

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL  
AGUA**

**Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACCH)**

**Región Hidrológico-Administrativa XIII  
Aguas del Valle de México**

## Contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1    Objetivo.....	1
<b>2. Gestión integrada de crecidas.....</b>	<b>2</b>
2.1    La perspectiva a largo plazo.....	3
2.2    Políticas y estrategias de gestión integrada de crecientes.....	4
2.3    Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos .....	8
2.4    Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil.....	10
2.5    Instituciones involucradas en la gestión de crecientes .....	16
2.5.1    Reparto de competencias institucionales .....	18
<b>3. Caracterización de las zonas inundables .....</b>	<b>20</b>
3.1    Identificación de zonas potencialmente inundables.....	22
3.2    Socioeconómica.....	23
3.3    Fisiográfica, meteorológica e hidrológica.....	27
3.3.1    Características fisiográficas.....	27
3.3.2    Meteorología.....	31
3.3.3    Hidrología .....	32
3.4    Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación.....	44
3.5    Descripción de inundaciones históricas relevantes .....	48
3.5.1    Clasificación de tipos de inundación .....	48
3.5.2    Inundaciones históricas .....	51
3.6    Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales.....	56
3.6.1    Obras de protección contra inundaciones .....	56
3.6.2    Acciones no estructurales .....	62
3.7    Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación .....	64
<b>4. Diagnóstico de las zonas inundables .....</b>	<b>69</b>
4.1    Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas .....	71
4.1.1    Climatología .....	71
4.1.2    Hidrometría .....	72
4.1.3    Comentarios generales sobre hidrometría y climatología.....	73
4.2    Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana .....	73
4.3    Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales .....	73
4.1.1    Acciones estructurales .....	73

4.1.2	Acciones no estructurales .....	75
4.2	Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas.....	76
4.4	Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la gestión de crecidas .....	76
4.5	Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones .....	78
<b>5.</b>	<b>Evaluación de riesgos de inundación.....</b>	<b>82</b>
5.1	Aplicación de la metodología a nivel nacional.....	84
5.2	Cálculo del DAE en la RHA XIII.....	85
5.3	Diagnóstico de la cuenca piloto, Presa Madín.....	88
5.4	Evaluación del riesgo de inundación con información disponible de la cuenca piloto.....	93
<b>6.</b>	<b>Medidas para afrontar las inundaciones.....</b>	<b>95</b>
6.1	Medidas no estructurales.....	96
6.1.1	Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.....	98
6.1.2	Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	99
6.1.3	Medidas de protección civil.....	100
6.1.4	Medidas de ordenación territorial y urbanismo.....	101
6.1.5	Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones.....	101
6.1.6	Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes .....	108
6.1.7	Medidas de operación de embalses aguas arriba.....	108
6.1.8	Medias para mejorar la gestión de crecidas .....	108
6.2	Medidas estructurales .....	109
6.2.1	Obras de control de avenidas y drenaje pluvial.....	109
6.2.2	Medidas de restauración fluvial.....	111
6.2.3	Medidas de mejora del drenaje natural en las zonas de inundación.....	111
<b>7.</b>	<b>Predimensionamiento y estimación preliminar del costo de las medidas del programa y su financiamiento.....</b>	<b>112</b>
<b>8.</b>	<b>Programación de acciones a corto, mediano y largo plazos .....</b>	<b>117</b>
8.1	Medidas no estructurales.....	117
8.2	Medidas estructurales .....	119
<b>9.</b>	<b>Esquema de seguimiento de la ejecución del programa.....</b>	<b>125</b>
	<b>Siglas.....</b>	<b>127</b>
	<b>Glosario.....</b>	<b>130</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>136</b>

## Lista de tablas

Tabla 2.1 Tipos de vulnerabilidad.....	6
Tabla 2.2 Estrategias y opciones para la gestión de crecientes.....	7
Tabla 2.3 Matriz de análisis de las leyes estatales de Protección Civil .....	11
Tabla 3.1 Variables socioeconómicas de interés para efectos de inundaciones .....	25
Tabla 3.2 Variables socioeconómicas de interés para efectos de inundaciones en porcentaje.....	25
Tabla 3.3 Producto Interno Bruto por sector 2008 .....	26
Tabla 3.4 Distribución sectorial del Producto Interno bruto Regional, 2008.....	26
Tabla 3.5 Agua residual y pluvial recolectada.....	40
Tabla 3.6 Sistema de drenaje profundo de la Ciudad de México .....	41
Tabla 3.7 Resumen de la infraestructura de drenaje en operación en la Ciudad de México .....	43
Tabla 3.8 Clasificación de las inundaciones.....	49
Tabla 3.9 Inundaciones históricas .....	53
Tabla 3.10 Declaratorias de desastres por inundaciones .....	55
Tabla 3.11 Obras de protección.....	56
Tabla 3.12 Obras de protección.....	57
Tabla 3.13 Red de estaciones climatológicas e hidrométricas.....	62
Tabla 3.14 Superficie sembrada y cosechada, incluye riego, temporal y perennes del 2012.....	66
Tabla 4.1 Valores mínimos recomendados de densidad de estaciones (superficie, en km <sup>2</sup> por estación).....	71
Tabla 4.2 Asentamientos humanos en zonas de riesgo.....	76
Tabla 4.3 Producto Interno Bruto de la RHA por municipio.....	80
Tabla 5.1 Daños por municipio de la RHA XIII.....	86
Tabla 5.2 Daño probable por zona de severidad.....	94
Tabla 6.1 Contenidos distribuidos por etapas .....	102
Tabla 6.2 Propuesta de contenidos durante la previsión .....	102
Tabla 6.3 Propuesta de contenidos durante la prevención .....	103
Tabla 6.4 Propuesta de contenidos durante la respuesta .....	104
Tabla 6.5 Propuesta de contenidos durante la recuperación .....	106
Tabla 6.6 Propuesta de contenidos durante la recuperación .....	107
Tabla 7.1 Costos preliminares de las medidas estructurales .....	114
Tabla 7.2 Costos estimados por proyecto.....	115
Tabla 8.1 Programación de medidas no estructurales, proyectos del Programa Hídrico Regional 2030.....	117

Tabla 8.2 Acciones prioritarias para el 2014 de los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de Conagua.....	117
Tabla 8.3 Estaciones hidrometeorológicas para rehabilitación y adquisición, DL Hidalgo .....	118
Tabla 8.4 Acciones prioritarias para el 2014 del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México .....	118
Tabla 8.5 Programación de medidas estructurales, proyectos del Programa Hídrico Regional 2030 .....	119
Tabla 8.6 Acciones prioritarias para el 2014 de los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de Conagua.....	123

## Lista de Figuras

Figura 3.1 Ubicación de la RHA XIII Aguas del Valle de México .....	21
Figura 3.2 Región hidrológica 26, Pánuco.....	22
Figura 3.3 Zonas potencialmente inundables.....	23
Figura 3.4 Localidades urbanas y rurales .....	24
Figura 3.5 Provincias fisiográficas.....	27
Figura 3.6 Relieve (Hipsobatimetría).....	28
Figura 3.7 Áreas naturales protegidas .....	29
Figura 3.8 Superficie forestal .....	30
Figura 3.9 Climas .....	31
Figura 3.10 Precipitación media anual (mm).....	32
Figura 3.11 Desagüe de la cuenca .....	34
Figura 3.12 Ríos principales .....	36
Figura 3.13 Humedales.....	37
Figura 3.14 Caudales medios.....	38
Figura 3.15 Volumen de agua residual y pluvial recolectada mensualmente (2005-2008) .....	40
Figura 3.16 Sistema principal del drenaje del Valle de México.....	42
Figura 3.17 Pendientes.....	45
Figura 3.18 Áreas de erosión apreciable .....	46
Figura 3.19 Tipos y grados de degradación.....	47
Figura 3.20 Edafología.....	48
Figura 3.21 Localidades con eventos históricos de inundación.....	52
Figura 3.22 Ubicación de obras de protección contra inundaciones.....	56
Figura 3.23 Características del perfil del TEO.....	59
Figura 3.24 Ubicación Túnel Emisor Oriente .....	60
Figura 3.25 Ubicación Túnel Emisor Poniente II.....	61

Figura 3.26 Ubicación Túnel Río de la Compañía II .....	61
Figura 3.27 Estaciones totales .....	62
Figura 3.28 Zonas agrícolas potencialmente inundables .....	65
Figura 4.1 Crecimiento de la mancha urbana en el Valle de México .....	69
Figura 4.2 Polígonos de Thiessen.....	72
Figura 4.3 Área a inundarse de fallar el Emisor Central.....	75
Figura 4.4 Vulnerabilidad social .....	79
Figura 4.5 Producto Interno Bruto municipal 2009.....	81
Figura 5.1 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales.....	85
Figura 5.2 Mapa Nacional de Índice de Inundación, RHA XIII .....	86
Figura 5.3 Ubicación cuenca aguas abajo de la Presa Madín .....	89
Figura 5.4 Área de estudio Presa Madín.....	89
Figura 5.5 Zona de riesgo Ignacio Comonfort.....	90
Figura 5.6 Zona de riesgo avenida Adolfo López Mateos .....	90
Figura 5.7 Zona de riesgo avenida Central.....	91
Figura 5.8 Pendientes y uso de suelo .....	91
Figura 5.9 Estaciones hidrométricas y climatológicas.....	92
Figura 5.10 Estaciones pluviográficas .....	93
Figura 5.12 Clasificación de la severidad .....	94
Figura 5.11 Zonas de inundación por tipo de severidad para la PMP .....	94
Figura 6.1 Clasificación de medidas e instrumentos de Olfert y Schanze (2007).....	95
Figura 6.2 Clasificación de medidas no estructurales de Parker (2007).....	96
Figura 6.3 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones .....	98
Figura 6.4 Esquema base para la implementación de un SAT .....	99
Figura 6.5 Elementos que debe cubrir cada etapa del SAT .....	100
Figura 9.1 Programa de seguimiento de proyectos .....	126

## 1. Introducción

México está expuesto cotidianamente a eventos hidrometeorológicos severos, como huracanes, ciclones y precipitaciones intensas que, si bien contribuyen de manera positiva a incrementar el almacenamiento de agua de las presas y lagos, también provocan daños a la población, a la infraestructura, a los servicios y a los sistemas de producción.

Entre 1980 y 2007, las lluvias intensas afectaron a más de ocho millones de personas y ocasionaron daños económicos superiores a los 130 mil millones de pesos. En este periodo, los ciclones *Stan* e *Isidore* fueron los que afectaron al mayor número de personas, mientras *Emily*, *Stan* y *Gilbert*, ocasionaron los mayores daños económicos.

Los huracanes ocurridos en 2010, tales como, *Alex*, *Karl* y *Mathew*, afectaron a 118 municipios de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Oaxaca; 138 municipios de Campeche, Puebla y Veracruz, y 56 municipios de Chiapas y Oaxaca, respectivamente. Los daños y pérdidas económicas que provocaron ascendieron a más de 84 mil millones de pesos.

Las inundaciones no se presentan sólo en las áreas con precipitaciones extremas: también ocurren en zonas bajas, áreas urbanas e incluso en zonas áridas. En la actualidad, para atender las inundaciones se carece de acciones efectivas que incluyan la alerta oportuna sobre riesgos por fenómenos hidrometeorológicos extremos, el desarrollo de planes de prevención, la construcción de obras de protección, el mantenimiento de la infraestructura, y la coordinación interinstitucional. La alternativa de atención a la población en condiciones vulnerables es la aplicación estricta de la zonificación; sin embargo, la mayor parte de los asentamientos irregulares se deben a las condiciones precarias de los pobladores.

Dadas las condiciones actuales y con el único fin de minimizar al máximo los daños provocados por las inundaciones el Lic. Enrique Peña Nieto, Honorable Presidente Cons-

titucional de la República Mexicana, en enero del presente año, en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco dio instrucciones a su gabinete para poner en marcha el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas (PRONACH) para proteger a la población, a sus bienes y zonas productivas. La Conagua ha procedido a la formulación de los programas de medidas de prevención y mitigación contra inundaciones para cada organismo de cuenca.

Este programa tiene una visión integral bajo la Gestión Integrada de Crecidas (GIC), contempla la ejecución de acciones medioambientales, de planeación urbana, prevención, alertamiento temprano y protocolos de emergencia, elementos y estrategias necesarias para evitar la pérdida de vidas humanas ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos.

A continuación se presenta, en este documento, el **Programa de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas de la Región Hidrológico Administrativa XIII (RHA XIII), Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México**. Se muestra la caracterización de la RHA considerando los aspectos económicos, sociales y ambientales, el diagnóstico de la problemática existente, un análisis de riesgo en el que se encuentra la población y zonas productivas. Y, finalmente se presenta una propuesta de acciones que ayuden a prevenir y mitigar los daños causados por inundaciones.

### 1.1 Objetivo

El Programa de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas para el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México se circunscribe bajo el enfoque de la Gestión Integrada de Crecidas (GIC) y su objetivo es proponer soluciones (intervenciones o medidas) orientadas a reducir el riesgo existente ante inundaciones a fin de disminuir daños en zonas urbanas y productivas, anteponiendo en lo posible soluciones no estructurales antes de propuestas estructurales.





## 2. Gestión integrada de crecidas

Según el documento conceptual; Gestión integrada de crecientes OMM. No. 1047 editado por la Organización meteorológica Mundial en el año 2009 y el Programa Asociado de Gestión de crecidas, el marco de una gestión integrada de los recursos hídricos, la gestión integrada de crecientes abarca el desarrollo de recursos hídricos y de la tierra en una cuenca fluvial con miras a optimizar los beneficios de las llanuras inundables, reduciendo al mínimo la pérdida de vidas humanas y de bienes. Al igual que la gestión integrada de los recursos hídricos, la gestión integrada de crecientes debería alentar la participación de usuarios, los encargados de la planificación y las instancias normativas en todos los niveles. Un enfoque participativo debería ser abierto, transparente, integrador y comunicativo; debería requerir la descentralización del proceso de la toma de decisiones y debería abarcar amplias consultas con la población así como la participación de las partes interesadas en las actividades de planificación y aplicación.

Plantear los problemas de la gestión de crecidas en forma aislada resulta necesariamente en un enfoque limitado y poco sistemático. La gestión integrada de crecientes procura cambiar el paradigma del enfoque fragmentado tradicional y fomenta la utilización eficiente de los recursos de la cuenca fluvial como un todo, empleando estrategias para mantener o aumentar la productividad de las llanuras de inundación, al tiempo que se adoptan medidas de protección contra las pérdidas causadas por las inundaciones. Aplicar una gestión integrada de los recursos hídricos para conseguir un desarrollo sostenible tiene como objetivo mejorar, de forma duradera, las condiciones de vida de todos los habitantes en un entorno que goce de equilibrio, seguridad y libertad de elección.

Este tipo de gestión requiere integrar los sistemas naturales y humanos así como los de la gestión de tierras y la explotación de recursos hídricos. Tanto el crecimiento demográfico como el crecimiento económico ejercen mucha presión sobre los recursos

naturales de un sistema. En las llanuras inundables, la creciente presión demográfica y el incremento de las actividades económicas, tales como la construcción de edificios e infraestructuras, están aumentando el riesgo de futuras inundaciones. En muchos casos, las llanuras inundables ofrecen, en teoría, excelentes oportunidades para ganarse fácilmente el sustento. En los países en desarrollo con economías principalmente agrícolas, la seguridad alimentaria es sinónimo de seguridad de los medios de subsistencia.

En México se ha instrumentado el manejo integrado del recurso hídrico, es decir, el manejo de crecientes se establece en función de compatibilizar el uso del recurso agua para la generación de energía eléctrica y el control de inundaciones para evitar daños en centros de población y áreas productivas. El manejo de las crecientes actualmente se basa en la operación anticipada de las presas para control de avenidas antes del arribo de un evento hidrometeorológico extremo. En este manejo la comunicación entre el meteorólogo y el hidrólogo es crítica con el fin de evaluar escenarios y determinar el más probable, con el objeto de manejar las crecientes con la anticipación que otorga el pronóstico de la precipitación.

### 2.1 La perspectiva a largo plazo

Las diversas estimaciones coinciden en prever, hacia finales del siglo XXI, incrementos de la temperatura a nivel mundial, de dos a cuatro grados centígrados. Entre los escenarios generados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se espera que dicho aumento en la temperatura impacte de manera significativa el ciclo hidrológico, generando mayor variabilidad en patrones tradicionales de precipitación, humedad del suelo y escurrimiento, entre otras afectaciones o anterior dificultará la actividad de otros sectores económicos que dependen de la disponibilidad de los recursos hídricos, como la producción alimentaria, generación de energía y conservación ambiental, además del suministro

tro de agua potable y saneamiento. Para encarar esta problemática, es indispensable entonces desarrollar estrategias de adaptación que consideren el agua como un eje toral en un enfoque multisectorial. Los fenómenos hidrometeorológicos extremos, tales como sequías, inundaciones y huracanes, son eventos naturales que con frecuencia resultan en desastres con pérdidas humanas y materiales. En el análisis de los desastres, se encuentra que los daños estimados como porcentajes del PIB son significativamente mayores en países subdesarrollados, lo que puede acentuarse de continuar la tendencia global a la concentración de la población en localidades urbanas. Se consideran desastres de origen climático e hidrometeorológico, las sequías, inseguridad alimenticia, temperaturas extremas, inundaciones, incendios forestales, infestaciones de insectos, movimientos de tierra asociados a situaciones de origen hidrológico y las tormentas de viento. Este tipo de acontecimientos representa una porción significativa de los daños estimados ocasionados por desastres, lo que representó en 2009 daños por 35,409.00 millones de dólares, el 85% del total de daños ocasionados por todo tipo de desastres. Cabe destacar que los desastres, tanto en número como en sus consecuencias previsiblemente se incrementarán como resultado del cambio climático (EAM 2012).

Al gestionar los actuales riesgos de las inundaciones y al planificar el futuro se debe encontrar un equilibrio entre enfoques de sentido común, que minimizan los impactos mediante una mejor gestión urbana y el mantenimiento de la infraestructura para la mitigación de las inundaciones y enfoques con visión de futuro que anticipen y defiendan contra las futuras amenazas de inundaciones construyendo nueva infraestructura o redefiniendo radicalmente el entorno urbano. Para tomar decisiones sobre la priorización apropiada de los esfuerzos de gestión de las inundaciones se requiere de una comprensión de los riesgos por inundación presentes y futuros (K, Jha, A et al. 2012).

