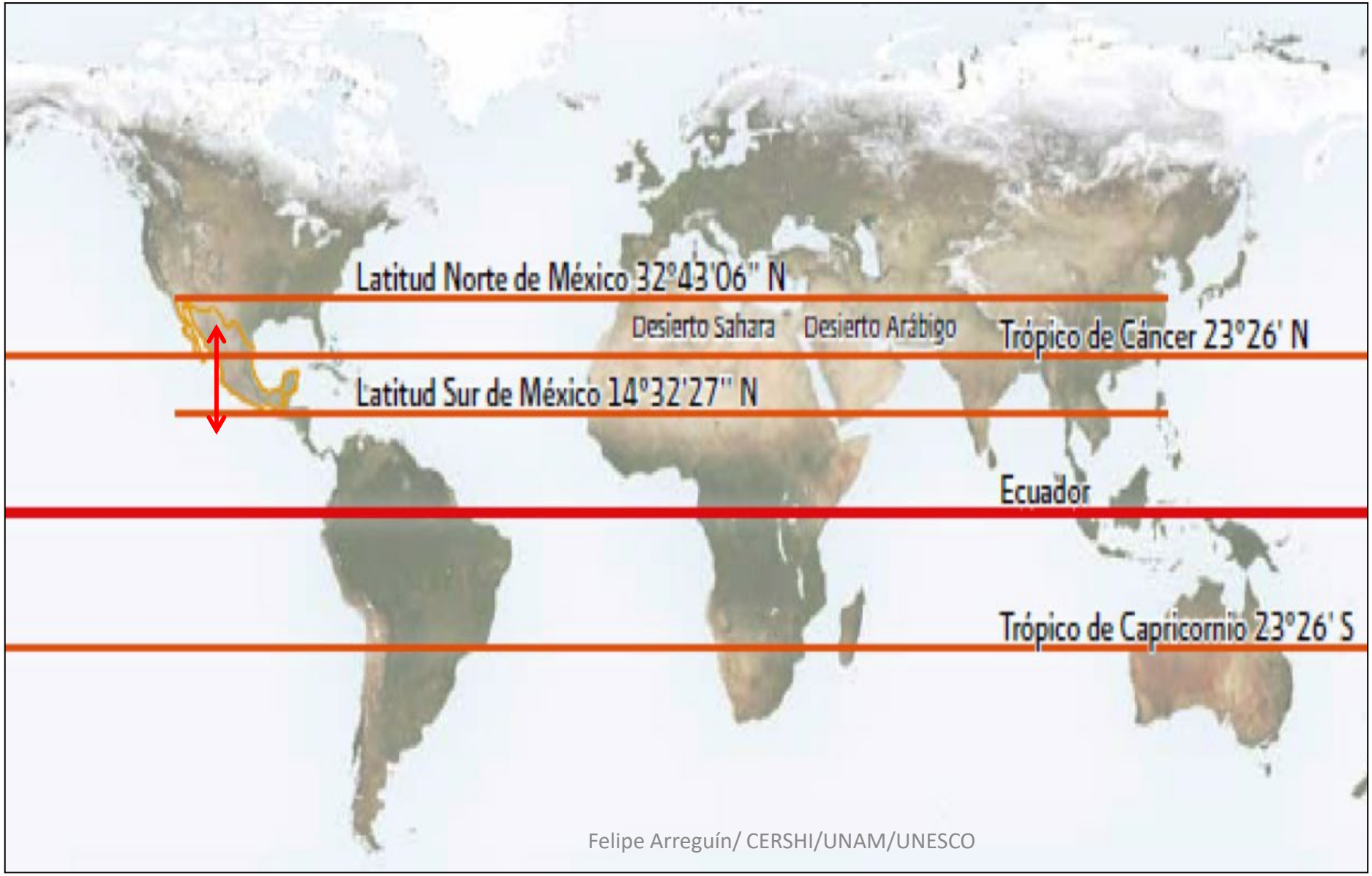
Impacto del cambio climático sobre las presas

Felipe Arreguín

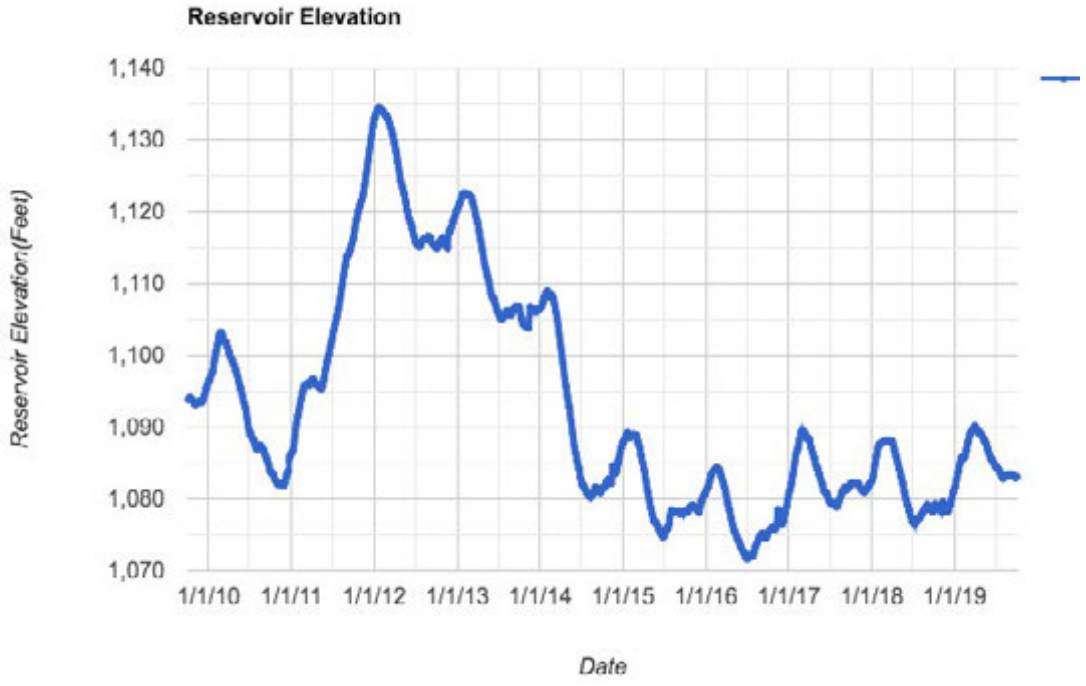
Mexico vulnerable by its geographical location



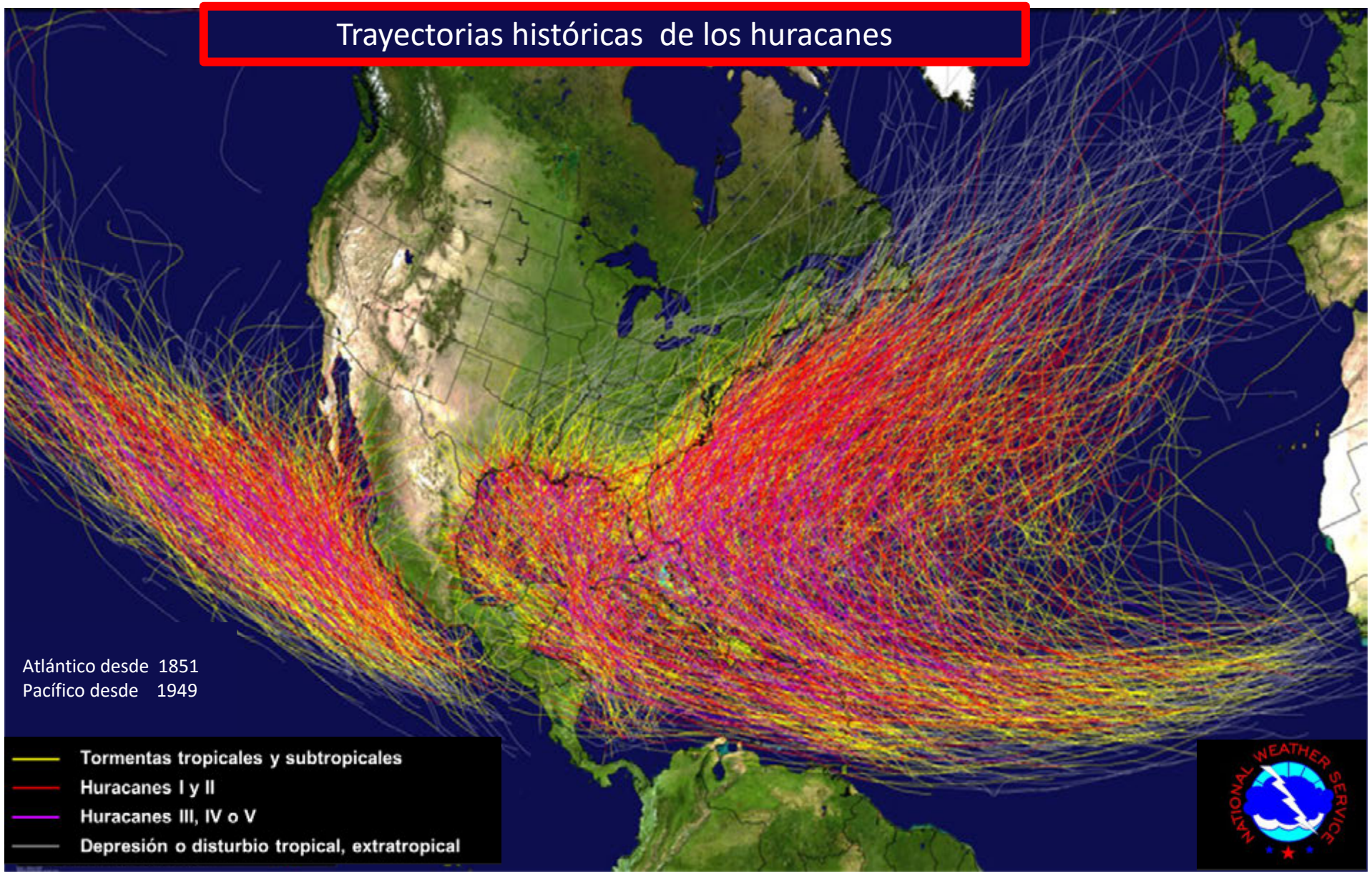
Compromisos:
RIO COLORADO
Mex. = 1,850 hm^3/año
Mex. (máximo) = 2,097 hm^3/año
RIO BRAVO
Mex. = 74 hm^3/año (Convención de 1906)
E.U.A.= 431.7 hm^3/año

Presa Hoover. Lago Mead

Presa Hoover, Lago Mead

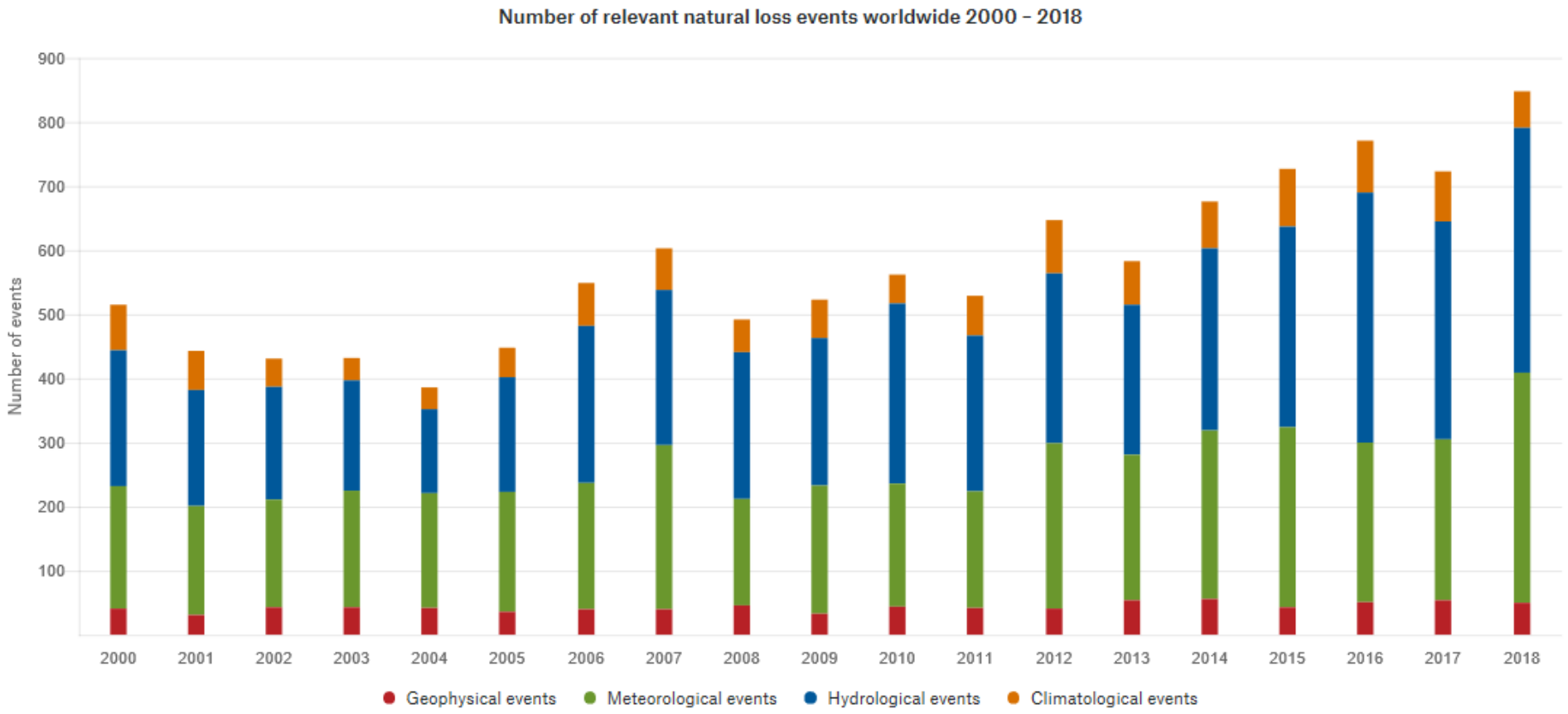


Trayectorias históricas de los huracanes



Zonas susceptibles a inundarse

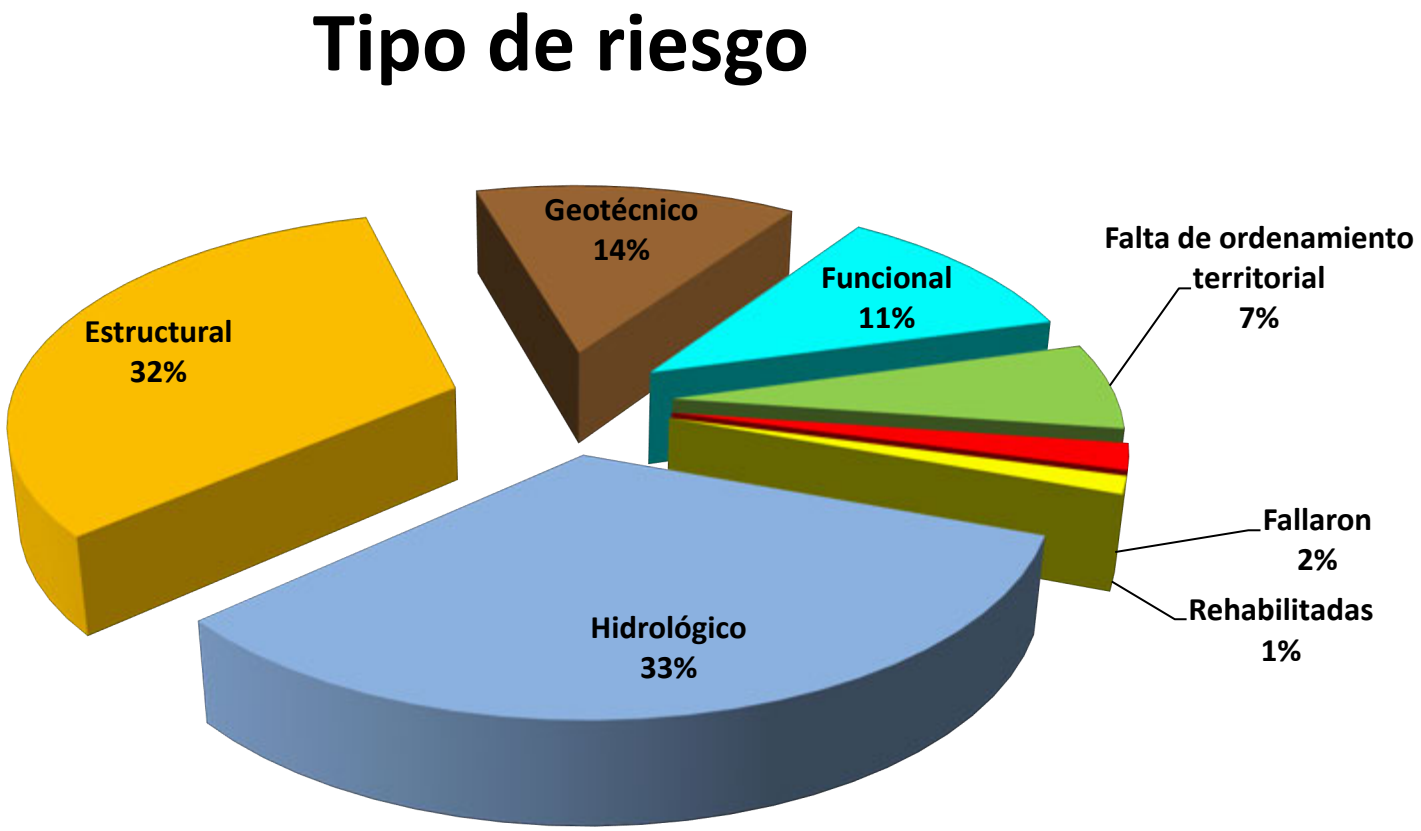
162,000 km² del territorio nacional son susceptibles a inundarse para una probabilidad asociada a 40 años de período de retorno.



NatCatSERVICE

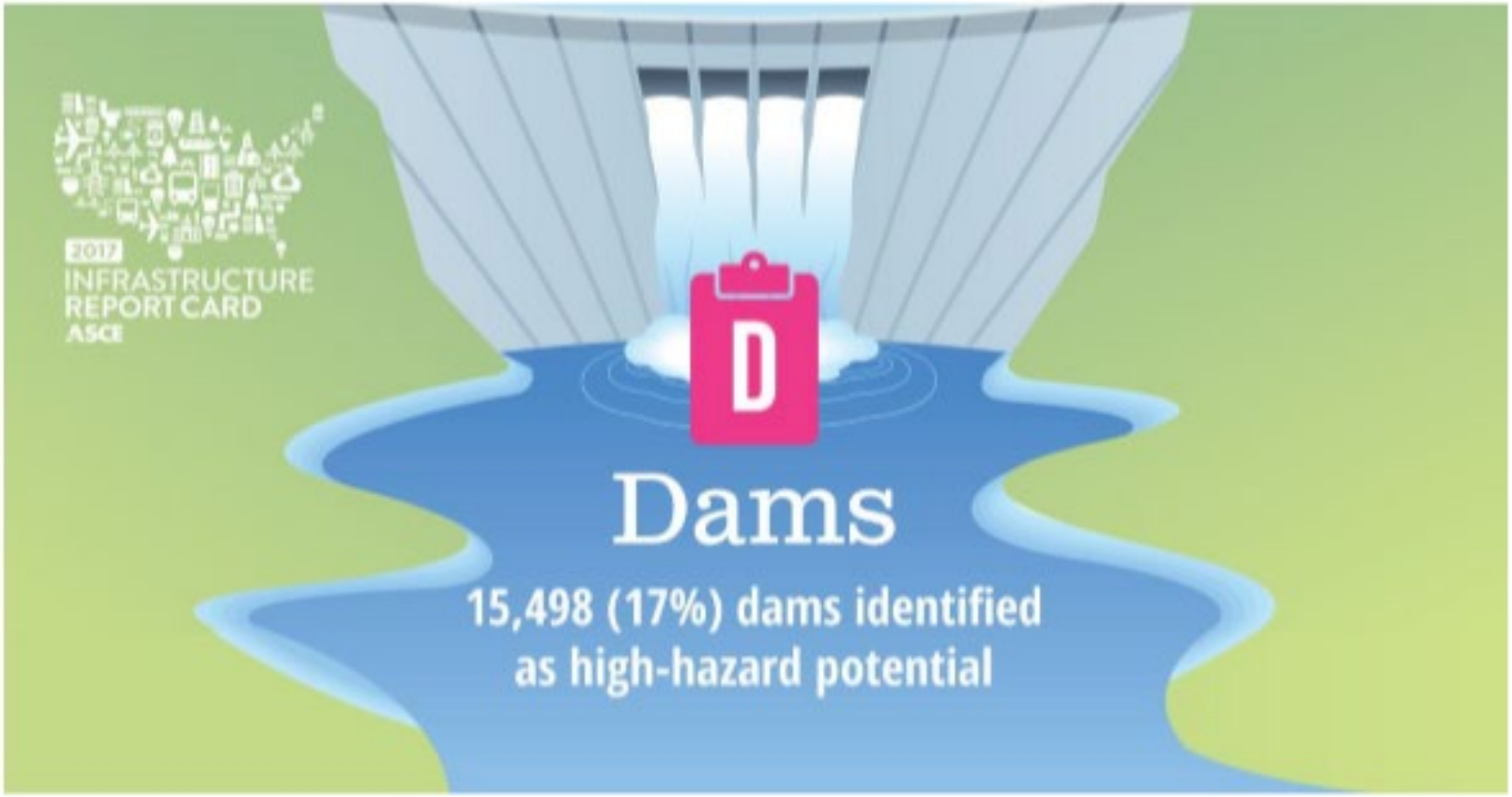
Cambio de uso del suelo
Crecimiento poblacional
Alteraciones de la biodiversidad
Cambio global
Cambios geopolíticos
Desertificación
Cambio climático

115 presas con riesgo

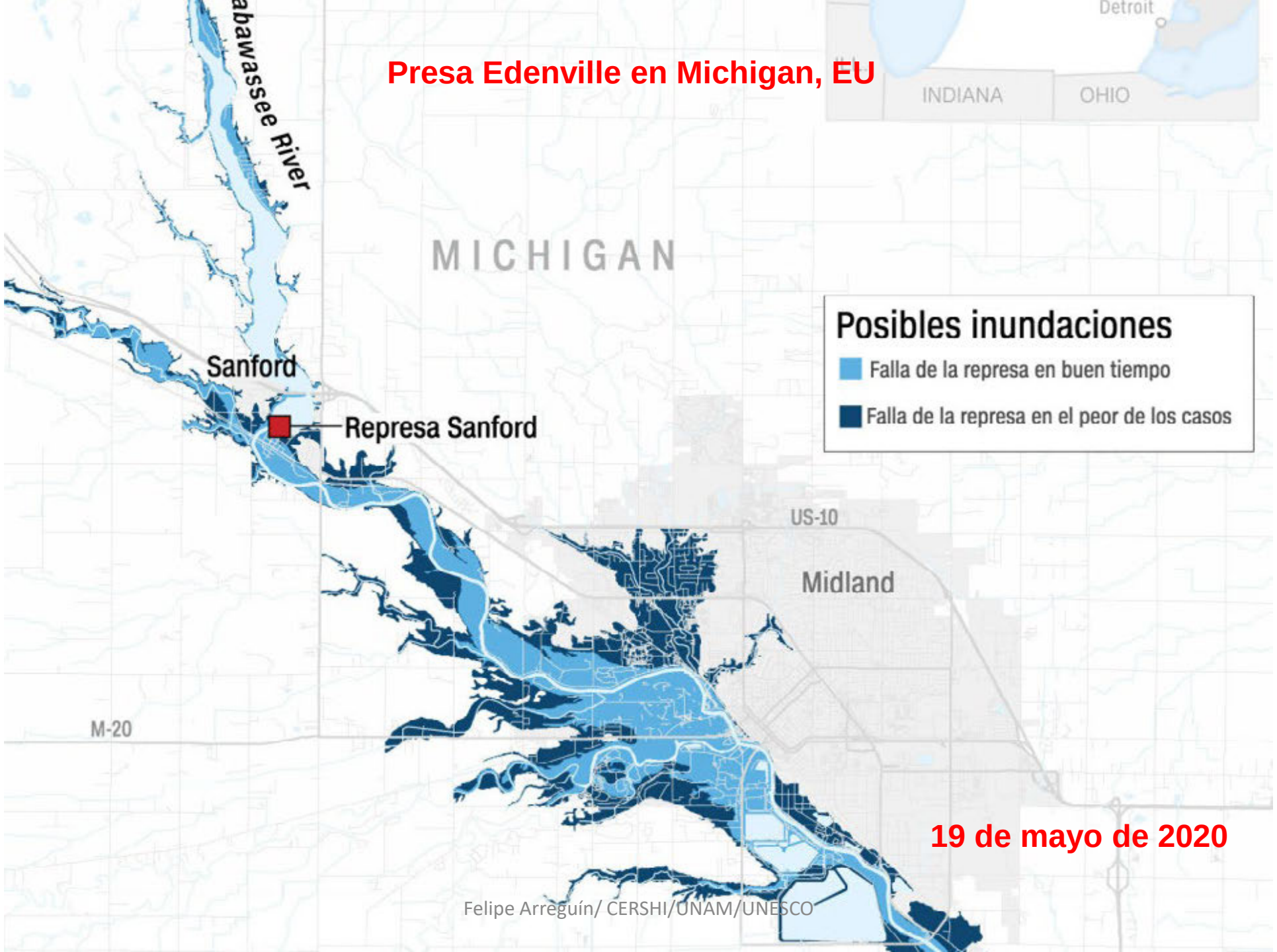


74 obras tienen un tipo de riesgo, 30 tienen 2 tipos y 6 tienen 3 tipos. 2 obras fueron rehabilitadas y 3 fallaron

2017
INFRASTRUCTURE
REPORT CARD



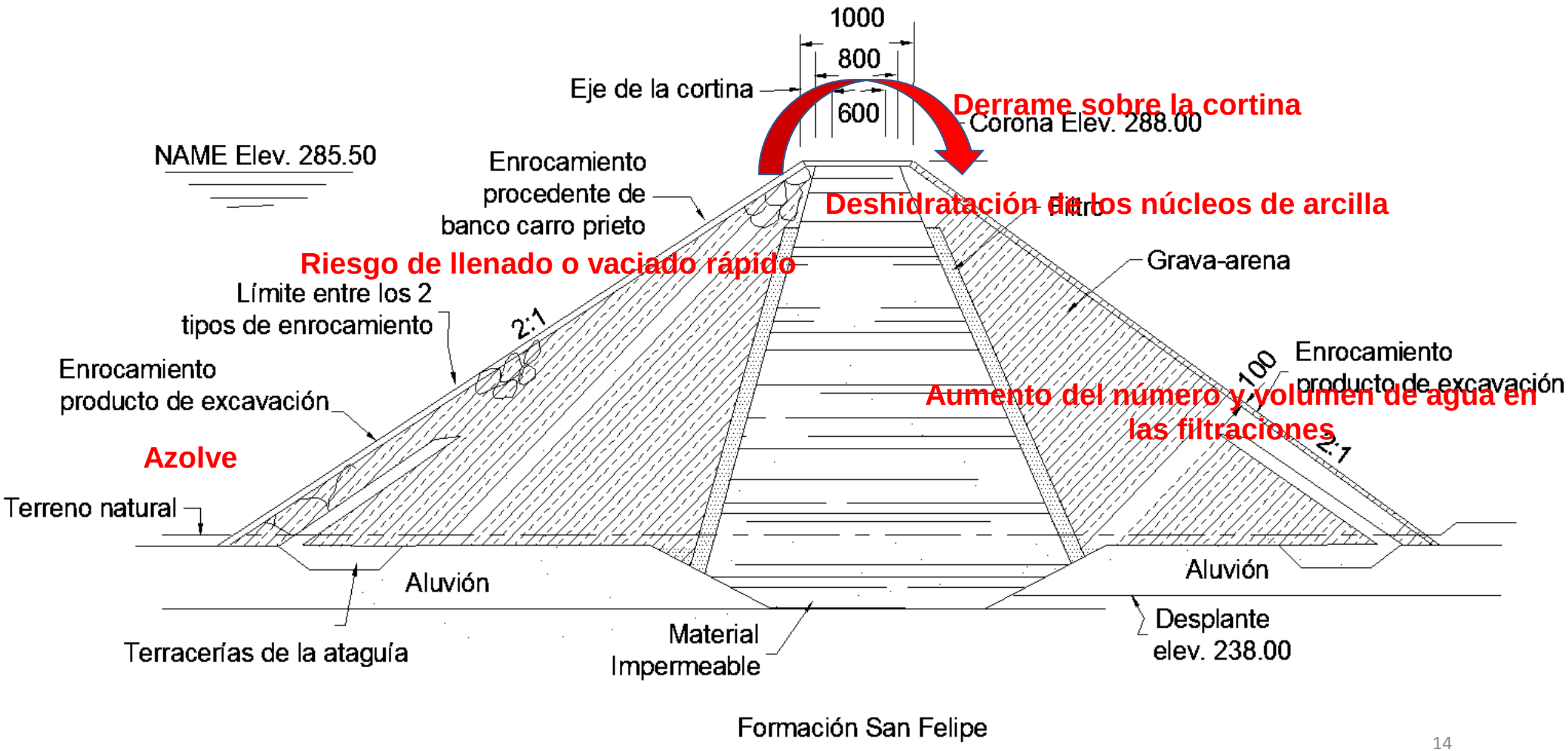
Presa Edenville en Michigan, EU



19 de mayo de 2020

Antes
Después
JuxtaposeJS

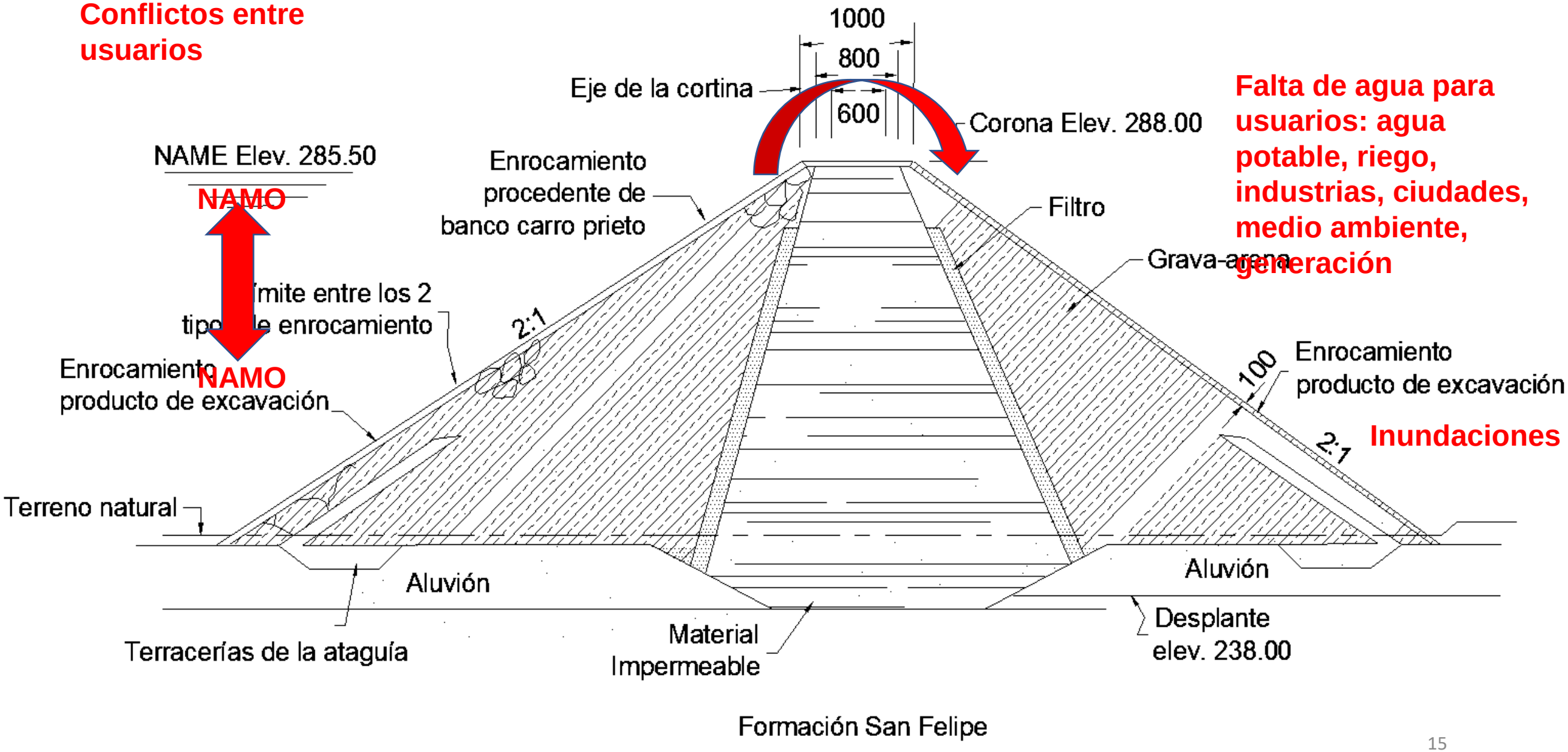
Impactos potenciales por el incremento y disminución de la precipitación y aumento de la temperatura (Clasificación estructural)



Impactos potenciales por el incremento y disminución de la precipitación y aumento de la temperatura (Clasificación funcional)

Conflictos entre usuarios

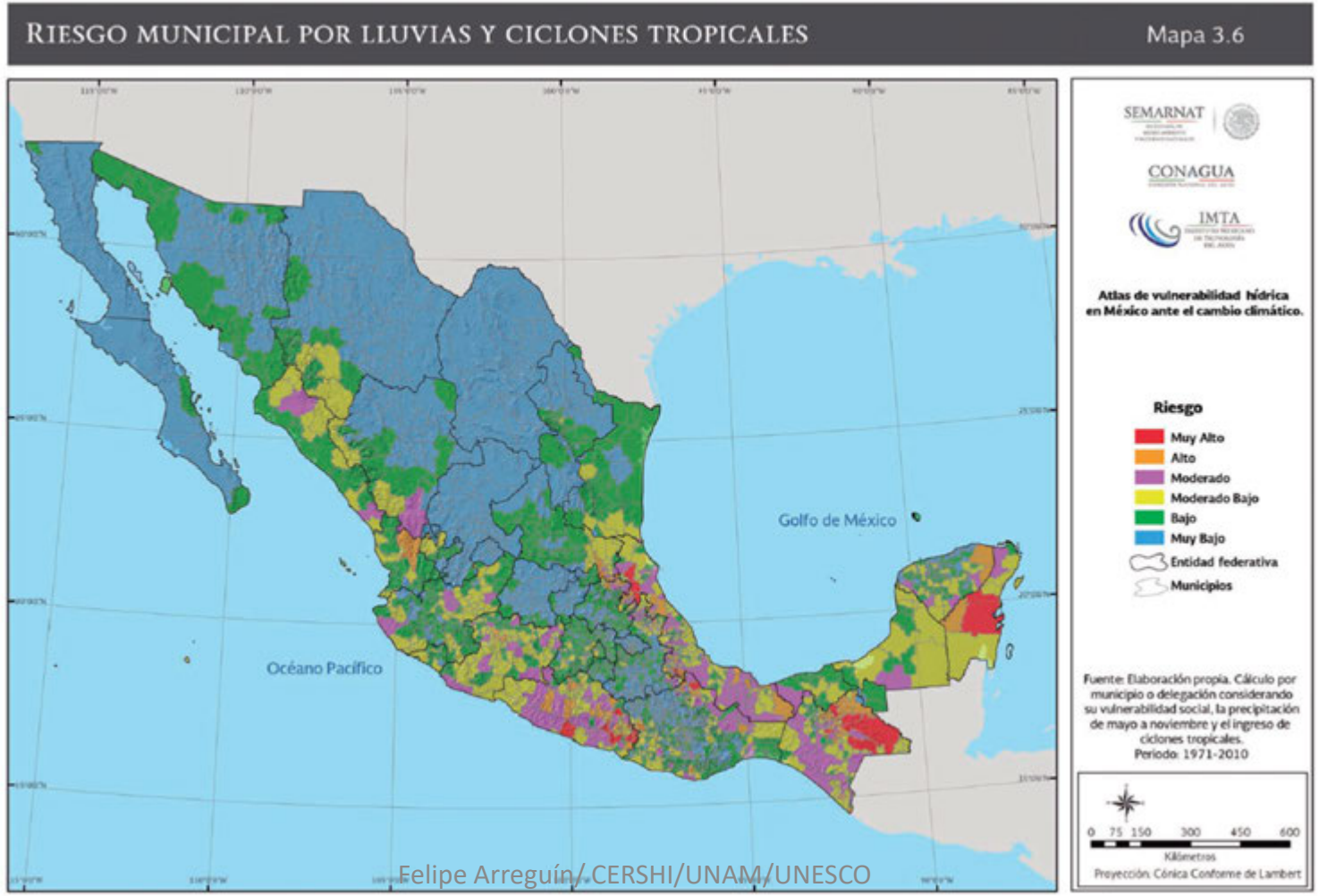
Falta de agua para usuarios: agua potable, riego, industrias, ciudades, medio ambiente, generación



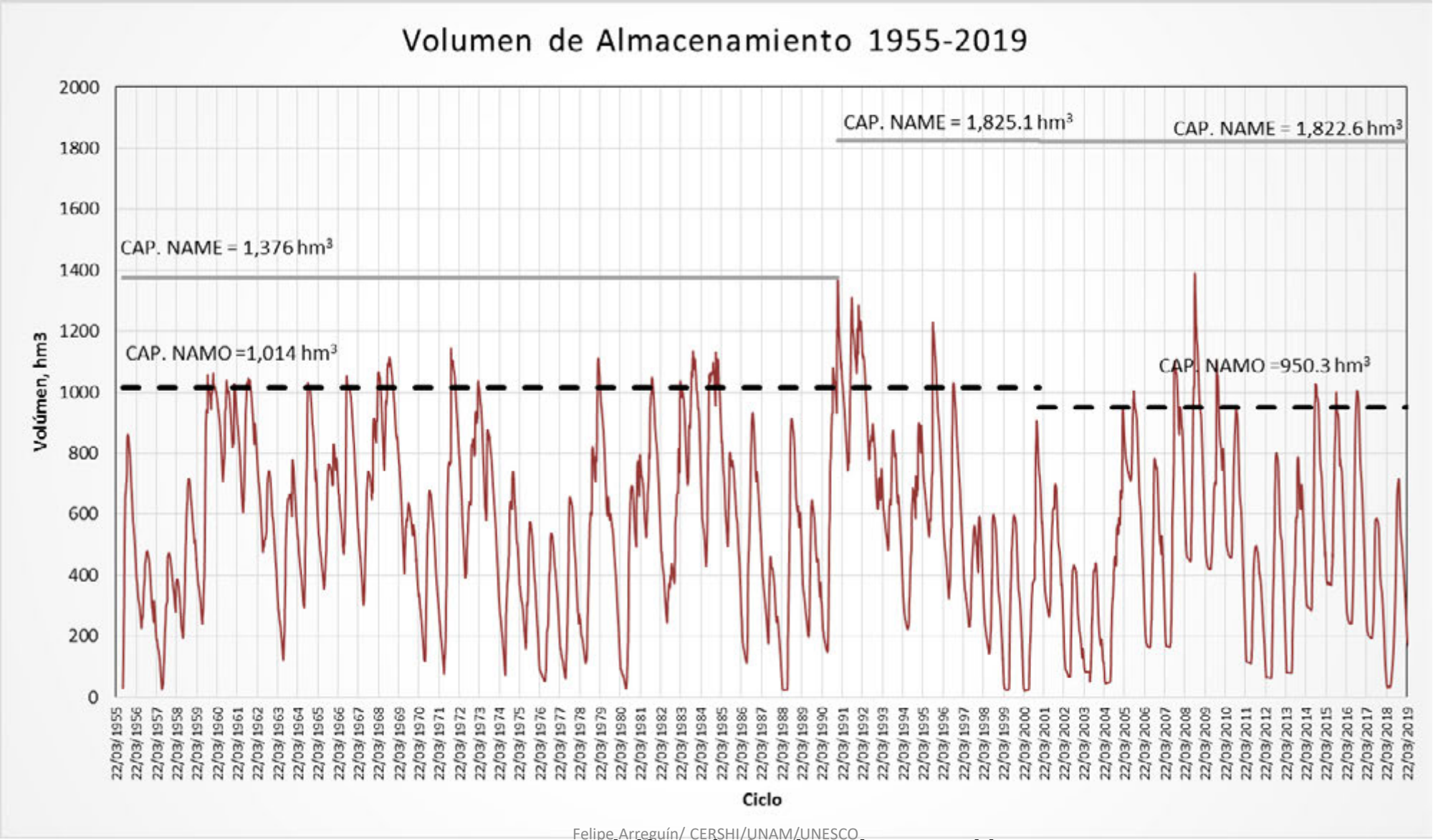
Inundaciones

Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático

México, ha actualizado su Atlas de vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático, Arreguín *et al,* IMTA, 2015, de acuerdo a los escenarios presentados por el IPCC en el año 2012, estimando el riesgo municipal por lluvias y ciclones tropicales.



Los criterios que se emplean (ron) para calcular la avenida de diseño para las presas se basan en series históricas, que en caso de ser completas y suficientes, deben revisarse por el impacto del cambio global.



Presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocuzarit)

¿Cómo operar las presas construidas actualmente ante el impacto del cambio global?

¿Cómo deberán ser las presas del futuro?

Medidas de adaptación estructurales, bajo los impactos de incremento y decremento de precipitación y aumento de temperatura

Presas de materiales graduados, sección homogénea, enrocamiento y bordos.
Concreto y mampostería.
Vertedores.
Obras de toma.
Recubrimientos hidráulicos, asfálticos y de polietileno de alta densidad.

- **Presas construidas**
  - **Planeación e inspección**
  - **Operación, mantenimiento y regulación**
- **Presas futuras**
  - **Política, planeación y regulación**
  - **Diseño**

Medidas de adaptación según su función, bajo los impactos de incremento y decremento de precipitación y aumento de temperatura

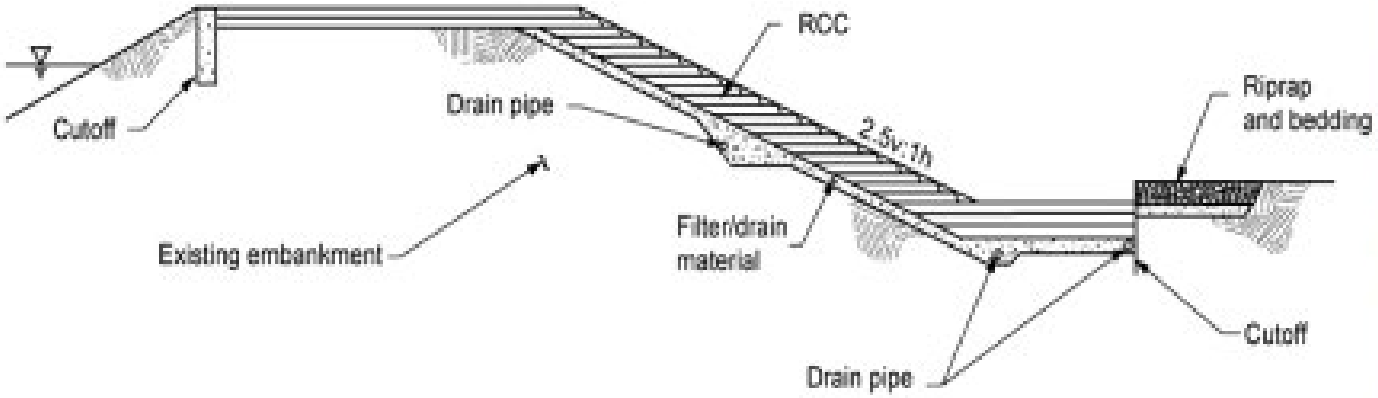
Control de inundaciones.
Almacenamiento y derivación.
Recreación y medio ambiente.
Generación de energía eléctrica.
Presas que reciben descargas de aguas residuales.

- **Presas construidas**
  - **Planeación e inspección**
  - **Operación, mantenimiento y regulación**
- **Presas futuras**
  - **Política, planeación y regulación**
  - **Diseño**

Tabla 3 Medidas de adaptación estructurales

Tipo de presa, obra o recubrimiento.	Variable climática e impacto potencial.	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.
Presas de materiales graduados, sección homogénea, enrocamiento y bordos.	Incremento de la precipitación. Riesgo de derrame, erosión de las cortinas; tubificación, seguridad del pie de las cortinas, erosión y deslizamiento de las laderas del vaso y del cauce aguas arriba y aguas abajo.	Atender a la Norma Mexicana, NMX-AA-175/2-SCFI-2016, aumentar el monitoreo de la presión de poro , inestabilidad, erosión de la cara aguas arriba. Revisar la capacidad del vaso, analizar la posibilidad de recubrir la cara aguas abajo. Revisar los procedimientos de inspección, incrementar la vigilancia de erosión aguas abajo, los impactos de erosión al pie de la cortina o bordo.	Analizar la posibilidad de establecer NAMO´s, más bajos durante temporadas de lluvias altas. Revisar las políticas de operación de las presas. Examinar la cubierta de hierba en el paramento aguas abajo, y el régimen de corte para asegurar que no se pierda durante los períodos húmedos o secos. Aumentar la capacidad del vaso por medio de la elevación de la cresta del vertedor o la cortina. Implantar medidas de control aguas abajo de la presa. Establecer medidas de protección contra la erosión al pie de la cortina o bordo.	Desarrollar políticas para dotar de Seguridad Hídrica y resiliencia a las presas y a las poblaciones ubicadas aguas abajo, para las condiciones de cambio global.	Desarrollar criterios para sobreelevar cortinas de presas, de diseño de presas, bordos de cortinas de sección homogénea, bordos, núcleos de arcilla y filtros. Mejorar técnicas para pronosticar eventos de precipitaciones altas. Proponer criterios para modificar las políticas de operación de las presas. Desarrollar medidas de control de la erosión en la cuenca y la presa. Proponer criterios de diseño de revestimientos para las caras de las cortinas aguas arriba y abajo. Desarrollar metodologías para desazolvar vasos de presas. Investigar medidas de protección contra la erosión más robustas al pie de la cortina o bordos. Estudiar en las cuencas donde hay presas construidas, nuevas tendencias de análisis hidrológico (análisis de riesgo integrado).

Algunas medidas de adaptación



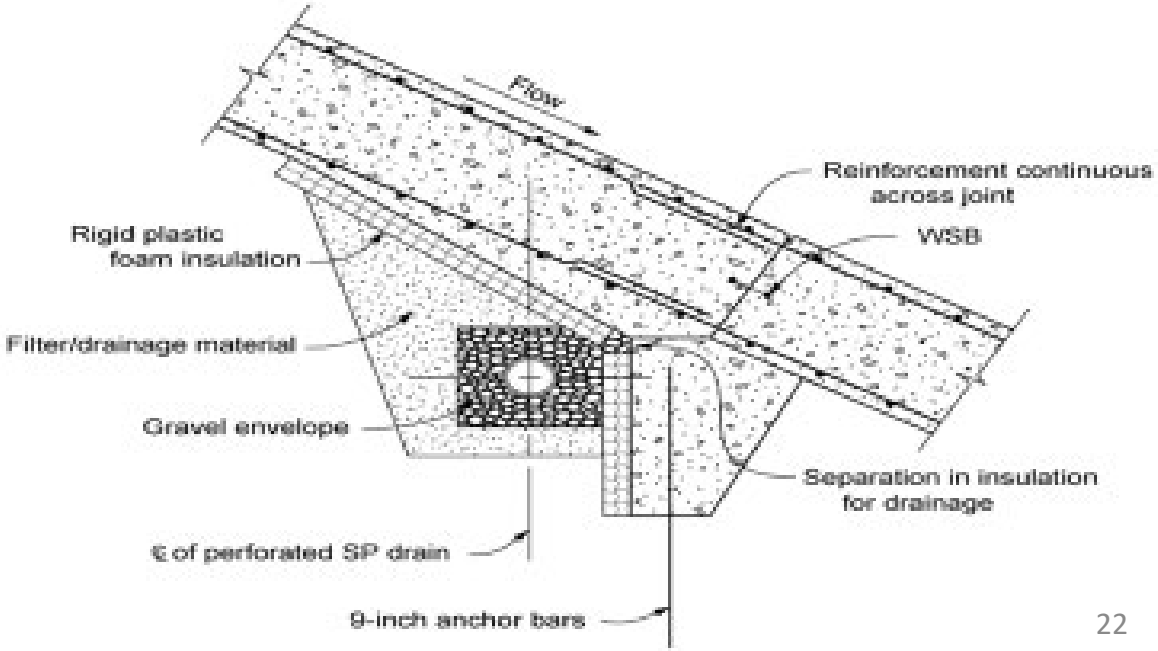


Tabla 4 Medidas de adaptación de presas según su función.

Función de la presa.	Variable climática e impacto potencial.	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.
Control de inundaciones.	Incremento de la precipitación. Aumenta el riesgo de inundación aguas abajo y en las márgenes de los embalses (NAMO´s y NAME´s invadidos). Incrementa el arrastre de sedimentos, vegetación y otro tipo de desechos durante las avenidas lo cual reduce la capacidad de almacenamiento del vaso, y puede obturar los vertedores, obras de toma y desagües de fondo.	Evaluar la factibilidad de sobreelevar la cresta del vertedor o la cortina para manejar ingresos superiores a los de diseño. Revisar si se cumple de la Norma Mexicana, NMX-AA-175/2-SCFI-2016, y la política de operación del vertedor con ingresos mayores y en su caso ajustar esta última. Aumentar la frecuencia de inspección de todas las obras de la presa. Revisar que el programa de mantenimiento esté actualizado y se haya aplicado. Modificar los programas operativos para provocar desazolve durante estos eventos y reducir la sedimentación.	Modificar las políticas de operación con NAMO´s más bajos durante períodos o temporadas de lluvias altas. Instalar sistemas de alerta temprana para inundaciones con información en tiempo real y mapeo de peligros de inundación aguas abajo. Reacondicionar trampas de control de sedimentos en la cuenca. Sobreelevar la cresta del vertedor o aumentar su capacidad de descarga. Si la presa no puede adaptarse para gestionar el riesgo de mayores ingresos, es posible que deba ponerse fuera de servicio.	Desarrollar regulaciones de control de uso del suelo en la cuenca. Establecer normatividad de mantenimiento que considere el desazolve. Elaborar nuevas regulaciones de diseño relacionadas con los ingresos producto del cambio global. Desarrollar políticas que estimen si es necesario construir más presas de defensa contra inundaciones, para proteger o apoyar los bienes y servicios existentes, o para reemplazar las que hayan sido puestas fuera de servicio.	Desarrollar criterios de diseño para eventos de lluvia más frecuentes y extremos, y para aumentar la capacidad de almacenamiento de los vasos. Mejorar los sistemas de alertamiento aguas abajo de las presas. Elaborar procedimientos para mejorar la protección de la cuenca contra la erosión. Desarrollar sistemas de adquisición remota de datos hídricos, meteorológicos hidrológicos y agrológicos mediante tecnologías geoespaciales, Internet de las cosas, Big data, Cómputo en la nube, Inteligencia artificial y robótica.

Puesta fuera de servicio de una presa:

El proyecto debe contener:

– Un estudio hidrológico: avenidas, estiajes, nueva relación río-acuífero.

– Un estudio hidráulico: tirantes y velocidades en la zona inundable Tr = 500 años. Riesgo de inundación.

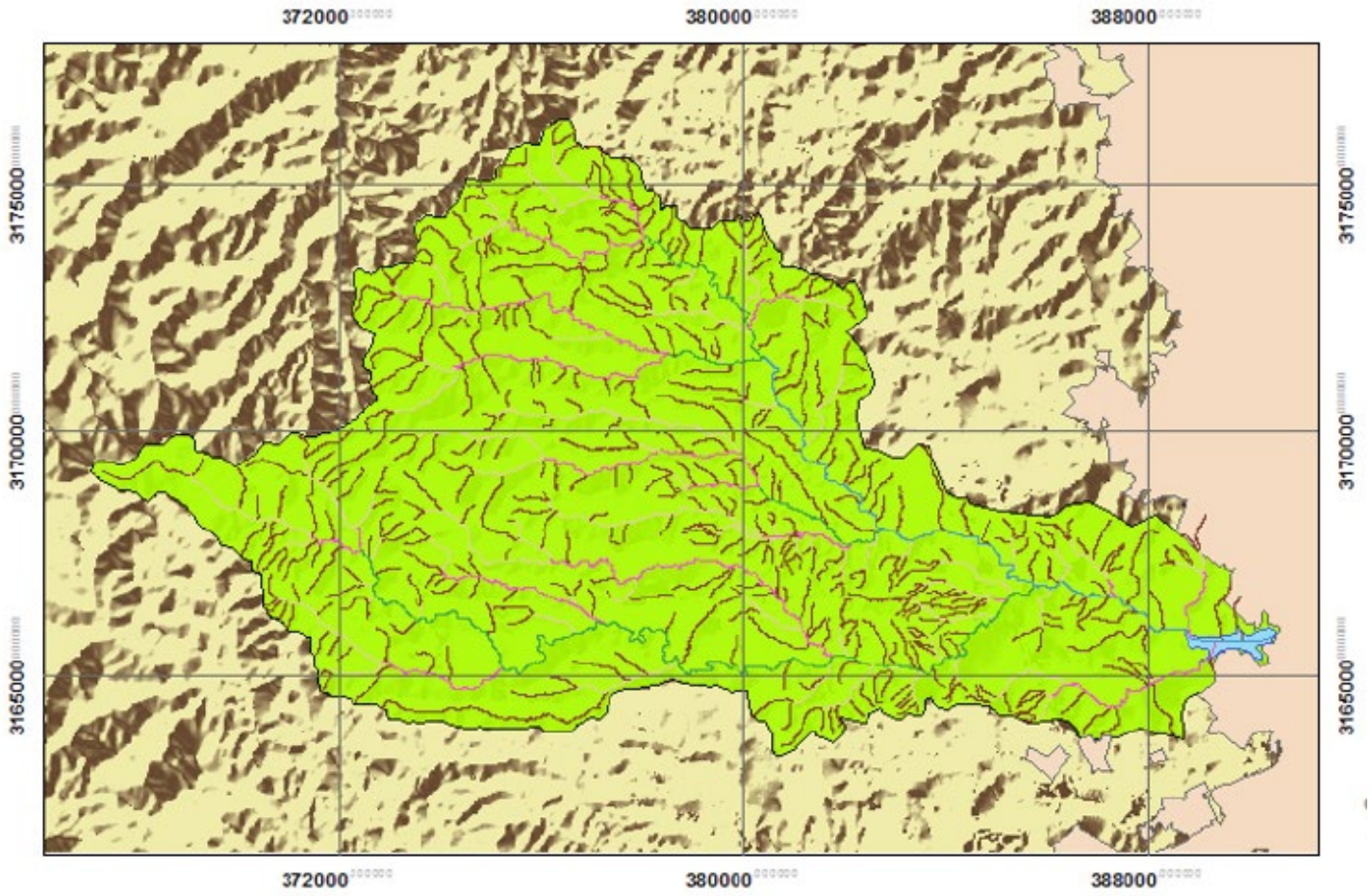
– Un estudio hidrogeomorfológico del vaso, cauce y sedimentos. Un nuevo perfil de equilibrio del río, con modificaciones en los procesos de erosión y sedimentación.

– Un estudio geotécnico que analice la estabilidad del vaso del embalse vacío, la estabilidad de las laderas teniendo en consideración la velocidad de desembalse, etc.

Impactos de una puesta en fuera de una presa:

- **Liberación de los sedimentos: generación de islas y barras en el cauce de aguas abajo, aumento de la turbidez del agua, aumento de la concentración de nutrientes, disminución del oxígeno disuelto, etc.**
- **Desaparición del ecosistema del vaso del embalse, etc.**
- **Generación de residuos.**
- **Establecimiento de un nuevo cauce fluvial.**
- **Inestabilidad de laderas que habían quedado sumergidas**
- **Movilidad de especies tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo.**
- **Incrementos de la peligrosidad y del riesgo de inundación aguas abajo, etc.**
- **Reducción en la recarga del acuífero.**
- **Posible contaminación ligada a la calidad de los sedimentos del embalse, etc.**
- **Reorganización de la dinámica del transporte de sedimentos, con cambios**
- **en la morfología del cauce y sus riberas.**

- Raúl Herrero
- España



Utilizando inteligencia artificial se estima que los escurrimientos en la cuenca de la presa El Rejón, Chih., podrían aumentar hasta en un 41.52 % en uno de los escenarios del IPCC. Simental J. 2019.

Impacto del cambio climático sobre las presas

Felipe Arreguín