



SEMARNAT

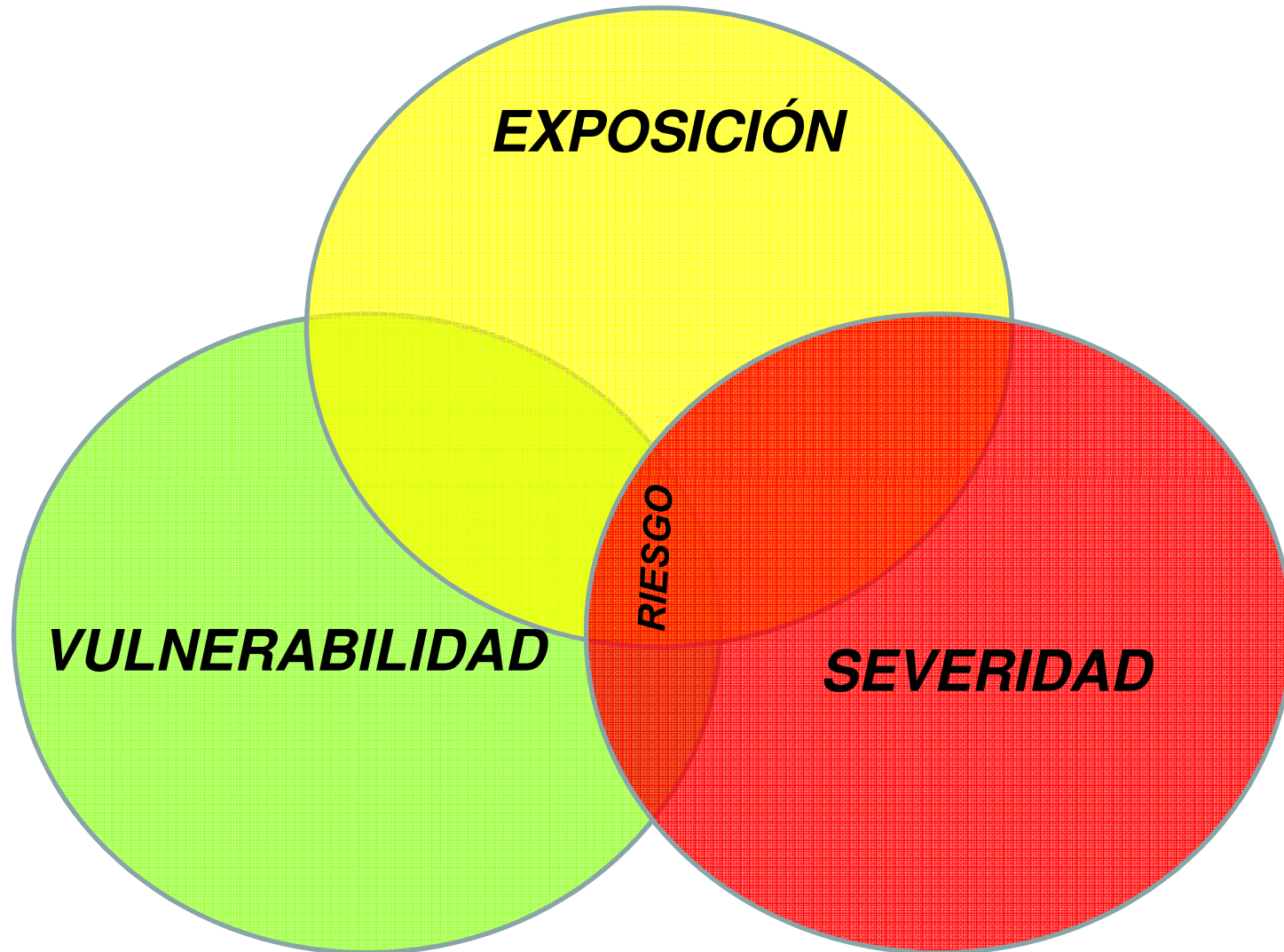
Agosto de 2011

Riesgos de inundación en México

Tercer Seminario Internacional de Potamología

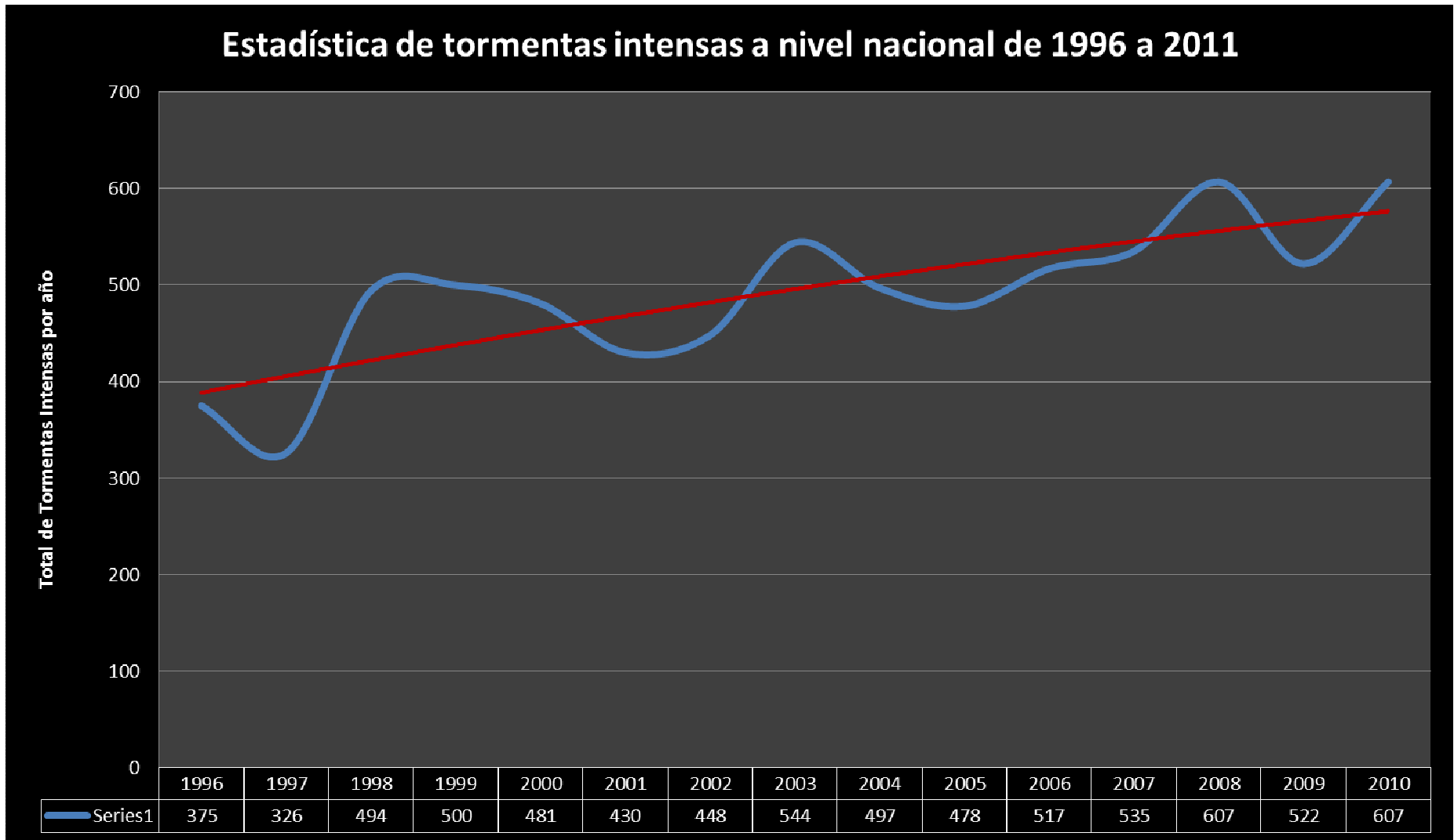
Dr. Felipe I. Arreguín Cortés

¿Qué factores la integran?

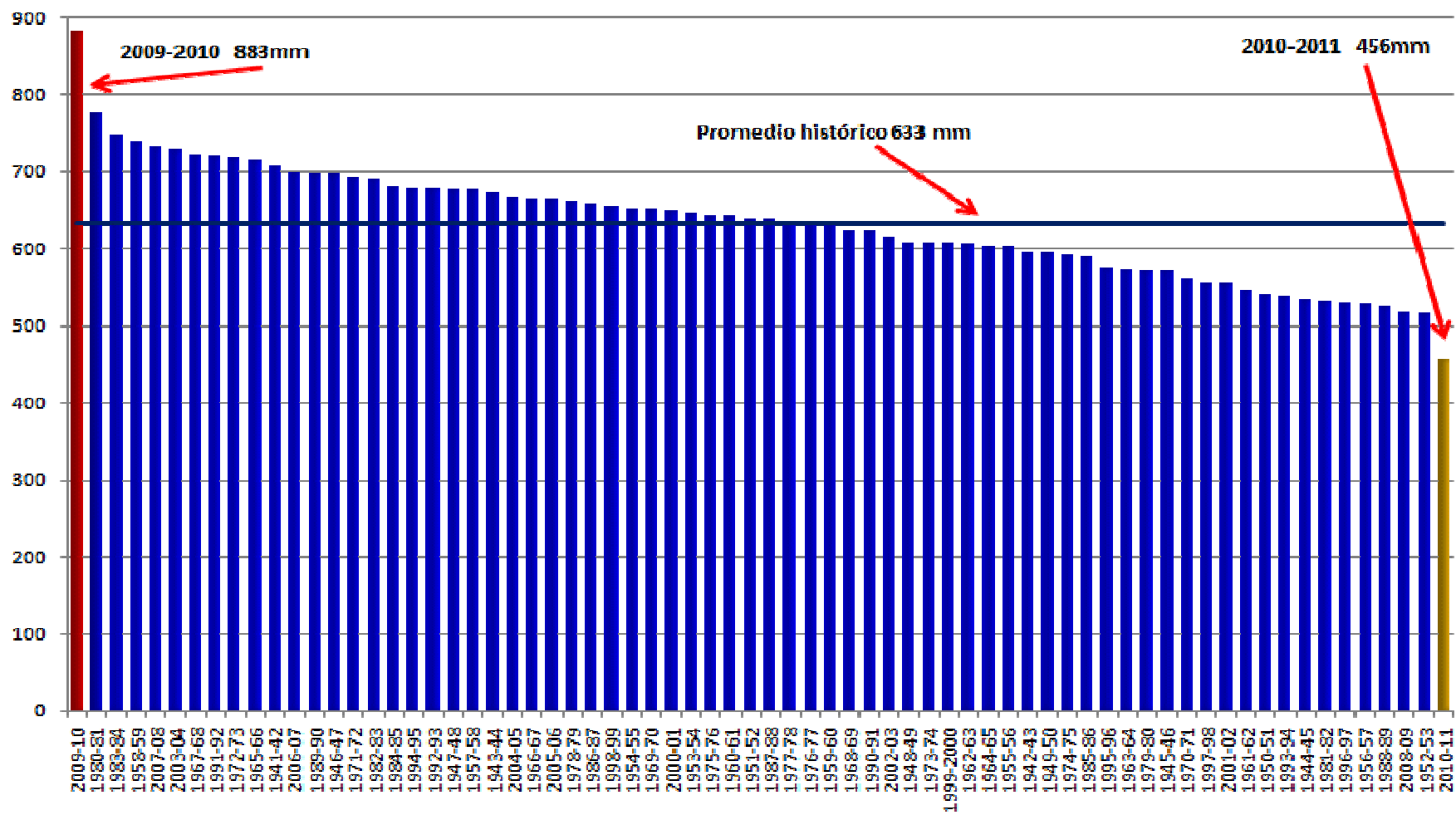


El riesgo cero no existe. Para cada actuación, establecer los niveles de riesgo económicamente asumibles por el entorno y la población. Ejercicio de participación publica por una parte y de decisión por la autoridad competente.

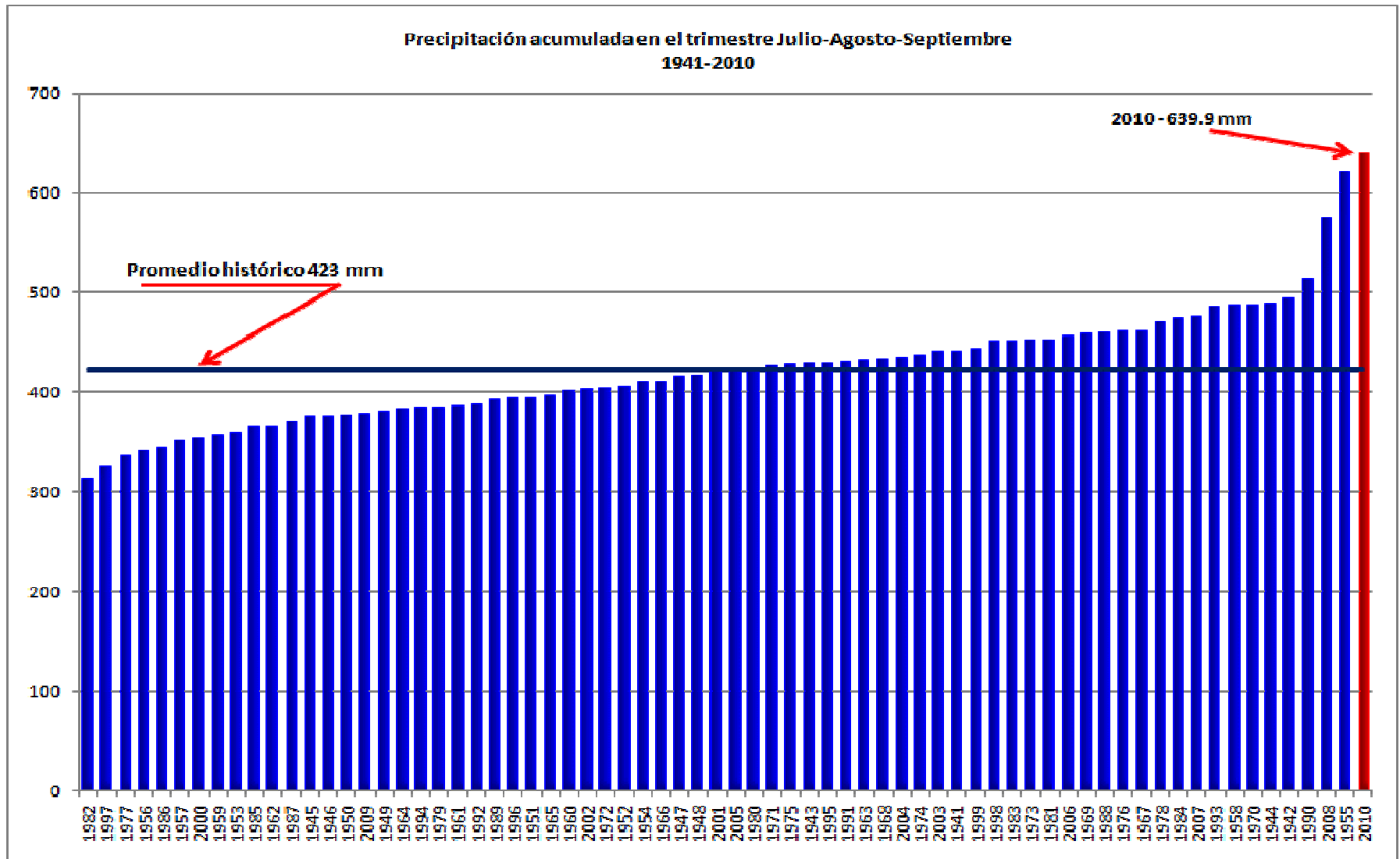
Hay evidencia del incremento de la **INTENSIDAD** de los fenómenos



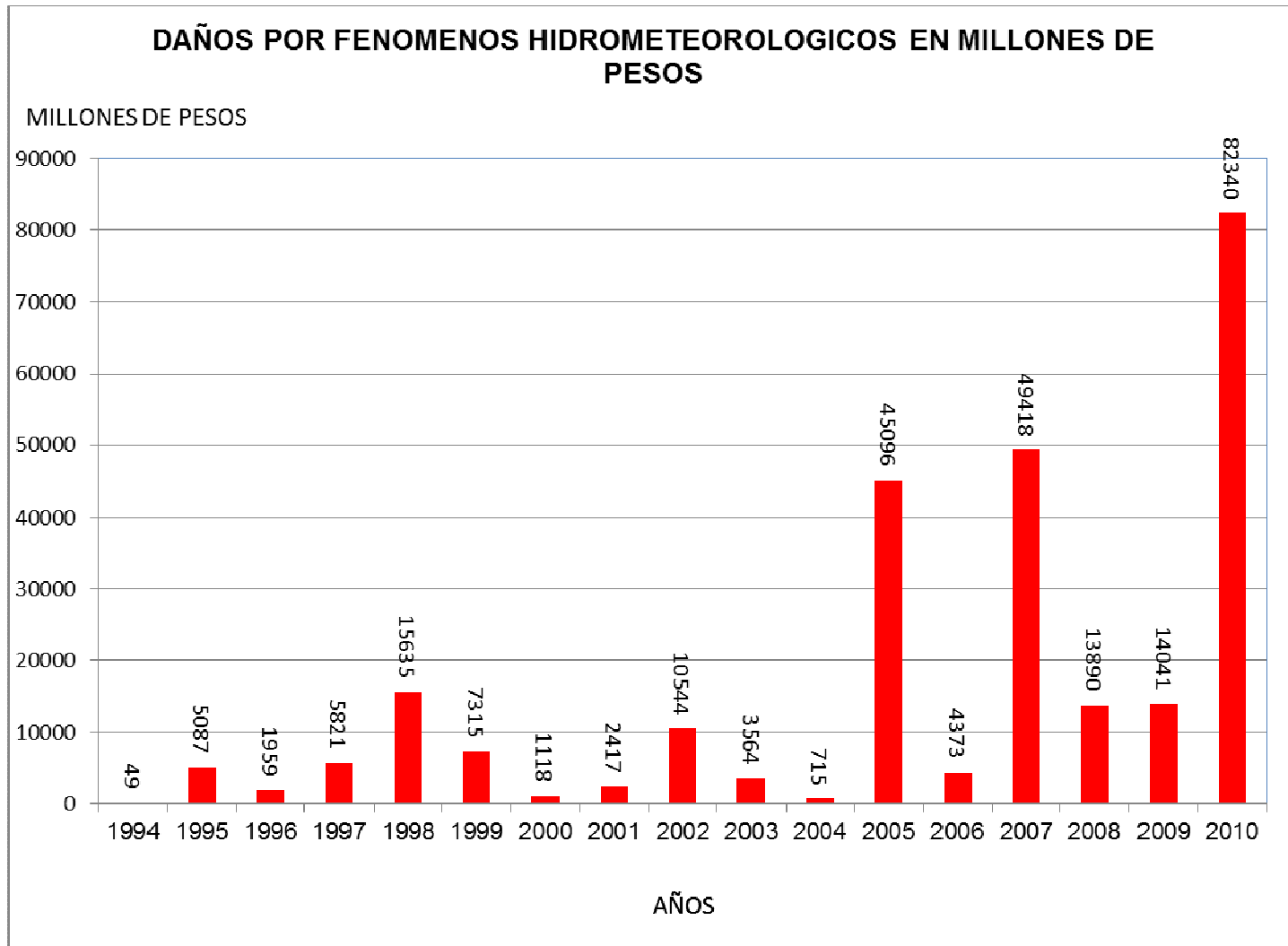
Precipitación acumulada Octubre - Agosto 1941-42 a 2010-11



Durante el período octubre de 2010 a agosto de 2011, se esta registrando el mínimo de precipitación en 70 años, en contraste con lo ocurrido el año anterior que ha sido el más húmedo histórico



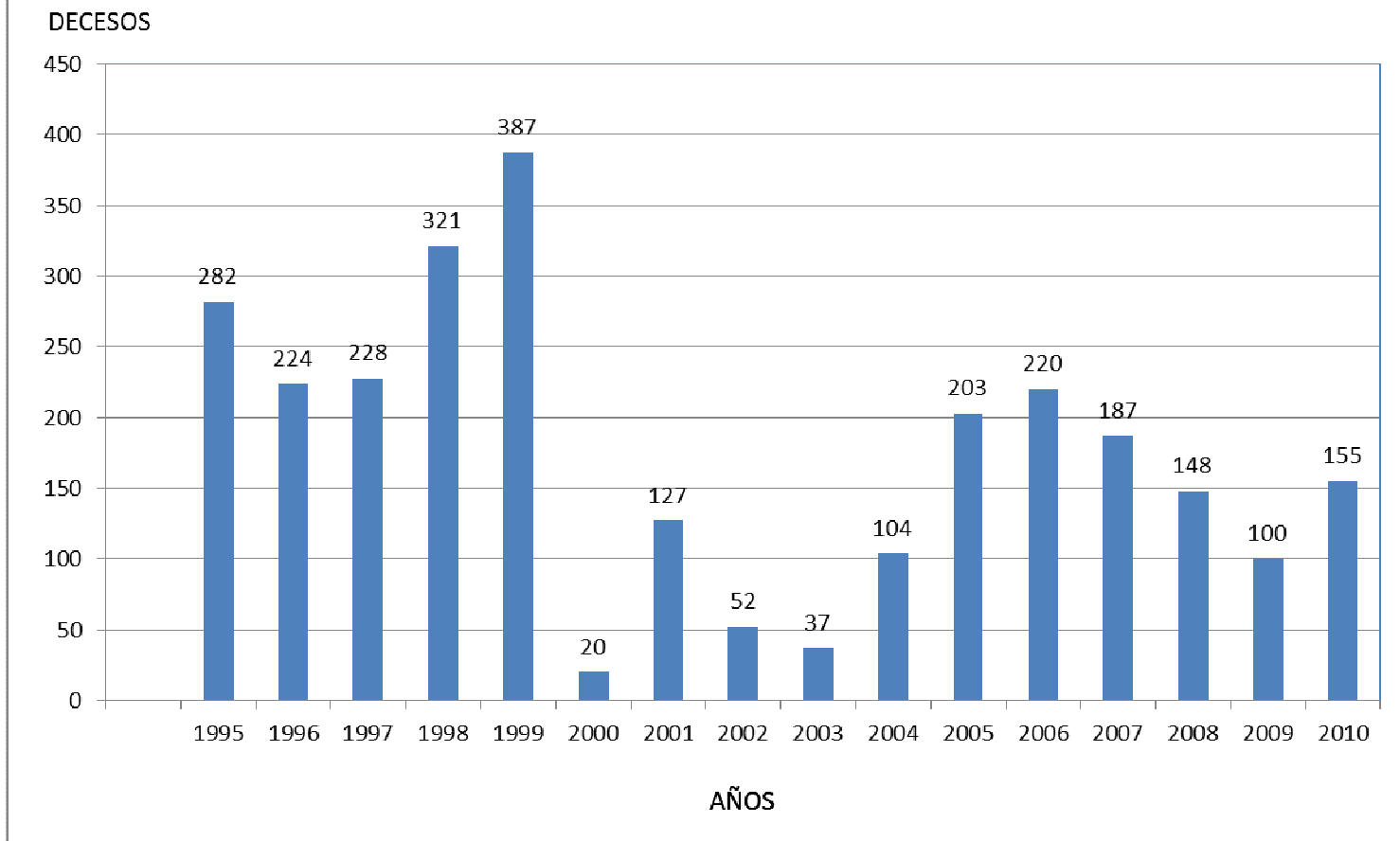
Durante el trimestre julio-septiembre de 2010, se acumularon 639.9 mm, 51% por arriba del promedio histórico, siendo el más lluvioso en 70 años, superando al ocurrido en 1955 que alcanzó 620.8 mm



Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

Fuente
CENAPRED 2010

DECESOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS



Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

Fuente
CENAPRED 2010

Contexto de las inundaciones

Político

- **Se requiere una política de estado de ordenamiento del territorio que integre el riesgo y control de inundaciones.**
- **Las inundaciones extraordinarias tienen una frecuencia de ocurrencia mayor a la permanencia de las autoridades municipales y/o estatales.**
- No visualizan un riesgo dentro del plazo de su cargo, toman decisiones sin evaluar los efectos en el mediano y largo plazos, por ejemplo dotar tierras en zonas inundables.

Legal

- El ordenamiento territorial y la administración de riesgos por inundaciones se incluyen en varias leyes (e instituciones) y reglamentos de los tres niveles de gobierno, que no facilita su aplicación coordinada: SEDESOL, SEGOB, SEDENA, SEMARNAT (CONAGUA), GOBIERNOS ESTATALES Y MUNICIPALES.

Contexto de las inundaciones

Económico Social

- Terrenos inundables susceptibles a ocupación principalmente por los sectores más pobres de la población.
- Percepciones equivocadas:

Un territorio que no está inundado permanentemente puede ser usado.

No utilizar los terrenos susceptibles a inundación en el estiaje es un desperdicio: No se deben construir estructuras fijas, pero sí se pueden desarrollar actividades agropecuarias.

Pobre cultura del aseguramiento en la sociedad. El asegurador es el estado.

Contexto de las inundaciones

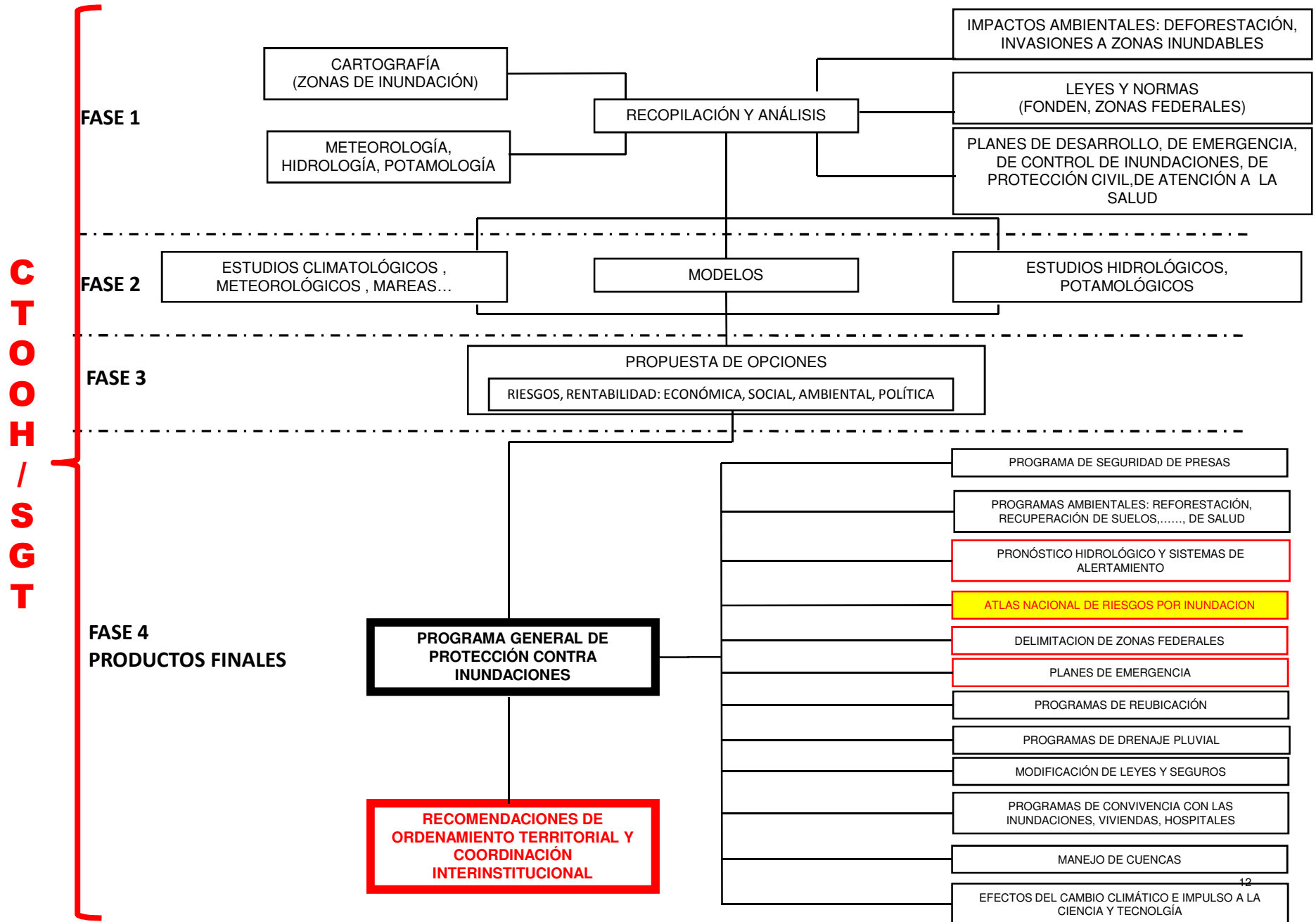
Ambiental

- Deforestación de cuencas.
- Invasión de lagunas de regulación.
- Obstrucción o desvío de cauces.
- Cambio en el régimen de escurrimiento.
- Cambio climático.

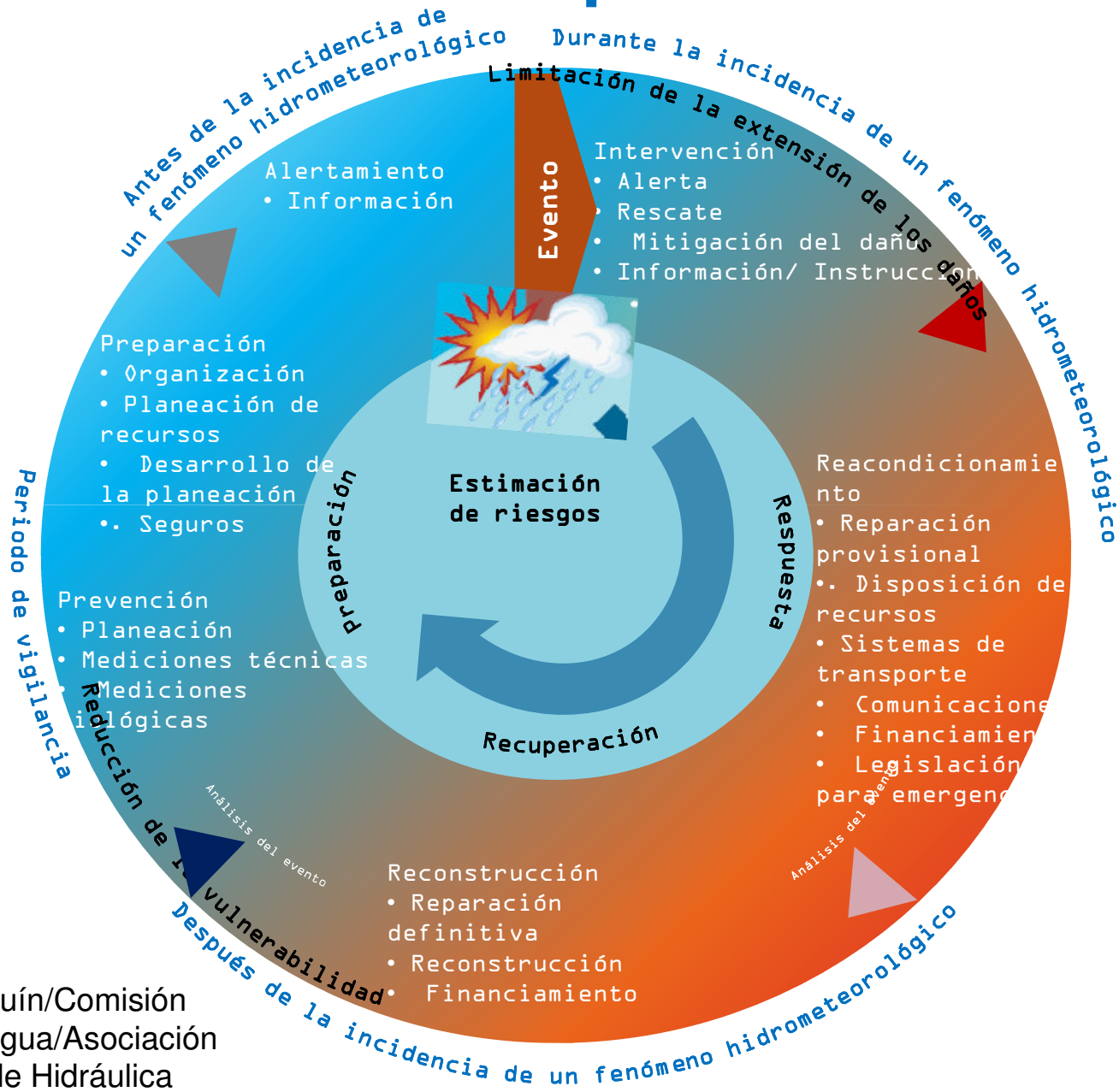
Técnico

- Hemos perdido capacidad para la evaluación y determinación de riesgos fluviales, aludes, o flujos con una alta concentración de lodos.

PROGRAMA DE CONTROL DE INUNDACIONES



Círculo de la prevención



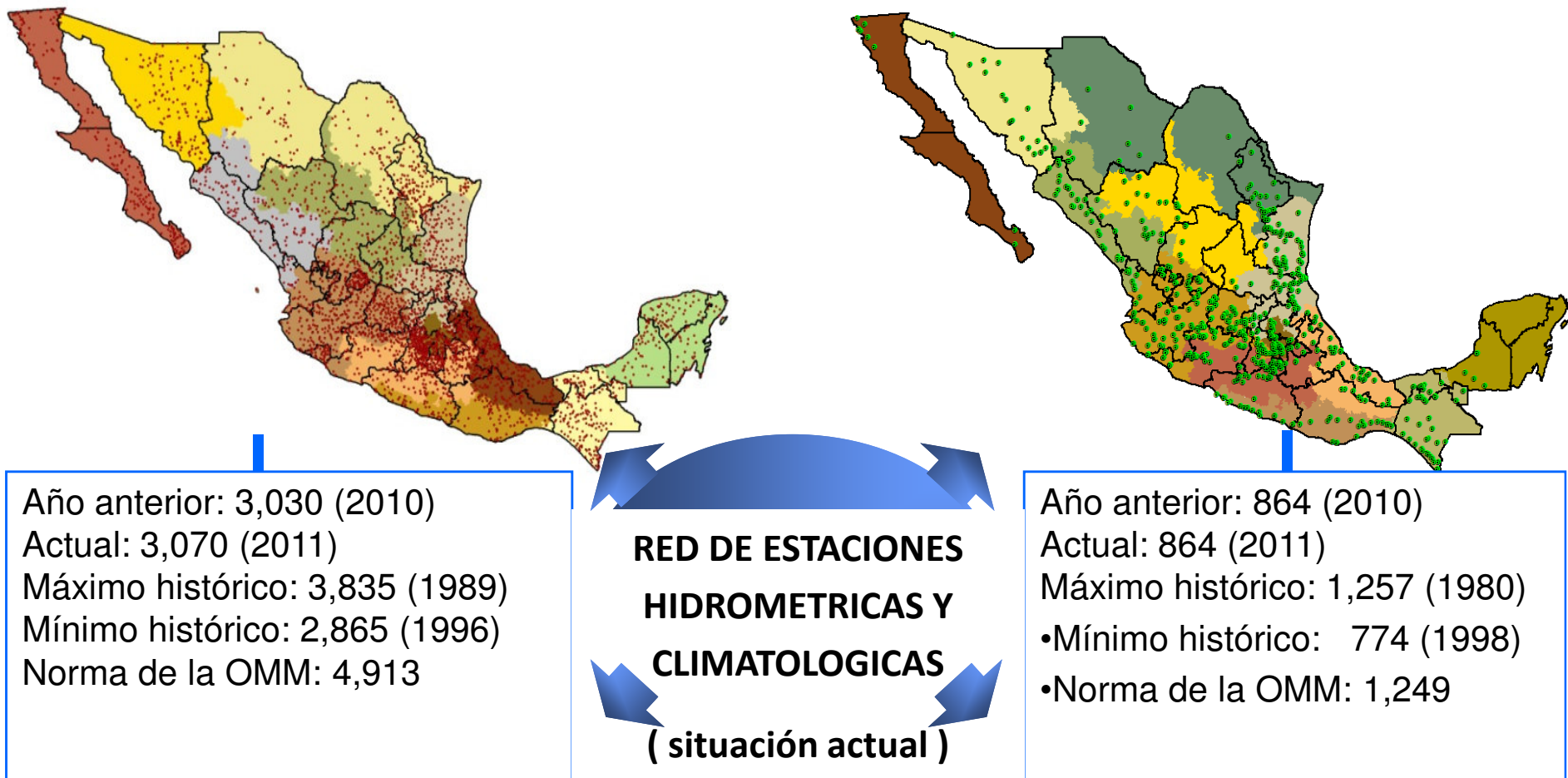
Acciones para mitigar la

EXPOSICIÓN

Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica



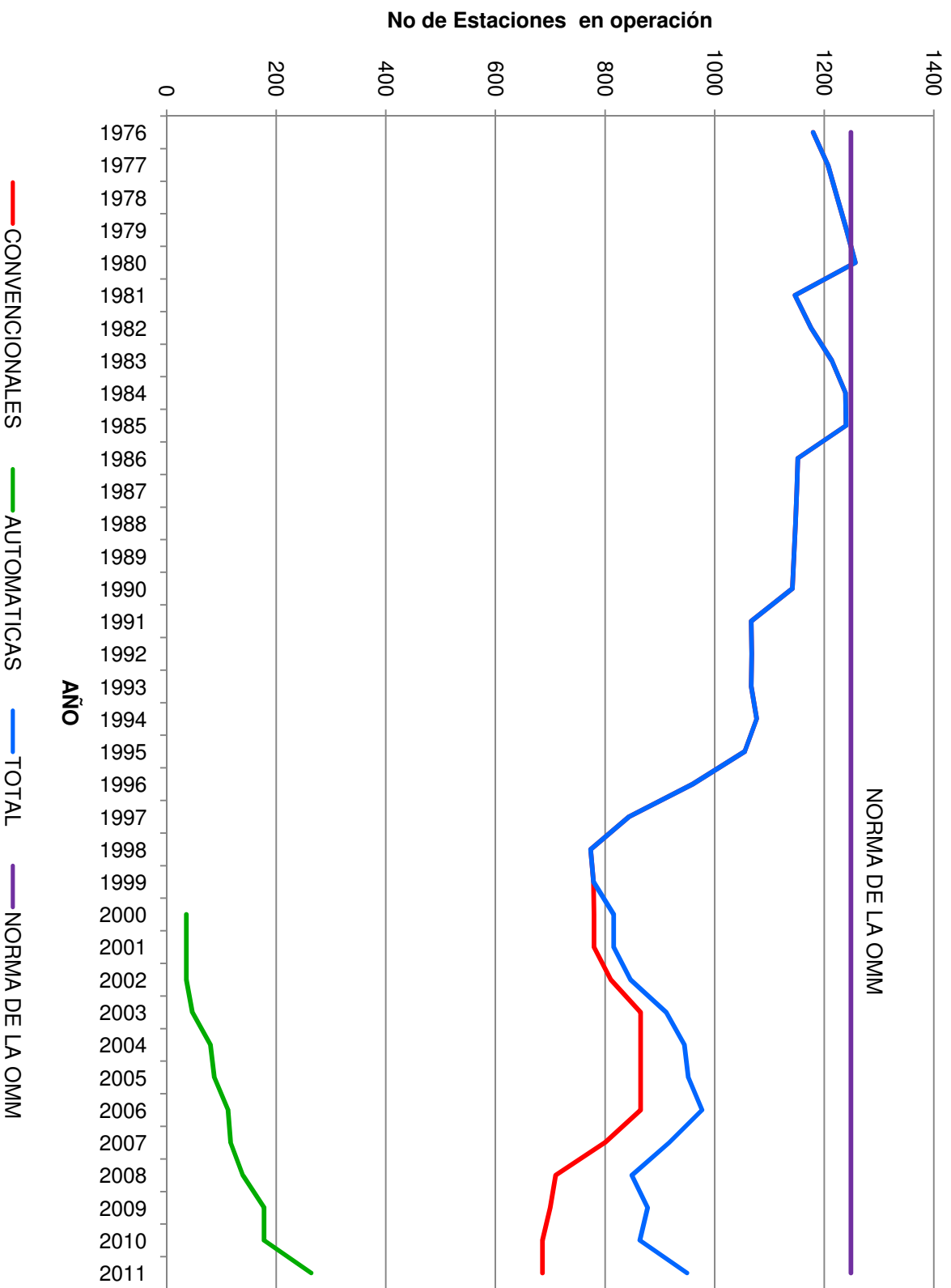
Medición, Monitoreo y Pronóstico



PNH 2007-2012 (Indicador 3.4.1) Meta anual: 3,700 estaciones en operación

Nota: A la fecha se supera la meta del PNH 2007-2012, debido a que se han instalado 191 estaciones automáticas; y durante 2010 el Organismo de Cuenca Frontera Sur reactivó 42 estaciones climatológicas convencionales que se encontraban suspendidas

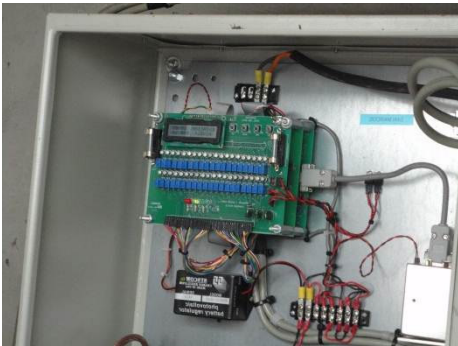
RED HIDROMETRICA NACIONAL



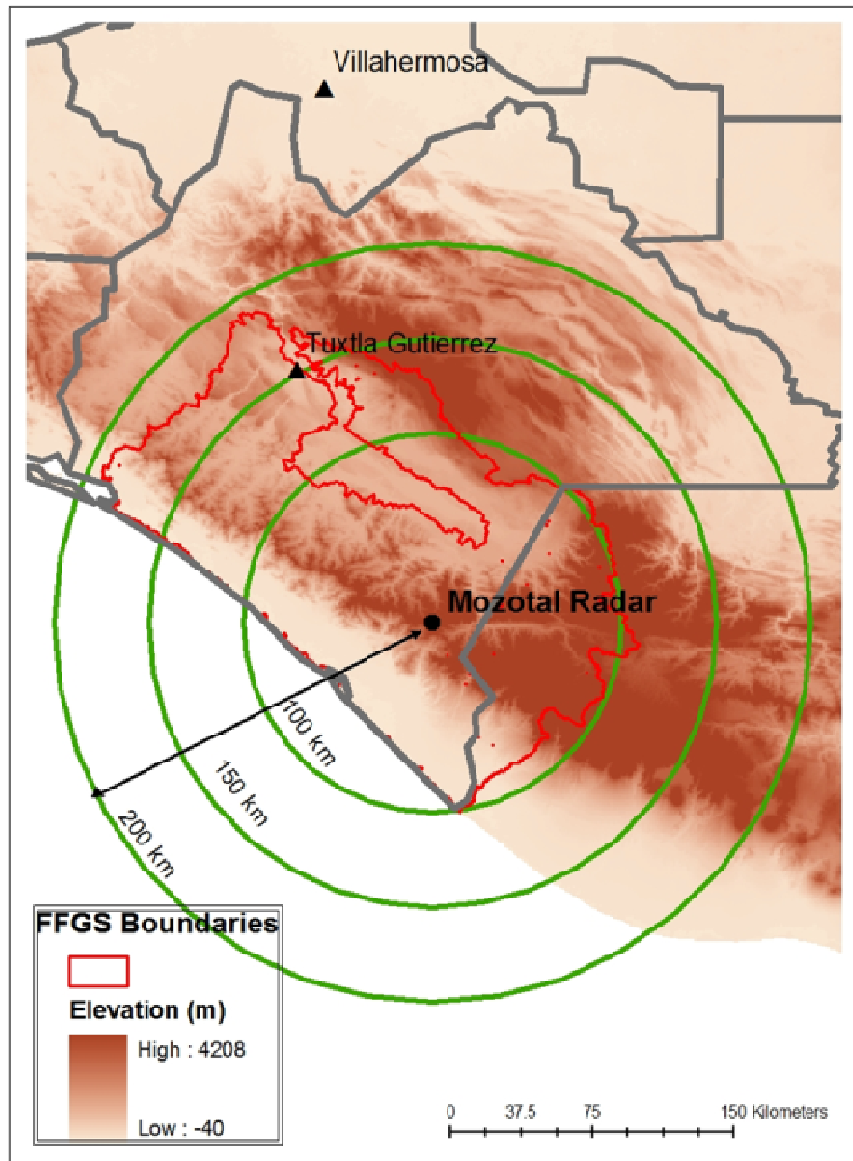
SISTEMAS DE ALERTAMIENTO

Al día de hoy se tienen funcionando 4 sistemas de Alerta Hidrometeorológica:

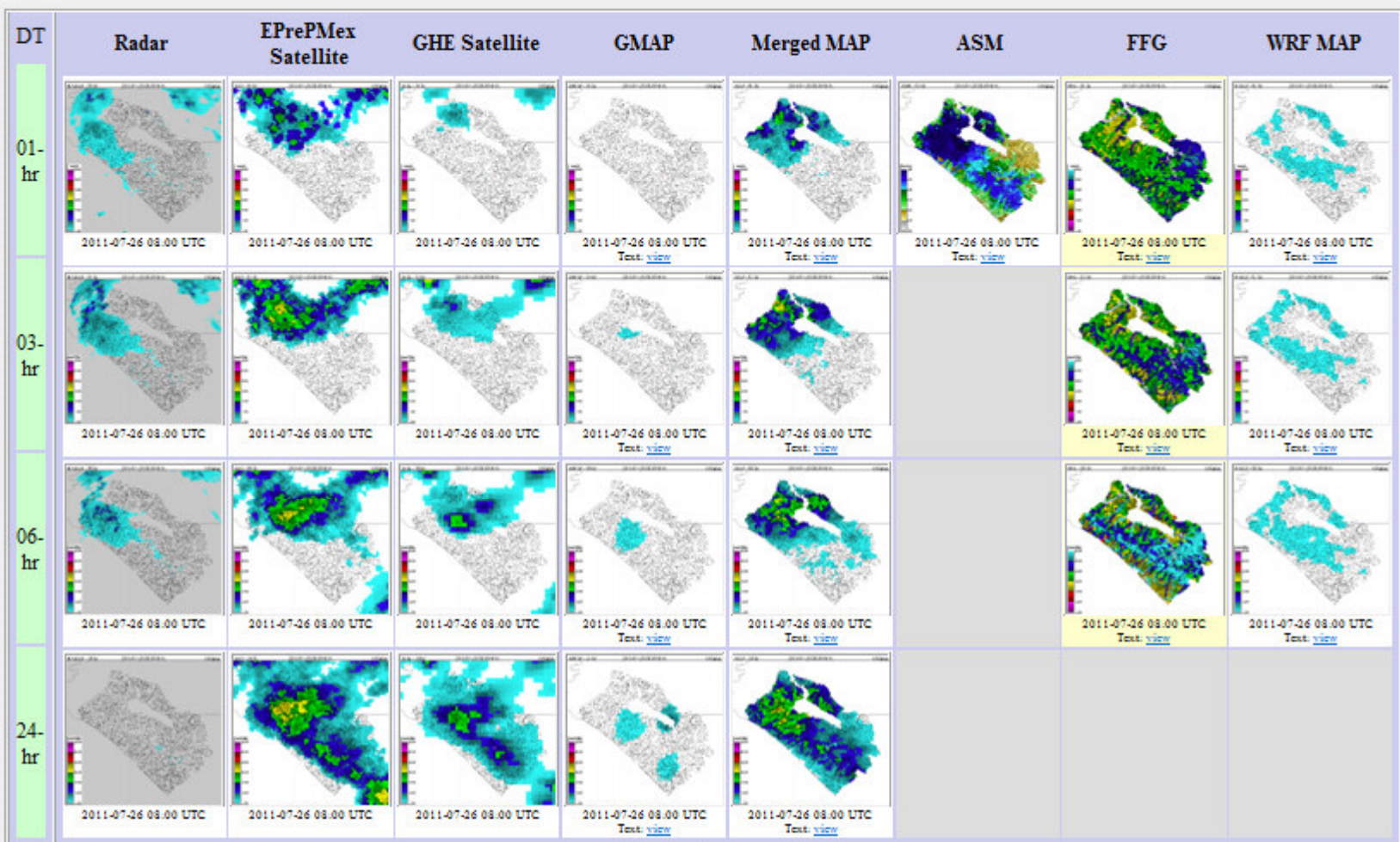
1. Río Pánuco
2. Río Santa Catarina
3. Canal de la Compañía en Chalco
4. Río Sabinal



Sistema de guía para crecientes repentinas



Year: 2011 Month: 07 Day: 26 Hour: 08



Composite Product... [text](#), [DBF](#)

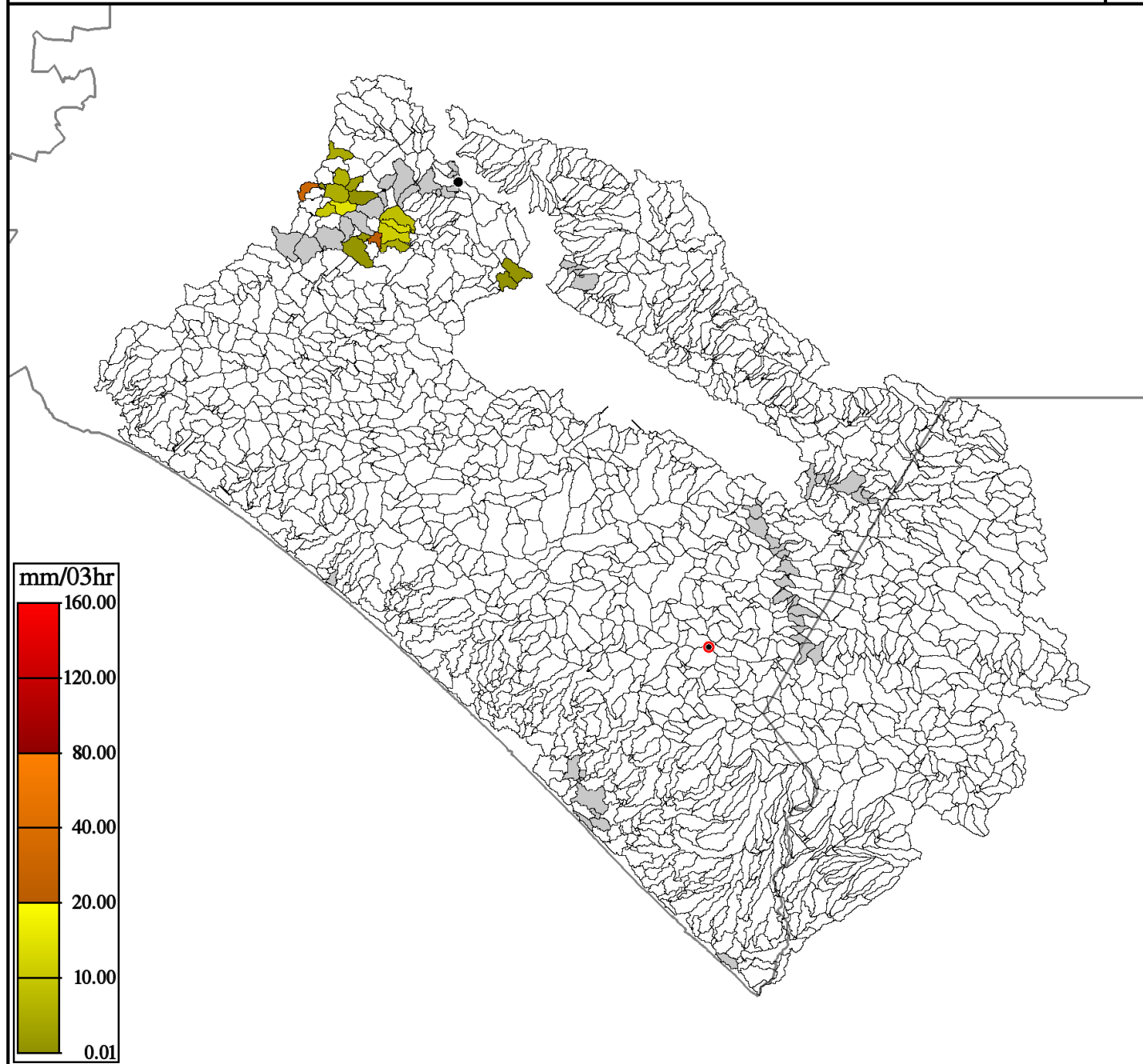
SFTP data transfer (requires SFTP Client): [EXPORTS/CHIAPAS/2011/07/26](#)

Station Identifier	Station Name	Observation Date & Time	01-hr Precip	01-hr Temp
FARGO07012	FINCA ARGOVIA	2011-07-26 08:00:00-00	0.00	20.50
BOMBAN07016	BOMBANA (CFE)	2011-07-26 08:00:00-00	0.00	21.64
YCHIAS07034	VILLA DE CHIAPILLA (CFE)	2011-07-26 08:00:00-00	0.00	21.06
FCUXT07037	FINCA CLUNTEPEQUES	2011-07-26 08:00:00-00	0.00	19.54
FCHAY07035	FINCA CHAYABE	2011-07-26 08:00:00-00	0.10	16.73
IGNLR07078	IGNACIO LOPEZ RAYON	2011-07-26 08:00:00-00	0.00	24.11
ZAPAL07099	ZAPALUTA	2011-07-26 08:00:00-00	0.00	16.37
LFLOR07102	LAS FLORES II	2011-07-26 08:00:00-00	1.40	19.73
SFRAS07145	SAN FRANCISCO II	2011-07-26 08:00:00-00	0.10	20.60
SFRAS07147	SAN FRANCISCO II	2011-07-26 08:00:00-00	0.00	19.73

PFFT - 03 hr

2011-07-26 08:00 UTC

Chiapas



Sistema de Pronóstico en Ríos (SPR)

Inicio | Contáctanos | Directorio | Mapa de Sitio

 GOBIERNO FEDERAL
SEMARNAT

 **CONAGUA**
Comisión Nacional del Agua

conagua.gob.mx/spr

Inicio CPRCN CPRGN CPRNO CPRPN CPRRB

INICIO > CPRGN > ALTO PÁNUCO

ALTO PÁNUCO

Clave	Punto de Pronóstico
CNTQT	Presa Centenario
ENDHD	Presa Endho
PRQHD	Presa Requena
PVAHD	Vaguirre
ZMPHD	Presa Zimapan



Dentro de cada sistema de ríos, están las cuencas a las que se puede acceder al pronóstico por medio del mapa o de la tabla

Sistema de Pronóstico en Ríos (SPR)

Inicio | Contáctanos | Directorio | Mapa de Sitio

conagua.gob.mx/spr



GOBIERNO FEDERAL
SEMARNAT



Inicio

CPRCN

CPRGN

CPRNO

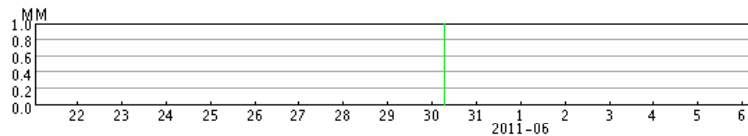
CPRPN

CPRRB

INICIO > CPRGN > ALTO PÁNUCO > PRESA ZIMAPAN

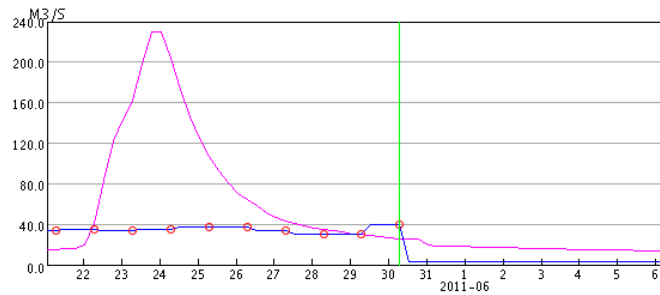
Estación ZMPHD: Presa Zimapan

Precipitación



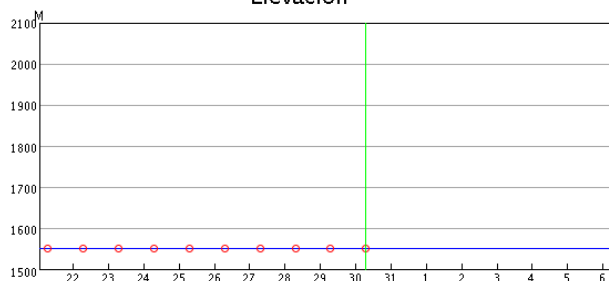
Fecha (CST)

■ Precipitación areal



Fecha (CST)

Elevación



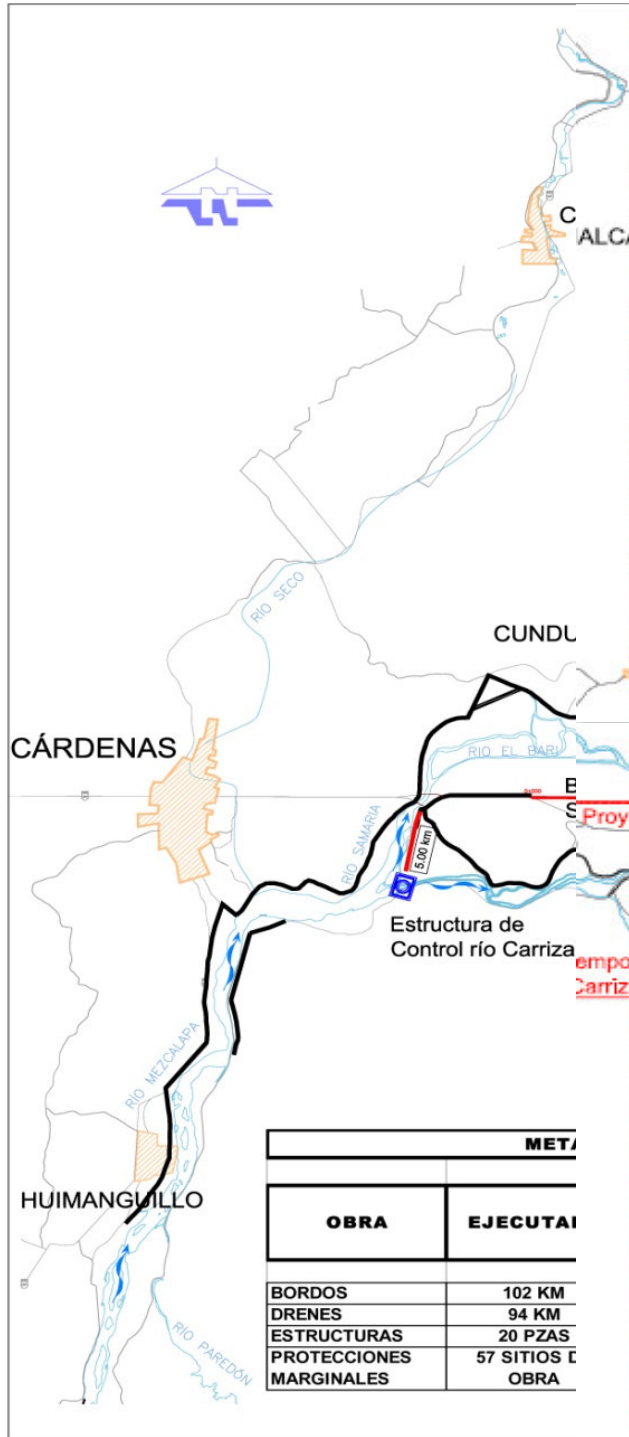
Pronóstico a Corto Plazo

Felipe Arreguín/Comisión Nacional del Agua/Asociación Mexicana de Hidráulica

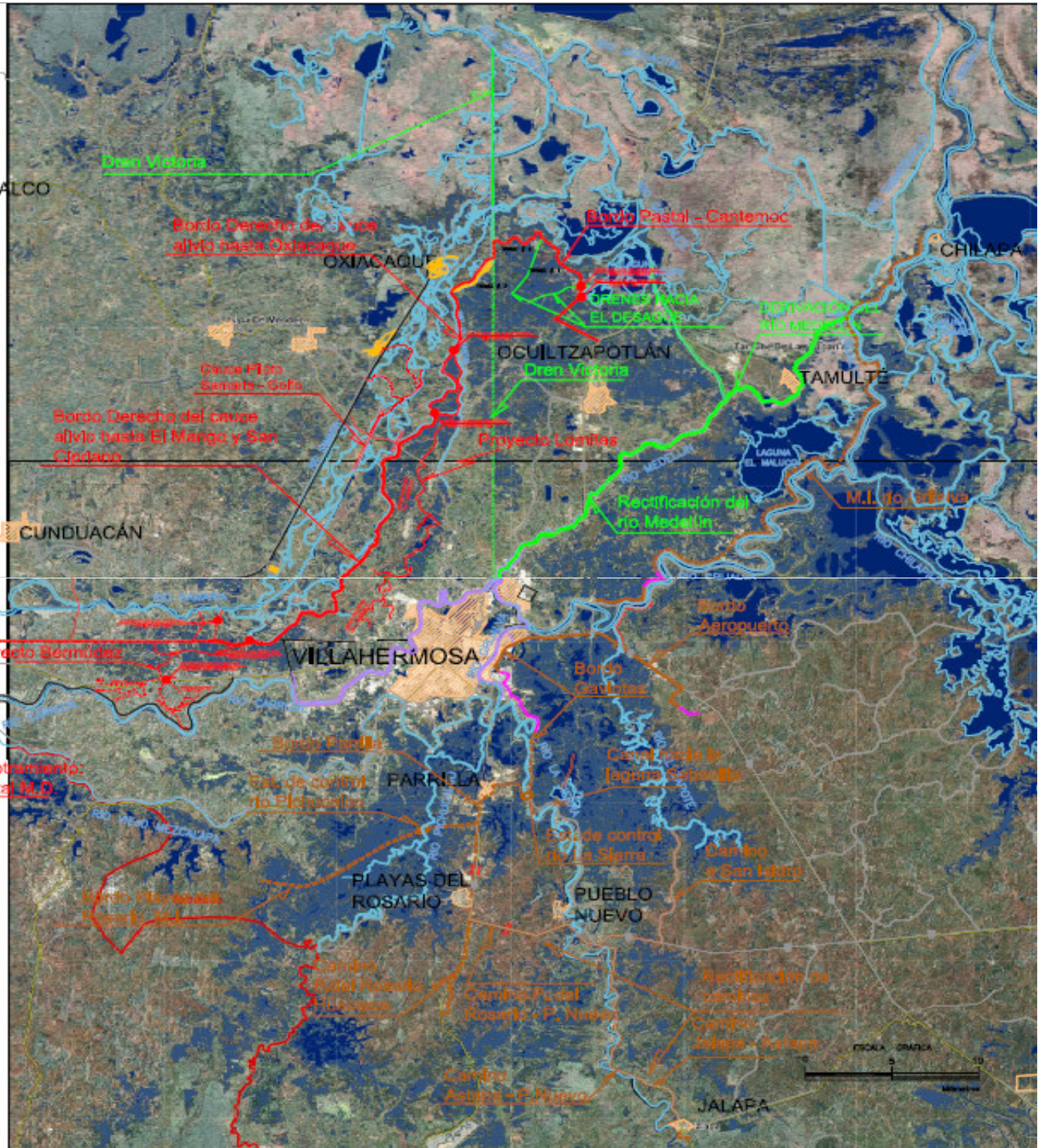
Acciones para mitigar la

VULNERABILIDAD

Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica



MET/	
OBRA	EJECUTAI
BORDOS	102 KM
DRENES	94 KM
ESTRUCTURAS	20 PZAS
PROTECCIONES MARGINALES	57 SITIOS C OBRA

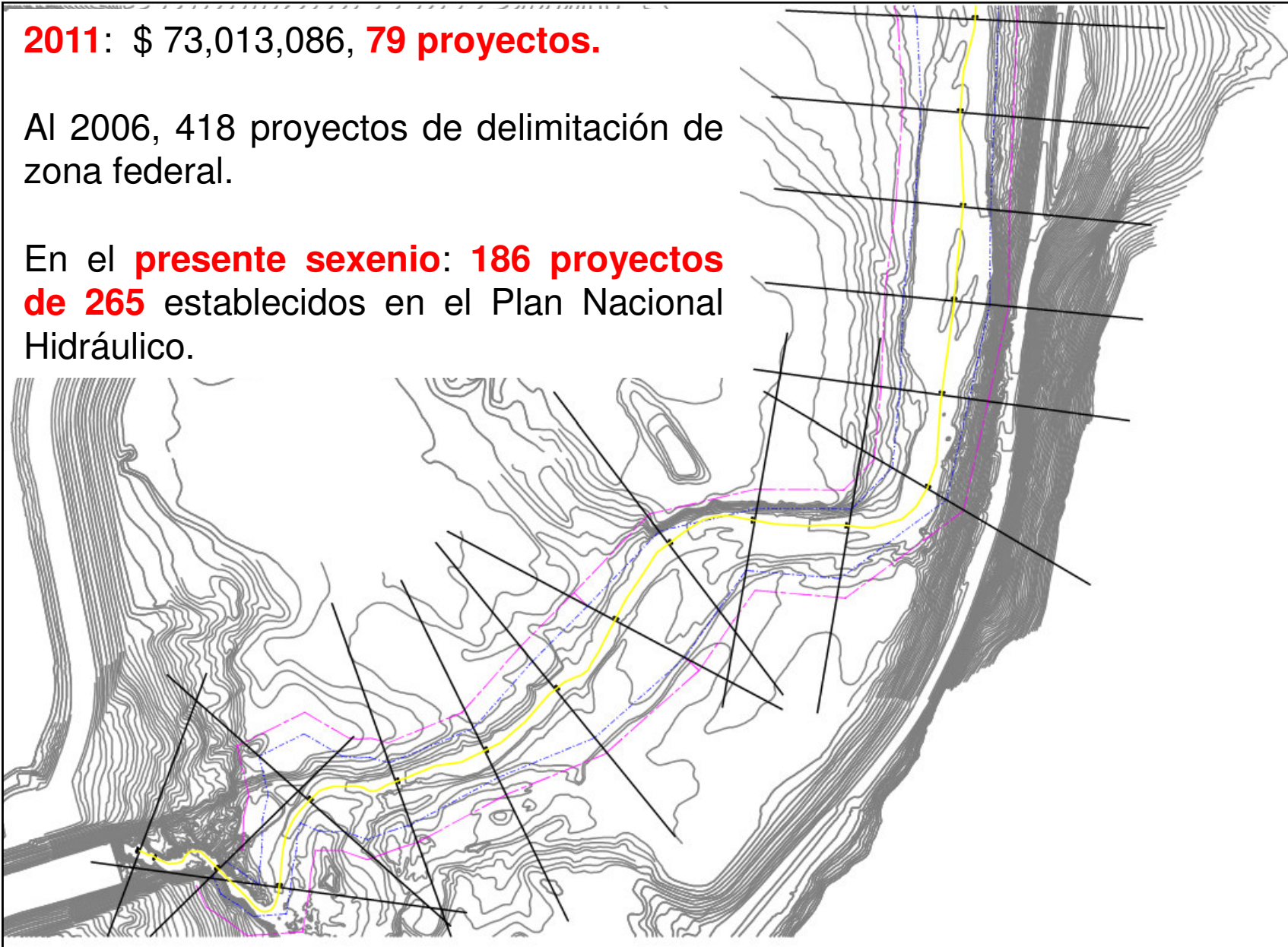


DELIMITACION DE ZONAS FEDERALES

2011: \$ 73,013,086, **79 proyectos.**

Al 2006, 418 proyectos de delimitación de zona federal.

En el **presente sexenio:** **186 proyectos de 265** establecidos en el Plan Nacional Hidráulico.



Atlas nacional de riesgos por inundación

Está alojado en

**Sistema de Análisis y Visualización de
Escenarios de Riesgo**

SAVER

Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica



Utilizando el Índice Nacional de Inundaciones estimado por Agroasemex para 25 años de período de retorno.

Esta es la BASE para establecer las zonas inundables de México

El área de zonas inundables a nivel nacional se estima en 161,510 km² de 1'959,248 km² (territorio continental)

8.2% del Territorio



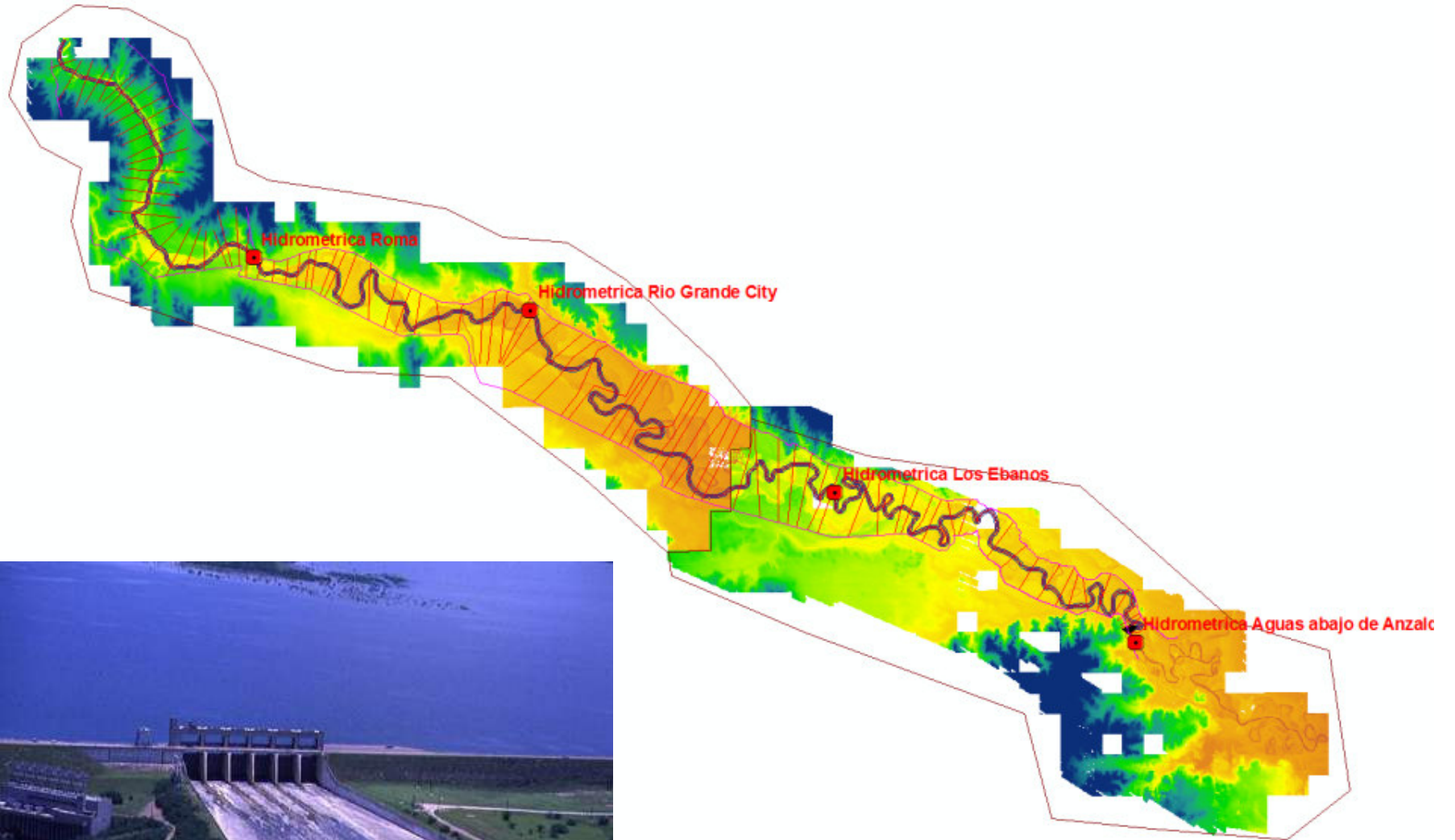
Felipe Arreguín/Comisión Nacional del Agua/Asociación Mexicana de Hidráulica

SAVER

Tiene integrados los escenarios de inundaciones

- Villahermosa, Tabasco
- Río de La Compañía y Río de los Remedios
- Río de Los Remedios
- Falla de la presa El Moral en Ixtlahuaca, Estado de México
- Acapulco, Gro. por efecto de tsunami
- Cuenca Baja del Río Bravo,
- Cuenca Baja del Río Grijalva en el Marco del PHIT,
- Análisis costo beneficio para la construcción de obras de protección en la Costa de Chiapas,
- Análisis de Inundaciones causadas por Arlene en la cuenca del Río Cazonas, en Poza Rica Veracruz,
- Integración de eventos históricos de zonas de inundación para la Costa de Chiapas.

Presas Falcón – Presa Anzalduas

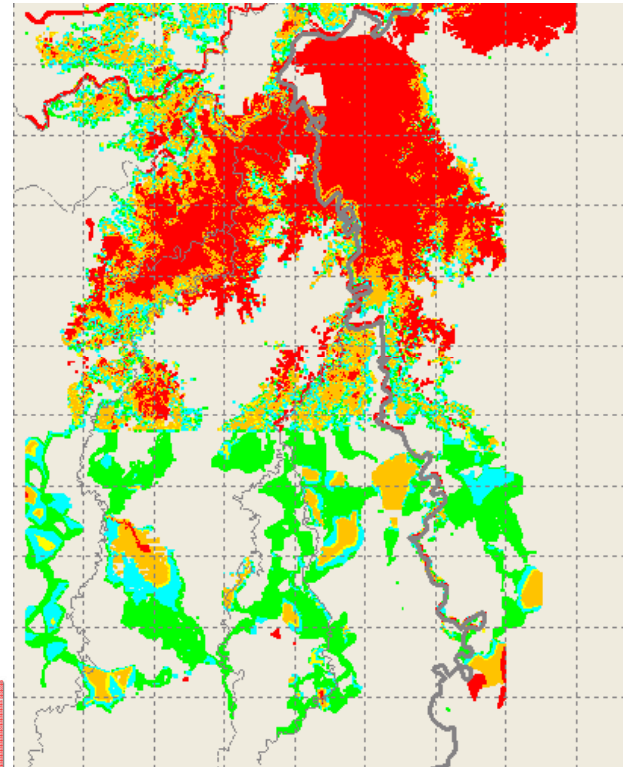
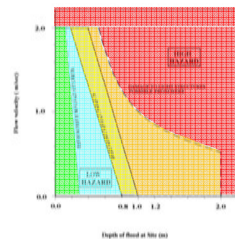
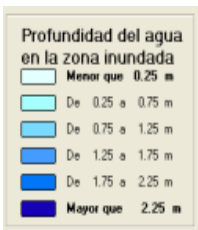
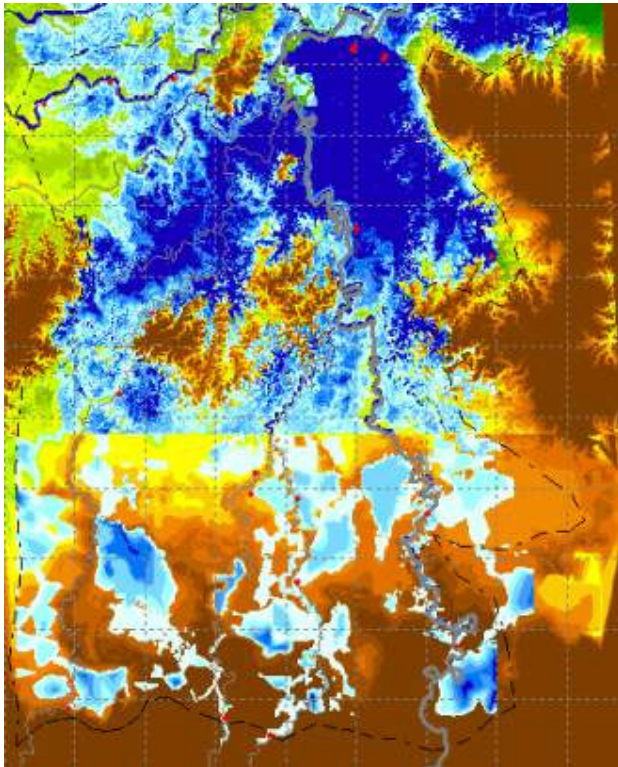


Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

Modelos matemáticos de la cuenca baja del Río Grijalva

PROFUNDIDADES DE AGUA

DAÑOS



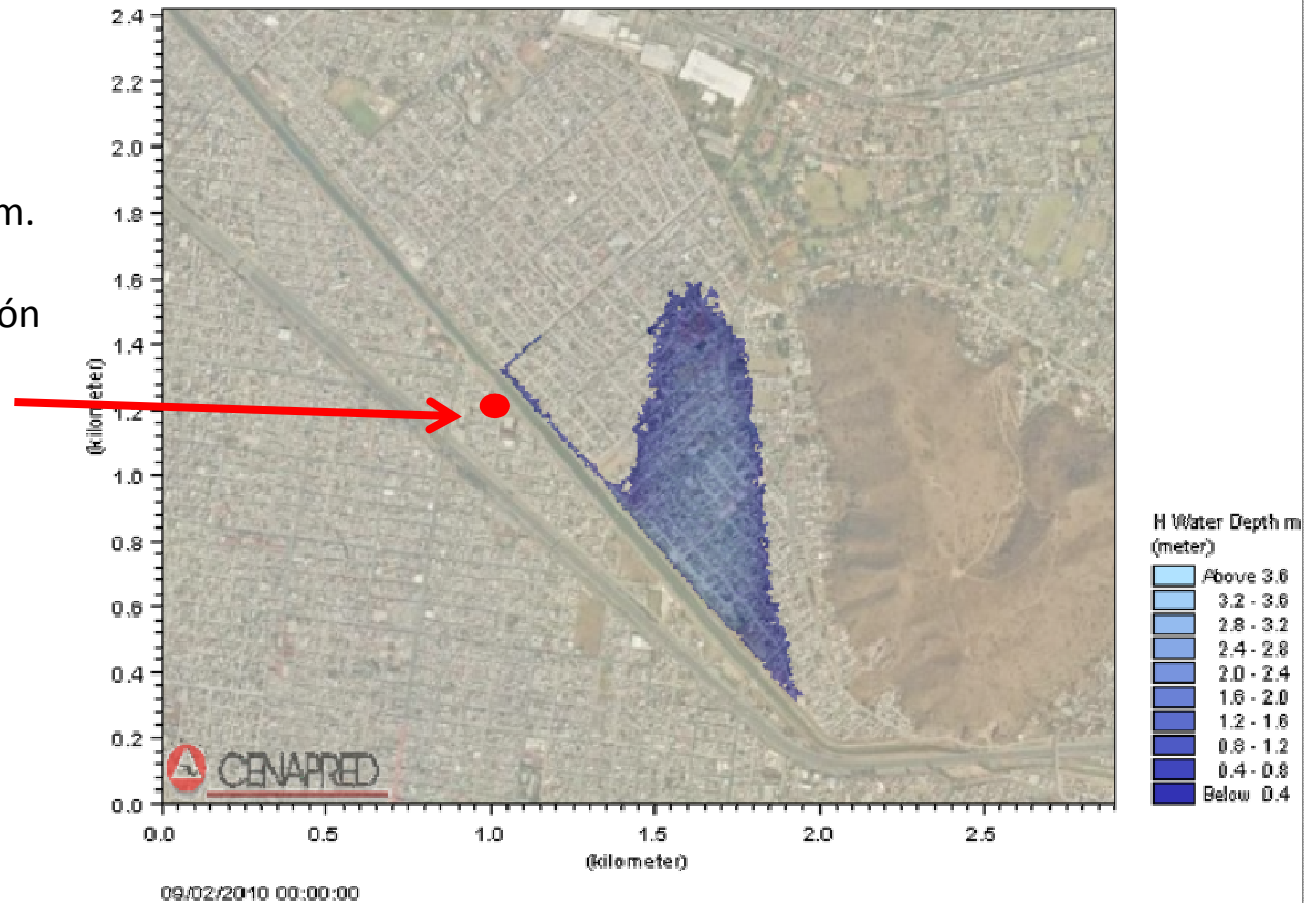
Felipe Arreguín/Comisión Nacional del Agua/Asociación Mexicana de Hidráulica



Río de la Compañía. Cárcamo Guadalupe Victoria

Inundación con una profundidad podría llegar a ser de hasta 3.00 m.

Lo anterior provocaría la afectación de aproximadamente:

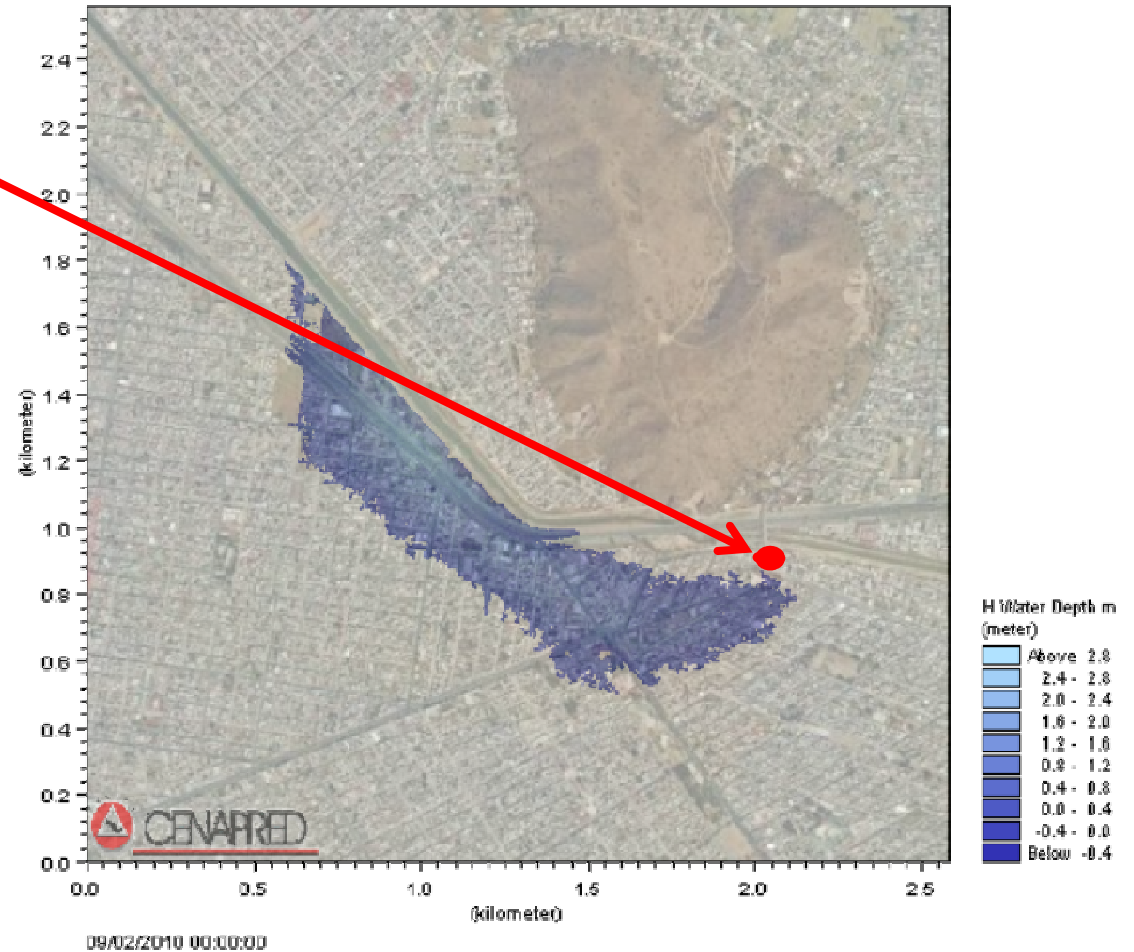


Área	Habitantes	Viviendas	Instalaciones Educativas						Instalaciones de Salud
			Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura	Posgrado	
0.385	15,502	3,380							

Río de la compañía. Entrada al túnel

Inundación cuya profundidad podría llegar a ser de hasta 2.80 m.

Lo anterior provocaría la afectación de aproximadamente:

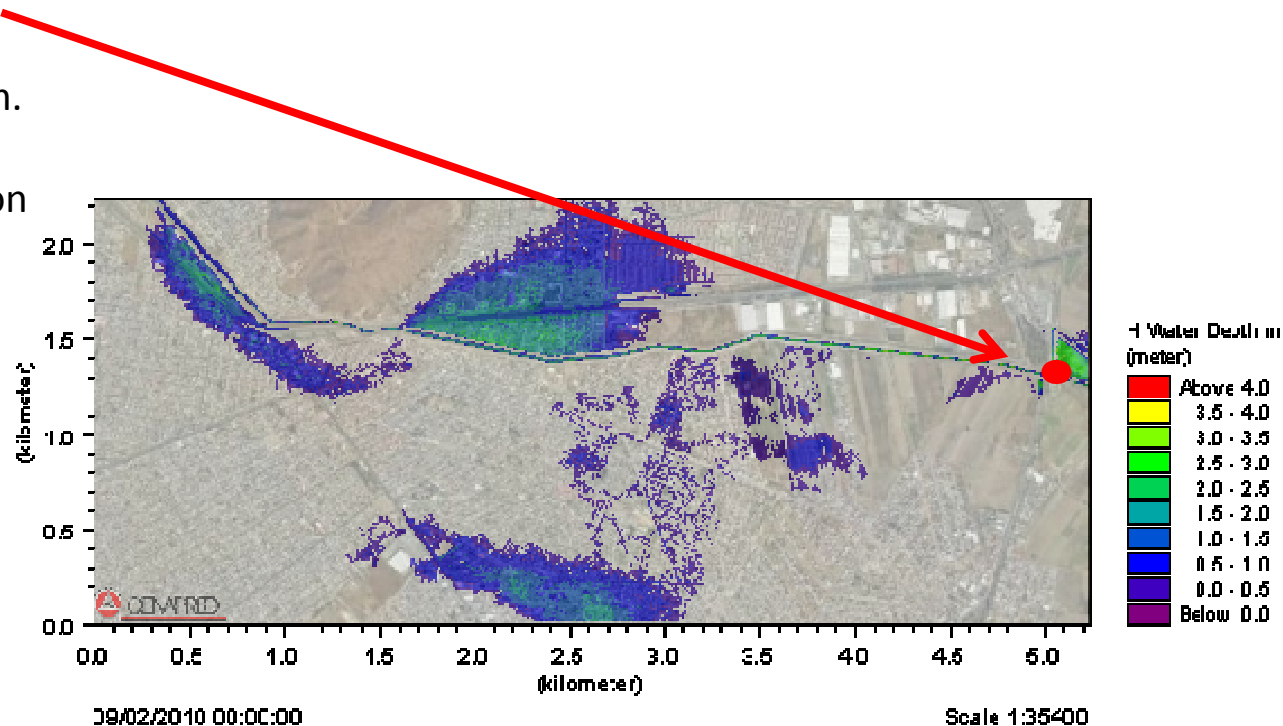


Área	Habitantes	Viviendas	Instalaciones Educativas						Instalaciones de Salud
			Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura	Posgrado	
1.47	41,870	10,648	3	0	0	0	0	0	3

Escenarios de inundación RÍO DE LA COMPAÑÍA. FALLA DE LA GASERA

Inundación cuya profundidad podría llegar a ser de hasta 3.00 m.

Lo anterior provocaría la afectación de aproximadamente:

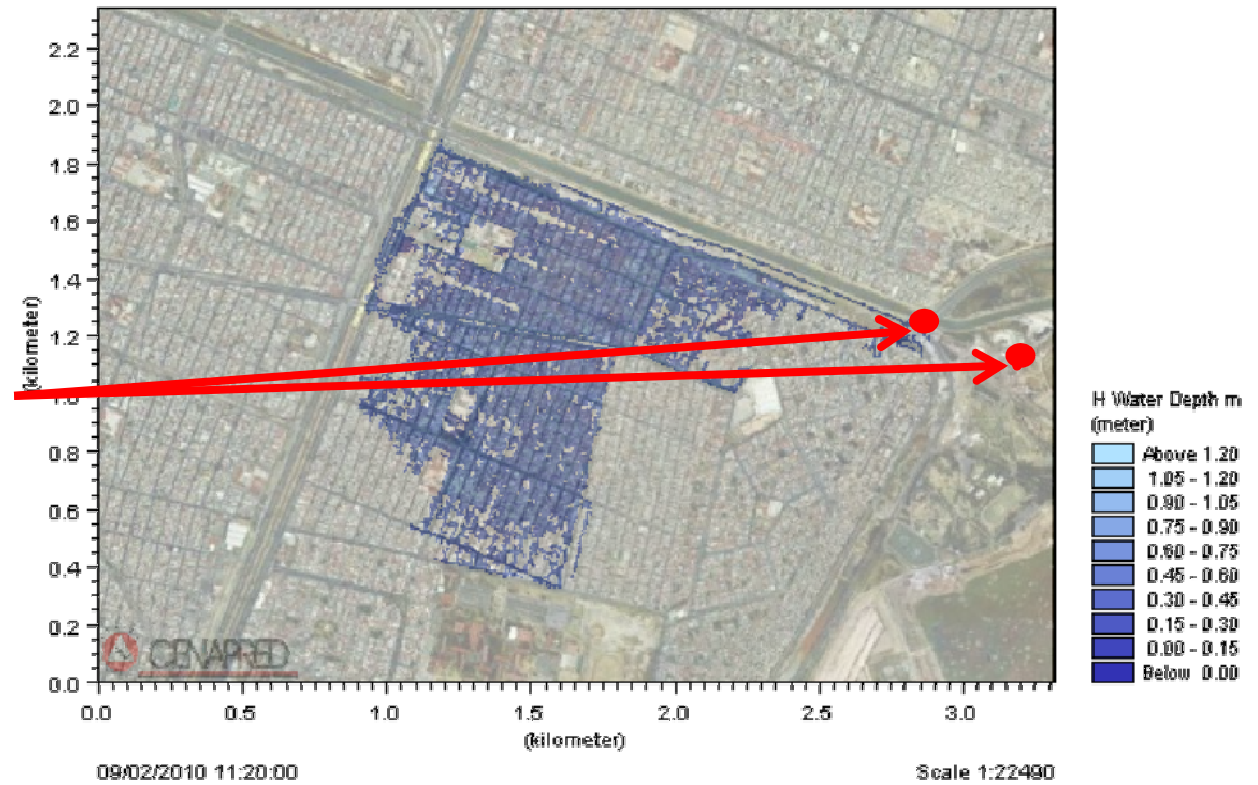


Área	Habitantes	Viviendas	Instalaciones Educativas						Instalaciones de Salud
			Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura	Posgrado	
5.10	49,446	9,836	16	13	9	1	0	0	39

Escenarios de inundación RÍO DE LOS REMEDIOS. LLEGADA SUR

Inundación cuya profundidad llegó a los 0.90 m.

Lo anterior provocaría la afectación de aproximadamente:

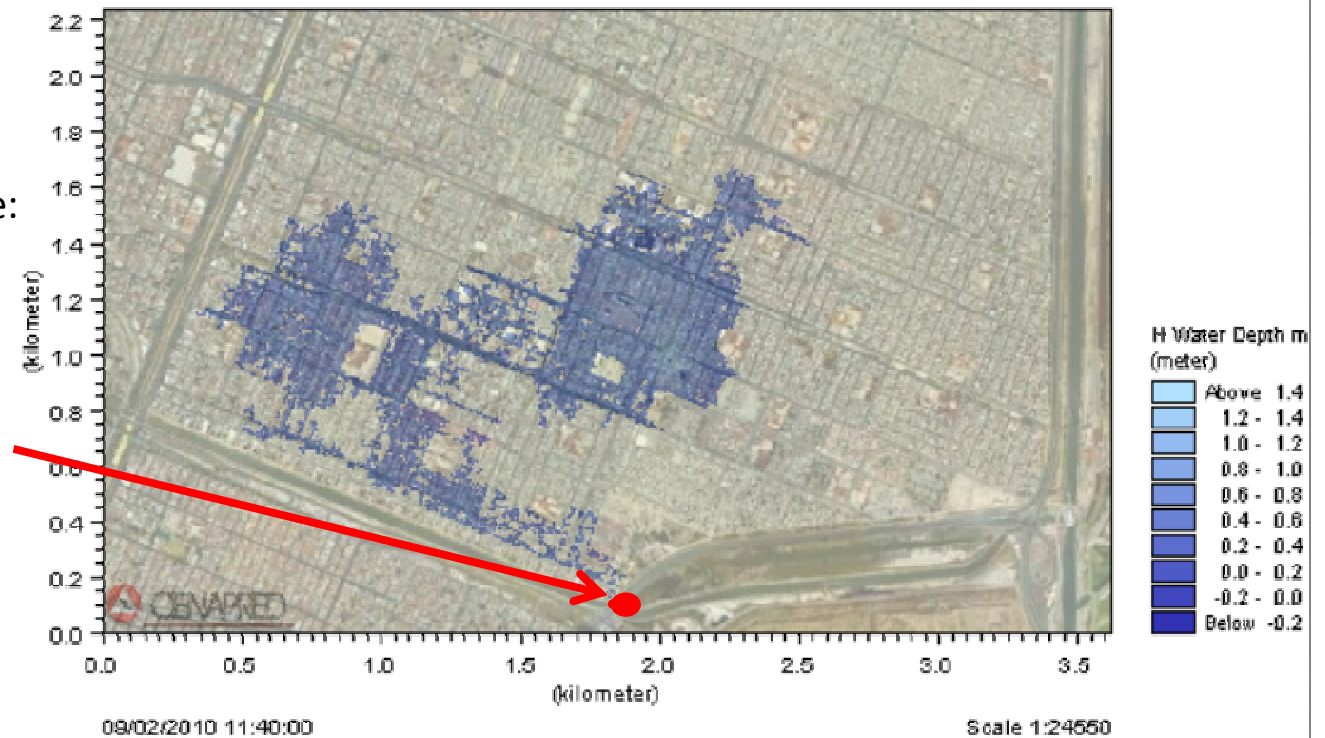


Área	Habitantes	Viviendas	Instalaciones Educativas						Instalaciones de Salud
			Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura	Posgrado	
1.14	46,441	10,754	7	6	4	1	2	3	23

Escenarios de inundación RÍO DE LOS REMEDIOS. LLEGADA NORTE

Inundación cuya profundidad llegó a los 1.20 m.

Lo anterior provocaría la afectación de aproximadamente:

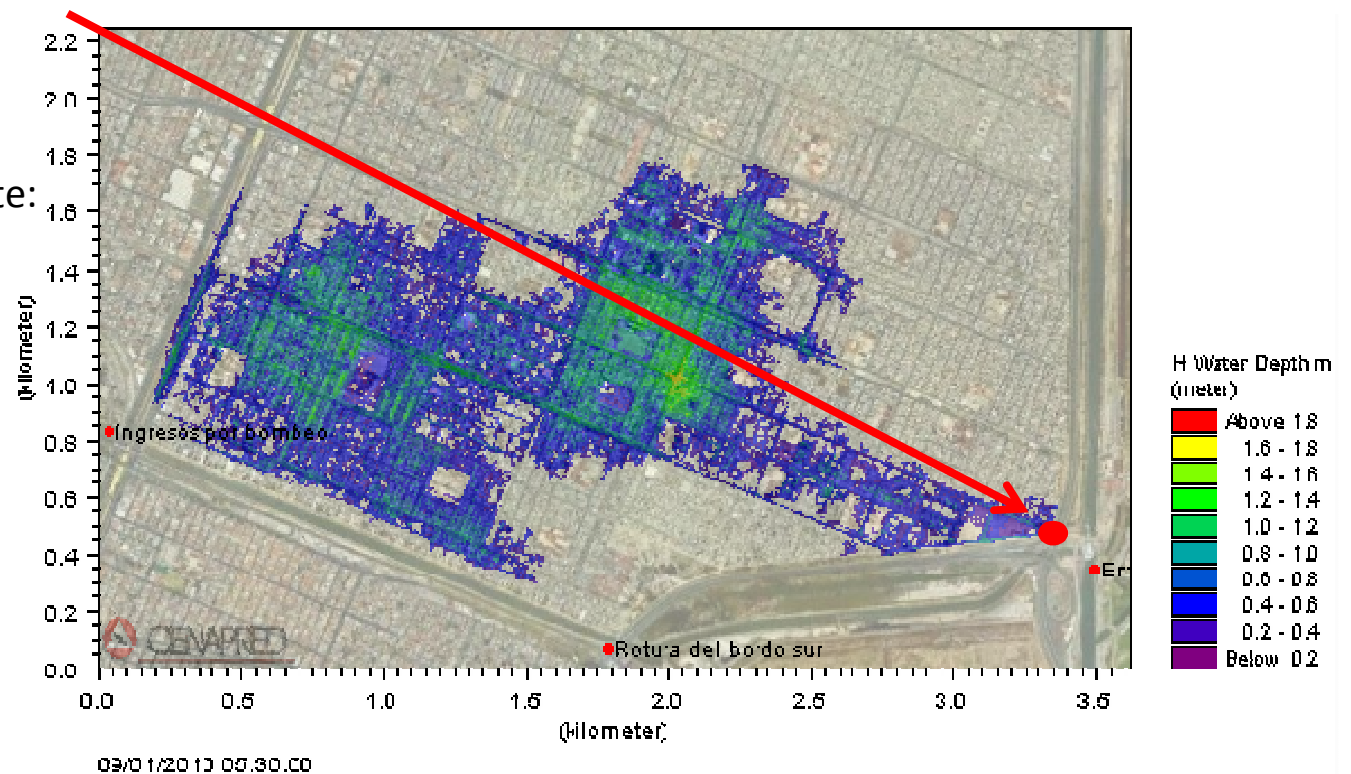


Área	Habitantes	Viviendas	Instalaciones Educativas						Instalaciones de Salud
			Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura	Posgrado	
1.35	98,807	21145	17	14	7	1	0	0	39

Escenarios de inundación RÍO DE LOS REMEDIOS. FALLA DREN GENERAL

Inundación cuya profundidad llegó a los 1.20 m.

Lo anterior provocaría la afectación de aproximadamente:

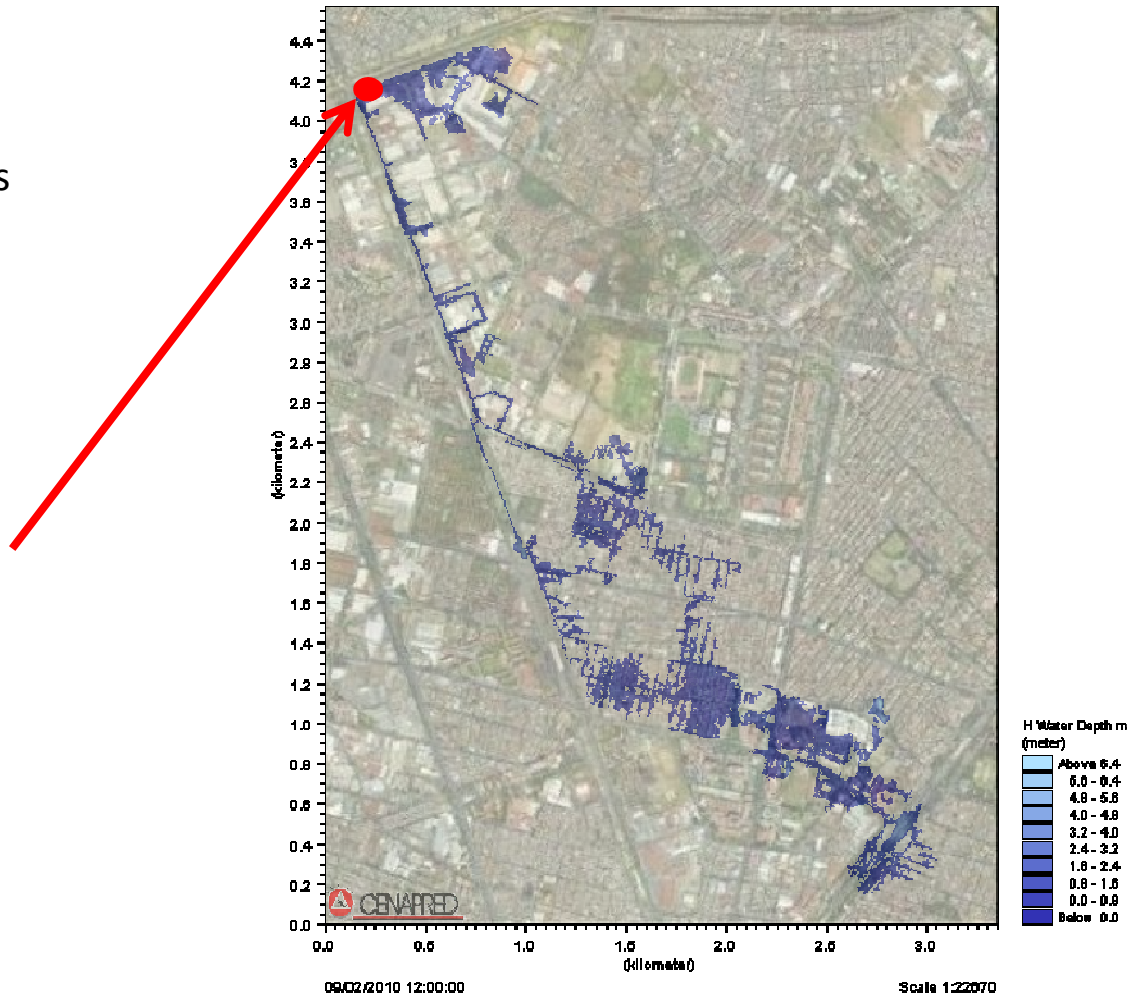


Área	Habitantes	Viviendas	Instalaciones Educativas						Instalaciones de Salud
			Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura	Posgrado	
2.26	106,253	22,724	24	17	9	2	0	1	53

Escenarios de inundación RÍO DE LOS REMEDIOS. FALLA INDUSTRIAL VALLEJO

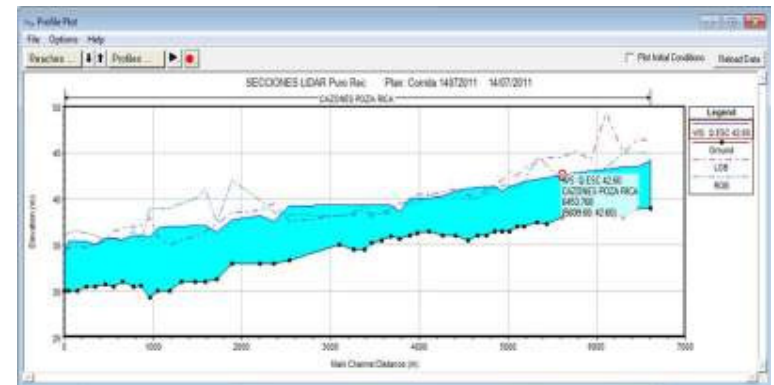
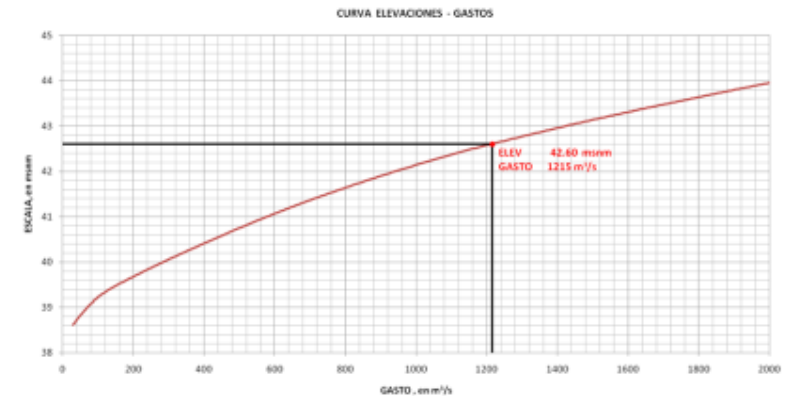
Inundación cuya profundidad llegó a los 3.20 m.

Lo anterior provocaría la afectación de aproximadamente:



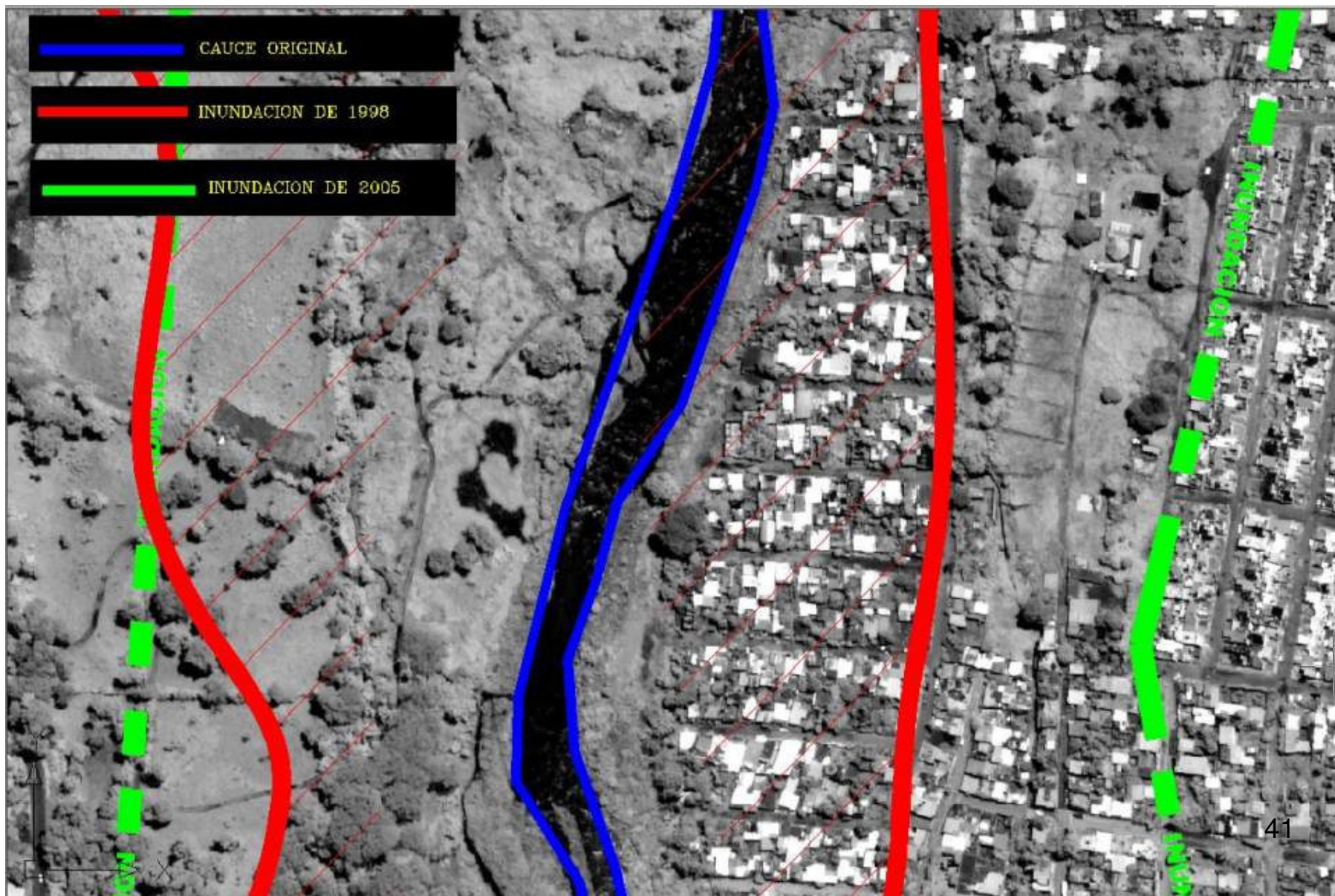
Área	Habitantes	Viviendas	Instalaciones Educativas						Instalaciones de Salud
			Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	Licenciatura	Posgrado	
1.47	41,870	10,648	3	2	7	1	0	1	14

los modelos matemáticos de la cuenca **Río Cazones**, evento Arlene



Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

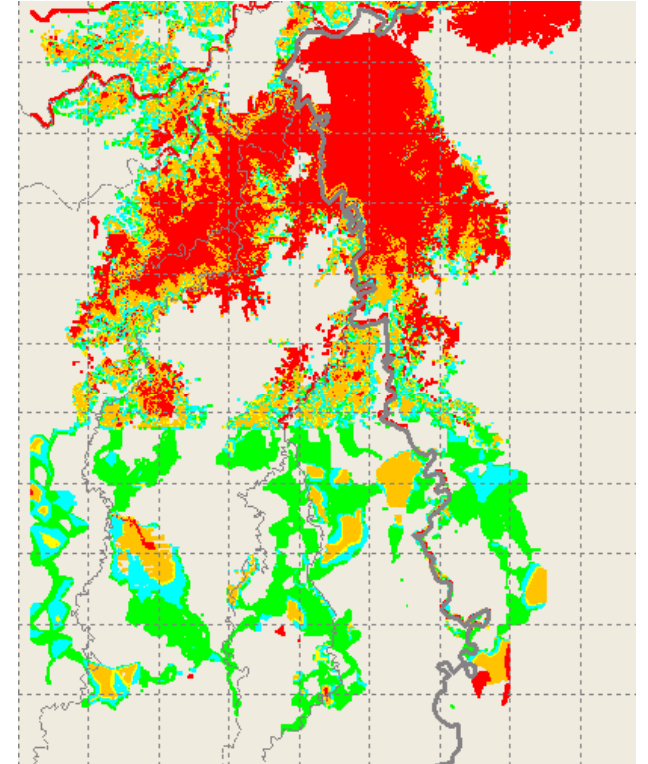
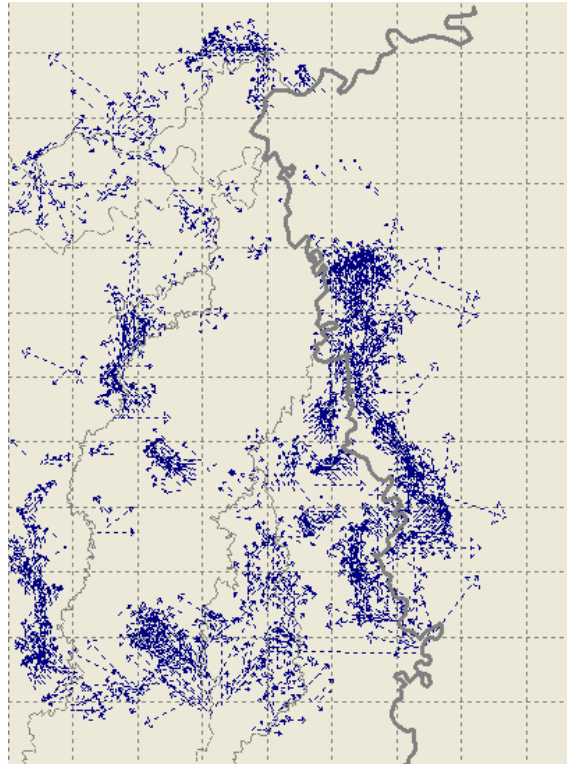
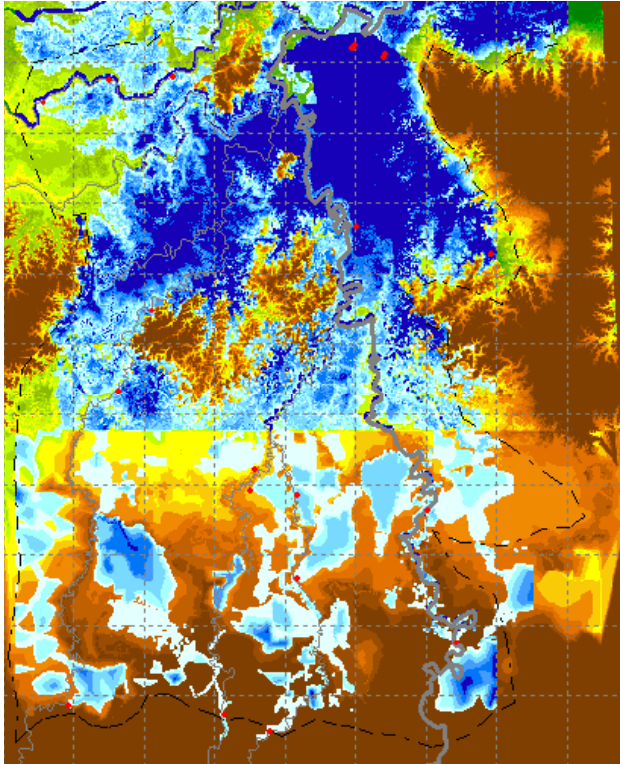
ZONAS DE INUNDACIÓN PARA EVENTOS HISTÓRICOS STAN Costa de Chiapas 2005



Tirante

Velocidad

Peligro



Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

Acciones para mitigar la

SEVERIDAD

Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica



CTOOH



MANEJO

Felipe Arreguín/Comisión Nacional del Agua/Asociación Mexicana de Hidráulica

Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas Nacional (CTOOH)



Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

Este Comité está integrado por la Comisión Nacional de Agua, Comisión Federal de Electricidad, CENAPRED, SAGARPA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el Instituto de Ingeniería de UNAM.

Opera desde 1991 y sesiona ininterrumpidamente 50 días martes al año, donde se discute la situación meteorológica, hidrológica y de manejo de presas en el país.

Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas Regional Frontera Sur.



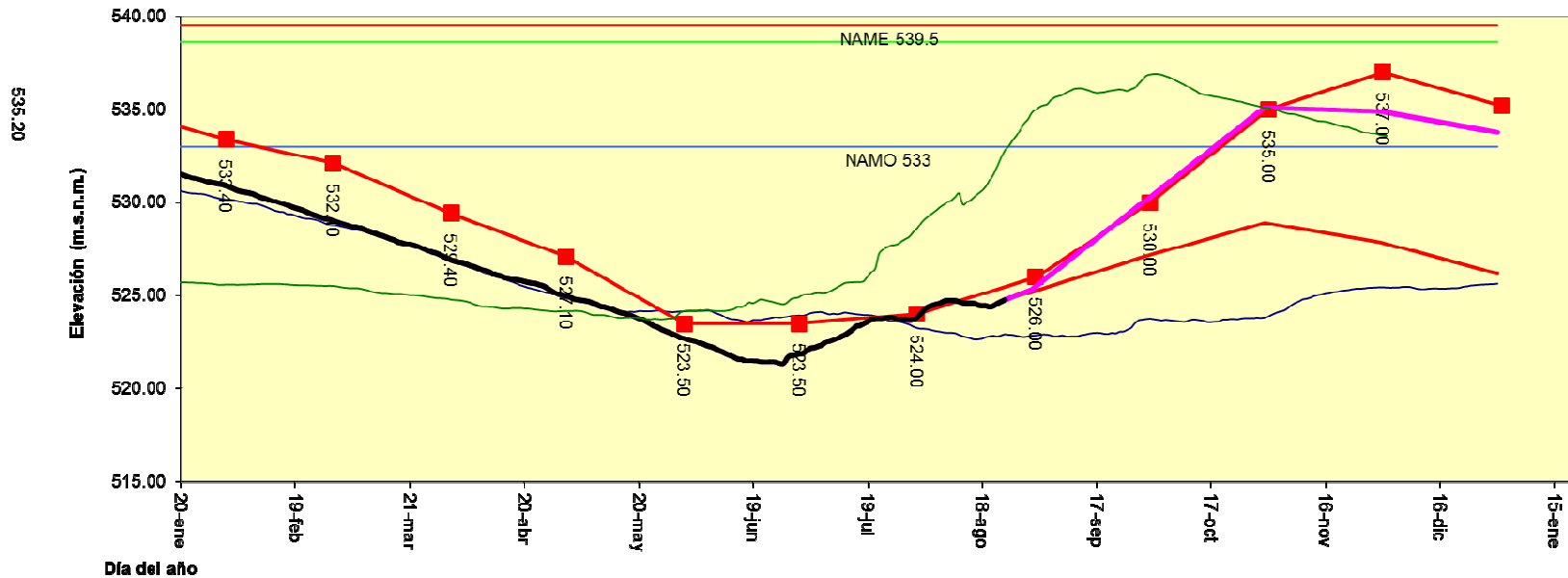
Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas Regional Noroeste.



Felipe Arreguín/Comisión Nacional del Agua/Asociación Mexicana de Hidráulica

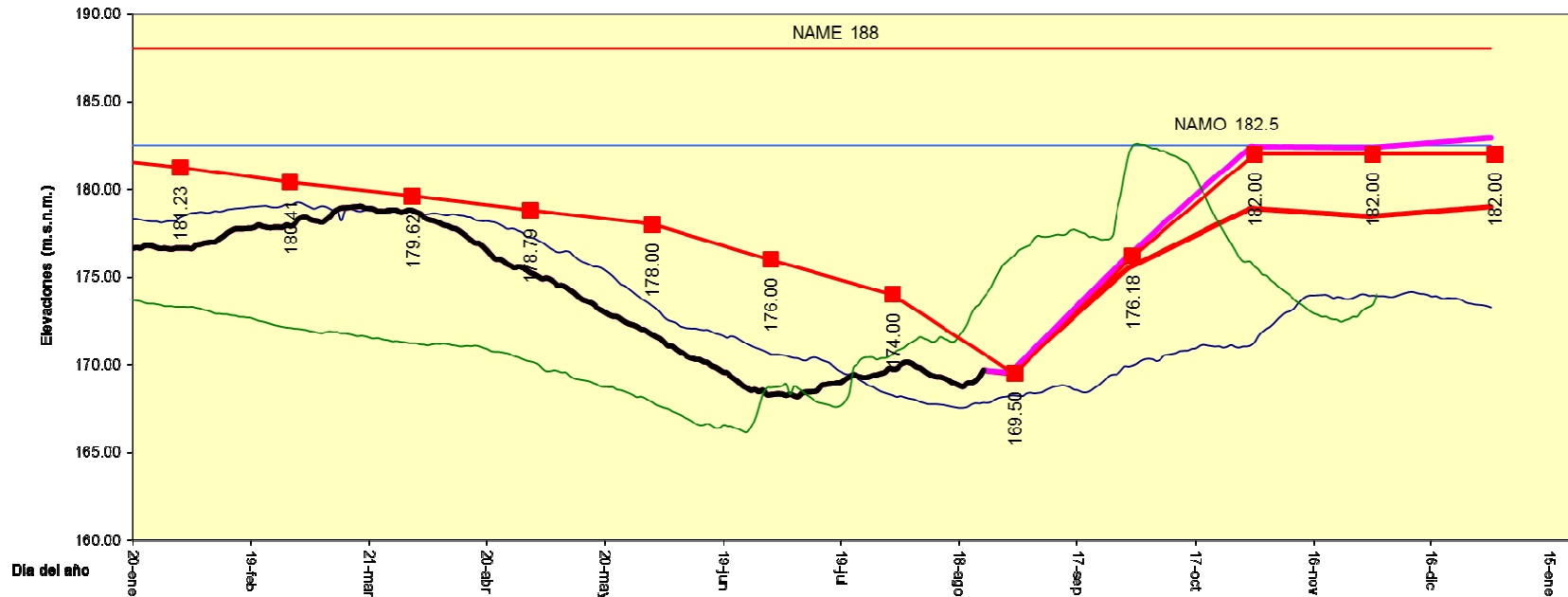
Presa Angostura



- Elevaciones 2011
- Elevaciones 2010
- Elevaciones 2009
- Pronóstico hidrológico con aportaciones medias
- Pronóstico hidrológico con aportaciones de años análogos
- Elevaciones Curva Índice 600 Hm3 abajo anterior, autorizada en el CTOOH 1ero Marzo Acuerdo 8118

Las diferencias principales respecto a las curvas índices anteriores son: 1 metro abajo en Angostura para el primero de junio y julio, medio metro abajo el primero de Agosto. Para el caso de Malpaso es dos metros abajo para el primero de septiembre.

Presa Malpaso



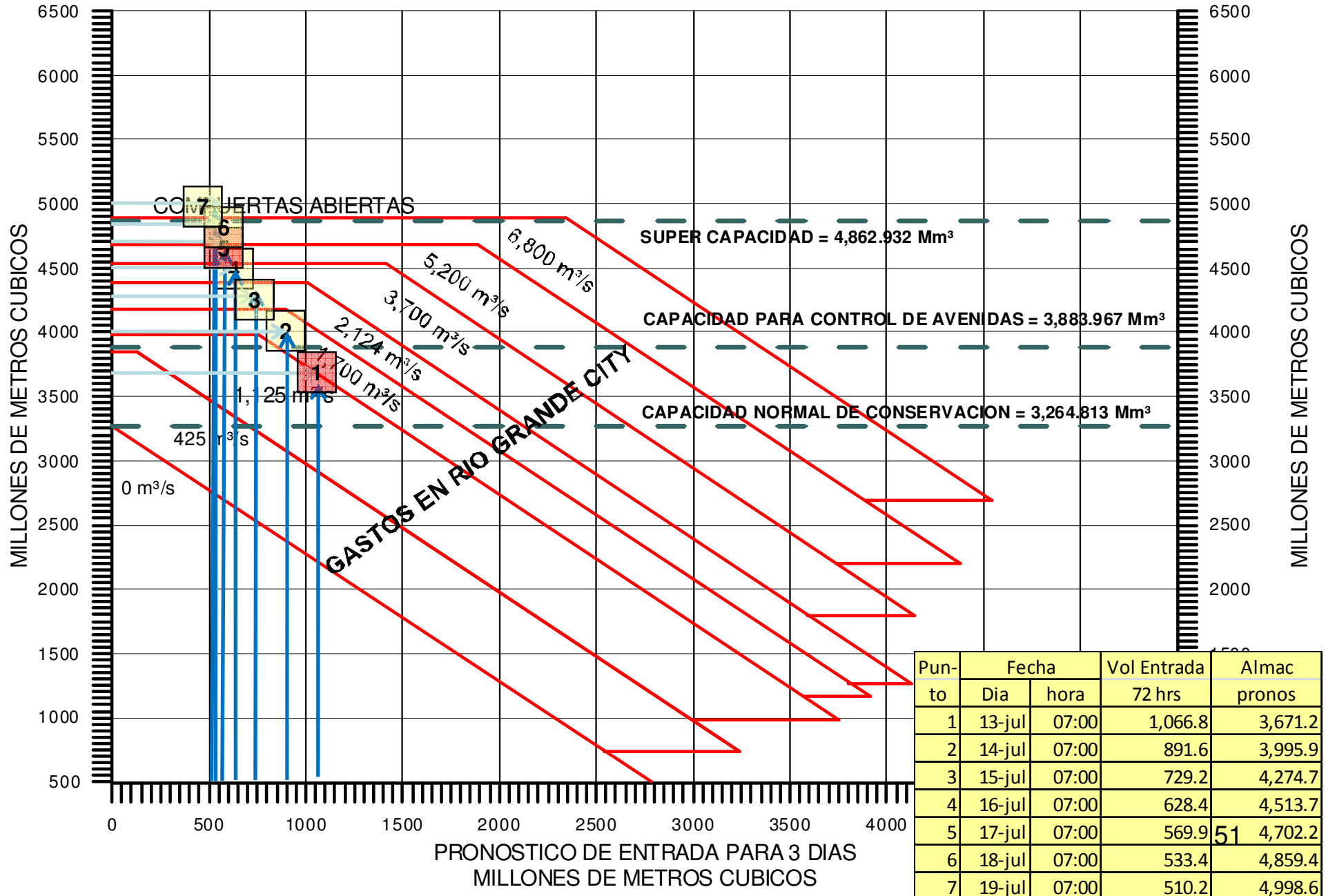
- Elevaciones 2011
- Elevaciones 2010
- Elevaciones 2009
- Pronóstico hidrológico con aportaciones medias
- Pronóstico hidrológico con aportaciones de años análogos
- Elevaciones Curva Índice 600 Hm3 abajo anterior, autorizada en el CTOOH
1ero Marzo Acuerdo 8118

Las nuevas curvas índices ostentan una capacidad adicional de 600 Hm3 repartidos de junio a septiembre, lo cual le da brinda la capacidad adicional de cerrar 5 días Malpaso para permitir que Peñitas maneje las crecientes de cuenca propia

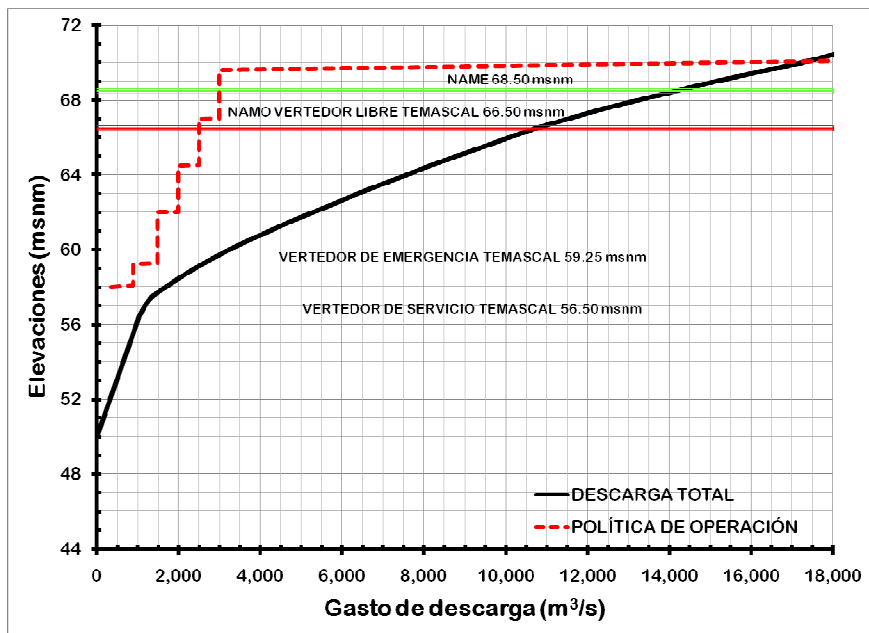
PRESA FALCON

GRAFICA DE OPERACION DURANTE AVENIDAS PARA CONTROLAR EL GASTO EN RIO GRANDE CITY

GRAFICA No. 2

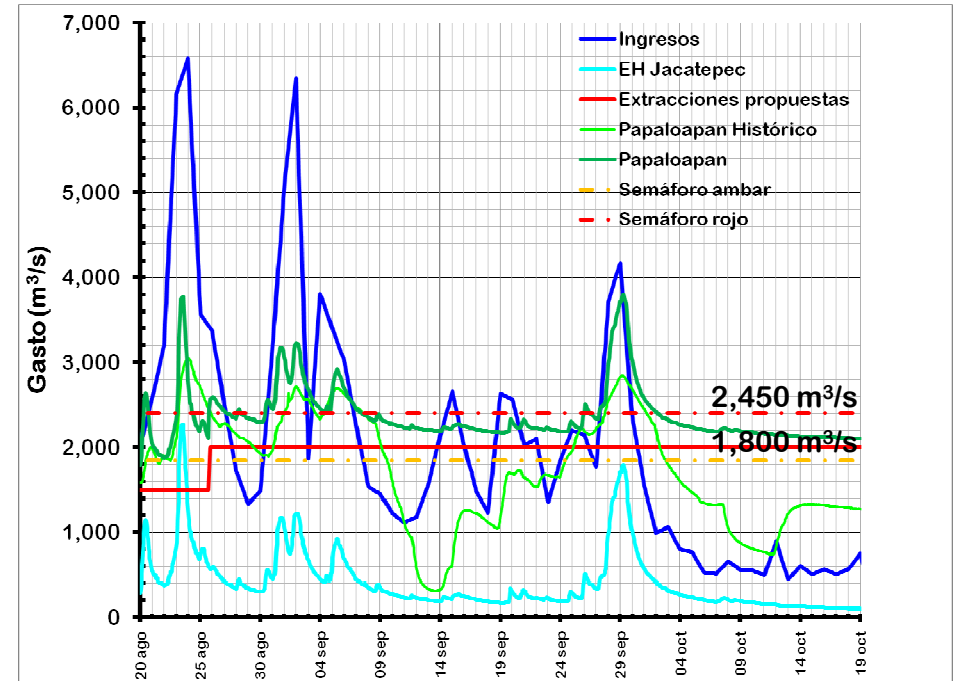
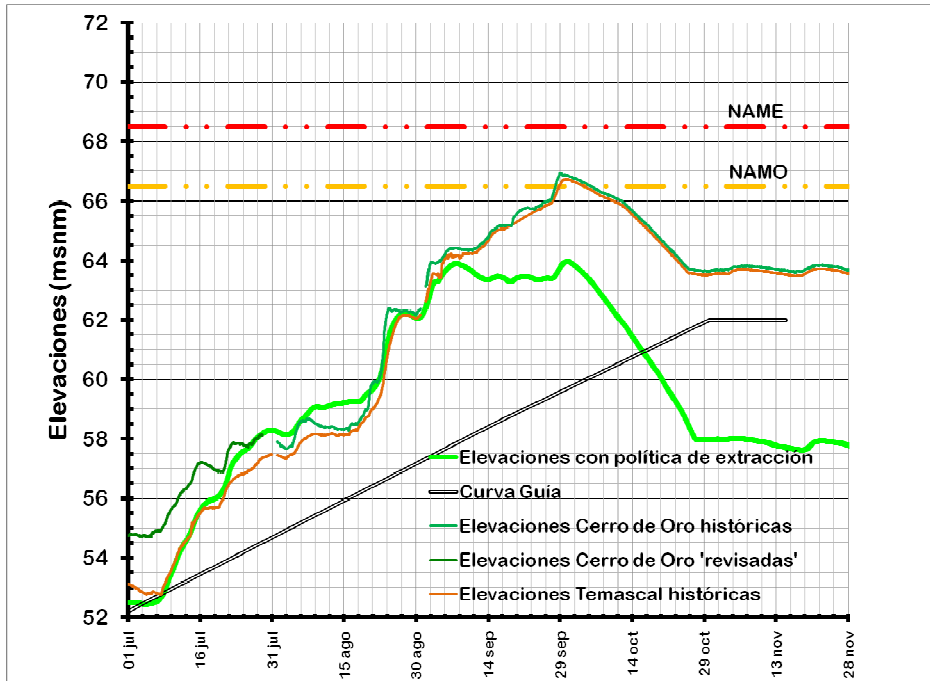


Política de operación en condiciones de excedente Sistema de presas de la cuenca del río Papaloapan



Elevaciones (msnm)	Gasto de extracción (m ³ /s)
58.00	900
59.20	900
59.25	900
59.25	1,500
62.00	1,500
62.01	2,000
64.50	2,000
64.51	2,500
67.00	2,500
67.01	3,000
69.60	3,000
69.70	6,000
69.80	9,000
69.90	12,000
70.00	15,000





Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica



RECTORÍA SOBRE INFRAESTRUCTURA EN CAUCES O ZONAS FEDERALES

Felipe Arreguín/Comisión
Nacional del Agua/Asociación
Mexicana de Hidráulica

Reflexiones

Desde la época de los aztecas la ciudad se ha inundado, desde entonces se ha actuado en forma reactiva después de las grandes catástrofes, y las soluciones han sido temporales. Siempre se han aceptado condiciones de frontera inamovibles.

Partir de la cantidad de agua de lluvia que llega a la red del drenaje es partir de un efecto, no de la causa. Un mayor escurrimiento en la cuenca es producto de la deforestación, erosión del suelo y urbanización de áreas de regulación, filtración y recarga de acuíferos.

El problema primero es de manejo de la cuenca y luego de ingeniería hidráulica, tiene que considerarse el problema integral de las inundaciones y otros efectos correlacionados.

Que llegue la menor cantidad posible de agua a las zonas en riesgo

¡No se aborda el problema con una visión de que la ciudad es parte de una cuenca!

Manejo de las inundaciones

Acciones estructurales



Acciones no estructurales:

1. Soluciones metropolitanas, Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas
2. Gestión del riesgo
3. Uso eficiente del agua
4. Medición
5. Predicción meteorológica
6. Gestión de avenidas
7. Personal capacitado
8. Desocupación de cauces
9. Fortalecer sistemas de seguros
10. Participación de los afectados
11. Proporcionar información de zonas inundables en procesos de compra-venta
12. Límite a la mancha urbana: menos infiltración mayor escurrimiento
13. Nuevos materiales,
14. Nuevos métodos de construcción
15. Reinyección, reinyección virtual
16. Control de basura

¿Por donde empezamos?

- Grupos, sectores y territorios vulnerables
- Analizar los impactos que ya ocurren y tener en cuenta el conocimiento local
- Integrar el conocimiento científico (el gran reto común en la acción pública)
- Comunicar al público (con una visión a largo plazo)
- Integrar el CC en la legislación actual
- **Evitar la maladaptación**



SEMARNAT

Agosto de 2011

Riesgos de inundación en México

Tercer Seminario Internacional de Potamología

Dr. Felipe I. Arreguín Cortés