Como el riesgo de inundaciones evoluciona con el tiempo, los diseñadores de políticas públicas también deben explorar cómo las decisiones se modifican a la luz del clima cambiante. Los procesos de toma de decisiones deben incorporar información sobre los modelos utilizados para proyectar el cambio climático a distintas escalas y se deberá comprender las incertidumbres relacionadas con estos resultados.

## **2.2 Políticas y estrategias de gestión integrada de crecientes**

El Documento del Programa Nacional Hídrico (PNH) 2013-2018 (en consulta pública) responde a la problemática actual y a la visión de largo plazo con la definición de cinco objetivos, los cuales están orientados para avanzar en la solución de los desafíos identificados y en el logro de la sustentabilidad hídrica. Adicionalmente, las estrategias y acciones que contempla el PNH preparan a la sociedad mexicana a fin de que pueda afrontar en mejores condiciones los posibles efectos del cambio climático, tanto en aquellas zonas donde existe la probabilidad de disminución de los regímenes pluviales como en aquellas donde se pueden intensificar los patrones de lluvia y provocar inundaciones catastróficas.

Las políticas en el manejo de los recursos hídricos que estarán manifestadas en el Plan Nacional Hídrico el cual forma parte del Plan Nacional de Desarrollo, se resumen las siguientes estrategias:

- Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola
- Fomentar la ampliación de la cobertura y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento
- Lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos
- Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico
- Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso

- Prevenir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías

De igual manera los Programas Hídricos Regionales Visión 2030 de los 13 organismos de cuenca de la Conagua en el eje de asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas plantean el poder consolidar una política rectora de sustentabilidad hídrica que tenga ver con los riesgos ambientales que se presentan en cada región por los fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan a la población que se asienta en lugares vulnerables ante la presencia de inundaciones.

Asimismo se concluye en los 13 documentos que el no respetar las zonas federales ni el ordenamiento territorial y ecológico hace que ante la presencia de lluvias asociadas a ciclones y huracanes la población se encuentre en riesgos de sufrir afectaciones en sus bienes patrimoniales.

El fortalecimiento en la coordinación entre los gobiernos estatales y municipales, quienes son los responsables de vigilar el cumplimiento del ordenamiento territorial, es en gran medida, uno de los retos a 2030. Para resolver esta problemática, se plantea el siguiente objetivo:

- Reducir los riesgos y mitigar los efectos nocivos de los fenómenos naturales extremos y del cambio climático.

En estos 13 documentos se proponen cuatro estrategias: una con medidas estructurales y tres con acciones no estructurales orientadas a controlar que no se den asentamientos humanos en zonas de riesgo, a prevenir y mitigar los fenómenos que ocasionan los riesgos ambientales, a pronosticar y a alertar a la población ante situaciones de emergencia, y a desarrollar una cultura de prevención y mitigación de impactos por estos fenómenos.

La estrategia de acciones estructurales está enfocada a conservar, rehabilitar y construir obras para el control de inundaciones principalmente, para el control de avenidas, infraestructura urbana para protección de poblaciones, realizar estudios técnicos y socio-

económicos y realizar acciones de desazolve y rectificación de cauces.

Fortalecer el ordenamiento de los asentamientos humanos se hace de fundamental importancia para la protección de la población frente a los fenómenos meteorológicos extremos, los cuales pueden arruinar en muy poco tiempo los esfuerzos realizados durante muchos años, especialmente en zonas rurales y urbanas marginadas, para lo cual se requiere fortalecer los siguientes puntos:

- Eficaz ordenamiento territorial.
- Zonas inundables libres de asentamientos humanos.
- Sistema de alertamiento y prevención con tecnologías modernas.

En estas políticas presentadas, la GIC interviene de manera importante, promueve un enfoque integrado de gestión de los recursos suelo y agua de una cuenca fluvial en el marco de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y tiene como finalidad maximizar los beneficios netos de las planicies de inundación y reducir al mínimo las pérdidas de vidas y de infraestructura causadas por los desastres derivados de las inundaciones.

Los elementos rectores de la GIC son:

- Gestión del ciclo hidrológico en su conjunto
- Gestión integrada de la tierra y de los recursos hídricos
- Gestión integrada de riesgos
- Adopción de la mejor combinación de estrategias
- Garantía de un enfoque participativo

Los dos primeros elementos pueden agruparse en un solo concepto, **Gestión de la cuenca hidrológica**, en este elemento se propone tomar en cuenta lo siguiente:

- Dimensionar las crecientes (pequeñas, medianas e importantes)
- Identificar aspectos positivos de las crecientes. Es decir usar las llanuras de

inundación en la agricultura, acuicultura, recarga de acuíferos, etc.

- Gestionar todo tipo de crecientes y no sólo las que llegan a un nivel máximo para la aplicación de medidas de protección.
- Identificar zonas que se puedan sacrificar para almacenar agua con el fin de proteger áreas críticas.
- Gestionar crecientes en las ciudades, en donde se considere el suministro de agua potable, aguas residuales y el vertido residual, así como la evacuación de los escurrimientos superficiales.
- Considerar en los programas para inundaciones urbanas el control tanto de la cantidad de agua proveniente de las tormentas como la contaminación de las mismas.

El tercer elemento, **Gestión integrada de riesgos**, ofrece alternativas para evitar que un peligro se transforme en desastre. La gestión de riesgos de crecientes consiste en una serie de medidas sistemáticas para un periodo de preparación, respuesta y recuperación y debe formar parte de la GIRH. Las medidas adoptadas dependen de las condiciones de peligro del entorno social, económico y físico. Los resultados de este proceso continuo de gestión de riesgos pueden ser divididos en:

- Medidas para disminuir el riesgo de desastres a largo plazo (prevención), eliminando o reduciendo sus causas como la exposición o el grado de vulnerabi-

lidad. Las estrategias son tendientes a evitar que los desastres se produzcan.

- Medidas de preparación, hacen referencia a las actividades que tienen por objeto alistar a la sociedad y a sus instituciones para responder adecuadamente ante la eventualidad de que se presente un fenómeno capaz de desencadenar un desastre. Su objeto es asegurar una respuesta apropiada en caso de necesidad, incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces, así como evacuación temporal de la población y bienes de zonas amenazadas.
- Medidas de respuesta o atención de la emergencia, comprende la movilización social e institucional necesaria para salvar vidas y bienes una vez que el fenómeno ya se ha presentado. Incluye la recuperación de la comunidad después del desastre, con tareas de reconstrucción.

Las medidas adoptadas dependen de las condiciones de peligro del entorno social, económico y físico y se centran principalmente en reducir la vulnerabilidad.

En este contexto, la vulnerabilidad es una variable indispensable en la Gestión integrada de riesgos y se debe entender como la susceptibilidad que tiene la población, infraestructura y actividades económicas, a resultar dañados por el impacto de un evento al estar expuestas, debido a su localización en el área donde ocurre el peligro, por no tener la suficiente resistencia ni capacidad para asimilar el impacto. Se puede clasificar la vulnerabilidad en física, económica, territorial e institucional (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Tipos de vulnerabilidad

Tipo de vulnerabilidad	Componentes
Física	Elementos físicos (infraestructura, instalaciones, plantaciones, equipamiento, etc.), que por sus características presentan debilidad frente a los requerimientos o pruebas del medio natural.
Socioeconómica	Condiciones sociales y económicas caracterizadas por la pobreza, la falta de acceso a la educación, un bajo conocimiento sobre los peligros que les podrían afectar, baja capacidad de reducir los riesgos, y baja o nula capacidad para resistir, protegerse a sí mismos y a sus medios de vida del impacto de los peligros, y para recuperarse luego de los impactos.
Territorial	Condiciones de uso del suelo y de los recursos naturales, dinámicas de ocupación

Tipo de vulnerabilidad	Componentes
	del territorio por las poblaciones, construcción del hábitat y dinámicas socioeconómicas que por sus características, degradan el territorio, desprotegiéndolo ante los peligros e incrementando el potencial de peligros.
Institucional	Debilidades de conocimiento, organización, planificación, coordinación y decisión de las instituciones públicas y privadas en relación a tomar en sus manos la reducción de riesgos y estar adecuadamente preparadas para responder ante desastres.

Fuente: Comisión Europea, PREDECAN, Comunidad Andina (2008),

El cuarto elemento, **Adopción de la mejor combinación de estrategias**, propone para la selección de estrategias o combinación de estrategias, considerar tres factores correlacionados:

el clima, las características de la cuenca y las condiciones socioeconómicas de la zona (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Estrategias y opciones para la gestión de crecientes

Estrategia	Opciones
Reducir las inundaciones	Presas y embalses
	Diques, malecones y obras de contención
	Desviación de avenidas
	Ordenación de cuencas
	Mejoras a los canales
Reducir la vulnerabilidad a los daños	Regulación de las planicies de inundación
	Políticas de desarrollo y reaprovechamiento
	Diseño y ubicación de las instalaciones
	Normas para viviendas y construcciones
	Protección de elementos situados en zona inundable
Atenuar los efectos de las inundaciones	Predicción y alerta de crecientes
	Información y educación
	Preparación en caso de desastres
	Medidas de recuperación después de la inundación
Preservar los recursos naturales de las llanuras de inundación	Seguro contra inundaciones
	Determinación de zonas y regulación de las planicies de inundación

Fuente: Documento OMM-N°1047

El quinto elemento, **Garantía de un enfoque participativo**, recomienda tomar en cuenta lo siguiente:

- La población debe participar en todos los niveles de la toma de decisiones.
- Se debe alentar la participación de usuarios y responsables de la planificación y las instancias normativas de todos los niveles, bajo el siguiente enfoque:
  - Abierto, transparente, integrador y comunicativo.
  - Descentralización del proceso de la toma de decisiones y debe incluir la

realización de amplias consultas con la población.

- Colaboración de representantes de todos los ámbitos afectados, de las diferentes áreas geográficas de la cuenca fluvial (aguas arriba y aguas abajo).
- Definir objetivos y responsabilidades de todos los actores involucrados en la gestión de crecientes.
- Transformar las alertas en medidas preventivas.
- Participantes de todos los sectores, especializados en diversas disciplinas, de-

ben colaborar en el proceso y llevar a cabo las tareas necesarias para apoyar la aplicación de los planes de atenuación de los efectos de los desastres y de la gestión de los mismos: con un enfoque de abajo-hacia arriba y de arriba-hacia abajo.

- Definir las fronteras geográficas y límites funcionales de todas las instituciones involucradas en la gestión de crecientes.
- Promover la coordinación y la cooperación por encima de las barreras funcionales y administrativas.

Bajo este contexto se formula el Programa Nacional Contra Contingencias Hidráulicas para la Región Hidrológico Administrativa XIII Aguas del Valle de México, con el objetivo de plantear medidas preventivas tendientes a disminuir los daños provocados por las inundaciones en la Región, es decir, se considerará a la cuenca como la unidad de planeación, se evaluará el riesgo para identificar zonas potencialmente inundables, se propondrá el uso adecuado de llanuras de inundación, se evaluará y se seleccionarán las mejores medidas para disminuir los daños (prevalciendo acciones no estructurales por encima de las estructurales), se incluirá a todos los actores involucrados en la gestión de las crecidas, definiendo fronteras geográficas y límites funcionales para evitar traslape de tareas antes, durante y después de que ocurra la inundación.

Sin embargo, para la aplicación efectiva del concepto de GIC es necesario disponer de un entorno propicio en términos de política, legislación e información; una clara definición de los papeles y las funciones institucionales; e instrumentos de gestión que permitan proceder de forma eficaz a la formulación de normas, seguimiento y cumplimiento de las leyes<sup>1</sup>.

## 2.3 Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos

Los desastres naturales constituyen una fuente significativa de riesgo fiscal en países altamente expuestos a catástrofes naturales, presentando así pasivos contingentes de considerable magnitud para los Gobiernos de dichos países. La ausencia de mecanismos eficientes de preparación y atención de emergencias y de una adecuada planeación financiera para hacer frente a los desastres puede crear dificultades y demoras en la respuesta, lo que podría agravar las consecuencias en términos de pérdidas humanas y económicas.

En estado de emergencia por desastres naturales, los Gobiernos pueden verse obligados a utilizar fondos que habían sido previamente destinados a proyectos fundamentales de desarrollo económico, y esto, en el largo plazo, puede impactar negativamente el proceso de desarrollo y crecimiento económico de los países.

Los Gobiernos son cada vez más conscientes que el riesgo fiscal derivado de desastres naturales no puede seguir siendo ignorado. El importante crecimiento económico en algunos países en desarrollo hace que éstos se enfrenten con pérdidas económicas cada vez más importantes. Al mismo tiempo, aunque la exposición de la población y de los activos físicos a los desastres sigue en crecimiento, poca atención se dirige a la construcción de una sociedad resiliente ante fenómenos naturales adversos. Incrementos en la frecuencia y magnitud de fenómenos climatológicos extremos que se prevén debido al cambio climático puede potencialmente agravar la tendencia creciente en las pérdidas económicas causadas por desastres. En este contexto, es de suma importancia que se le dé un mayor énfasis a la gestión integral del riesgo de desastres que incluya medidas de protección financiera y aseguramiento ante desastres para poder hacer frente a estas tendencias disruptivas.

---

<sup>1</sup> Gestión Integrada de Crecidas: Documento Conceptual, Organización Meteorológica Mundial, 2009

México se encuentra en la vanguardia de iniciativas encaminadas al desarrollo de un marco integral en gestión del riesgo de desastres, incluyendo el uso efectivo de mecanismos de financiamiento del riesgo y aseguramiento para manejar el riesgo fiscal derivado de los desastres. Cabe mencionar que México está altamente expuesto a una gran variedad de fenómenos geológicos e hidrometeorológicos. Aproximadamente el cuarenta por ciento del territorio Mexicano y más de una cuarta parte de su población están expuestos a tormentas, huracanes e inundaciones. El Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) fue establecido por el Gobierno Federal de México en el marco de su estrategia de gestión integral del riesgo con el propósito de apoyar actividades de emergencia, recuperación y reconstrucción después de la ocurrencia de un desastre.

El FONDEN fue originalmente creado como un programa dentro del Ramo 23 del Presupuesto de Egresos de la Federación de 1996, y se hizo operacional en 1999 cuando se emitieron sus primeras Reglas de Operación. Los recursos del FONDEN originalmente se destinaban únicamente a la realización de actividades ex post de rehabilitación y reconstrucción de (i) infraestructura pública de los tres órdenes de gobierno - federal, estatal y municipal; (ii) vivienda de la población de bajos ingresos; y (iii) ciertos elementos del medio ambiente, tales como selvas, áreas naturales protegidas, ríos, y lagunas.

En la actualidad, el FONDEN está compuesto por dos instrumentos presupuestarios complementarios: el Programa FONDEN para la Reconstrucción y el Programa Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), y sus respectivos fideicomisos. El instrumento original, y aún el más importante del FONDEN es el Programa FONDEN para la Reconstrucción. Sin embargo, en reconocimiento de la necesidad de promover ex ante el manejo proactivo del riesgo, el gobierno de México comenzó, a inicios de los años 2000, a asignar recursos específicamente destinados a actividades preventivas. Aunque los recursos para la prevención siguen siendo significativamente menores que para

la reconstrucción, el gobierno Mexicano continúa dirigiendo esfuerzos a la transición de un enfoque del financiamiento del riesgo post-desastre a la gestión del riesgo financiero ex ante a los desastres. La ejecución de los recursos financieros de los 2 instrumentos del FONDEN (de reconstrucción y de prevención) se realiza a través del Fideicomiso FONDEN y del Fideicomiso Preventivo (FIPREDEN), cuya institución fiduciaria en ambos casos es BANOBRAS, un banco de desarrollo del Gobierno de México. SEGOB

El proceso para acceder y ejecutar los recursos del programa FONDEN para la Reconstrucción permite un equilibrio entre la necesidad del desembolso inmediato de los fondos ante la ocurrencia de un desastre y aspectos de rendición de cuentas y de transparencia. La Secretaría de Gobernación (SEGOB) es la instancia responsable del procedimiento de acceso a los recursos del FONDEN y de la emisión de las declaratorias de desastre natural. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público es la instancia responsable de los recursos del FONDEN.

El FONDEN cuenta con un Sistema electrónico y automatizado en línea que utiliza tecnología e información de punta en el proceso de acceso a los recursos, tales como la captura en una plataforma de información geográfica de fotografías geo-referenciadas de todos los activos públicos afectados y que serán sujetos de apoyo para asegurar la eficacia y exactitud del proceso de evaluación y cuantificación de los daños sufridos por un determinado desastre natural. SEGOB revisa en el Sistema en línea que las solicitudes de recursos señalen de manera detallada las acciones que se llevarán a cabo así como el costo requerido para la reparación de la infraestructura y viviendas dañadas.

Consecutivamente, SEGOB remite el expediente a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y le solicita convoque a sesión del comité técnico del fideicomiso FONDEN para que éste autorice los recursos los cuales quedan etiquetados en el Fideicomiso FONDEN en una subcuenta específica por cada programa de reconstrucción. Los

recursos son transferidos por BANOBRAS (en su carácter de institución fiduciaria) de estas subcuentas a las empresas proveedoras de servicios de reconstrucción, previa presentación de las facturas de avance de la ejecución de las obras. Los recursos del FONDEN financian 100% los costos de reconstrucción de activos federales y 50 por ciento de los activos locales.

A través de la estrecha colaboración existente entre la Secretaría de Gobernación y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el FONDEN ha podido establecer una sólida relación entre sus áreas técnicas y financieras en el manejo de desastres naturales.

Por otro lado, el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) actúa como el área técnica enfocada en la reducción del riesgo y trabaja estrechamente con el FONDEN, el vehículo financiero para la administración de desastres.

El procedimiento de acceso a los recursos del FONDEN es el siguiente (Anexo 1):

- a) El titular del Ejecutivo de la Entidad Federativa solicita opinión sobre el desastre natural a la Instancia Técnica Facultada (ITF).
- b) La ITF realiza el dictamen.
- c) De resultar positivo se instala el Comité de Evaluación de Daños.
- d) Por subcomités se evalúan daños.
- e) Se solicitan apoyos parciales inmediatos.
- f) Se solicita la declaratoria de Desastre Natural.
- g) Se presenta ante la SEGOB y la SHCP la evaluación de daños.
- h) Se emite la declaratoria de Desastre Natural.
- i) Los subcomités de evaluación de daños presentan documentación, fotografías, carga en el sistema web de evidencias,

se elabora una división de obras y se firman anexos.

- j) El servidor público facultado solicita ante la unidad política federal los anticipos.
- k) Se notifica a las Entidades Federativas la autorización de recursos.
- l) Se elabora el programa de obras y acciones calendarizado y se realiza el seguimiento de obras.

#### **2.4 Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil**

En el manual para el control de inundaciones de Conagua se llevó a cabo un análisis de las 32 leyes estatales de protección civil. Prácticamente todos hacen una clasificación de los riesgos que puedan afectar al estado y casi todos los clasifican regularmente en desastres por fenómenos naturales y desastres por actividades humanas. En todos los casos, el responsable del primer contacto con la emergencia es el municipio.

En la Ley de Protección Civil se propone realizar una declaratoria de emergencia con el propósito de aplicar las medidas de apoyo para esas circunstancias. En algunas ocasiones no se le llama emergencias sino alerta o algún otro nombre, en otras ocasiones se denominan declaratorias de desastre que indican un nivel mayor de intensidad. Dos o tres de las leyes analizadas mencionan específicamente a las inundaciones, pero sólo como parte de la clasificación de las emergencias hidrometeorológicas. Aunque algunas de las leyes mencionan los albergues, ninguna llega a plantear la ubicación de los mismos.

La mayoría de las leyes establecen la posibilidad y en ocasiones la obligación de realizar simulacros, sin embargo no hay una sola ley que especifique que se deba realizar un simulacro específico en el caso de inundaciones (Tabla 2.3).



Tabla 2.3 Matriz de análisis de las leyes estatales de Protección Civil

Matriz de análisis de las leyes estatales de Protección Civil					
Estado		Distrito Federal	Hidalgo	México	Tlaxcala
1	Año de emisión	2002	2001	1994	2001
2	Número de artículos	106	93	53	68
3	Artículos transitorios	4	3	6	8
4	Clasificación de riesgos				
5	Desastres tecnológicos		X		
6	Transfiere la primera responsabilidad al municipio	X			
7	Declaratoria de emergencia	X		X	X
8	Declaración estado de alerta				
9	Declaratoria de desastre				
10	Declaratoria de desastre natural				
11	Publicación de declaratoria de emergencia				X
12	Publicación de declaratoria de desastre				
13	Declaratoria de fin de emergencia				
14	Establece PC nivel estatal	X	X	X	X
15	Establece PC nivel municipal	X	X	X	X
16	Promotor de estudios e investigaciones	X	X	X	X
17	Promueve cultura de PC	X	X	X	X
18	Coordina apoyos externos nacionales e internacionales				
19	Coordinación con otras entidades	X		X	
20	Reconoce grupos voluntarios	X	X	X	X
21	Registro de grupos voluntarios	X	X	X	X
22	Promueve capacitación en PC	X	X	X	
23	Promueve realización de simulacros		X		X
24	Solicitud declaratoria de desastre ante Gobernación				
28	Establece existencia de albergues				
29	Integración Atlas de Riesgo a nivel estatal		X	X	
30	Integración Atlas de Riesgo nivel municipal	X	X		X
31	Actualizar el Atlas de Riesgos				
32	Requisa				
34	Promueve difusión de programas de PC	X	X	X	X
35	Posibilidad de solicitar Plan DNIII-E				
36	Financiamiento institucional	X	X	X	X
37	Puede recibir donaciones				
38	Evaluación expost				
39	Catálogo de recursos humanos	X	X	X	X
40	Coordinar sistemas de comunicación	X	X	X	X
41	Revisar y opinar sobre asentamientos humanos irregulares				
42	Apoyos para reubicación				
43	Programas especiales de PC				
44	Cualquier persona puede denunciar riesgos	X	X	X	X
45	Promueve cultura de prevención	X		X	
46	Elaboración de peritajes de causalidad				
47	Declaración de área de protección				
48	Los medios de comunicación obligados a difundir programas de PC	X			
49	Fondo estatal o municipal para la atención de				X

Matriz de análisis de las leyes estatales de Protección Civil					
Estado		Distrito Federal	Hidalgo	México	Tlaxcala
	desastres				
50	CONAGUA forma parte del consejo estatal				
51	Otras leyes que toquen temas de PC				
52	Posibilidad creación órganos especiales de PC para algún tipo de emergencia				
53	Programa de premios y estímulos de PC				
54	Edad mínima para director de PC				
55	Rutas de evacuación para discapacitados	X			
56	Las universidades son parte de PC				
57	Centro de operaciones móvil				
58	Policía ecológica				
59	Constancia de factibilidad PC para nuevos asentamientos				
60	Promueve lugares para construcción de viviendas seguras		X		
61	PC coordina al H. Cuerpo de Bomberos		X		
62	Establecimiento de centros de acopio		X		
63	Cuotas por servicios de PC				
64	Estudios para definir albergues en el estado				
65	Contratación de seguros contra desastres				
66	Invitación a los medios de comunicación a las sesiones del consejo estatal				
67	Carta de corresponsabilidad				
68	Requisitos de medidas de evacuación				
69	Centros regionales permanentes de PC				
70	Vigila destino final de desechos sólidos				
71	Autoridad para decidir ubicación de un refugio temporal				
72	Declaratoria de zonas de riesgo, para reubicación				

Fuente: Manual para el control de inundaciones, Conagua, febrero de 2011

Adicionalmente al análisis de las leyes de protección civil se cuenta dentro del marco jurídico federal, internacional, estatal y municipal las disposiciones normativas que se consideran más relevantes:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Tratados Internacionales
- Ley General de Protección Civil.
- Ley General de Asentamientos Humanos.
- Leyes de Aguas Nacionales
- Ley General de Bienes Nacionales
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público
- Ley Agraria
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018
- Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas
- Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua
- Comisión Intersecretarial para la atención de Sequias e Inundaciones.
- Constituciones Políticas de los Estados que forman parte de dichos organismos de cuenca.
- Leyes Estatales en materia de Protección Civil

- Leyes de Asentamientos Humanos Estatales
- Reglamentos Municipales en materia de Protección Civil
- Leyes Estatales de Agua
- Planes Estatales de Desarrollo de cada Estado.
- Leyes Orgánicas Estatales y Municipales
- Manual para el Control de Inundaciones

A continuación se tienen las disposiciones jurídicas vigentes en materia de inundaciones, protección civil, asentamientos humanos, entre otras, aplicables a los tres niveles de gobierno mexicano como son el federal, estatal y municipal:

### **Gobierno Federal**

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.- Artículos 1, 4 párrafo quinto y sexto, 27 párrafo I, II, 73 fracciones XXIX-, XXIX-G, XXIX-X, 115 fracción V, incisos a, b, c, d, e, f, fracción VI, 134.
- Presupuesto de Egresos de la Federación.- Artículo 14 BIS – 2, anexos 13, 15, 16, 17, 18, 27, 28, 29, 30, publicado en el Diario Oficial de la Federación el veintitrés de diciembre de dos mil doce, páginas 7 y 8 de la cuarta sección.
- Ley de Aguas Nacionales.- Artículos 1, 12 BIS – 5 fracción VIII, 12 BIS – 6 Fracción XXV, Meteorológico Nacional, artículo 14 BIS – 2, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua artículo 14 BIS – 3 fracciones VI, VII, X y XIV. Principios que sustenta la Política Nacional artículo 14 BIS – 5 fracciones XIV, XIX, Instrumentos básicos de la Política Hídrica Nacional artículo 14 BIS – 6 fracción I.
- Acuerdo por el que se ordena a la Comisión Nacional del Agua, establecer las medidas de prevención y control de los efectos provocados por fenómenos meteorológicos extraordinarios. Artículos 1 y 2, publicado en el Diario Oficial de

la Federación el nueve de septiembre de dos mil diez.

- Acuerdo por el que se crea la Comisión Intersecretarial para la atención de Sequías e Inundaciones. Artículos 1 y 3 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII y XIII, publicado en el Diario Oficial de la Federación el cinco de abril de dos mil trece.
- Ley General de Bienes Nacionales. Artículos 527 párrafo cuarto, quinto y sexto, 42 fracción IV, y artículo 132 de la Carta Magna.
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. Artículo 41 fracciones II y V.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 133, relacionada a los Tratados Internacionales vigentes.
- Ley General de Asentamientos Humanos. Artículos 1, 3 fracciones VI y XII, 5 fracciones I, II y IV, 6, 7 fracción X, 8 fracciones I y IV, 9 fracciones I, II, V y X, 12, 19 párrafo segundo, 27, 32, 33 fracción VI, 35 fracciones III, IV y V, 38, 49 fracción X, Transitorio tercero.
- Ley General de Protección Civil. Artículos 1, 4 fracción VI, 7 fracciones I y IX, 8, 10, 11, 17, 18, 19 fracciones VIII, XII, XXII, XXIX, 24, 26 fracciones IV, X, XII, 32, 34 fracciones I y II, 40, 47, 58 fracciones I, II y III, 59, 60, 66, 67, 74, 75 fracciones I, II, III IV, V, VI, VII, 84 Y 85.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Artículos 1 fracción VIII, 3 fracciones VIII, X, XI, 5 fracción VII, 8 fracción XI, 23 fracciones VIII, X, 28, 145 fracción I.
- Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018. I.6. Estrategia, 1.6.1. Estrategia, 1.6.2. Gestión emergente y atención eficaz de desastres
- Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricas. Artículos 1,2, 3 fracciones I, II, III, 4, 5, 7, 9,

14, 19 fracciones I y II, 21, 27, 34 incisos a, b, c, d, 34 BIS, 44, 46, 47, Transitorio tercero.

- Código Penal Federal. Artículos 420 fracciones IV, 421 fracciones I y II.
- Acuerdo por el que se establece las Reglas de Operación del Fondo para la Prevención de Desastres. Artículos 1,2, 4,5, 7,8, 10, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 31, 35, 39, 44, 44, 46, 49 53, anexo 1 inundaciones, Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de dos mil diez.
- Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua. Artículos 1, 11 fracciones VIII, XI, 13 fracción XX incisos d, 15, 84 fracciones III, VI, VIII, IX.
- Ley Agraria. Artículos 1, 2, 24, 25, 26, 27, 28, 56, 66, 87,88.
- Reglamento Interior de la Secretaria de Gobernación. Coordinación Nacional de Protección Civil, artículos 1, 2 inciso b, fracción XIV.
- Manual para el control de Inundaciones. 1.5. Planes de desarrollo de emergencias, de control de inundaciones, de protección civil, de atención a la Salud, 1.6. Leyes y normas.

### **Gobierno Estatal**

- Constitución Política del Estado de Hidalgo. Artículos 47 fracciones I, II, III, IV, V, VI, 56 fracciones I,II, XXIII, XXIV, 71 fracción I,II, 82, 139 inciso j).
- Constitución Política del Estado de Tlaxcala. Artículos 1, 46 fracciones I,II,III,IV,V,VI, 54 fracciones I, V,VI, 86, 70 fracción I.
- Constitución Política del Estado de México. Artículos 1, 61 fracciones de la I a XLVIII, 77 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII,XIV,XV,XVI,XVII a XLV, 112, 113, 122, 123,124, 128 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII.
- Estatuto de Gobierno del Distrito Federal. Artículos 1,8 fracciones I,II,III, 24

fracción I, 32 fracción II,, 42 fracciones I,II,V,VIII,XIII,XIV, 46 fracciones I,II,III, 67 fracciones I,II,III,IV, XVI.

- Leyes de Protección Civil Estatales
- Hidalgo. Artículos 1,8 fracciones I,II,III,IV,V, 9 fracciones I,II,III, 10, 12 fracciones de la I a XX, 15 fracciones de la I a XXIX, 18 fracciones I,II,III,IV,V,VI, 20 fracciones de la I, II, III, 26 fracciones I, II, 28 fracciones I, II, III,IV, V, VI, 35 fracciones I, II,II,IV,V,VI,VII,VIII, XI,X, 36, 38 fracciones de la I a VI, 39 fracciones I,II, 50, 56 fracciones de la I a VIII.
- Tlaxcala. Artículos 1, 4 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII, 6 fracciones I,II,III,IV,V,VI,,VII, 8 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX, 9 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII, 10 fracciones de la I a XIII,, 28,29, 32 fracciones I,II,III,IV,V, 60 70.
- Estado de México. Artículos 1, 7, 11 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII, IX,X,XI,XII,XII,XIV,XV,XVI,XVII,XVIII,XIX,XX ,XXI,XII,XXIII, 12, 14 fracciones de la I a XI, 10 fracciones I,II,III,IV, 24 fracciones de la I a VII, 26 fracciones de la I a IX, 27 fracciones de la I a VII, 28 fracciones de la I a XXI, 29 fracciones de la I a XIV, 30 fracciones de la I a X, 31 fracciones de la I a VII, 32 fracciones de la I a III, 35 fracciones de la I a VI, 27 fracciones de la I a V, 40 fracciones de la I a VI, 47 fracciones de la I a IV, 48 fracciones de la I a IV, 54,55 fracciones de la I a V, 57,70,73, 75.
- Distrito Federal. Artículos 1, 2,4, 8 fracciones de la I a VI, 10, 14 fracciones de la I a XXI, 15 fracciones de la I a XLIV, 16 fracciones de la I a XXII, 18, 20 fracciones de la I a XIII, 26 fracciones de la I a XIII, 29 fracciones de la I a VI, 45 fracciones de la I a XIII, 46 fracciones de la I a VI, 52, 54, 57 fracciones de la I a XII, 60, 69, 70, 74, 79,80, 81 fracciones de la I a XI, 82, 97, 102, 106, 107, 117, 125, 132, 136, 165, 170, 1717, 172. (*Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal*).

- Leyes de Desarrollo Urbano Estatales
- Hidalgo. Artículos 2, 3 fracciones I,II,III,IV,V,VI, 5 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII,XIII,XIV,XV,XVI, 7 fracciones de la I a XXVII, 8 fracciones de la I a XXIV, 10 fracciones de la I a VII, 16 fracciones de la I a VI, 54 fracciones de la I a XI.
- Tlaxcala. Artículos 1, 12 fracciones I,II,III,IV,V,VI, 13 fracciones de la I a XII, 15 fracciones de la I a XVI, 16 fracción I, 23 fracciones I, II,III, 29 fracción I, 30, 60,61,62,67, 70 fracciones I,II,III, 75,88,91. (Ley de Ordenamiento Territorial del Estado de Tlaxcala).
- Estado de México. Artículos 1 fracciones I,II,III,IV, 3 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,IX,X,XI,XII, 11 fracciones I,II,III, 12 fracciones de la I a XXII, 13 fracciones de la I a XX, 21 fracciones de la I a VI, 23 fracciones de la I a VIII, 24 fracciones de la I a VI, 38 fracciones de la I a III, 44, 45,46 fracciones de la I a IV, 47 fracciones de la I a IV. (Ley de Asentamientos Humanos).
- Distrito Federal. Artículos 1, 4 fracciones I,II,III,IV,V, 5 fracciones I,II,III,IV, 6 fracciones de la I a XII, 7 fracciones de la I a XXXVIII, 8 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX, 28, 31 fracciones I,II,III,IV,V.

### **Gobierno Municipal**

- Artículo 9 fracción I de la Ley General de Asentamientos Humanos, señala que corresponde a los Municipios, formular, aprobar y administrar los planes o programas municipales de desarrollo urbano de los centros de población, evaluar su cumplimiento, fracción V señala de proponer la fundación de centros de población.

En cuanto a las tres componentes de una inundación (antes, durante y después) las disposiciones jurídicas se agrupan de la siguiente forma:

### **Antes de la inundación**

*Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*

- Artículos 4º en su párrafo cuarto, señala “que toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las Entidades Federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución”
- Párrafo quinto del mismo numeral en cita, señala “toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano o para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo prorogue en términos de lo dispuesto por la ley” esta disposición esta previas (antes) de que ocurra la inundación.

Leyes Estatales de Protección Civil

- Hidalgo. Artículo 8 fracción I, señala que el Gobernador del Estado, expedirá los decretos, acuerdos y demás disposiciones que se estime pertinente para, crear organismos relacionados con los fines que persigue esta Ley, las cuales funcionan la estructura y funciones que sean acorde con sus objetivos e implementar acciones que fomenten la cultura para la protección civil.
- Tlaxcala. Artículo 4 fracción VII, las políticas en materia de Protección Civil, se ceñirá a lo establecido por los Planes Nacional y Estatal de Desarrollo, programas Nacional y Estatal de Protección Civil y análisis de riesgos como sustento en la implementación de medidas de prevención y mitigación.
- Estado de México. Precepto legal 11 fracción XXII, son atribuciones del Sistema Estatal de Protección Civil, entre otras, el de promover la cultura de la autoprotección, que convoque y asume el

interés de la población en general, así como su participación individual y colectiva.

- Distrito Federal. Precepto legal 14 fracción II, entre otras, le corresponde al Jefe de Gobierno, el de establecer las políticas a seguir en la materia de prevención del desastre y protección civil para el Distrito Federal.

### ***Durante la inundación.***

Leyes de Protección civil de los Estados

- Hidalgo. Artículo 8 fracción V, que el Gobernador del Estado, entre otras, el de coordinar acciones de auxilio y de restablecimiento, con la Unidad Estatal de Protección Civil.
- Tlaxcala. Artículo 32 fracción I, entre otras atribuciones del Consejo Estatal, el de analizar la situación de emergencia o desastre que afecte al Estado, a fin de evaluar el alcance del impacto y formular las recomendaciones necesarias para proteger a la población, sus bienes, la planta productiva, el medio ambiente y la infraestructura estrategia.
- Estado de México. Artículo 11 fracción VIII, entre otras atribuciones del Sistema Estatal de protección civil, la a aplicar los recursos estatales y federales a las acciones correctivas de prevención, de auxilio y de recuperación.
- Distrito Federal. Artículo 14 fracción VI, de la Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal, le corresponde al Jefe de Gobierno, el de incluir en el proyecto de presupuesto de Egresos del Distrito Federal, los recursos financieros, necesarios para las acciones de protección civil, precisando los montos para las acciones de protección civil, , el auxilio y la recuperación de los mismos, así como disponer de la utilización de los mismos, con arreglo a lo previsto en las disposiciones de la materia.

### ***Después de la inundación***

Leyes de Protección Civil de los Estados

- Hidalgo. Artículo 8 fracción IV, señala la obligación del Gobernador del Estado, entre otras, el de emitir declaratorias de emergencias a través de los medios de comunicación social.
- Tlaxcala. Artículo 10 fracción X corresponde al Gobernador del Estado, y a los Ayuntamientos, el de disponer la utilización y destino de los recursos de los instrumentos financieros de gestión de riesgos, de conformidad con lo dispuesto por las disposiciones aplicables.
- Estado de México. Artículo 4 la prevención, en situación normal, así como las acciones de auxilio a las personas y restablecimiento de los servicios públicos básicos en condición de emergencias, son responsabilidad del Estado y los Municipios.
- Distrito Federal. Precepto legal 14 fracción XI, entre otras, le corresponde al Jefe de Gobierno del Distrito Federal, el de resolver y en su caso emitir, a solicitud de la Secretaría o de los Jefes Delegacionales, las declaratorias de emergencias o desastres del Distrito Federal, informando al Consejo sobre las consideraciones que motivaron la expedición o el rechazo, así como el destino de los recursos erogados con cargo a los fondos, sin perjuicio de las informes que tenga que rendir a los órganos de vigilancia y control del presupuesto en términos de la legislación vigente.

## **2.5 Instituciones involucradas en la gestión de crecientes**

En el Gobierno Federal, la Secretaría de Gobernación y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales son las agencias gubernamentales directamente responsables en la administración y atención de crecientes e inundaciones, a través de la Dirección General de Protección Civil y la Comisión Nacional del Agua, respectivamente, ambas agencias tienen su contraparte en los Estados de la República, además para el caso de la Comisión Nacional del Agua existente 13 regiones hidrológico-administrativas.

Otras de las principales dependencias involucradas son: Secretaría de la Defensa Nacional, Secretaría de Marina, Secretaría de Seguridad Pública, Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Turismo, Cruz Roja, entre otros.

Es importante mencionar que el pasado mes de abril de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el ACUERDO por el que se crea la Comisión Intersecretarial para la Atención de Sequías e Inundaciones, el cual señala en el ARTÍCULO PRIMERO, que se crea con carácter permanente, que tiene por objeto la coordinación de acciones entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en sus tres niveles, relativas al análisis de riesgos y la implementación de medidas de prevención y mitigación de fenómenos meteorológicos extraordinarios y los efectos que éstos generan, tales como sequías e inundaciones.

Como puede verse a través de esta Comisión el Gobierno Federal pretende lograr que todas las Secretarías involucradas, la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional del Agua trabajen de forma coordinada entre ellas y con los gobiernos estatales y municipales, en beneficio de la población. A continuación se muestran los tres niveles de gobierno involucrados, así como las instituciones internacionales:

#### **Federales**

- Corresponde al Ejecutivo Federal en materia de protección civil, por conducto de la Secretaría de Gobernación, a través de la Coordinadora Nacional de Protección Civil.
- Comité Científico asesor sobre el Fenómeno Perturbador de carácter Hidrometeorológico, integrado por personal de la UNAM, CFE, CONAGUA, IMTA, U. de Guadalajara, SNEAM, CENAPRED.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público para efectos de transferir a los estados

los recursos económicos con el objeto de afrontar los riesgos en materia de gestión integral de inundaciones.

- El Congreso de la Unión (Cámara de diputados y Cámara de Senadores)
- Secretaría de la Función Pública, hasta en tanto no se publique en el Diario Oficial de la Federación la Comisión Anticorrupción.
- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

#### **Estatales**

- El Ejecutivo Estatal (Gobernador) o también llamado mandatario estatal.
- Protección civil estatal
- El Jefe de Gobierno, en el caso del Distrito Federal, así como los Jefes Delegacionales, en el ámbito de competencia de cada uno.
- Las áreas de protección civil del Distrito Federal, así como de sus delegaciones.
- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

#### **Municipales**

- El Presidente Municipal
- El Cabildo
- Protección civil municipal
- En su caso, conjuntamente con los tres niveles de gobierno, Federal, Estatal y municipal.

#### **Internacionales**

La Organización Meteorológica Mundial (OMM). Desde su creación, la OMM ha participado de forma excepcional e importante en la seguridad y el bienestar de la humanidad. En el marco de los programas de la OMM y bajo su dirección los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales contribuyen sustancialmente a la protección de la vida humana y los bienes frente a los desastres naturales, a la salvaguardia del

medio ambiente y a la mejora del bienestar económico y social de todos los sectores de la sociedad en esferas como la seguridad alimentaria, los recursos hídricos y el transporte. Además, fomenta la colaboración entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales y favorece la aplicación de la meteorología a los servicios meteorológicos para el público, la agricultura, la aviación, la navegación, el medio ambiente, las cuestiones relacionadas con el agua y la atenuación de los efectos de los desastres naturales.

La Asociación Mundial del Agua [Global Water Partnership (GWP)] es una red internacional abierta a todas las organizaciones que tienen que ver con la gestión de los recursos hídricos. Fue creada en 1996 con el objetivo de promover la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH).

El Programa Asociado de Gestión de Inundaciones, que se conoce por su sigla en inglés APFM, es una iniciativa conjunta de la Organización Meteorológica Mundial y la Asociación Mundial del Agua [Global Water Partnership (GWP)]. El Programa promueve el concepto de gestión integrada de inundaciones, nuevo enfoque en materia de gestión de crecidas. Cuenta con respaldo financiero de los gobiernos de Japón y los Países Bajos.

El Centro Internacional para la Gestión de los Desastres y Riesgos relacionados con el Agua (ICHARM), auspiciado por la UNESCO, fue creado en 2006. El ICHARM se encarga de los desastres relacionados con el agua, como las inundaciones y las sequías, que son los mayores desafíos que se necesita superar para garantizar un desarrollo humano sostenible y la reducción de la pobreza.

### **2.5.1 Reparto de competencias institucionales**

#### ***A nivel federal***

Ley General de Protección Civil

- Artículo 4 fracción I señala que las políticas públicas en materia de protección civil, se ceñirán al Plan Nacional de Desarrollo y al Programa Nacional de Protec-

ción Civil, identificar, analizar los riesgos como sustento para la implementación de las medidas de prevención y mitigación, entre otras.

- Artículo 7 fracción I de la misma Ley de referencia, señala que le corresponde al Ejecutivo Federal en la materia, asegurar el correcto funcionamiento del Sistema Nacional y dictar los lineamientos generales para coordinar las labores de protección civil en beneficio de la población, sus bienes, fracción II de la incorporación de la Gestión Integral de Riesgos, fracción III del Proyecto de Presupuestos de Egresos de la Federación de cada Ejercicio Fiscal, fracción IV emitir la declaratoria de emergencia o desastre de origen natural. Artículo 9 señala que se deberá realizar la organización, políticas públicas de protección civil en forma coordinada entre los tres órdenes de Gobierno (Federal, Estatal y Municipal).

Ley General de Asentamientos Humanos

- Artículo 1 fracción I señala que se deber establecer la concurrencia de la Federación, Entidades Federativas y Municipios, para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional.
- Artículo 6 señala que le corresponde a la Federación en materia de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y de desarrollo urbano de los centros de población que tiene el Estado, serán ejercidos en forma concurrente entre los tres niveles de gobierno (Federal, Estatal y Municipal) dentro del ámbito de competencia que se señala en nuestra Carta Magna.
- Manual para el control de inundaciones
- Artículo 1.5. Planes de desarrollo de emergencias de control de inundaciones de protección civil a atención a la Salud, señala que se desarrolla las actividades por CONAGUA en sus jurisdicciones hidrológicas administrativas en los planes de protección civil, apegados al Sistema Nacional de Protección Civil.



### ***A nivel estatal***

Leyes de Protección Civil de los Estados

- Hidalgo. Artículo 5 señala que le compete la aplicación de la presente Ley, al Gobernador del Estado, al Sistema Estatal de Protección Civil, al Sistema Municipales de Protección Civil.
- Tlaxcala. Artículo 9 fracción I, las autoridades de protección civil, deberán observar entre otras principios, la prioridad en la protección a la vida, salud e integridad de las personas.
- Estado de México. Artículo 4 la prevención, en situación normal, así como las acciones de auxilio a la población y restablecimiento de los servicios públicos básicos en condición de emergencias, son responsabilidad del Gobernador y de los Municipios.

- Distrito Federal. Artículo 4 el funcionamiento del Sistema de Protección Civil, como su aplicación, le corresponde al Jefe de Gobierno del Distrito Federal, a la Secretaria de Protección Civil, Delegaciones, en el ámbito de sus respectivas competencias.

### ***A nivel municipal***

- Ley General de Asentamientos Humanos. Artículo 9 fracción I, señala que corresponde a los Municipios, formular, aprobar y administrar los planes o programas municipales de desarrollo urbano de los centros de población, evaluar su cumplimiento, fracción V señala el de proponer la fundación de centros de población.



C.F. 02300 MEXI  
TEL. 5-67-82-11

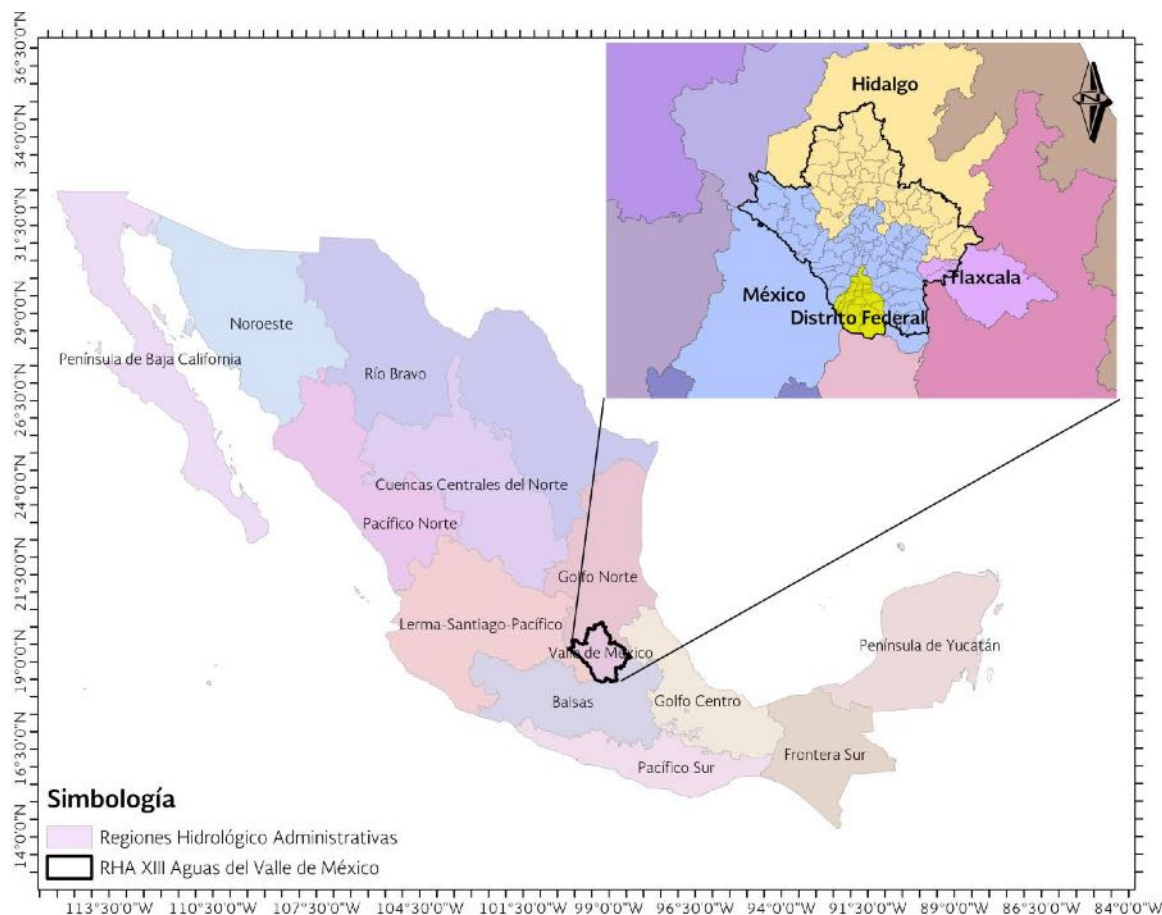
MAIZOR  
S.A. DE C.V.  
CARRETERA 56 No 1100  
C.P. INDUSTRIAL VAL

### 3. Caracterización de las zonas inundables

La RHA XIII Aguas del Valle de México se localiza en la zona centro del país, entre las coordenadas geográficas 98°13'14" y 100°04'21" de longitud oeste y 19° 02' 43" y 20° 46' 54" de latitud norte. Esta región cuenta con una superficie de 18,109.7 km<sup>2</sup>, equivalente al 0.93% de la superficie terrestre de la República Mexicana. Al norte colin-

da con la RHA IX Golfo Norte, al este con la RHA X Golfo Centro, al sur con la RHA IV Balsas y al oeste con la RHA VIII Lerma-Santiago-Pacífico. Además comprende en su totalidad al Distrito federal y parcialmente a los estados de Tlaxcala, Hidalgo y Estado de México (Figura 3.1).

Figura 3.1 Ubicación de la RHA XIII Aguas del Valle de México

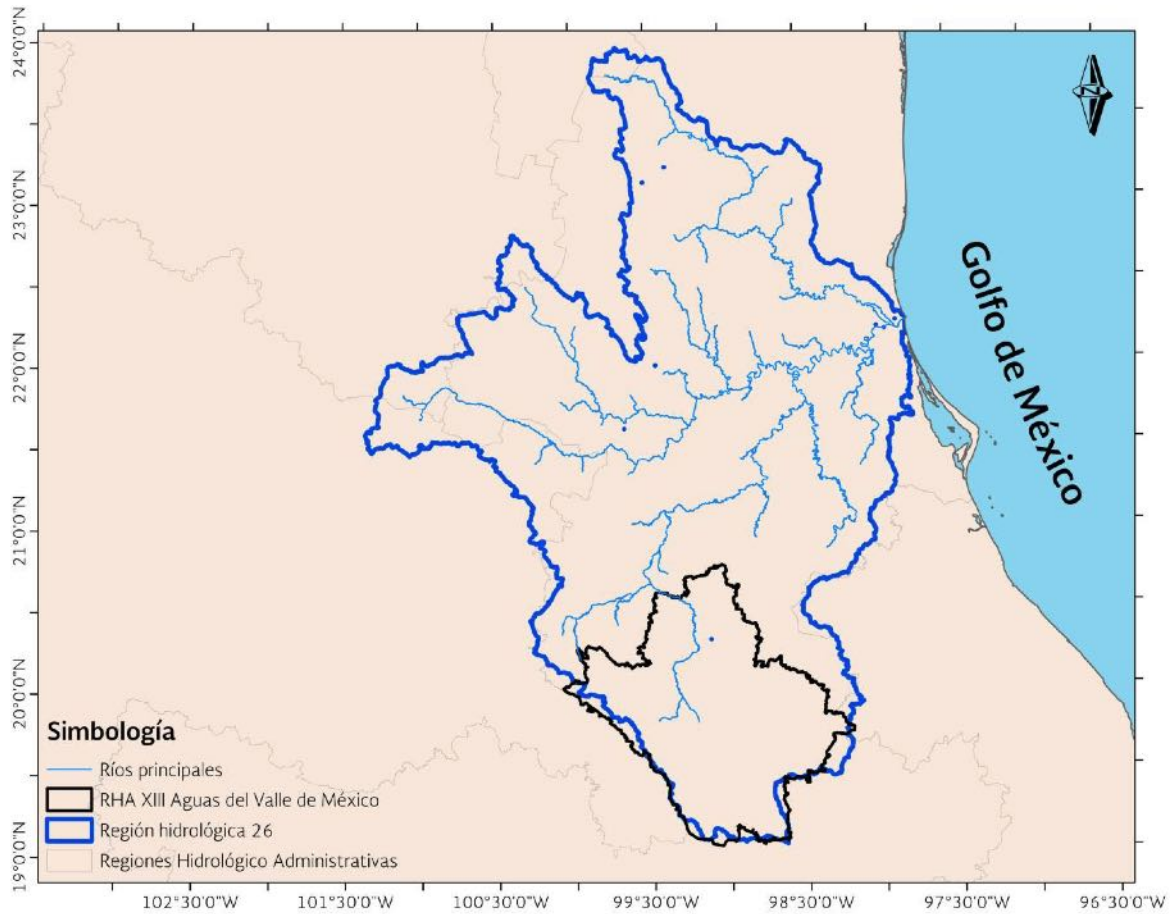


Fuente: Elaborado a partir de: Sistema Nacional de Información del Agua 2012.

Administrativamente está integrada por 121 municipios: 16 en el Distrito Federal, 39 de Hidalgo, 62 del Estado de México y 4 de Tlaxcala.

La RHA se encuentra contenida dentro de la Región hidrológica (Rh) 26 Pánuco, sobre la parte alta de la cuenca del Río Moctezuma (Figura 3.2).

Figura 3.2 Región hidrológica 26, Pánuco



Fuente: Elaborado a partir de: Región hidrológica de Conagua 2013, cuencas del Diario Oficial, información proporcionada por GASIR.

### 3.1 Identificación de zonas potencialmente inundables

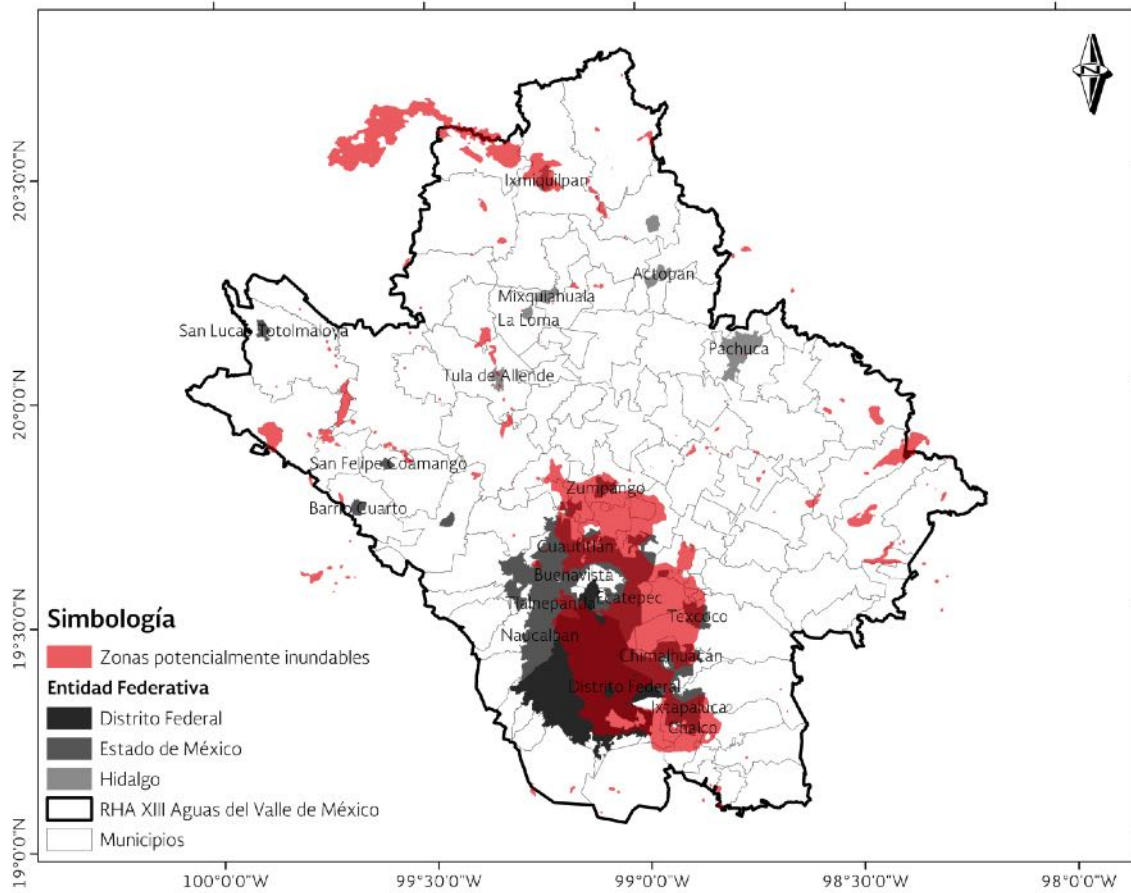
De acuerdo al Mapa Nacional de Índice de Inundación<sup>2</sup> en la RHA XIII se tiene una superficie de aproximadamente 2,264 km<sup>2</sup> de zonas potencialmente inundables, 12.5% de la superficie de la RHA. El mapa es una primera aproximación para caracterizar el potencial de inundación y se construyó a partir del cálculo del Índice Topográfico, definido como el cociente entre la acumulación de flujo (Área de drenaje parcial “aguas arriba”

para un punto en particular) y la tangente de la pendiente<sup>3</sup>. Su aplicación principal consiste en la identificación de humedales, definidos como zonas perennes o efímeramente saturadas o inundadas. Los valores altos del índice corresponden a regiones propensas a inundación, el índice constituye un elemento poderoso y simple para la determinación de dichas regiones (Figura 3.3).

<sup>2</sup> Uribe-Alcántara, Edgar Misael, et al, Mapa Nacional de Índice de Inundación. Agroasemex, S. A., Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. I, núm. 2, abril-junio de 2010, pp. 73-85.

<sup>3</sup> Beven, K.J. and Kirkby, M.J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrol. Sci. Bull.* Vol. 24, no. 1, 1979, pp. 43-69.

Figura 3.3 Zonas potencialmente inundables



Fuente: Elaborado a partir de: Agroasemex S. A.

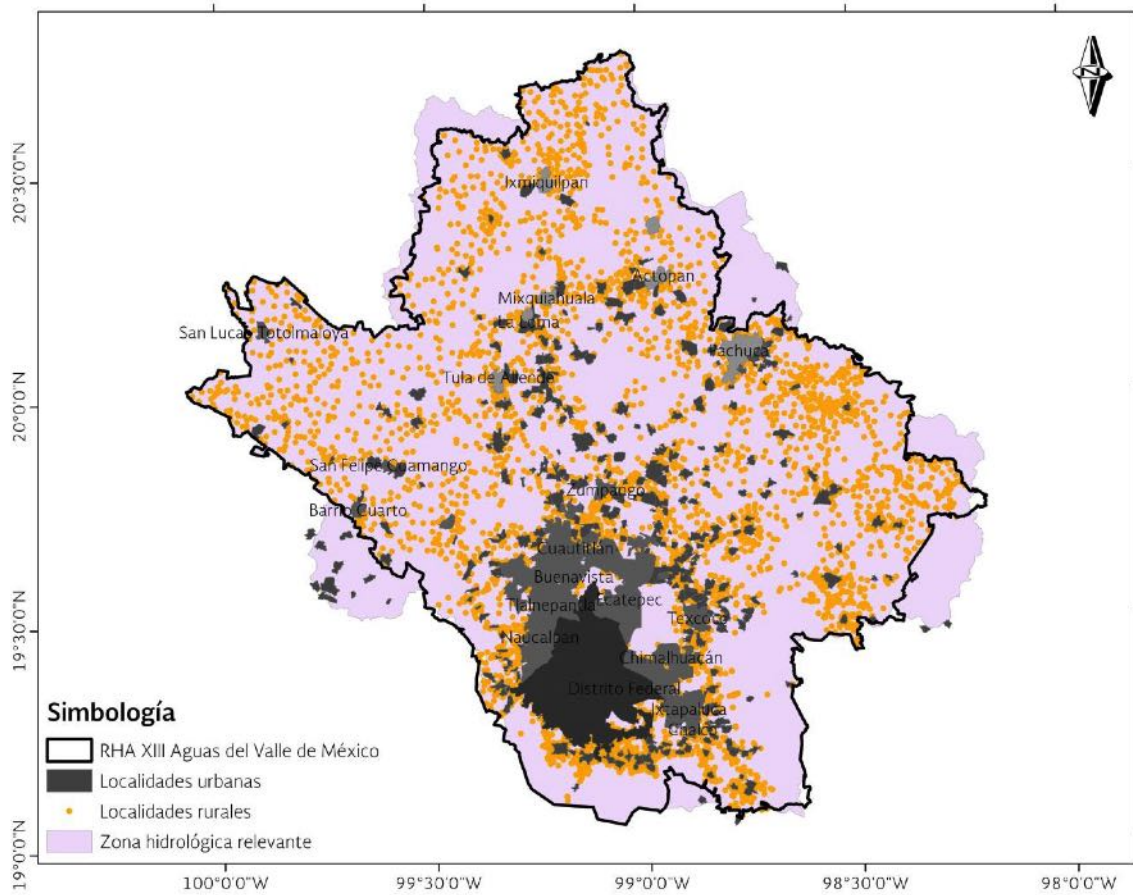
Con base en el mapa de índice de inundación se tienen 152 localidades urbanas de 460 en total que intersectan con alguna zona de inundación, aproximadamente estas 152 localidades suman una superficie de 2,000 km<sup>2</sup> y el área potencial de inundación de estas localidades es de 1,102 km<sup>2</sup> (55%).

### 3.2 Socioeconómica

En la RHA se ubican 4,117 localidades<sup>4</sup> (Figura 3.4) con una población total de 21,815,315 habitantes, 403 localidades del tipo urbano con 20,649,942 habitantes (94.7%). Se ubican además, 3,714 localidades rurales que en conjunto concentran 1,165,373 habitantes (5.3%).

<sup>4</sup> No se contabilizan las localidades de una y dos viviendas.

Figura 3.4 Localidades urbanas y rurales



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI 2010.

Para efectos del Programa, las variables de interés del Censo General de Población y Vivienda de INEGI, realizado en 2010, son las mostradas en la siguiente tabla (Tabla 3.1). En la tabla se muestra información de las localidades, agrupadas por entidad federativa, ubicadas dentro de la RHA XIII. Para cada uno de los estados (Tabla 3.2), la población menor a 5 años y mayor a 60 años de edad varía entre el 18 y 21% con respecto a la población total de la RHA, en promedio un 4% de la población total cuenta con

alguna limitación o discapacidad, la cantidad de viviendas con piso de tierra se encuentra por abajo del 1%. El porcentaje de viviendas con servicios de agua, drenaje y luz es de 88% para el estado de Hidalgo y 96% para el Distrito Federal. La población económicamente activa varía del 39 al 46% del total de la población. Por último, en cuanto al grado promedio de escolaridad se tiene en promedio 15, lo que representa el tercer grado de secundaria sin finalizar.

Tabla 3.1 Variables socioeconómicas de interés para efectos de inundaciones

Estado	Número de localidades	Población total	Viviendas particulares habitadas	Población menor a 5 años y mayor a 60	Población con limitaciones	Grado promedio de escolaridad*	Población económicamente activa	Población sin derechohabencia	Viviendas con piso de tierra	Viviendas con servicios	Viviendas sin bienes
Distrito Federal	449	8,850,521	2,388,395	1,819,809	385,345	8.1	4,034,828	2,970,772	24,351	2,301,356	6,244
Hidalgo	1,340	1,539,145	392,205	288,932	66,441	7.3	618,581	508,457	14,893	344,112	7,130
México	1,480	11,340,516	2,823,781	2,032,394	405,687	7.5	4,695,246	4,823,757	78,626	2,625,567	18,423
Tlaxcala	40	75,021	17,953	14,117	3,058	7.0	29,619	19,367	627	17,198	275
<b>Total</b>	<b>3,309</b>	<b>21,805,203</b>	<b>5,622,334</b>	<b>4,155,252</b>	<b>860,531</b>	<b>7.5</b>	<b>9,378,274</b>	<b>8,322,353</b>	<b>118,497</b>	<b>5,288,233</b>	<b>32,072</b>

Fuente: Elaborado a partir de: Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010

Nota: Del análisis se eliminaron las localidades de una o dos viviendas y las localidades que no cuentan con información en las variables mostradas en la tabla.

\*Grado promedio de escolaridad: Resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad. Se consideró como grado cero a las personas que no especificaron los grados aprobados.

Tabla 3.2 Variables socioeconómicas de interés para efectos de inundaciones en porcentaje

Estado	Población menor a 5 años y mayor a 60	Población con limitaciones	Población económicamente activa	Población sin derechohabencia	Viviendas con piso de tierra	Viviendas con servicios*	Viviendas sin bienes
Distrito Federal	21%	4%	46%	34%	1.0%	96%	0.3%
Hidalgo	19%	4%	40%	33%	3.8%	88%	1.8%
México	18%	4%	41%	43%	2.8%	93%	0.7%
Tlaxcala	19%	4%	39%	26%	3.5%	96%	1.5%
<b>Total</b>	<b>19%</b>	<b>4%</b>	<b>43%</b>	<b>38%</b>	<b>0.5%</b>	<b>94%</b>	<b>0.1%</b>

Fuente: Elaborado a partir de: Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2010

\*Viviendas particulares habitadas que tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.

El Producto Interno Bruto (PIB) de los 121 municipios que integran la RHA XIII, ascendió en el año 2008 a dos billones 191 mil 673.4 millones de pesos (precios constantes de 2003). Esto significa que su contribución al PIB total nacional para ese mismo año es

de 25.8%, lo cual la convierte en este aspecto, en la RHA más importante del país. El Distrito Federal y los municipios del Estado de México, que pertenecen a esta RHA, contribuyen con el 96.7% del total del PIB regional (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Producto Interno Bruto por sector 2008

	Sector Primario		Sector Secundario		Sector Terciario		Total	
	Miles de pesos	%	Miles de pesos	%	Miles de pesos	%	Miles de pesos	%
<b>Total RHA XIII</b>	14,877,336	100	457,830,793	100	1,718,965,308	100	2,191,673,437	100
Distrito Federal	1,057,543	7.1	227,314,217	49.7	1,299,198,234	75	1,527,569,995	69.7
Hidalgo	3,493,357	23.5	29,718,289	6.5	36,489,329	2.1	69,700,976	3.2
México	10,178,611	68.4	199,843,674	43.7	381,314,016	22.2	591,336,303	27.0
Tlaxcala	147,825	1.0	954,612	0.2	1,963,728	0.1	3,066,166	0.1

Fuente: Elaborado a partir de: INEGI. Estadísticas de México con Cifras hasta 2010.

Nota: Por norma del Banco de México y acuerdo con el INEGI, las cifras se dan a precios de 2003, para estandarizar y hacer comparables los análisis a un año base común

Respecto a la participación por sector, en esta Región no se encuentra ninguno de los estados que más contribuyen, en el ámbito nacional, en la generación del PIB del Sector Primario. De hecho su aportación al PIB del Sector Primario nacional es de solamente 4.6%.

Los municipios del Estado de México y del estado de Hidalgo, considerados en esta Región, contribuyen con 91.9% del PIB total del Sector Primario.

Destacan el Distrito Federal y el Estado de México por su participación tanto en el Sector Secundario como en el Sector Terciario, situación que refleja la importancia que tie-

nen en estos mismos rubros, en el ámbito nacional. Si se considera la participación conjunta de ambas entidades federativas, su contribución en esta RHA es de 93.3% y 97.8% del PIB total de los Sectores Secundario y Terciario, respectivamente.

El Sector Terciario tiene gran relevancia: representó el 78.2% del PIB total de esta RHA, en el año 2008. El Sector Secundario fue el segundo en importancia con 20.9% de participación en el PIB total y el Sector Primario solamente participó con el 0.7% del PIB total de la RHA, en el año 2008 (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Distribución sectorial del Producto Interno bruto Regional, 2008

Sector	PIB (Miles de pesos, precios 2003)	Participación del sector en el PIB
Sector primario	14,877,336	0.7%
Sector secundario	457,830,793	20.9%
Sector terciario	1,718,965,308	78.4%
<b>Total regional</b>	<b>2,191,673,437</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia del IMTA con base en la información de México en Cifras, INEGI, 2011.



### 3.3 Fisiográfica, meteorológica e hidrológica

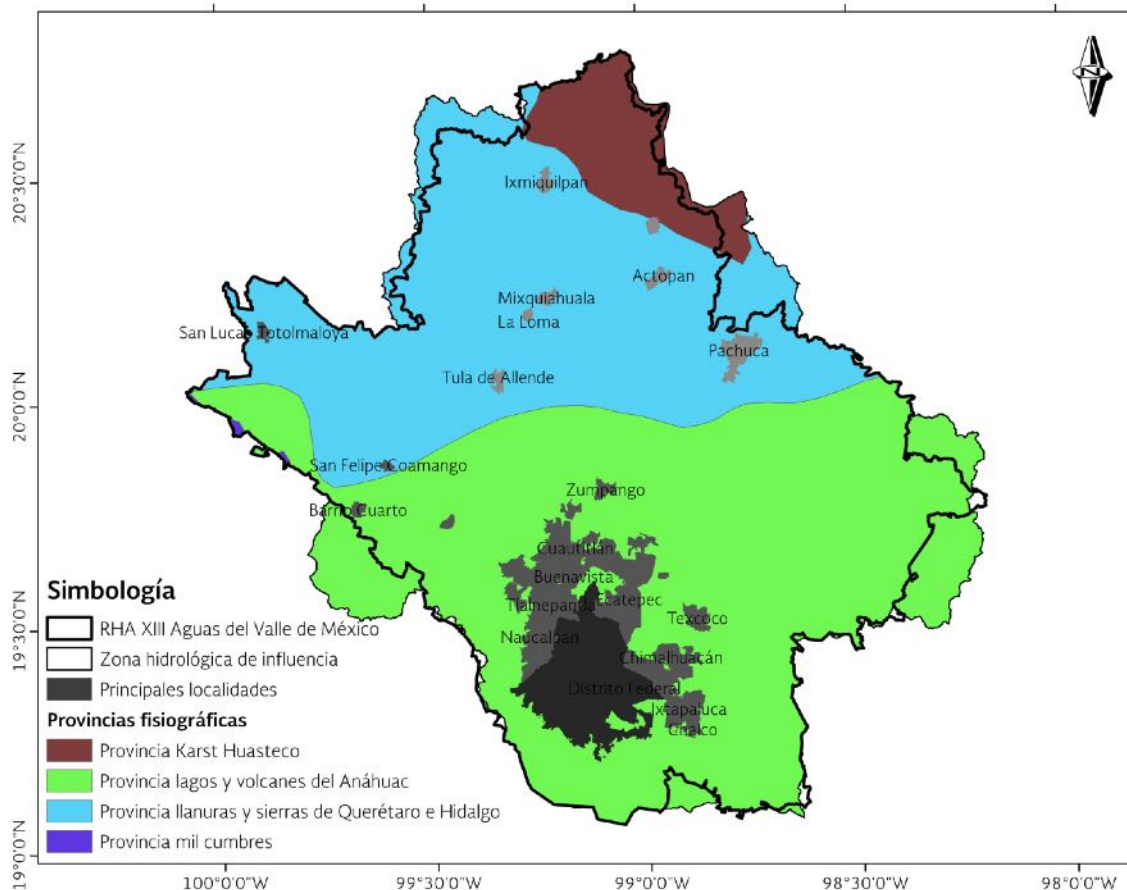
De acuerdo a los requerimientos que prevalecen en el actual Programa y que el objetivo es caracterizar las zonas de inundación, las cuales obedecen a aspectos hidrológicos (19,927.7 km<sup>2</sup>), los siguientes temas se detallarán según la delimitación hidrológica que tienen influencia sobre la superficie de la RHA XIII.

#### 3.3.1 Características fisiográficas

##### *Fisiografía*

La RHA XIII se caracteriza por pertenecer principalmente a tres provincias fisiográficas, la provincia Lagos y Volcanes del Anáhuac en la parte centro sur de la RHA en donde se asientan el Distrito Federal y su zona conurbada, al noroeste la provincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo en la cual se tienen localidades como Pachuca, Actopan, Tula de Allende e Ixmiquilpan. Hacia el norte, en menor proporción la provincia Karst Huasteco (Figura 3.5).

Figura 3.5 Provincias fisiográficas



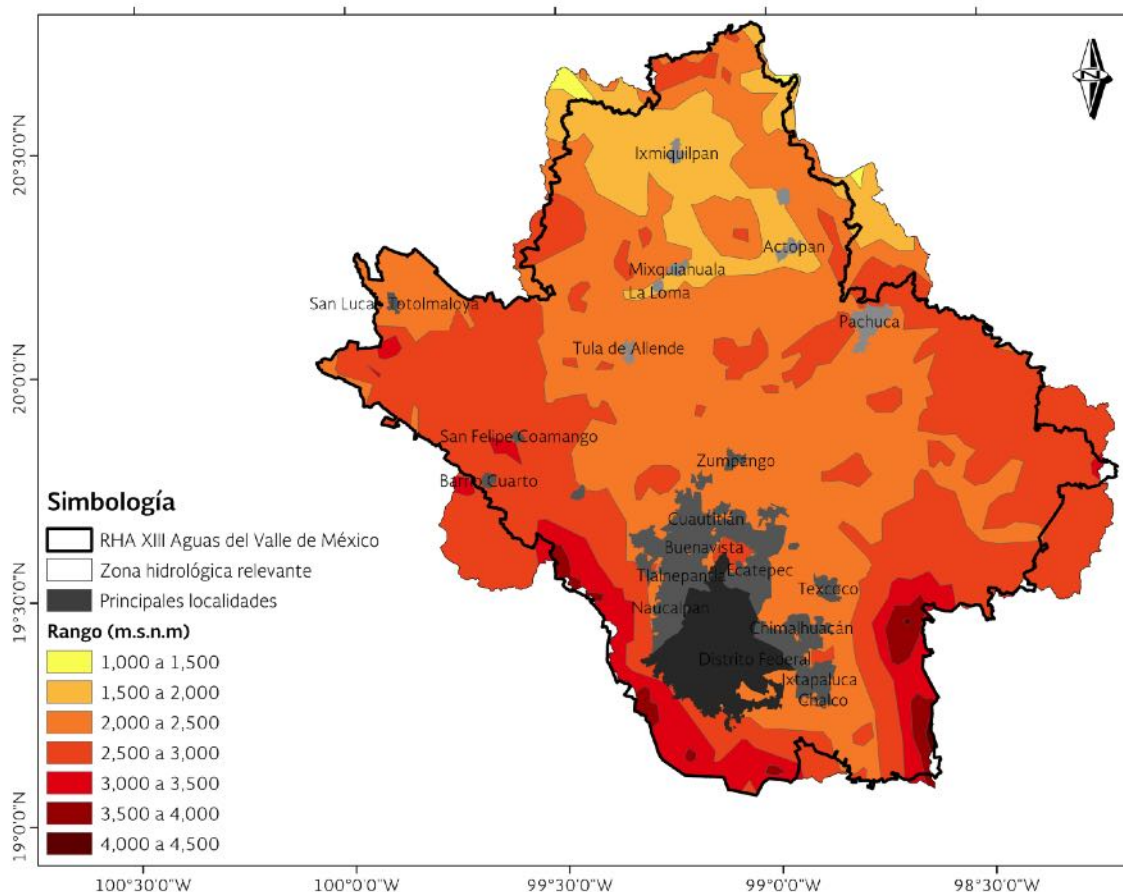
Fuente: Elaborado a partir de: Conabio, Cervantes-Zamora, Y., Cornejo-Olgín, S. L., Lucero-Márquez, R., Espinoza-Rodríguez, J. M., Miranda-Viquez, E. y Pineda-Velázquez, A. (1990). Provincias Fisiográficas de México'. Extraído de Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4, 000,000. Instituto de Geografía, UNAM. México. Información de Provincias Fisiográficas de México, Fecha de publicación: 18-02-2001. <http://www.Conabio.gob.mx/informacion/gis/>

## Relieve

La RHA XIII tiene la característica de contar con 7 rangos del relieve hipsobatimétrico de la clasificación que maneja el INEGI, desde el rango 3 que va de 1,000 a 1,500 msnm, hasta el 9 de 4,000 a 4,500 msnm (Figura

3.6). Los rangos con mayor superficie oscilan sus elevaciones entre 2,000 y 2,500 msnm, que cubren un poco más de la mitad del área de la RHA.

Figura 3.6 Relieve (Hipsobatimetría)



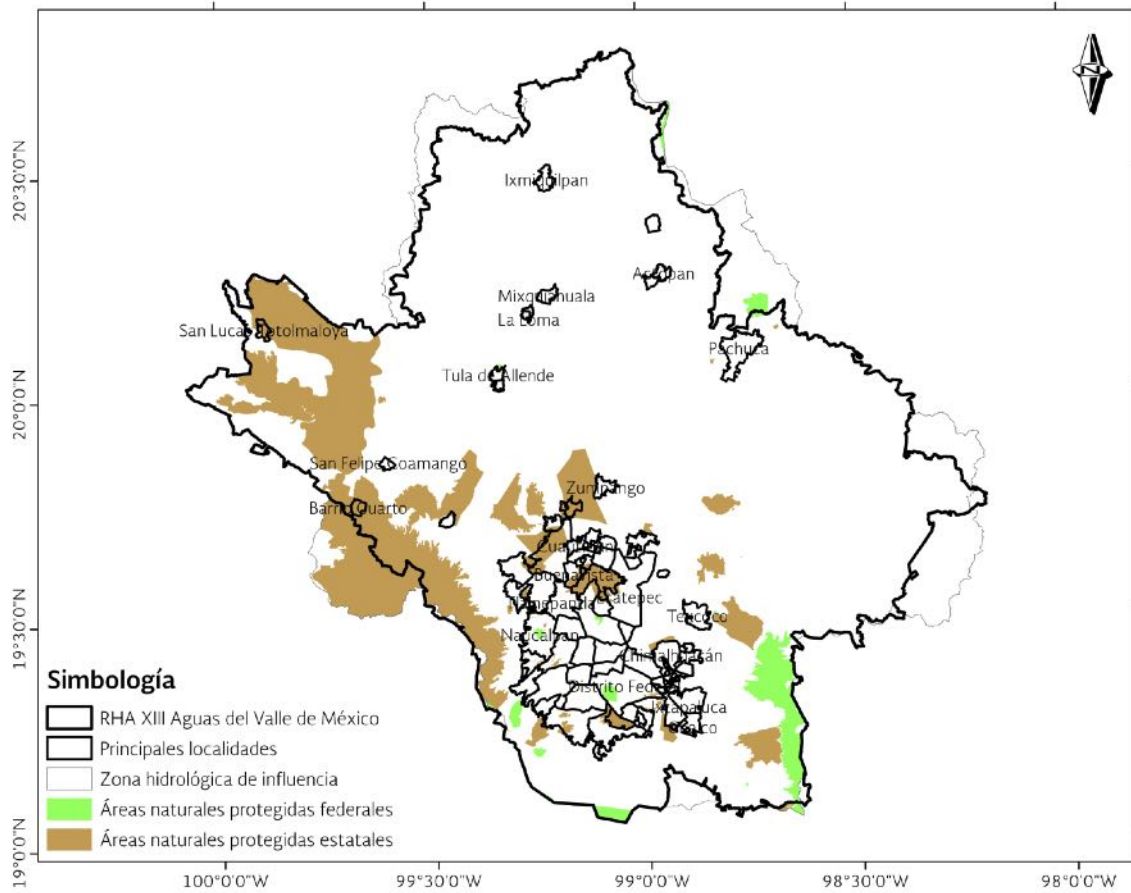
Fuente: Elaborado a partir de: INEGI, Información de Relieve (Hipsobatimetría), 2002.

## Áreas Naturales Protegidas

En la región se cuenta con una vasta extensión de Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales y estatales (Figura 3.7). A nivel federal corresponden a reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos nacionales, áreas de protección de recursos natu-

rales y áreas de protección de flora y fauna. Además, los gobiernos estatales, buscan tener áreas de conservación, restauración, parques ecológicos, naturales, urbanos, reservas patrimoniales, santuarios, y zonas sujetas a reservas ecológicas.

Figura 3.7 Áreas naturales protegidas



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: CONANP. Áreas Naturales Protegidas Federales 2010. Conanp. Bezaury-Creel J. E., J. Fco. Torres, L. M. Ochoa Ochoa. 2007. Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales del Distrito Federal y Municipales de México - Versión 1.0, Agosto 30, 2007.

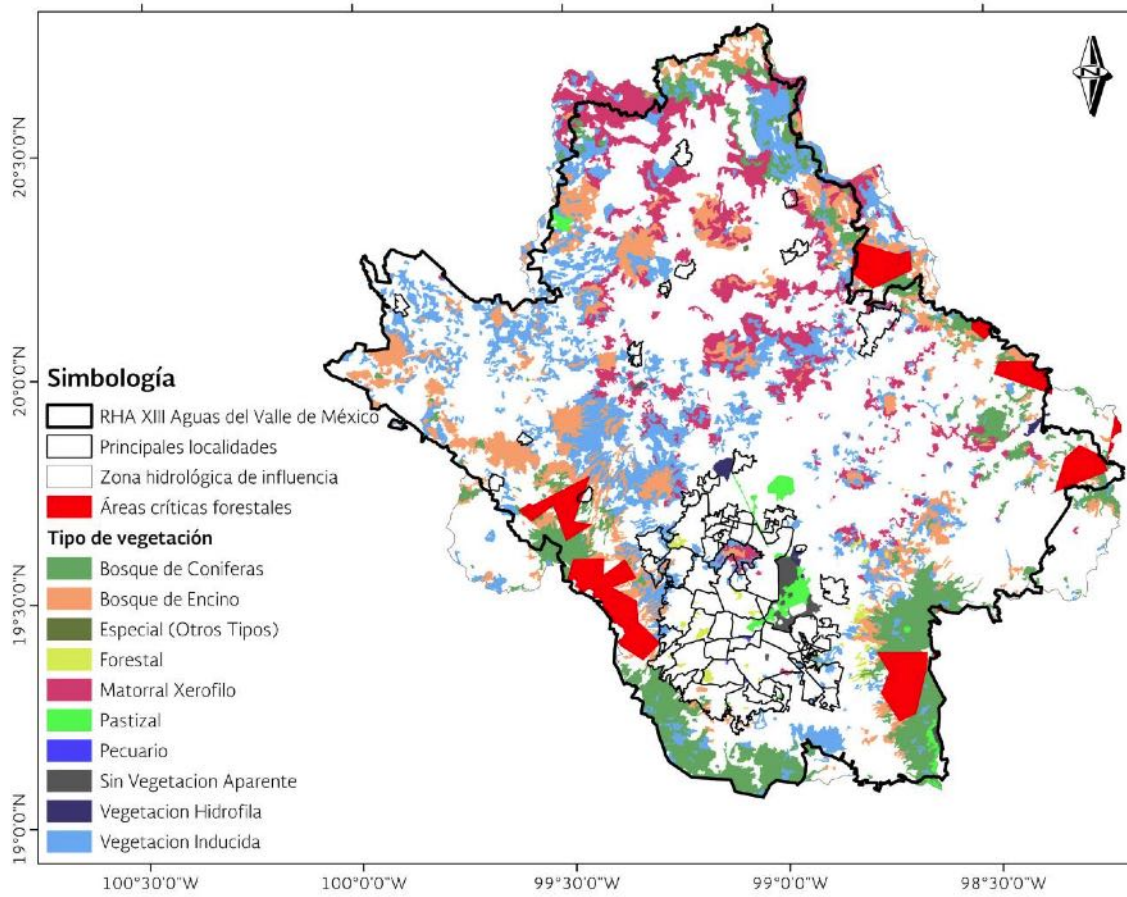
Estas áreas además de ser importantes por la biodiversidad que presentan, son de interés para la CONAGUA ya que sirven en algunos casos como fuentes de abastecimiento, y en otros casos se utilizan como cuerpos receptores de descargas, de allí que se tenga que trabajar en conjunto para su conservación.

**Superficie forestal y deforestación**

La Región está caracterizada por contar con prácticamente la mitad de su superficie cu-

bierta de superficie agrícola, la otra mitad en mayor extensión y hacia el sur de la RHA predominan los bosques de coníferas, en menos medida destacan también hacia el oeste y al norte los bosques de encino (Figura 3.8). Además, se tienen áreas críticas sujetas a deforestación, estas son los aprovechamientos irregulares sin autorización de tala, destrucción del recurso forestal y cambio de uso de suelo.

Figura 3.8 Superficie forestal



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010. Semarnat. Procuraduría Federal del Protección al Ambiente (ed.), Publicado en 2001. <http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadataexplorer/explorer.jsp>

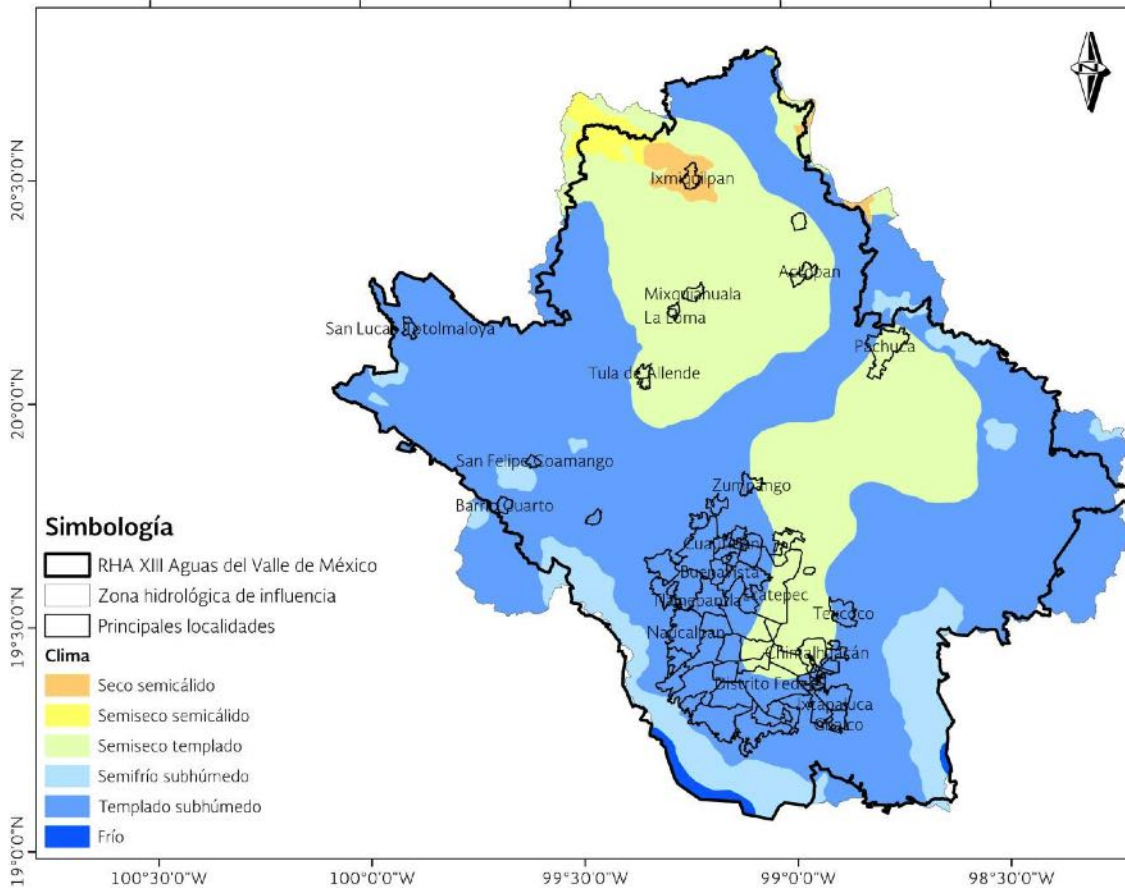
### 3.3.2 Meteorología

#### Clima

En la RHAXIII existen seis tipos de clima, el seco semicálido en los alrededores de la localidad de Ixmiquilpan Hidalgo, clima frío en una mínima extensión hacia la zona sur, semiseco semicálido al noroeste de Ixmiquilpan, semiseco templado desde el noreste de la Ciudad de México hasta la ciudad de Pachuca Hidalgo y zona norte de la Región,

semifrío subhúmedo al sur de la Región, y templado subhúmedo, el cual es el clima predominante en la mayoría de la superficie de la Región (Figura 3.9).

Figura 3.9 Climas



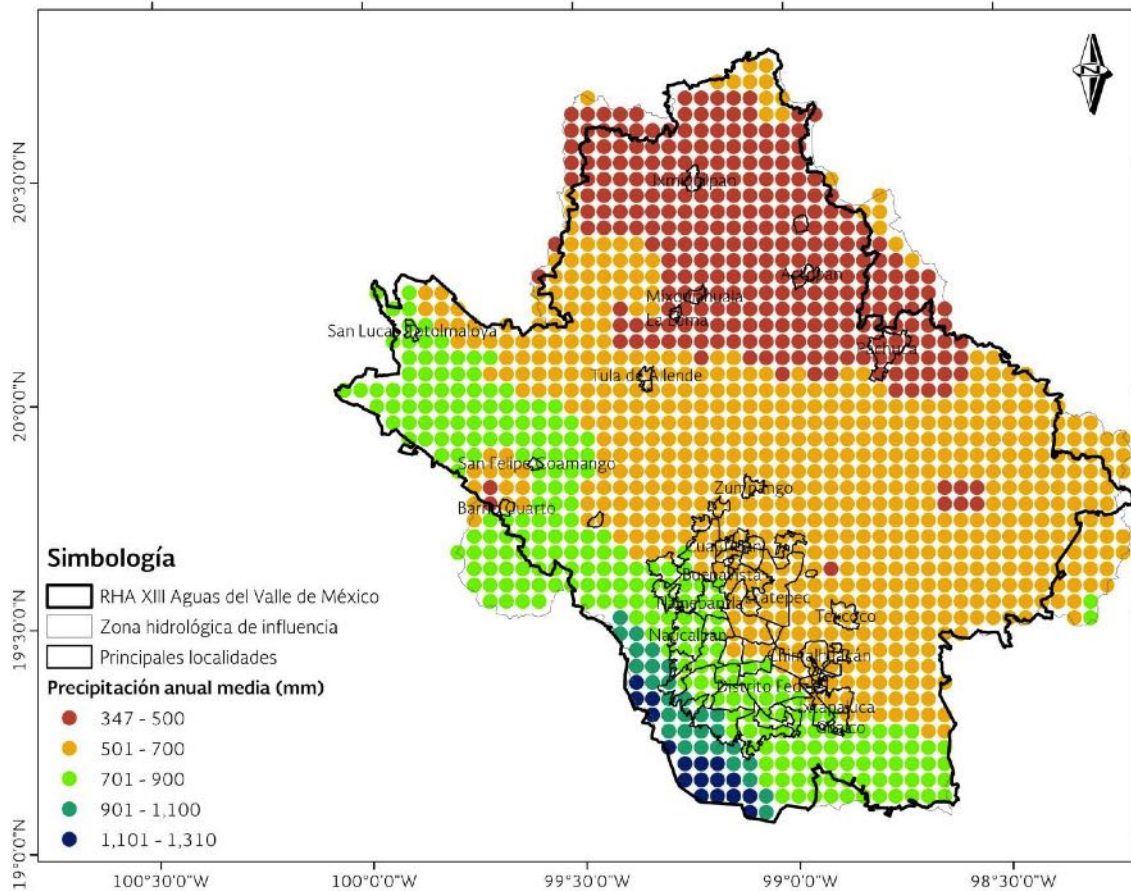
Fuente: Elaborado a partir de: INEGI 2000. Unidades climáticas.

#### Precipitación

El promedio de precipitación anual media en la región es del orden de los 612 mm. Hacia la zona suroeste la precipitación llega a ser de hasta 1,300 mm, en la zona del Distrito Federal varía entre 700 y 900 mm y al norte

de la Región desde Pachuca hasta Ixmiquilpan la precipitación anual media disminuye hasta el rango de 300 a 500 mm (Figura 3.10).

Figura 3.10 Precipitación media anual (mm)



Fuente: Elaborado a partir de: base de datos CLICOM actualizado a 2009.

### 3.3.3 Hidrología

#### **Antecedentes de la Cuenca del Valle de México<sup>5</sup>**

La Cuenca del Valle de México se localiza en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano y tiene un área aproximada de 9,600 kilómetros cuadrados. El valle, situado a una altitud cercana a los 2,400 metros sobre el nivel del mar, es el más alto de la región y se encuentra rodeado por sierras, montañas y elevados volcanes, entre los que destacan el Popocatepetl con 5,438 metros sobre el nivel del mar, el Iztaccíhuatl con 5,286 y el Ajusco con 4,153 msnm.

Esta cuenca es una depresión cerrada de manera natural, por lo cual recibe el nombre de Cuenca endorreica. En su condición original, en la parte más baja, se tenían grandes áreas lacustres que en conjunto sumaban una superficie de más de 2,000 km<sup>2</sup>. La Cuenca lacustre del Valle de México estaba formada por los lagos de Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco. Una característica singular de este sistema de lagos era el carácter distinto de sus aguas. Mientras que los lagos de Xochimilco y Chalco estaban formados con aguas dulces, las de Texcoco, Zumpango y Xaltocan eran salobres.

De cualquier modo, el agua de los lagos del Valle de México no era provechosa para la vida humana. Las aguas saladas no eran potables; y las dulces tampoco, porque aunque

<sup>5</sup> Conagua. Compendio del Agua de la Región Hidrológica Administrativa XIII, Edición 2010.

no contenían sal, estaban infestadas de residuos de las plantas y animales que poblaban en los ecosistemas asociados.

Desde que se iniciaron los primeros asentamientos en el Valle de México, comenzó la lucha de los habitantes del Valle contra el agua en dos frentes: la falta de agua potable y constantes inundaciones por el desbordamiento de los lagos.

En los primeros años, la ciudad sobrevivió gracias al agua potable de los manantiales existentes en la zona sur de la Cuenca y por otra parte, los lagos eran un constante peligro para la Ciudad, ya que bastaba con que durante varios años se presentaran veranos lluviosos para que el nivel de los lagos se elevara peligrosamente, ya que no existían desagües naturales de la Cuenca.

Con el paso de los años, conforme se iba acentuando el proceso de urbanización del Valle, los problemas se fueron agudizando, lo

que provocó la modificación paulatina del sistema hidrológico del Valle de México. Para evitar las inundaciones, inicialmente se construyeron obras que evitaban que los lagos se desbordaran, sin embargo con el paso de los años se tomó la decisión de desaguar por completo el Valle, teniendo como resultado que en la actualidad se tenga un área lacustre menor a los 100 kilómetros cuadrados.

El desagüe de la Cuenca, se llevó a cabo a través de la construcción de cuatro salidas artificiales: el Tajo de Nochistongo (1629), el Túnel de Tequixquiac (1900), el Nuevo Túnel de Tequixquiac (1955) y el Emisor Central (1975). Estas obras, que operan actualmente, sirven para desalojar las aguas residuales y de lluvia de la Cuenca del Valle de México, evitando los problemas de inundaciones y aprovechando los volúmenes desalojados para abastecer principalmente a los Distritos de Riego ubicados en la Cuenca del río Tula (Figura 3.11).

Figura 3.11 Desagüe de la cuenca



Fuente: Tomado de Conagua. Inundaciones en el Valle de México y su exacerbamiento por el impacto del cambio climático. Agosto de 2011.

La desecación del área lacustre aceleró el crecimiento de la mancha urbana en el Valle de México y por consiguiente, se incrementó la demanda de agua potable; por otra parte, los manantiales ya no eran suficientes para

cubrir la demanda requerida, por lo que en los inicios del siglo XX, se inició la explotación de los mantos acuíferos de la Cuenca.



## Ríos principales<sup>6</sup>

Los cauces naturales solamente se conservan en las zonas montañosas que rodean al Valle de México. Los ríos que cruzan la zona urbana han sido entubados para evitar el contacto de la población con las aguas negras.

De las montañas del sur bajan los ríos San Luis, San Lucas, San Gregorio, Santiago y San Buenaventura. Normalmente conducen escurrimientos escasos, porque sus cuencas están en formaciones basálticas muy permeables. Sólo el río San Buenaventura, ocasionalmente, conduce crecientes importantes, debido a precipitaciones intensas combinadas con deshielos del volcán del Ajusco.

Los principales aportadores al Valle de México son los ríos que bajan de las sierras del poniente. Los más importantes son los ríos Magdalena, Mixcoac, Tacubaya y Hondo, que drenan hacia el sistema de presas del poniente que los intercepta, descargando gastos regulados en el Interceptor del Poniente. Este conduce las avenidas hacia el norte y la descarga por la parte baja del río Hondo, en el Vaso del Cristo, donde pueden ser reguladas nuevamente y descargadas en el Emisor del Poniente, hacia el norte, o en el río de Los Remedios, hacia el oriente.

Al norte del Vaso del Cristo, el Emisor del Poniente recibe las descargas de los ríos Tlalnepantla, San Javier, Cuautitlán y Hondo de Tepotzotlán, los cuales son regulados previamente por las presas Madín, San Juan, las Ruinas, Guadalupe y La Concepción. El Emisor descarga las avenidas fuera del valle por el Tajo de Nochistongo.

Aguas abajo del Interceptor del Poniente, los antiguos ríos ya entubados tienen una trayectoria aproximada de poniente a oriente. Los principales, citados de sur a norte, son el

río Churubusco, el río Mixcoac, el río de La Piedad y el río Consulado, que originalmente descargaban en el lago de Texcoco.

Actualmente, el río Churubusco constituye la infraestructura básica para el drenaje de las cuencas de la zona situada al sur de su trayectoria y descarga las crecientes en los nuevos lagos de Texcoco (el Churubusco y el de Regulación Horaria), que las regulan antes de descargarlas en el Dren General del Valle.

Los ríos Mixcoac, La Piedad y Consulado, y en general toda la red primaria que conduce las avenidas con una trayectoria aproximada de poniente a oriente, son interceptados primero por el Sistema de Drenaje Profundo y después por el Gran Canal del Desagüe. Las descargas en el sistema profundo se realizan por gravedad y en el Gran Canal mediante bombeo.

El Sistema de Drenaje Profundo maneja los escurrimientos captados por los Interceptores Centro-Poniente, Central y Oriente, y los conduce por el Emisor Central fuera del valle hasta el río El Salto. El interceptor Centro-Poniente puede auxiliar al Interceptor del Poniente, recibiendo parte de las crecientes que conduce este último. El Interceptor Oriente puede ayudar de la misma forma al Gran Canal.

En los últimos años, el Sistema de Drenaje Profundo ha ampliado su cobertura hacia el sur y el este, con objeto de auxiliar al río Churubusco y absorber las avenidas generadas por el crecimiento acelerado de las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac, situadas al sur-oriental del Distrito Federal.

La zona sur-oriental del Valle también ha crecido aceleradamente en el Estado de México, sobre todo en los municipios de Chalco e Iztapalapa. Para su drenaje depende básicamente del río de La Compañía, que conduce los escurrimientos hacia el norte, hasta descargarlos en el Dren General del Valle y de ahí en el Gran Canal del desagüe.

Finalmente, el otro gran conducto para drenar las avenidas fuera del Valle de México, es el Gran Canal del Desagüe. Este recibe direc-

---

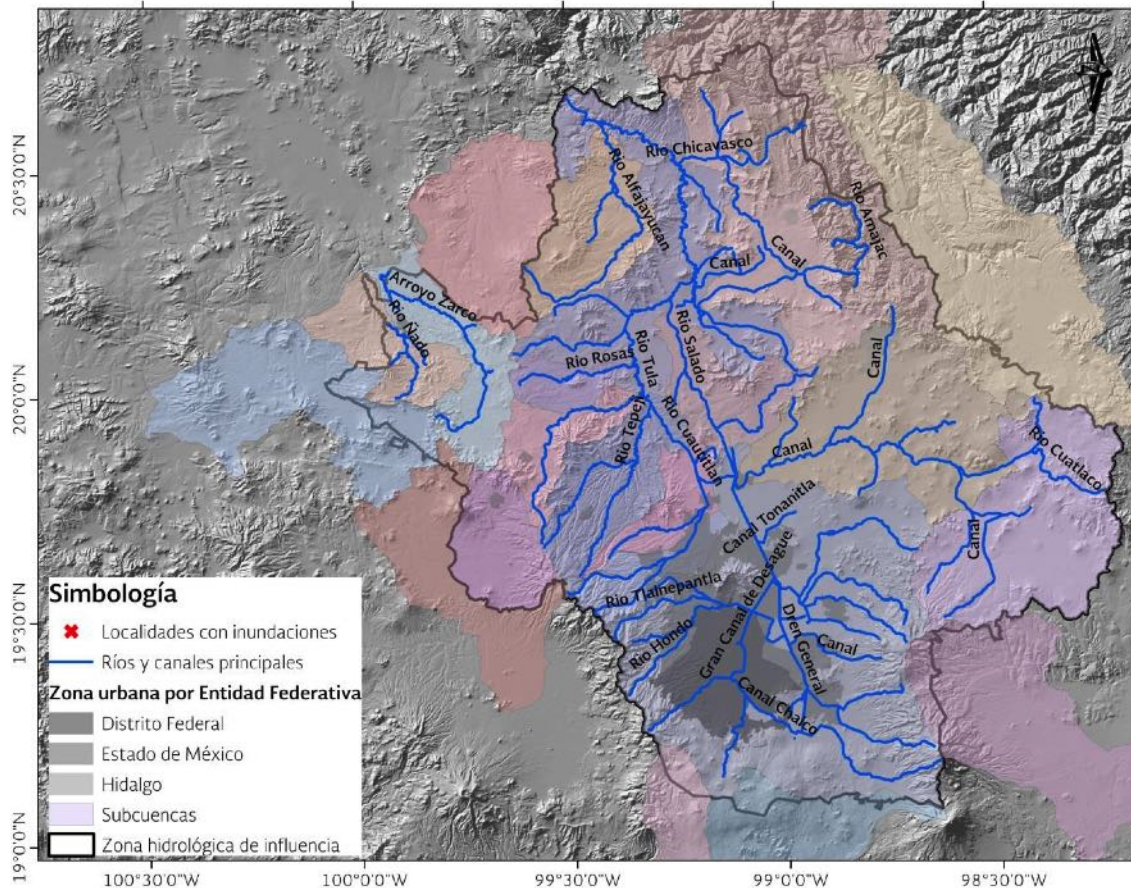
<sup>6</sup> Tomado de: Dr. Domínguez M. R. Las Inundaciones en la Ciudad de México. Problemática y Alternativas de Solución. Revista digital Universtaria, UNAM. Vol. 1, no. 2, 1 de octubre de 2000. <http://www.revista.unam.mx/vol.1/num2/proyec1/>

tamente las descargas de toda la zona urbana situada al oriente del Interceptor del Poniente y al norte del río Churubusco, con el agravante de que, por el hundimiento de la ciudad, dichas descargas tienen que efectuarse mediante bombeos. Más adelante recibe al Dren General del Valle, que conduce los escurrimientos del río Churubusco, ya regulados en los lagos de Texcoco y del río de La Compañía (Figura 3.12).

Las descargas del Valle de México son recibidas por la cuenca del Río Tula mediante los ríos Cuautitlán y Salado, este último además de recibir las descargas del Túnel de Tequisquiatic recibe las aportaciones de las cuencas del Lago de Tochac y Río Tezontle ubicadas

al oriente de la RHA. El Río Cuautitlán aguas abajo confluye con el Río Tepeji en donde cambia su nombre a Río Tula. Continuando aguas abajo se unen el Río Rosas y Los Orégano, La capacidad del Río Tula se ve incrementada al recibir las aportaciones del Río Salado. En su trayecto hacia aguas abajo y en dirección sur a norte se suma el escurrimiento de la cuenca del Río Actópan por medio del Río Chicavasco. El Río Alfajayucan se une al Río Tula justo unos kilómetros aguas arriba de la salida de la cuenca para dar inicio al Río Moctezuma que transita sus aguas hasta confluir con el Río Pánuco y este a su vez descargar sus aguas en el Golfo de México.

Figura 3.12 Ríos principales



Fuente: Elaborado a partir de: Sistema Nacional de Información del Agua 2012.

## Humedales

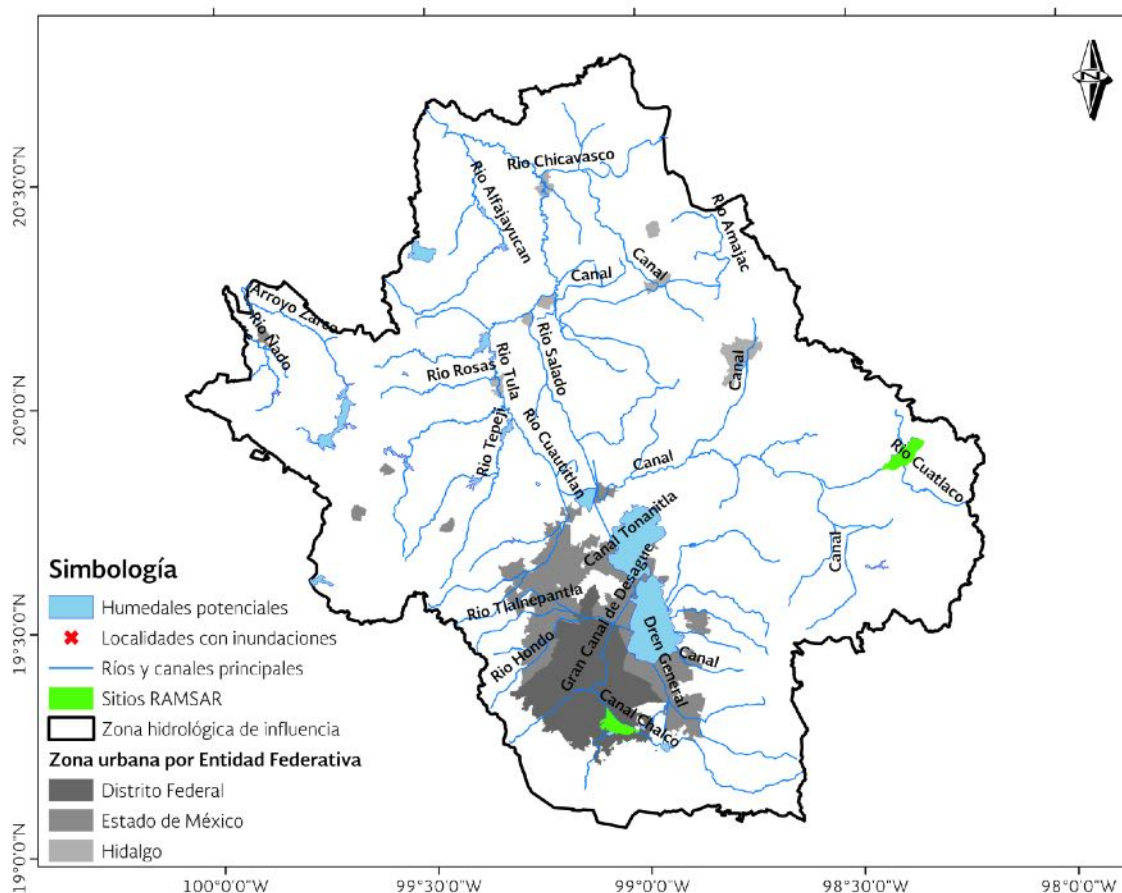
Los humedales son las zonas que por su tipo de vegetación, suelo, agua, pendientes y drenaje tiene la capacidad de albergar sistemas acuáticos y terrestres, estos constituyen áreas de inundación temporal o permanente y cuyos límites están constituidos por vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional.

Algunas de sus funciones de importancia son el almacenamiento, purificación del agua, mitigación de inundaciones, recarga y descarga de acuíferos, estabilización de litorales y control de la erosión.

En la RHA XIII se tienen 28 humedales potenciales (Figura 3.13), comunidades vegetales que se esperaría encontrar como resultado de la interacción entre las especies y el medio ambiente (en exclusión del hombre) en un lugar determinado.

Por otro lado, en la Región existen dos humedales declarados como de importancia internacional por ser hábitat de aves acuáticas y cuyo principal objetivo es la conservación y el uso racional de los humedales, estos humedales son: Lago de Tecocomulco en Hidalgo y el Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco en el Distrito Federal.

Figura 3.13 Humedales



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI. Humedales potenciales, 2007. CONANP. Sitos Ramsar, 2009.

## Caudal medio

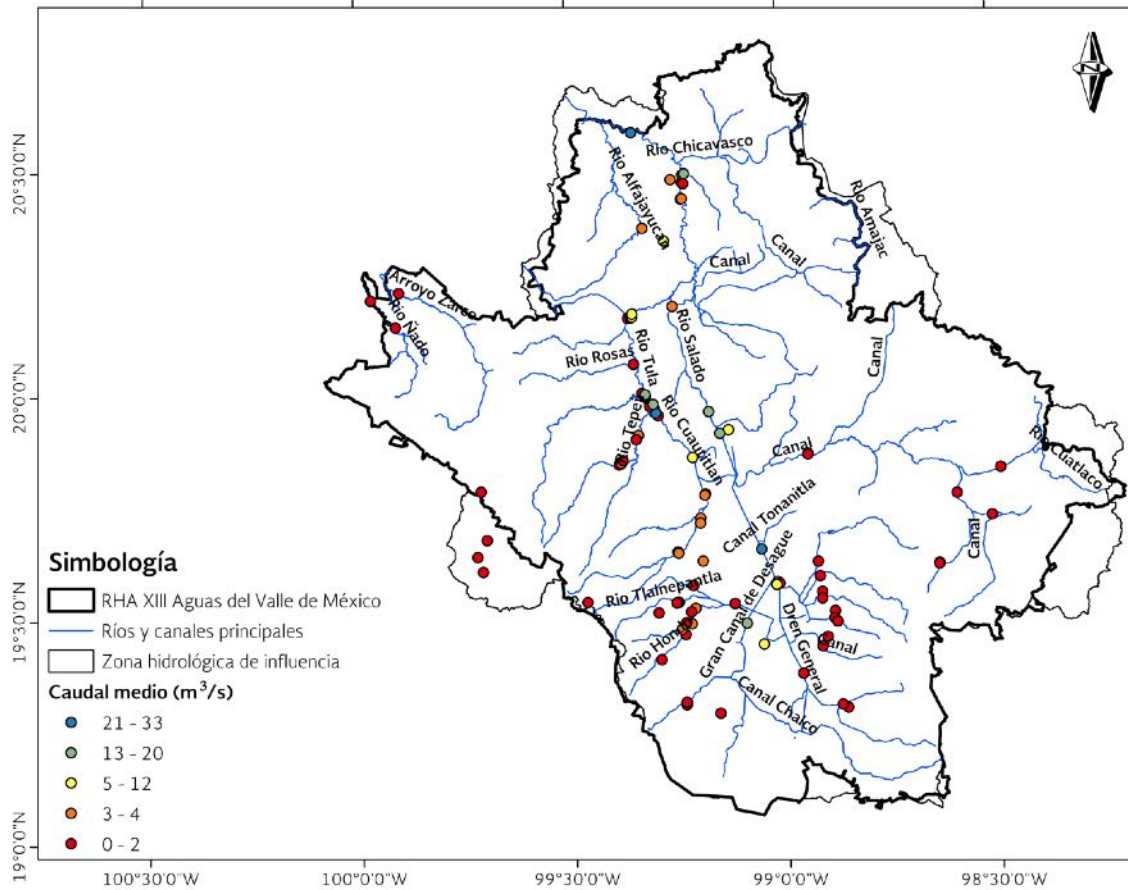
Con base en Banco Nacional de aguas Superficiales 2002 complementado con el Sistema

de Información de Aguas Superficiales 2012 se tiene que para la RHA escurre un caudal medio de 3.86 m<sup>3</sup>/s, considerando

este caudal los escurrimientos registrados en corrientes naturales, canales y salidas de las presas. En la zona sur de la Región y por ser parte de las cuencas cabeceras el caudal medio llega a ser de 2 m<sup>3</sup>/s. El gran canal de desagüe al recibir la gran parte de las aportaciones y descargas del Distrito Federal

registra un caudal medio de 20 m<sup>3</sup>/s. El Río Chuquivasco, al norte de la RHA registra un caudal medio de 25 m<sup>3</sup>/s, y finalmente, el cuerpo conductor de mayores registros es el Emisor poniente a la salida del Tajo de Nochistongo con 33 m<sup>3</sup>/s (Figura 3.14).

Figura 3.14 Caudales medios



Fuente: Elaborado a partir de: Banco Nacional de Aguas Superficiales (BANDAS) 2002 y Sistema de Información de Aguas Superficiales (SIAS) versión 2, 2012.

### **Drenaje y alcantarillado<sup>7</sup>**

En el año 2008, los sistemas de alcantarillado y drenaje de la región XIII recolectaron un caudal promedio de 59 metros cúbicos por segundo, de los cuales el 96% provienen de la Zona Metropolitana del Valle de México (Tabla 3.5).

En promedio en los meses de estiaje (diciembre-mayo) de 2005 a 2008 se tuvo un volumen de agua residual y pluvial recolectado de aproximadamente 100 m<sup>3</sup>/s, mientras que en época de lluvias la recolección se incrementó cerca de los 300 m<sup>3</sup>/s para el mes de septiembre (Figura 3.15).

A partir de 1975 inició la operación de uno de los componentes más importantes del sistema de desagüe de la Ciudad de México, el Sistema de Drenaje Profundo, el cual permite el desalojo de las aguas residuales y pluviales de la Ciudad de México y algunos municipios conurbados, por medio de túneles colocados a una gran profundidad hacia el estado de Hidalgo (Tabla 3.6 y 3.7).

Actualmente, el drenaje profundo está compuesto por las estructuras que se describen a continuación (Figura 3.16):

**Emisor Central.** Se construyó entre los años 1967 y 1975, actualmente tiene una longitud de operación de 50 kilómetros a una profundidad que va desde los 40 a los 220

metros; tiene un diámetro de 6.5 metros y una capacidad de conducción de 220 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Central.** Tiene una longitud de 16.1 kilómetros y una profundidad de 22 a 41 metros; cuenta con un diámetro de cinco metros y una capacidad de conducción de 90 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Oriente.** Tiene una longitud de 28 kilómetros y una profundidad que va de los de 20 a 50 metros; cuenta con un diámetro de cinco metros y una capacidad de conducción de 85 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Oriente Sur.** Tiene una longitud de 13.8 kilómetros y una profundidad que va de los de 20 a 25 metros; tiene un diámetro de cinco metros y una capacidad de conducción de 40 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Centro-Poniente.** Con una longitud de 16 kilómetros tiene una profundidad que va de los de 20 a 51 metros; cuenta con un diámetro de cuatro metros y una capacidad de conducción de 40 metros cúbicos por segundo.

**Interceptor Poniente.** Con una longitud de 16.2 kilómetros tiene una profundidad que va de los de 12 a 35 metros; tiene un diámetro de cuatro metros y una capacidad de conducción de 25 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Centro-Centro.** Con una longitud de 3.7 kilómetros tiene una profundidad promedio de 26 metros; cuenta con un diámetro de cinco metros y una capacidad de conducción de 90 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Oriente-Oriente.** Tiene una longitud de 3.4 kilómetros y una profundidad de 20 metros; tiene un diámetro de cinco metros y una capacidad de conducción de 40 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Iztapalapa.** Tiene una longitud de 5.5 kilómetros y una profundidad que va desde 10 a los 16 metros; cuenta con un diámetro de 3.1 metros y una capacidad de conducción de 20 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Canal Nacional-Canal de Chalco.** Tiene una longitud de 11.6 kilóme-

---

<sup>7</sup> Conagua. Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Edición 2009

En muchas ocasiones se utilizan ambos términos indistintamente para señalar a la infraestructura existente para el desalojo de agua residual o pluvial, sin embargo, el alcantarillado se puede considerar como el sistema de estructuras y tuberías usados para el transporte de aguas residuales (alcantarillado sanitario) o aguas de lluvia (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al sistema de drenaje, cauce o planta de tratamiento. El drenaje o desagüe, es el conjunto de obras (colectores, emisores, canales, túneles, entre otras obras) que permiten el desalojo de las aguas residuales y pluviales que se reciben de los sistemas de alcantarilla.

tros y una profundidad que va desde 10 a los 180 metros; tiene un diámetro de 3.1 metros y una capacidad de conducción de 20 m<sup>3</sup>/s.

**Interceptor Obrero Mundial.** Tiene una longitud de 0.8 kilómetros y una profundidad de 16 metros; cuenta con un diámetro de

3.2 metros y una capacidad de conducción de 20 m<sup>3</sup>/s.

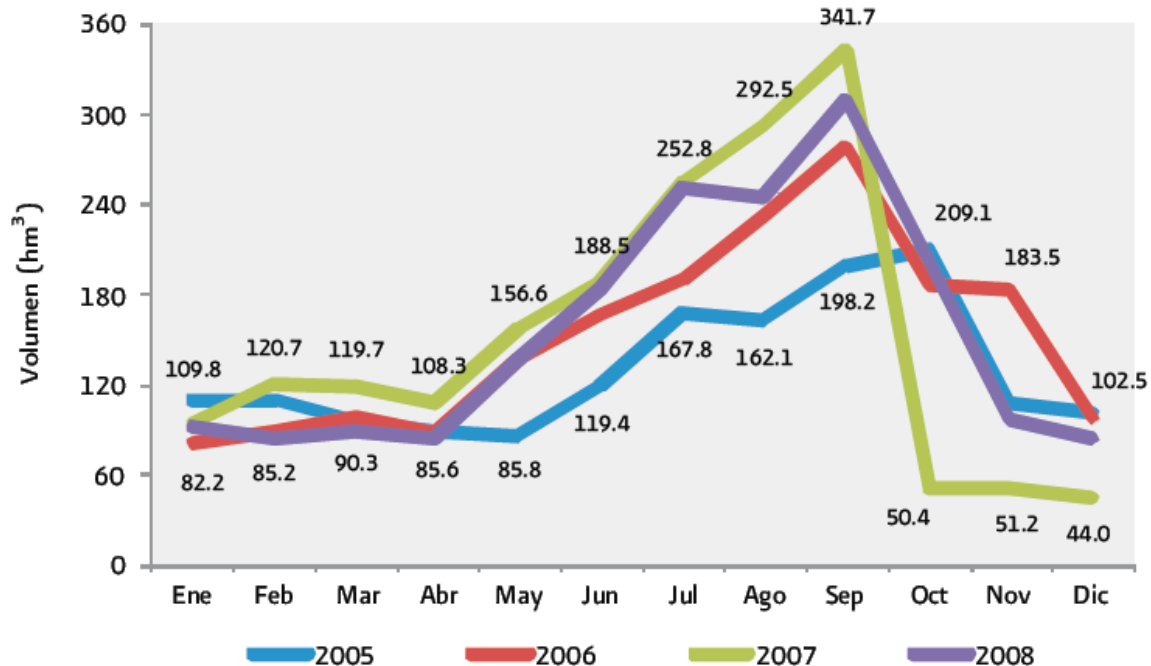
**Interceptor Gran Canal.** Tiene una longitud de 1 kilómetro con diámetro de 3.1 metros y una capacidad de conducción de 90 m<sup>3</sup>/s.

Tabla 3.5 Agua residual y pluvial recolectada

Ubicación	2005		2006		2007		2008	
	hm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	hm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	hm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	hm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s
ZMVM	1,501.7	47.6	1 771.3	56.2	1,759.4	55.8	1,797.1	57.0
Resto de la región	56.2	1.8	58.5	1.9	61.4	1.9	64.5	2.0
<b>Total</b>	<b>1,557.9</b>	<b>49.4</b>	<b>1,829.8</b>	<b>58.1</b>	<b>1,820.8</b>	<b>57.7</b>	<b>1,861.6</b>	<b>59.0</b>

Fuente: Tomado de Conagua. Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Edición 2009, página 108.

Figura 3.15 Volumen de agua residual y pluvial recolectada mensualmente (2005-2008)



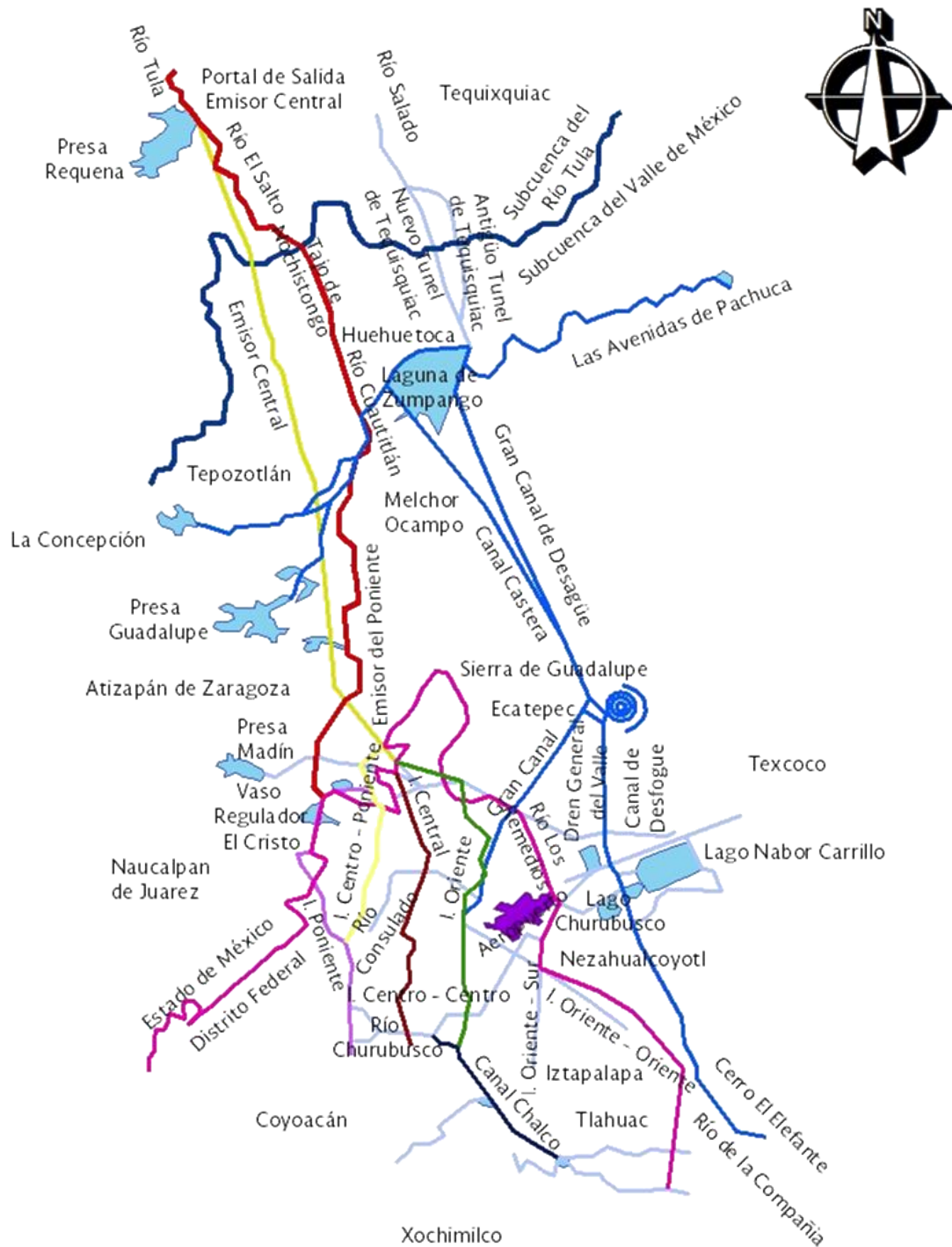
Fuente: Tomado de Conagua. Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Edición 2009, página 109.

Tabla 3.6 Sistema de drenaje profundo de la Ciudad de México

Nombre del túnel	Diámetro (m)	Capacidad de conducción (m <sup>3</sup> /s)	Profundidad promedio (m)	Longitud proyecto (km)	Longitud operación (km)	Periodo de construcción	No. De lumbresas
Emisor Central	6.5	220	40-220	50	50	1967-1975	23
Interceptores							
Central	5	90	22-41	22.28	16.1	1967-1975	15
Oriente	5	85	20-50	28	28	1967-1975 1987-1990	22
Oriente-Sur	5	80	20-25	13.8	13.8	1990-1997	9
Centro-Poniente	4	40	22-51	16	16	1975-1982	9
Poniente	4	25	12-35	16.2	16.2	1960	27
Centro-Centro	5	90	26	3.7	3.7	1986-1988	4
Oriente-Oriente	5	90	20	7.3	3.4	1997	6
Iztapalapa	3.1	20	10-16	5.5	5.5	1994	6
Canal Nacional - Canal de Chalco	3.1-3.2	20	10-18	16.3	11.64	1987	10
Obrero Mundial	3.2	20	16	0.8	0.8	1987	3
Gran Canal	3.1	90	---	1.01	1	---	---
Indios Verdes	3.1	---	15-28	2.76	---	---	---
Ermita	3.1	---	28-16	6.58	---	---	---
Cuautepec	3.1	---	---	1.82	---	---	---

Fuente: Tomado de Conagua. Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Edición 2009, página 109.

Figura 3.1.6 Sistema principal del drenaje del Valle de México



Fuente: Tomado de Conagua. Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Edición 2009, página 110.



Tabla 3.7 Resumen de la infraestructura de drenaje en operación en la Ciudad de México

Red primaria	2,087 km
Red secundaria	10,237 km
Colectores marginales	145 km
Plantas de bombeo urbanas	91
Capacidad instalada de plantas de bombeo	670 m/s
Presas de almacenamiento del sistema general del desagüe	20
Capacidad de almacenamiento de presas	3.32 hm <sup>3</sup>
Cauces a cielo abierto	133.3 m <sup>3</sup> /s
Cauces entubados	49.3 km
Lagunas y lagos de regulación	13
Capacidad de almacenamiento de lagunas y lagos	12.08 hm <sup>3</sup>
Longitud total del drenaje profundo	166 km
Estaciones pluviográficas en tiempo real	78

Fuente: Tomado de Conagua. Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Edición 2009, página 111.

### Protocolo de operación<sup>8</sup>

Ante la necesidad de establecer acciones coordinadas, el Gobierno del Distrito Federal a través del Sistema de Aguas de la Ciudad de México dependiente de la Secretaría del Medio Ambiente, el Gobierno del Estado de México a través de la Comisión del Agua del Estado de México y la Comisión Nacional del Agua a través del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México establecieron el Protocolo de Operación Conjunta para la Temporada de Lluvias 2013 que se compone de las siguientes estructuras:

#### Zona poniente

- Compuertas del Vaso del Cristo hacia el río de los Remedios
- Planta de Bombeo Río Hondo
- Compuertas del Semiprofundo Río San Javier al Interceptor Centro Poniente
- Emisor Poniente
- Compuertas sobre el Río de los Remedios para derivar al Vaso Fresnos

- Compuertas sobre el Río de los Remedios para derivar al Vaso Carretas
- