alimentaria y su adaptación ante el cambio climático             |
| 14 | Desarrollo de tecnología para el diseño contra socavación en pilas y estribos de puente mediante rugosidad artificial y diseño hidrodinámico |
| 15 | Identificación de zonas con drenaje agrícola y valoración general de su impacto en la producción                                             |
| 16 | Impacto de las tarifas de agua potable en el desarrollo económico de las regiones                                                            |

|    |                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | Producción agrícola en distritos de riego bajo condiciones de ensaltramiento y escasez de agua de riego, propiciados por el calentamiento global                                                    |
| 18 | Tecnologías para tratamiento biológico avanzado de aguas residuales y para generación de energía a partir del contenido de las aguas residuales para el mejoramiento de la salud ambiental y humana |
| 19 | Uso de sensores remotos para la gestión sustentable de recursos hídricos y seguridad hídrica en zonas agrícolas                                                                                     |
| 20 | Valoración económica del agua para su uso eficiente en la agricultura e industria                                                                                                                   |
| 21 | Cursos a distancia en temas de seguridad hídrica                                                                                                                                                    |
| 22 | Elaboración del libro de tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado                                                                                       |
| 23 | Elaboración de material educativo enfocado a la Seguridad Hídrica                                                                                                                                   |
| 24 | Centro Interactivo de Tecnología del Agua del IMTA                                                                                                                                                  |
| 25 | Competencias laborales para la mejora en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento                                                                                               |
| 26 | Programas de posgrado del IMTA                                                                                                                                                                      |
| 27 | Estrategia nacional de seguridad hídrica para el manejo de aguas transfronterizas México-EUA                                                                                                        |
| 28 | Centro Categoría 2 del PHI-UNESCO sobre seguridad hídrica                                                                                                                                           |
| 29 | Foro Internacional sobre Seguridad Hídrica                                                                                                                                                          |
| 30 | Cooperación y agua transfronteriza en el Río Bravo, México, una visión retrospectiva                                                                                                                |
| 31 | Comité Nacional Mexicano del PHI                                                                                                                                                                    |
| 32 | Reunión de Expertos en Gestión Integrada de Sequías                                                                                                                                                 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 33 | Redes temáticas en materia de Seguridad Hídrica                                                                                                                                                                                                         |
| 34 | Marco latinoamericano de competencias laborales del sector hídrico                                                                                                                                                                                      |
| 35 | Desarrollo del programa institucional para la Seguridad Hídrica                                                                                                                                                                                         |
| 36 | Implementación del Programa Estratégico de Cambio Climático del IMTA                                                                                                                                                                                    |
| 37 | Canal IMTA                                                                                                                                                                                                                                              |
| 38 | Soporte técnico y científico para la formulación del Programa Nacional Hídrico                                                                                                                                                                          |
| 39 | Análisis de la integridad hidroecológica de una cuenca con presión hídrica                                                                                                                                                                              |
| 40 | Uso de redes inteligentes para el monitoreo de extracciones en sistemas de bombeo agrícola                                                                                                                                                              |
| 41 | Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento en México                                                                                                                                                                                     |
| 42 | Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores de Agua (PIGOO)                                                                                                                                                                             |
| 43 | Índices de Seguridad Hídrica (ISH)                                                                                                                                                                                                                      |
| 44 | Programa de comunicación efectiva sobre seguridad hídrica                                                                                                                                                                                               |
| 45 | Catálogo de medidas de adaptación y mitigación por Región Hidrológico-Administrativa para enfrentar el cambio climático en México                                                                                                                       |
| 46 | Estrategia de atención para la introducción de agua potable en comunidades rurales dispersas                                                                                                                                                            |
| 47 | Instalación y puesta en operación de una red nacional de monitoreo de la composición isotópica estable de la precipitación pluvial para el estudio del funcionamiento de acuíferos y el comportamiento del agua en el ciclo hidrológico (segunda parte) |
| 48 | Estrategias analíticas y de monitoreo para la determinación de contaminantes emergentes y no regulados de importancia sanitaria y ambiental en agua                                                                                                     |

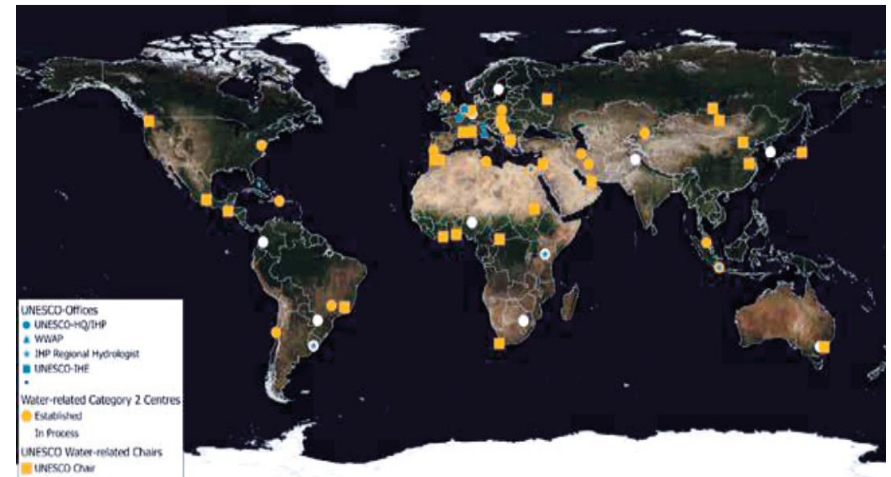


# Centro Categoría 2 del PHI-UNESCO sobre Seguridad Hídrica



## Resultados esperados:

- Resultados científicos para la seguridad hídrica alineados a la fase octava del PHI
- Capacidades para enfrentar demandas técnicas, económicas y sociales en la gestión integrada del agua
- Reducción de la vulnerabilidad y el riesgo de la población y de los sistemas productivos ante eventos hidrometeorológicos extremos



# Actividad internacional en materia de seguridad hídrica

## COOPERACIÓN REGIONAL

- Asistencia técnica en el marco del programa para el Fondo de Objetivos para el Desarrollo Sustentable para el Corredor Seco Centroamericano

## COOPERACIÓN BILATERAL

- QUEBEC /CANADÁ: Acuerdo de cooperación tripartita entre el IMTA, el Centro de Investigaciones Industriales de Quebec.
- HAITÍ: Cooperación intergubernamental en calidad del agua y acuíferos.
- CHILE: Colaboración con la Dirección General de Aguas en recarga acuíferos, sequía y planeación hídrica.
- Universidad Politécnica de Catalunya: capacitación en modelación de riesgo de inundaciones.
- GEF: Proyecto de Adaptación de Humedales Costeros del Golfo de México ante los Impactos del Cambio Climático



## COOPERACIÓN SUR-SUR

- JICA: Estudio Proyecto y capacitación a expertos de América Latina en el tema de tratamiento de aguas residuales con reúso en actividades agrícolas
- GIZ: Capacitación en tratamiento de aguas residuales a través de la cooperación triangular México, Alemania y Bolivia.



COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES  
DE MÉXICO, A.C.

El Colegio de Ingenieros Civiles de México, es una Asociación Civil con 70 años dedicado a asegurar que el ejercicio profesional de la ingeniería civil en México se realice en el más alto plano legal, ético, moral.



Participan en él 20 Asociaciones y Sociedades relacionadas con la Ingeniería Civil, cuenta con 10 comités y un Centro de Capacitación.





# 29° Congreso Nacional de Ingeniería Civil

*Planeación, ética e innovación para un desarrollo equitativo y sustentable*

Sábado 10 - Jueves 15 de marzo de 2018  
Ciudad de México.

## Conceptos clave para el 29° CNIC

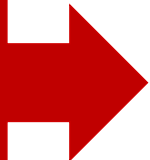
- Innovación
- Calidad
- Responsabilidad
- Ética y transparencia
- Planeación
- Operación y mantenimiento
- Globalización y regionalización
- Sostenibilidad
- Unidad gremial
- Educación
- 32 Retos de la ICM



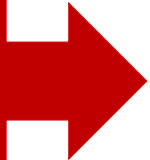
Colegio de  
Ingenieros Civiles  
de México A.C.

# 29° Congreso Nacional de Ingeniería Civil

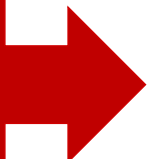
Comités  
Técnicos  
CICM



Sociedades  
Técnicas



Entidades  
afines a la  
Ingeniería  
Civil



29  
CNIC



Reuniones  
regionales

Cursos técnicos

Visitas técnicas

Sesiones técnicas  
concurrentes

Publicación  
en conjunto  
FCE

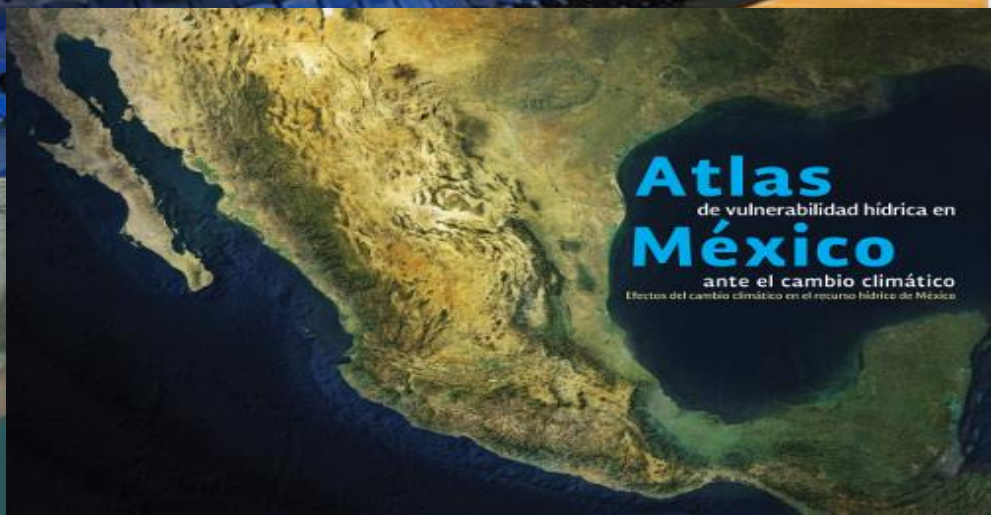
Actividades para alumnos

- Hackatón de Infraestructura
- *Innovation Jam*
- Concursos
- Otros



Es un organismo público descentralizado, fundado en 1986, que se aboca a enfrentar los retos nacionales y regionales asociados con el manejo del agua y a perfilar nuevos enfoques en materia de investigación y desarrollo tecnológico para proteger el recurso y asignarlo de manera eficiente y equitativa entre los distintos usuarios.







# Gracias

**Dr. Felipe I. Arreguín Cortés**  
**Director General**  
**Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**  
**Vicepresidente del CICM**  
Marzo 2017

