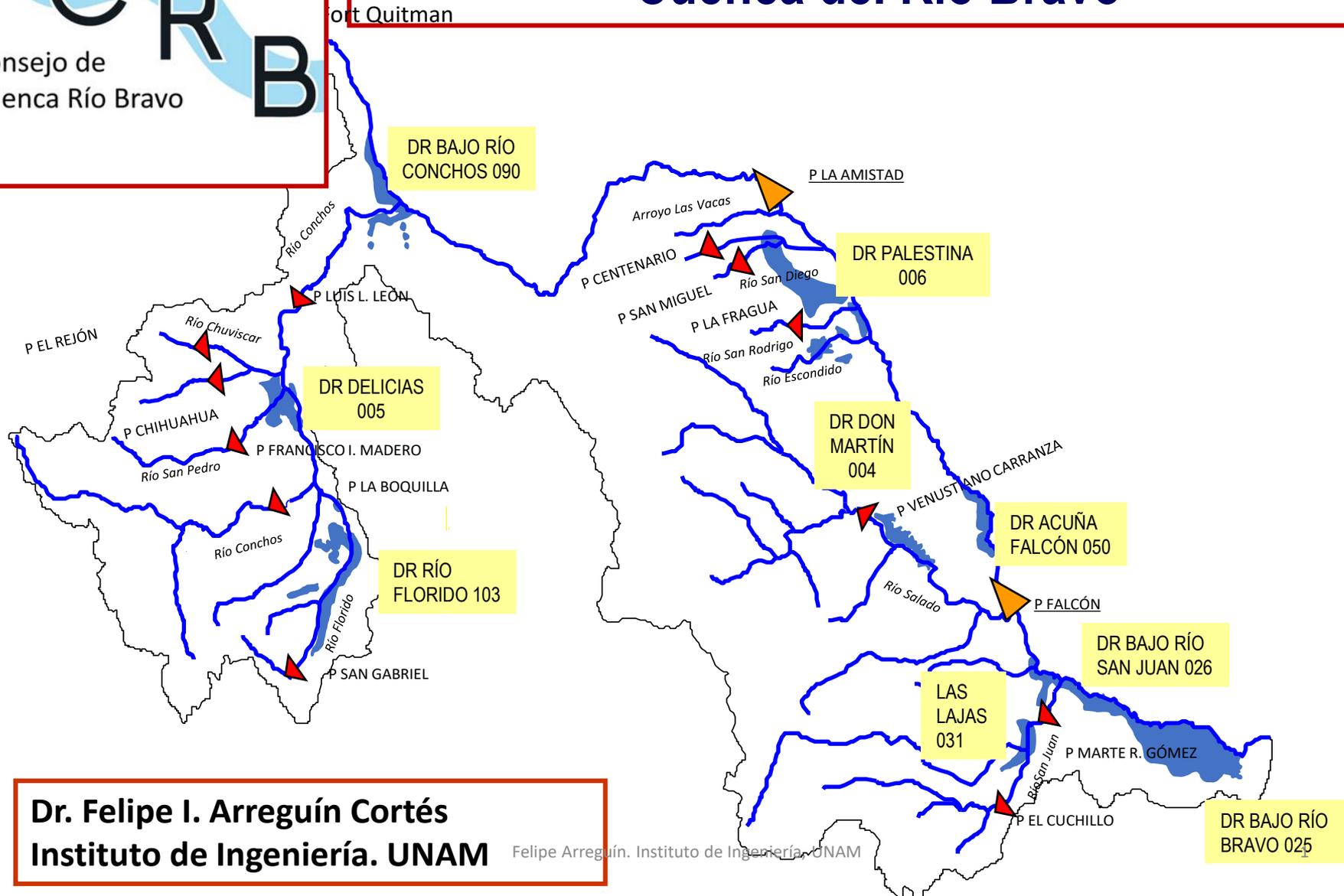




Consejo de  
Cuenca Río Bravo

# Prevención de Riesgos y Cambio Global en la Cuenca del Río Bravo



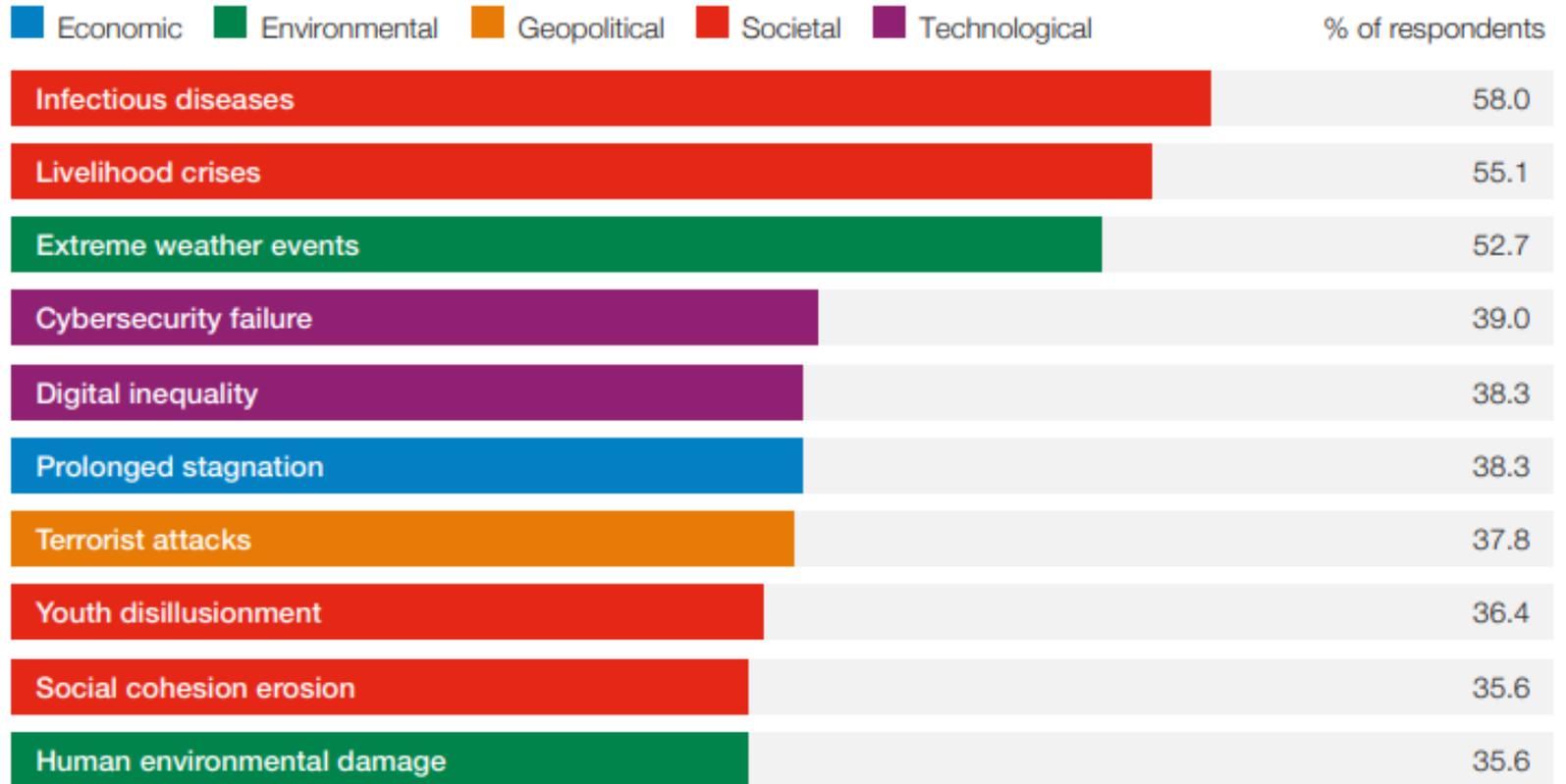
**Dr. Felipe I. Arreguín Cortés**  
**Instituto de Ingeniería. UNAM**

Felipe Arreguín. Instituto de Ingeniería. UNAM

FIGURE I

# Global Risks Horizon

When do respondents forecast risks will become a critical threat to the world?



El cambio climático, al que nadie es inmune, continúa como un riesgo catastrófico. Aunque los aislamientos (debidos a la pandemia) en todo el mundo, provocaron que las emisiones de gases a nivel mundial cayeran en el primer semestre de 2020, la evidencia posterior a la Crisis Financiera 2008-2009, advierte que las emisiones podrían recuperarse.

Un cambio hacia economías más ecológicas no puede demorarse hasta que los impactos de la pandemia disminuyan.

El "Fracaso de la acción climática" es el más impactante y el segundo riesgo más probable a largo plazo.

Reporte de riesgos globales, 2021. (Foro Económico Mundial).

University of Cambridge. 5 de febrero de 2021

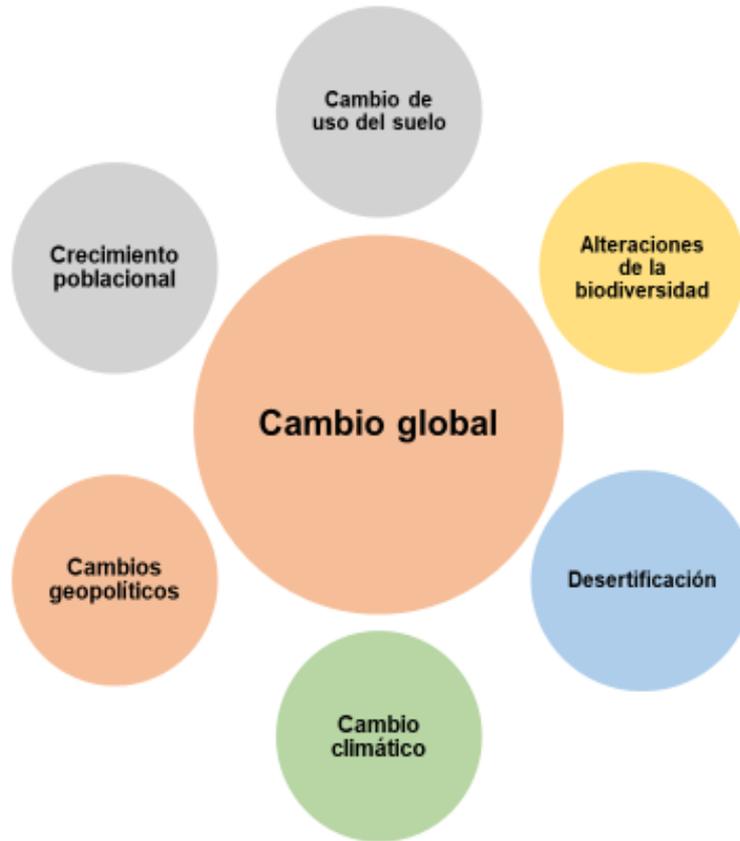
Climate change may have driven the emergence of SARS-CoV-2

**Global greenhouse gas emissions over the last century have made southern China a hotspot for bat-borne coronaviruses, by driving growth of forest habitat favoured by bats.**

Un nuevo estudio publicado el 5 de febrero de 2021 en la revista Science of the Total Environment proporciona la primera evidencia de un mecanismo por el cual el cambio climático podría haber jugado un papel directo en la aparición del SARS-CoV-2, el virus que causó la pandemia de COVID-19.

**Cambio Climático: “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. Convención Marco de las Naciones Unidas.**

**Cambio Global: conjunto de acciones y transformaciones producidas por el hombre que originan modificaciones a gran escala en la tierra, como el cambio del uso del suelo, el crecimiento poblacional, la contaminación o la deforestación. Centro UC, Cambio Global.**



**Siendo el Cambio Global un concepto tan amplio, para efectos prácticos se reduce a la suma del Cambio en la Cobertura y Uso del Suelo, CCUS y el Cambio Climático, CC.**

## *Impacto del cambio en la cobertura y uso del suelo. CCUS*

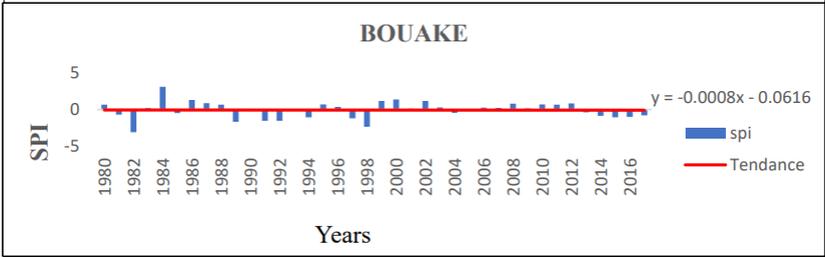
**Ampliación de la frontera agrícola, urbanización, construcción de caminos, vías de ferrocarril, bordos, bombes, sistemas de acuicultura y las presas, cambian el funcionamiento del sistema hídrico.**



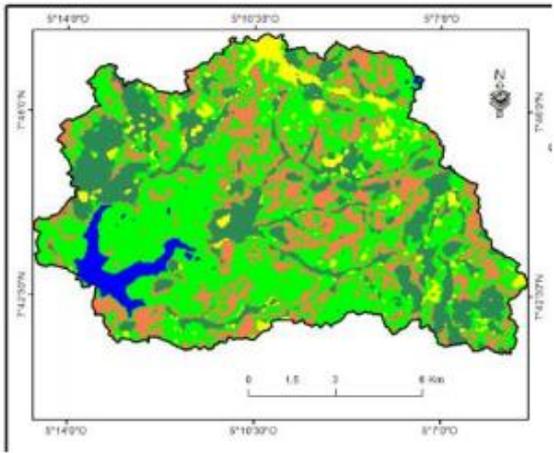
**Bouaké, Costa de Marfil, África: 1,5 millones de habitantes sin agua potable, la presa de Loka, sufrió una disminución de ingresos al vaso.**

**Correlación escasez de agua y el clima utilizando el Índice de Precipitación Estandarizada, SPI, entre 1980 y 2016: no encontraron una tendencia de sequía.**

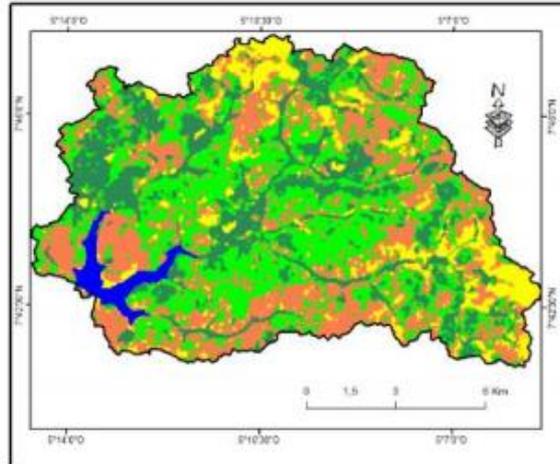
**Análisis uso de la tierra con imágenes satelitales y estudios de campo, encontraron: que los bosques y la sabana habían desaparecido, las zonas agrícolas, ganaderas y urbanas se habían incrementado localizaron varios bordos que contenían grandes cantidades de agua aguas arriba y alrededor de la presa.**



**1986**

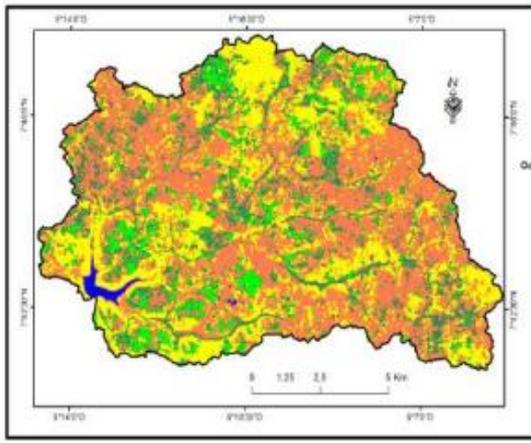


**2002**

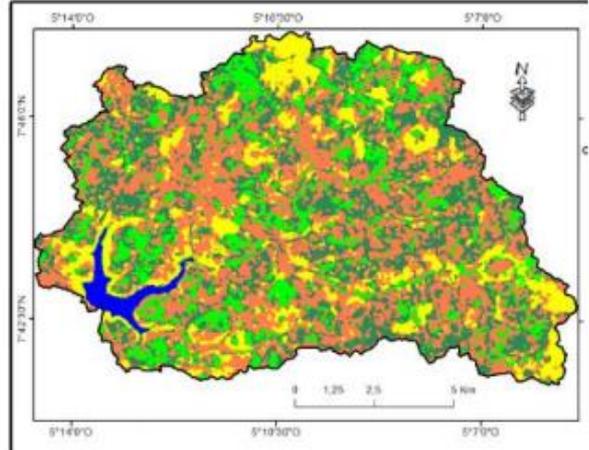


- Cultivated land
- Water
- Savanna
- Ground / houses
- Forest

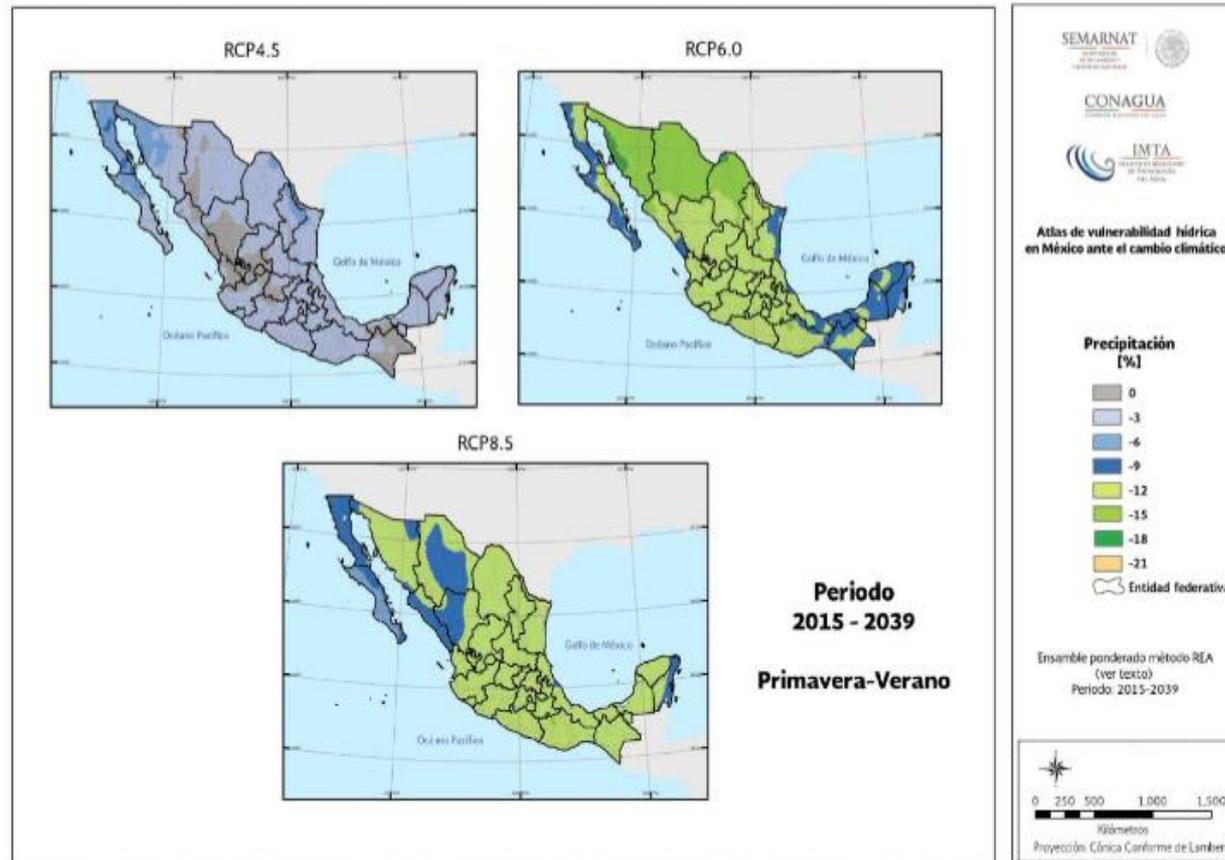
**2010**



**2018**



**Concluyeron que los cambios en el uso del suelo podrían haber sido las principales razones que originaron los bajos escurrimientos y niveles del agua en el vaso de presa Loka y, en consecuencia, el desabasto de agua.**



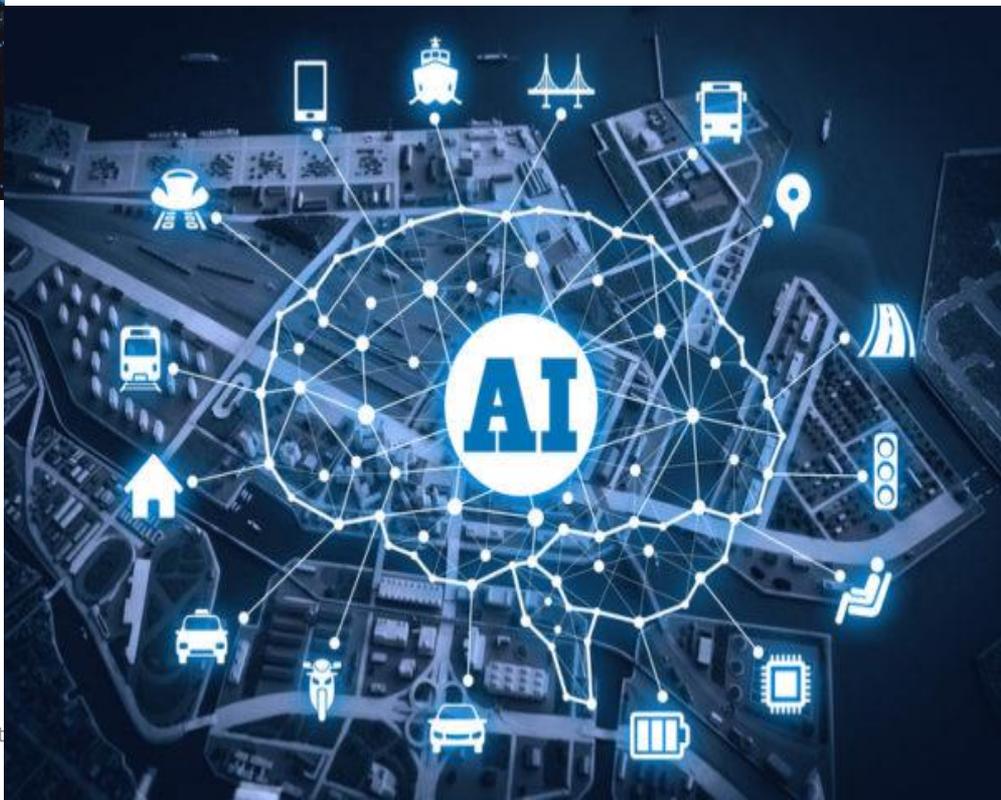
**La proyección de porcentaje de cambio de precipitación para el periodo 2015-2039 muestra en el escenario RCP4.5, que la precipitación podría disminuir ligeramente en dicho periodo para toda la república (de 0 a 6%), mientras que el escenario RCP6.0 proyecta los cambios más intensos en Sonora, Chihuahua y Coahuila donde la precipitación podría disminuir hasta 15%.**

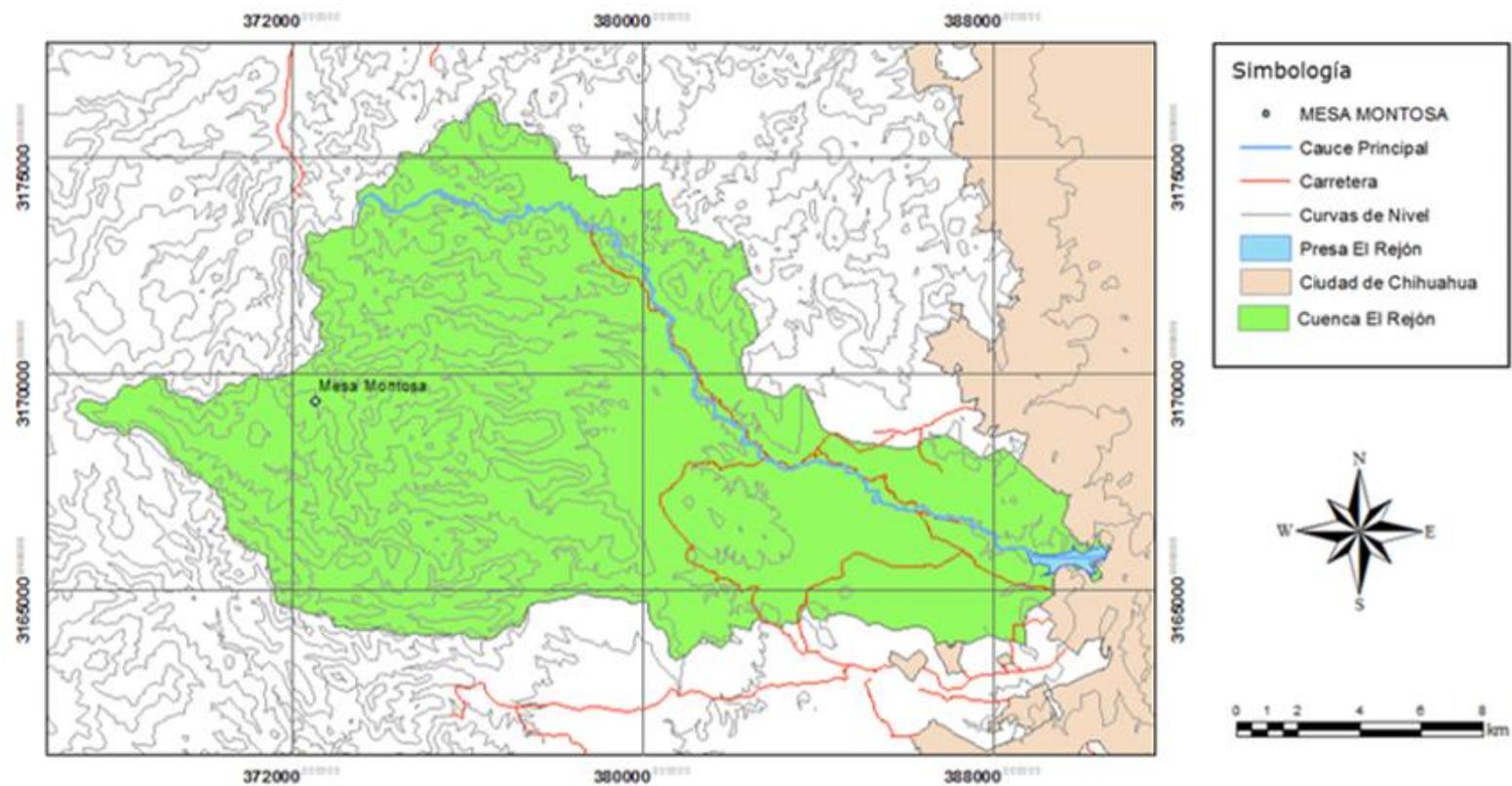




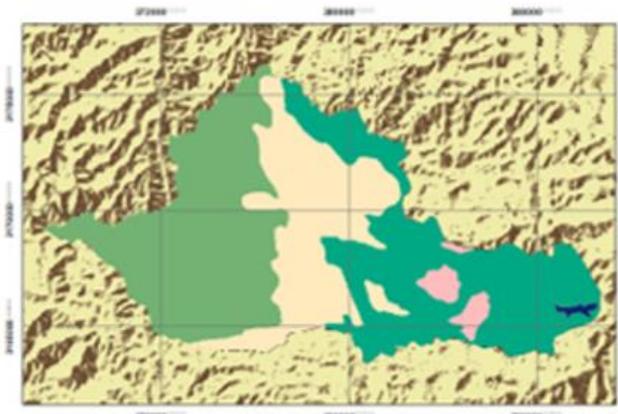


# Tecnología

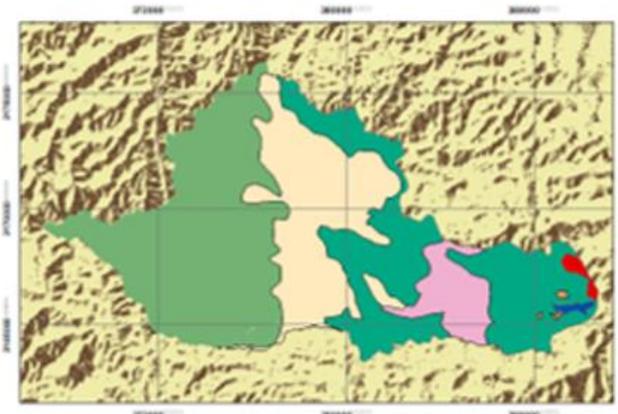




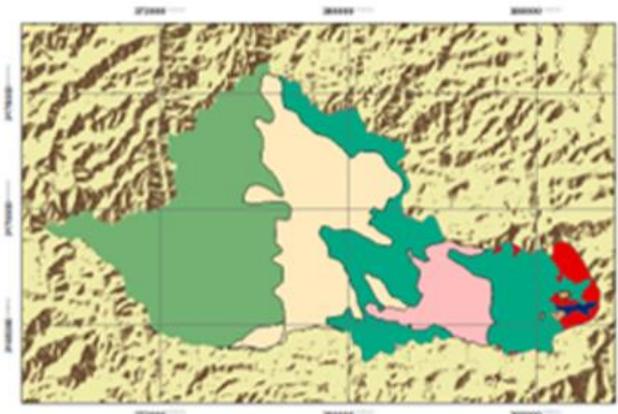
*Ilustración 13 Datos vectoriales de la cuenca El Rejón, Chihuahua, Méx. Fuente: INEGI, 2017*



Serie I: año 1984

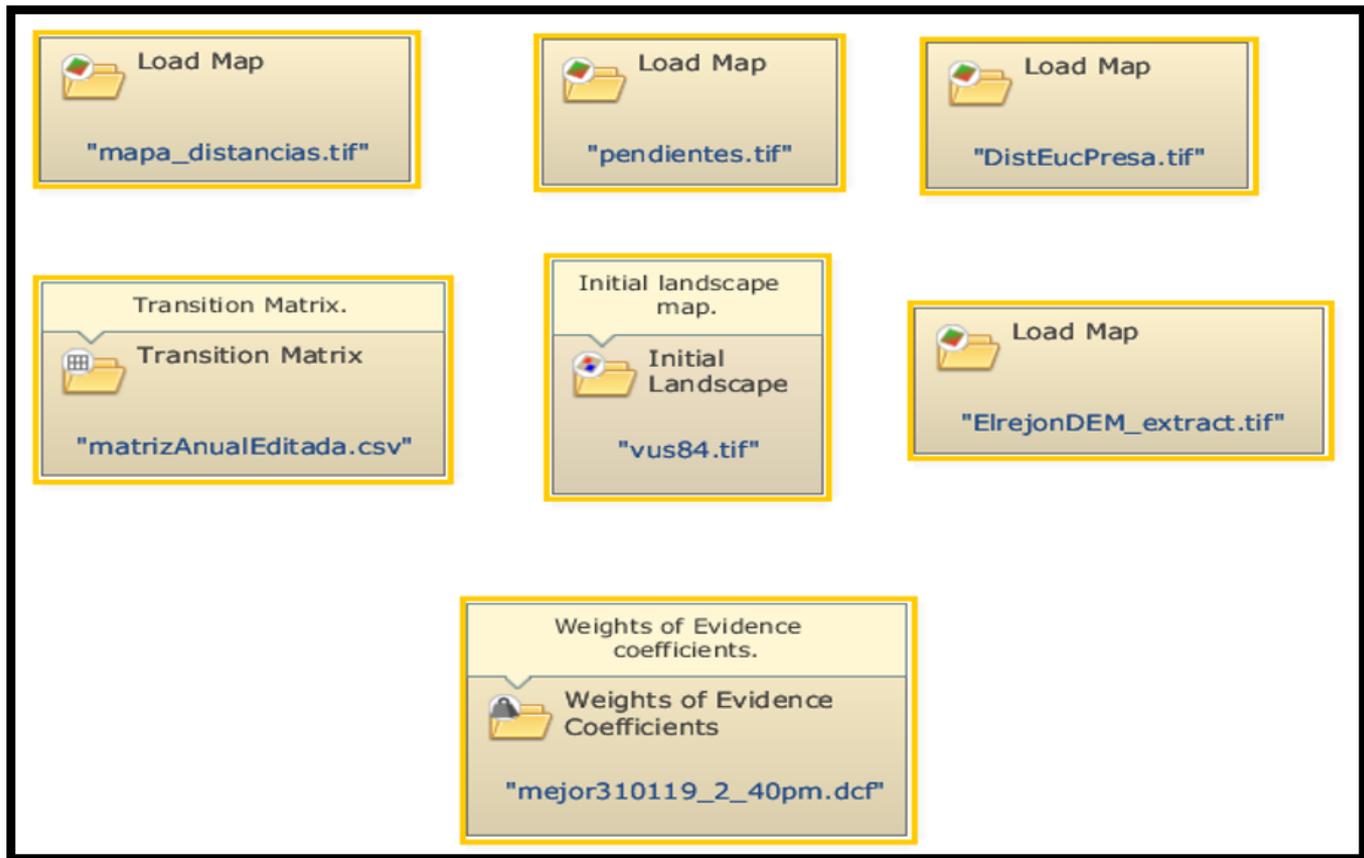


Serie II: año 2003

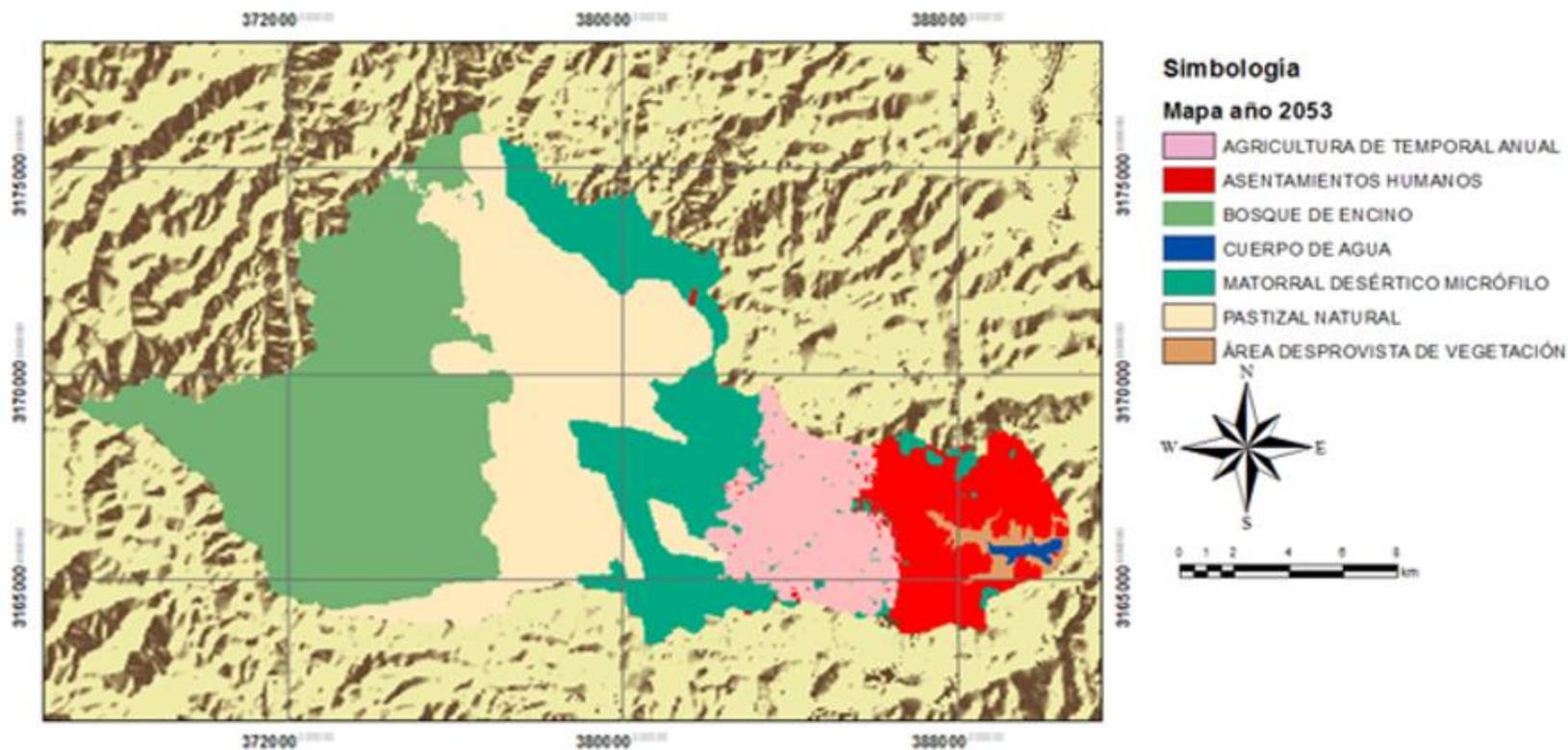


Serie VI: año 2017





*Ilustración 30 Datos de entrada para el modelo de cambio de uso de suelo y vegetación de la presa El Rejón en Chihuahua, Chih., México. Fuente: Elaboración propia con el software DINAMICA EGO.*



*Ilustración 39 Mapa resultado de la modelación de predicción de uso de suelo y cobertura vegetal de la cuenca presa El Rejón, Chihuahua, Chih., México, año 2053. Fuente: Elaboración propia con el software DINAMICA EGO.*

**Algunas propuestas  
(y rescates de  
propuestas).....**

Hacer (¿actualizar?) un levantamiento **físico y administrativo (concesiones, asignaciones, descargas, tomas clandestinas,..)** de zonas agrícolas, urbanizaciones, presas de almacenamiento y derivación, bombeos, granjas acuícolas, carreteras, vías de ferrocarril y todos los cambios de uso del suelo, en diferentes épocas de tiempo, para **recalcular** el mejor aprovechamiento del agua.

Desarrollar modelos que combinen los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo con cambio climático, **CCUS+CC**, para el cálculo de la distribución óptima del agua.



# **No cerrarse a ninguna opción de mejoramiento.**

## **Acciones Consideradas en la Agenda Ambiental del Delta del Río Colorado**

- 1. Modernización y rehabilitación del Distrito de Riego 014 Río Colorado.**
- 2. Tecnificación y Modernización de la zona afectada del Distrito de Riego 014 Río Colorado. 2ª. Etapa del Sistema de Saneamiento Mexicali II. (Reuso de Agua Residual Tratada).**
- 3. Planta Desaladora binacional para el área Tijuana - San Diego.**
- 4. Monitoreo y control de la salinidad del acuífero de Mexicali y del río Colorado.**



# ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS DE RETORNO DEL DREN AGRÍCOLA EL MORILLO

Presentación Final. San Antonio, Texas

21 de Abril 2016

CONAGUA  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

60



## Conclusiones:

- El resultado de la desalación y el balance de masas da un total aportado hacia el Río Bravo de **3.27 m<sup>3</sup>/s**, que representan **103.12 Mm<sup>3</sup>/año**; esta cantidad representa el **23.89%** de los 431.72 Mm<sup>3</sup> anuales que México debe aportar al Río Bravo, según el Tratado de 1944.
- La **calidad del agua promedio en el Río Bravo**, como resultado del balance de masas sería de **820.92 ppm**. Para lograr esta calidad el efluente de la planta desaladora tendría una calidad promedio de 51.64 ppm.
- El tiempo que se tendría cuando menos un caudal de desalación de 500 lps en la planta sería del 93%.
- **La fluctuación de los caudales quedaría eliminada** con la integración de las aguas provenientes de los drenes Puertecitos, Huizaches y con la toma de agua del Río Bravo.
- El caudal del **agua de rechazo sería de 630 lps**, con una concentración de **STD de 13,629 ppm**, que se moverían por el Canal de Desvío del Dren El Morillo.

Cortesía M en I. Raúl Morales

## **Acciones Consideradas en la Agenda Ambiental del Delta del Río Colorado**

- 5. Protección conjunta del medio ambiente en el Delta del Río Colorado.**
- 6. Gasto ecológico. Asignación de un flujo constante de agua que mantenga una calidad mínima para el mantenimiento de los remanentes del río Colorado y sus humedales.**
- 7. Desarrollo de un Modelo Hidrológico para el Delta del Río Colorado.**
- 8. Desarrollo de Componentes Ambientales para un Plan de Sequía en el Río Colorado.**
- 9. Creación de mecanismos de coordinación entre CONAGUA y las organizaciones de conservación para la realización de acciones de manejo y obras hidráulicas en los humedales, compatibles con la conservación y restauración.**

## **Acciones Consideradas en la Agenda Ambiental del Delta del Río Colorado**

- 11. Control y manejo de azolves en obras de cabeza en el DR-014.**
- 12. Control de descargas contaminantes (urbanas y drenes agrícolas).**
- 13. Regulación de la calidad del agua que se descarga a los cauces, canales, arroyos y demás tributarios que comunican al Río Colorado.**
- 14. Desarrollo de Criterios Ambientales para el Manejo de DR-014.**
- 15. Plan de Manejo del Agua de Drenaje Agrícola en el Valle de Mexicali.**

## **Acciones Consideradas en la Agenda Ambiental del Delta del Río Colorado**

- 16. Adquisición de derechos de agua.**
- 17. Búsqueda de fuentes alternativas de agua para uso ambiental (PTAR'S de San Luís. Río Colorado, Las Arenitas, Río Nuevo y drenaje agrícola).**
- 18. Conclusión de los trámites para la concesión de la Zona Federal para que las ONGs apliquen trabajos de restauración.**
- 19. Estimación y gestión del agua para gasto ecológico.**
- 20. Facilitación de mecanismos para que las ONGs realicen el cambio de uso del agua de la categoría de uso agrícola a uso de conservación.**

## **Acciones Consideradas en la Agenda Ambiental del Delta del Río Colorado**

- 21. Programa de Monitoreo para los humedales de la Mesa de Andrade.**
- 22. Designación de una zona de restauración federal en la planicie de inundación del RC en México.**
- 23. Desarrollo de una Estrategia de Restauración del Estuario para Sustentar Pesca, Vida Silvestre y Economías Locales.**
- 24. Proyecto Piloto de Restauración del Tramo Limítrofe.**
- 25. Iniciativa para la Conservación, Restauración y Desarrollo Sustentable del DRC en México: Proyecto de Demostración de Restauración San Felipito-Carranza.**

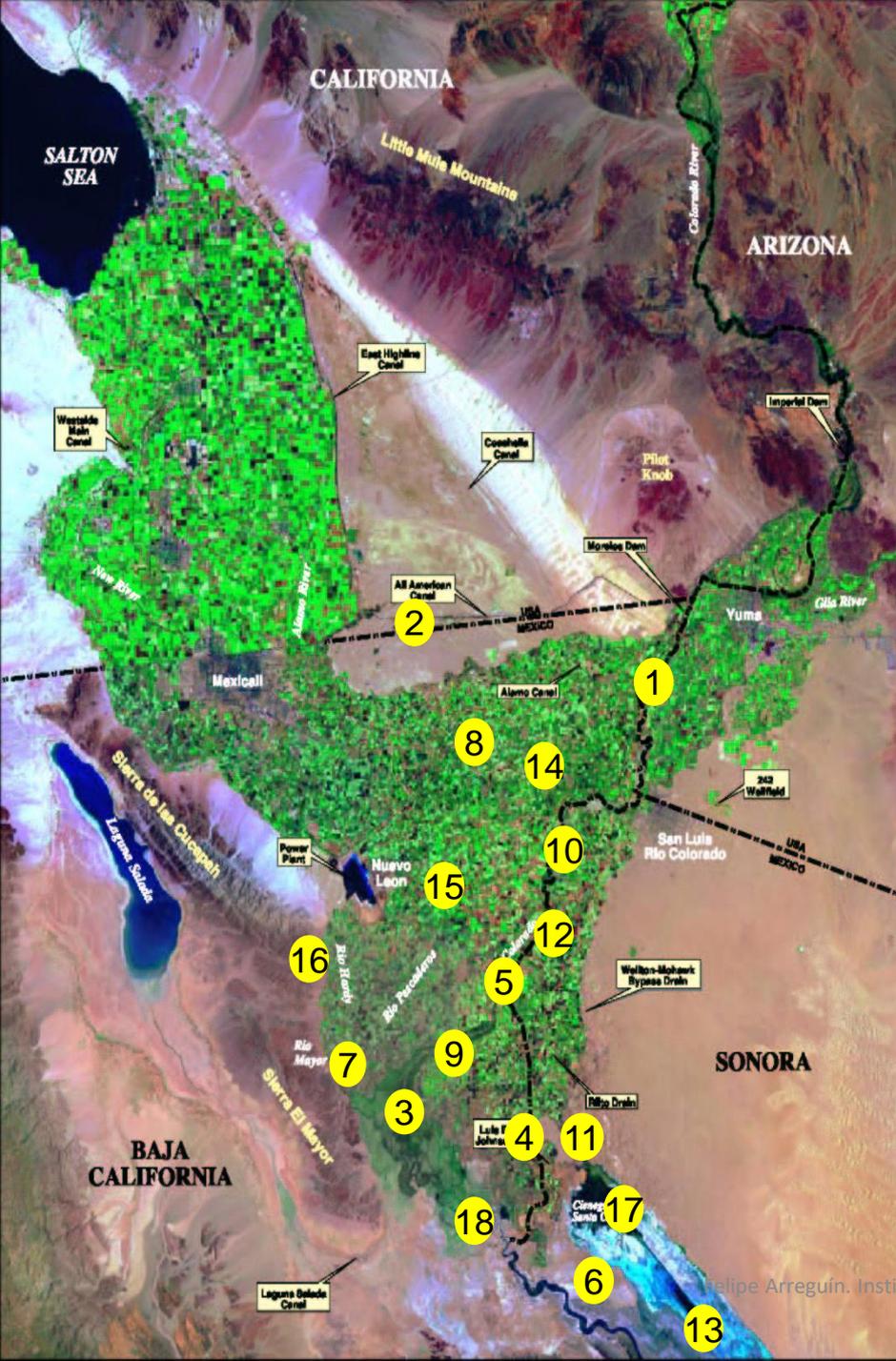
## **Acciones Consideradas en la Agenda Ambiental del Delta del Río Colorado**

- 26. Creación y Mejoramiento de los humedales y hábitat ribereño en el área de conservación prioritaria del Río Hardy-Cucapá.**
- 27. Actualización del Programa de Manejo para la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y DRC.**
- 28. Educación Ambiental y concientización.**
- 29. Establecimiento de una línea base de conservación en el DRC.**
- 30. Exploración de figuras de protección en los distintos humedales de la región y gestión de una Zona Reglamentada para el corredor ripario y humedales adyacentes del río Colorado y el tramo internacional limítrofe.**
- 31. Promoción de decretos de protección a los humedales de la región.**

# Acciones Consideradas en la Agenda Ambiental del Delta del Río Colorado

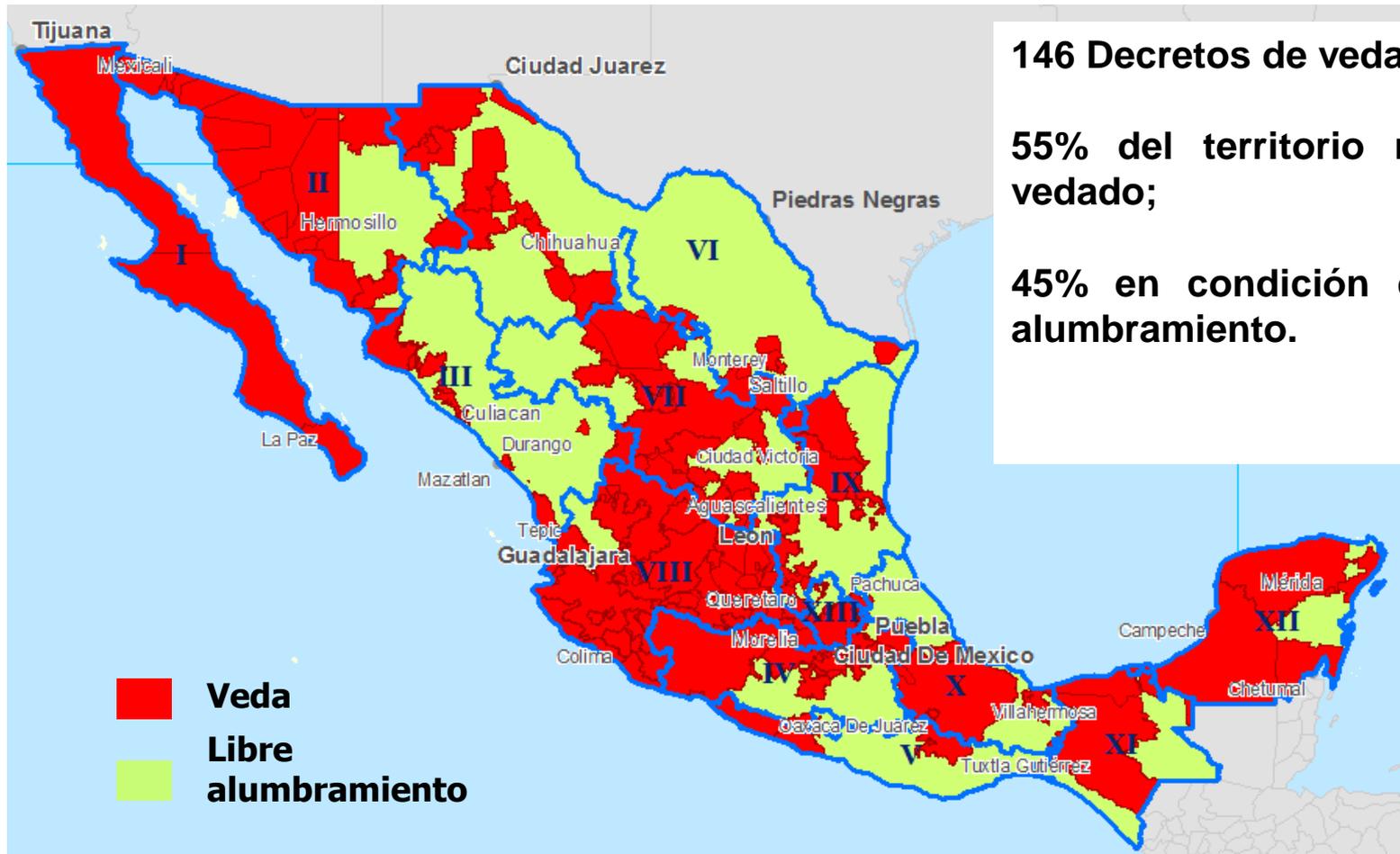
- 32. Actualización del SIG y Cartografía del DRC**
- 33. Instalación de un sistema de medición de agua del Río Colorado**
- 32. Fideicomiso de Agua para Restauración del DRC.**

MAPA INTERACTIVO DE PROYECTOS PARA EL DELTA DEL RÍO COLORADO  
PROYECTOS IDENTIFICADOS POR EL GRUPO IV



1. **Proyecto Piloto de Restauración del Tramo Limítrofe.**
2. Programa de Monitoreo para los humedales de la Mesa de Andrade.
3. Designación de una zona de restauración federal en la planicie de inundación del Río Colorado en México.
4. Plan de Manejo del Agua de Drenaje Agrícola en el Valle de Mexicali.
5. **Iniciativa para la Conservación, Restauración y Desarrollo Sustentable del Delta del Río Colorado en México: Proyecto de Demostración de Restauración San Felipe-Carranza.**
6. Plan de Manejo para la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.
7. Creación y Mejoramiento de los humedales y hábitat ribereño en el área de conservación prioritaria del Río Hardy-Cucapa.
8. Desarrollo de Componentes Ambientales para un Plan de Sequía en el Río Colorado.
9. Aseguramiento de Agua para Restauración del Delta del Río Colorado.
10. Desarrollo de un Modelo Hidrológico para el Delta del Río Colorado.
11. Donación de Equipo de Dragado a México para el mantenimiento de los drenes agrícolas del Valle de Mexicali y San Luis.
12. Instalación de un sistema de medición de agua el Río Colorado.
13. Desarrollo de una Estrategia de Restauración del Estuario para Sustentar Pesca, Vida Silvestre y Economías Locales.
14. Desarrollo de Criterios Ambientales para el Manejo de Distrito de Riego del Valle de Mexicali.
15. **Actualización de SIG y Cartografía del Delta del Río Colorado.**
16. Evaluación de la Calidad del Agua de los Ríos Hardy y Colorado.
17. **Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua para la Ciénega de Santa Clara.**
18. Monitoreo y Manejo de Aves Residentes y Migratorias en el Delta del Río Colorado.

# Revisión del estado actual de la Suspensión provisional del libre alumbramiento de las aguas del subsuelo



Mediante ocho acuerdos de carácter general que comprenden 333 acuíferos, en fecha 05 de abril de 2013, se declaró en el DOF, la suspensión provisional del libre alumbramiento de las aguas del subsuelo en todo el territorio nacional.

**Comisión Nacional del Agua**

**Estudio Técnico para la  
reglamentación de las aguas  
superficiales de la Región  
Hidrológica 24 Río Bravo**

**Subdirección General Técnica**

**México, D.F.**

**Julio 2003**



DOF: 08/04/2014

**DECRETO** por el que por causas de interés público se suprimen las vedas existentes en la subregión hidrológica Lerma-Chapala, y se establece zona de veda en las 19 cuencas hidrológicas que comprende dicha subregión hidrológica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

**ENRIQUE PEÑA NIETO**, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89, fracción I, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con fundamento en el artículo 27, párrafo quinto de la propia Constitución; 32 Bis y 35 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y 4, 6, fracción II, 7, fracciones II y IV, 7 BIS, fracciones V y VII, 38, 39 BIS y 40 de la Ley de Aguas Nacionales, y

#### CONSIDERANDO

Que el artículo 27, párrafo quinto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, faculta al Ejecutivo Federal para reglamentar la extracción y utilización de las aguas de propiedad nacional y aun establecer zonas de veda cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos;

Que el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en la Meta Nacional estrategias del Gobierno Federal implementar un manejo sustentable de acceso a ese recurso;

Que el artículo 6, fracción II, de la Ley de Aguas Nacionales, prevé veda de aguas nacionales superficiales como una atribución que el Ejecutivo de utilidad o interés público;

Que conforme al artículo 7, fracciones II y IV, de la Ley de Aguas Nacionales, se prevé el mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, así como la explotación de aguas nacionales, incluidas las limitaciones de extracción en zonas reglamentadas de agua para destinarlo al uso doméstico y al público urbano;

Que el artículo 7 BIS, fracciones V y VII, de la Ley en cita, establece la veda de aguas nacionales para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en zonas con problemática hídrica en las cuencas hidrológicas y regiones hidrológicas;

Que en la actualidad se encuentran vigentes diversos instrumentos jurídicos, por tiempo indefinido, a fin de administrar el uso de las aguas nacionales en las cuencas hidrológicas. Los instrumentos jurídicos antes referidos son:

a) "ACUERDO que establece veda sobre concesión de aguas del la



**Terminar modelo y establecer un  
Acuerdo de coordinación....**

# Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía

Consejo de Cuenca  
Río Bravo



# PRONACOSE

# Seguridad de presas



# PRESA EL CUCHILLO N. L.

## COMPORTAMIENTO

Noviembre, 2002 - Octubre 2005



**Hundimiento diferencial**

**Grieta vertical**



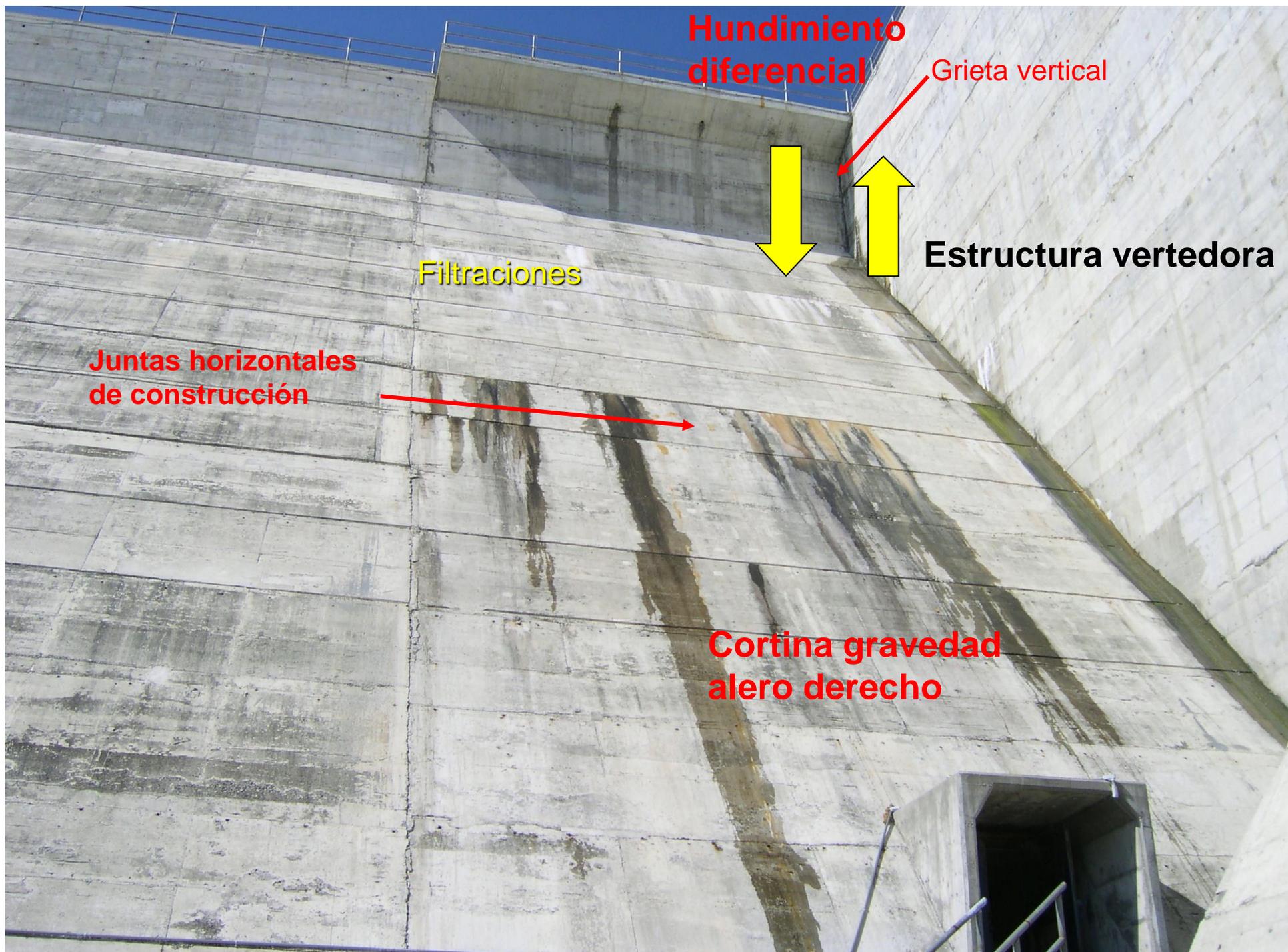
**Estructura vertedora**

**Filtraciones**

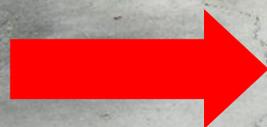
**Juntas horizontales de construcción**



**Cortina gravedad alero derecho**



**Grieta transversal**

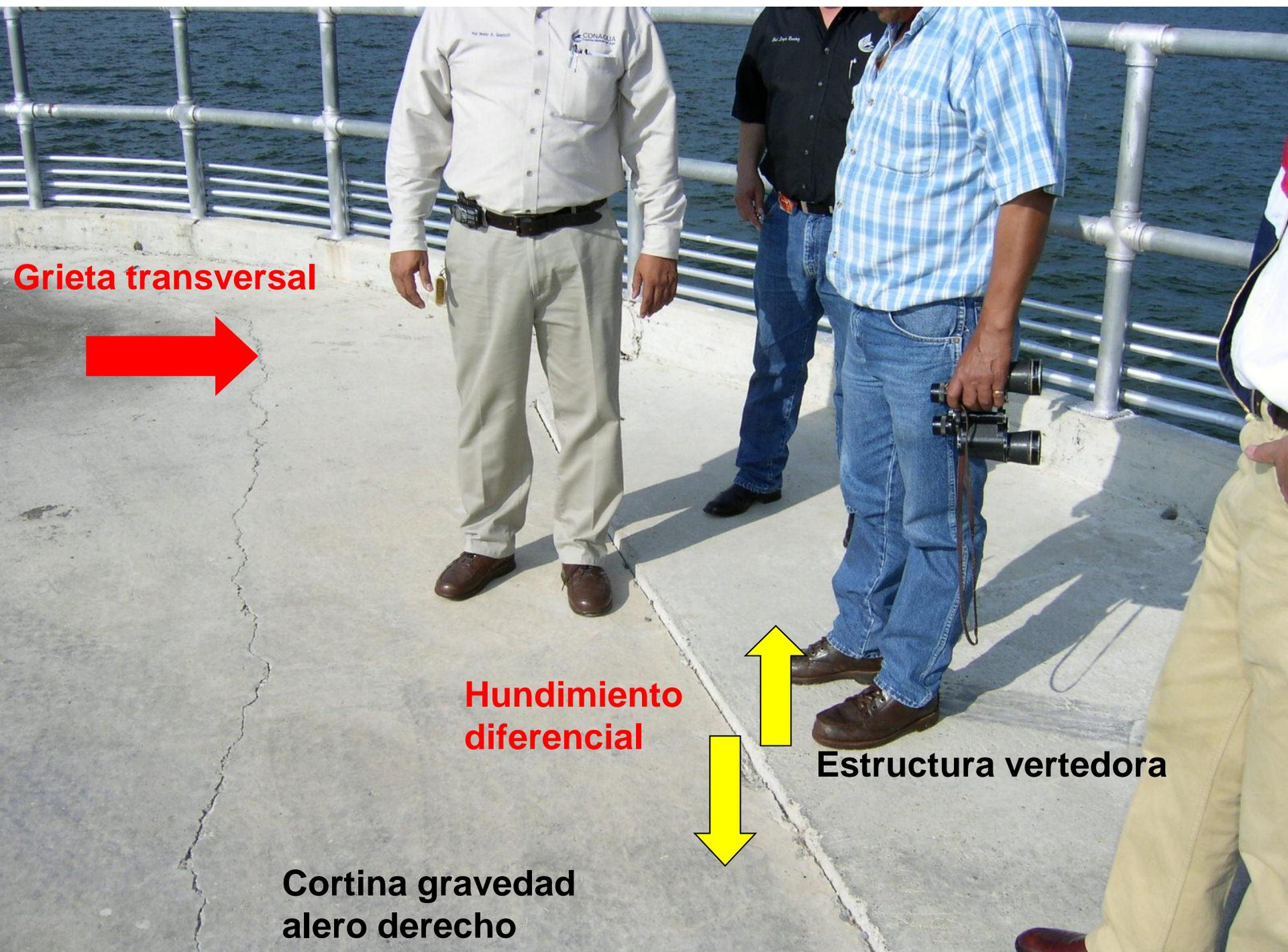


**Hundimiento  
diferencial**



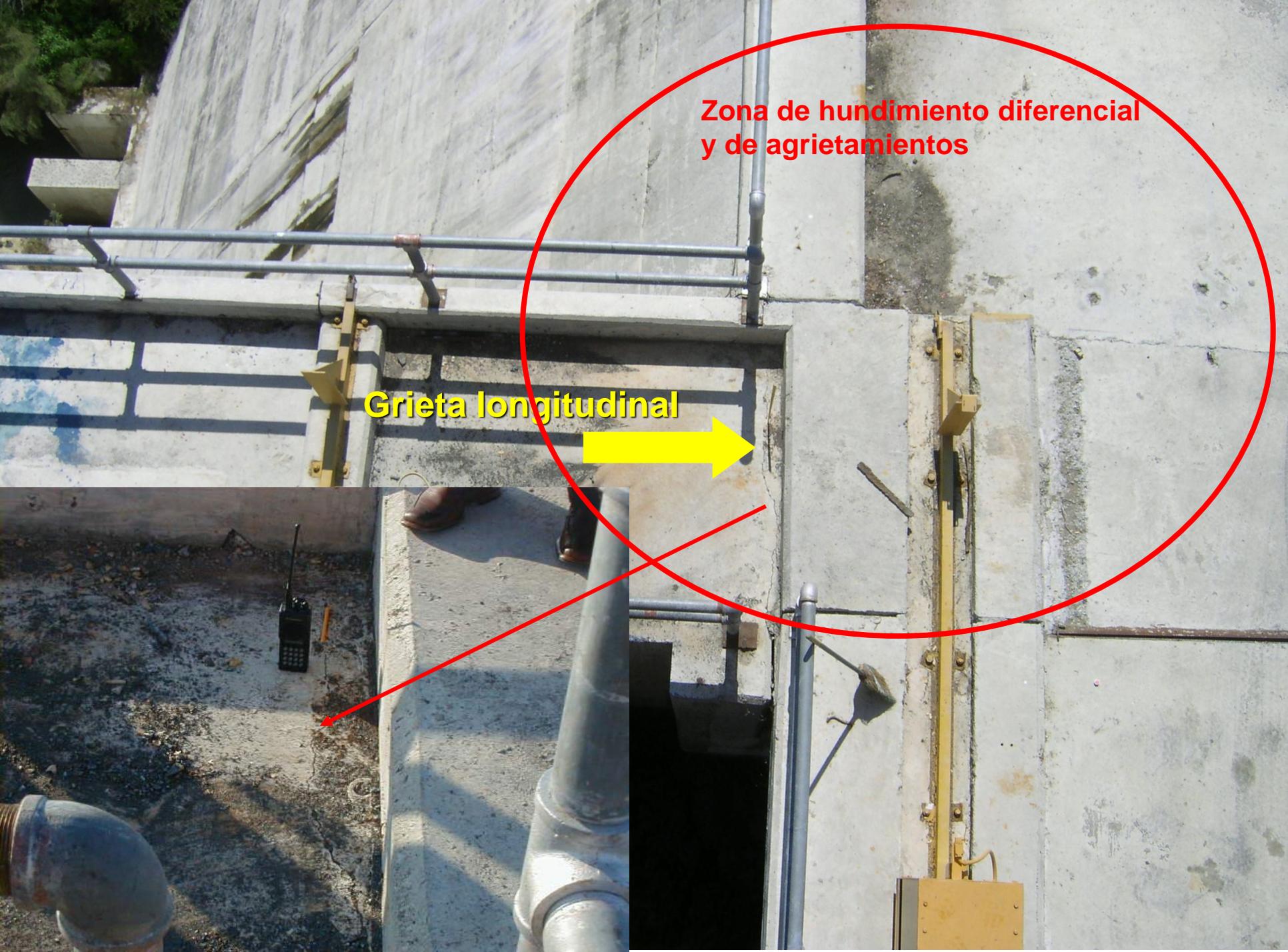
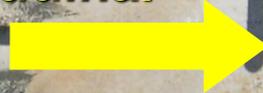
**Estructura vertedora**

**Cortina gravedad  
alero derecho**



**Zona de hundimiento diferencial  
y de agrietamientos**

**Grieta longitudinal**

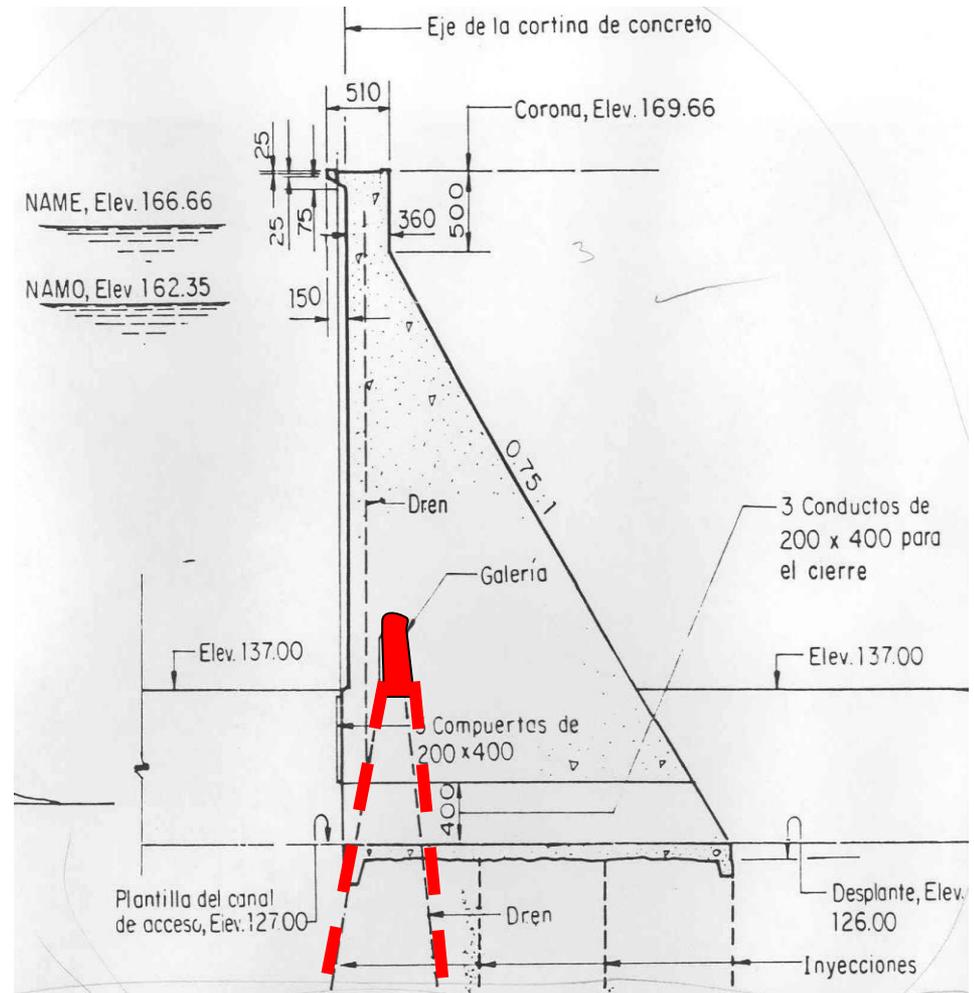
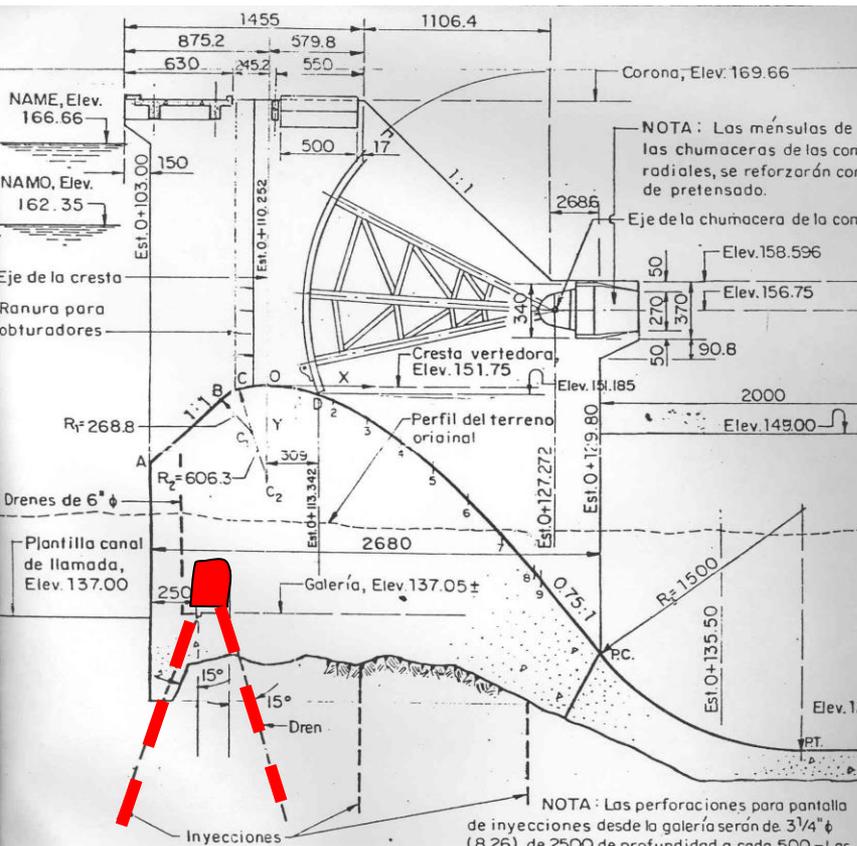




Agrietamientos  
en los apoyos  
de las compuertas



# Taponamiento del sub-drenaje de la galería causa redistribución de sub-presiones y de esfuerzos y deformaciones entre monolitos



# **Guía para incluir el impacto del cambio global sobre las presas de almacenamiento y derivación en la normatividad de seguridad**

## **¿Por qué elaborar esta Guía?**

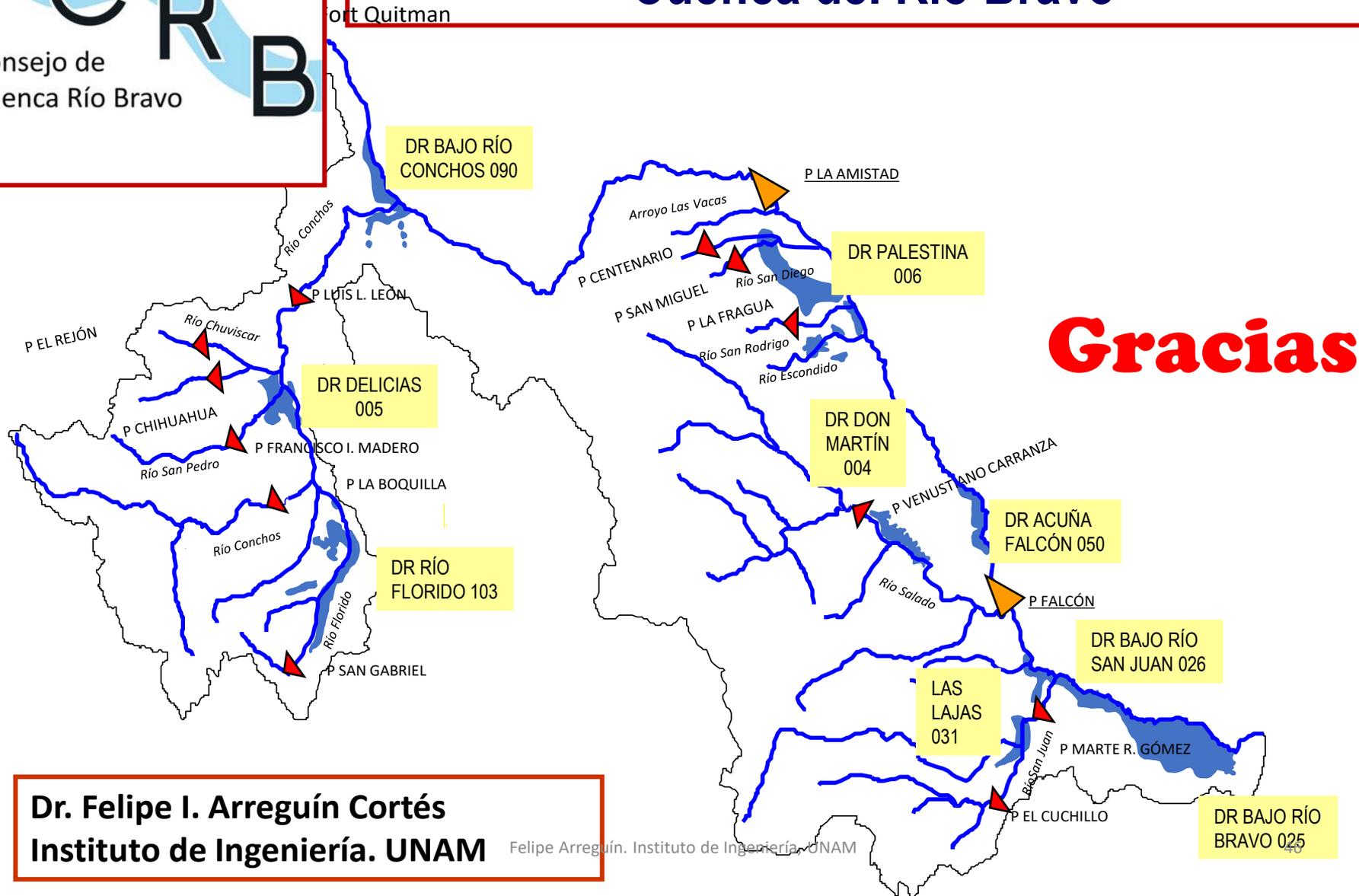
La seguridad de las presas es un concepto dinámico que cambia conforme lo hace el conocimiento científico, económico, social y ambiental, e implica que ese concepto se modifique con el tiempo y las normas correspondientes deban ajustarse. Por ejemplo, el impacto del cambio global, el desarrollo de la tecnología, el crecimiento poblacional, la antigüedad de las presas o la contaminación, pueden ser tendencias que obliguen a que se modifiquen las normas de seguridad de presas.



Tipo de presa, obra o recubrimiento.	Impacto potencial del cambio en la cobertura y uso del suelo, y las variables climáticas.	Propuestas de medidas de adaptación para presas existentes.		Propuesta de medidas de adaptación para presas futuras.	
		Planeación e inspección.	Operación, mantenimiento y remediación.	Política, planeación y regulación.	Diseño.
Todo tipo de presas	<p>Cambio en la cobertura y uso del suelo.</p> <p>La ampliación de la frontera agrícola, el empleo de fertilizantes, la quema de maleza, y la integración de diferentes actividades de producción intensiva, generan procesos erosivos y contaminantes (contaminación puntual y difusa) y modifican el escurrimiento. La urbanización disminuye la evapotranspiración, incrementa la erosión de los suelos, disminuye la infiltración, modifica los escurrimientos y disminuye el flujo base hacia los ríos.</p> <p>La construcción de caminos, vías de ferrocarril, bordos, sistemas de acuacultura e incluso presas cambian el funcionamiento del sistema hídrico de las cuencas.</p>	<p>Hacer un levantamiento de zonas agrícolas, urbanizaciones, presas de almacenamiento y derivación, granjas acuícolas, carreteras, vías de ferrocarril y todos los cambios de uso del suelo, en diferentes épocas de tiempo desde la construcción de la presa a la actualidad, para recalcular las avenidas de diseño actuales del vertedor, obra de toma y desagüe de fondo.</p> <p>Monitorear la calidad del agua en todos los sitios mencionados anteriormente, así como en las plantas de tratamiento existentes para determinar la contaminación puntual y difusa en la cuenca, y en el ingreso y salida de la presa.</p> <p>Proponer programas de mejoramiento y manejo ambiental de la cuenca acordes a la situación actual y futura.</p>	<p>Ejecutar los programas de mejoramiento y manejo ambiental de la cuenca acordes a la situación actual y futura.</p> <p>Ajustar la operación de la presa a las nuevas condiciones de escurrimiento de la cuenca aguas arriba y aguas abajo de la cortina.</p> <p>Aplicar las medidas de control de la contaminación puntual y difusa necesarias en la cuenca para asegurar agua de buena calidad en los ingresos a la presa.</p> <p>Recalcular los parámetros de diseño</p>	<p>Desarrollar políticas de construcción de presas ligadas a programas de conservación de las cuencas.</p>	<p>Desarrollar modelos que combinen los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo con cambio climático para el cálculo de los gastos de diseño de las presas futuras.</p> <p>Desarrollar procesos combinados de control de la contaminación puntual y difusa.</p>

**Un programa aspiracional con  
metas realistas acotadas  
política, social, ambiental,  
económica y técnicamente.....**

# Prevención de Riesgos y Cambio Global en la Cuenca del Río Bravo



**Gracias**

**Dr. Felipe I. Arreguín Cortés**  
**Instituto de Ingeniería. UNAM**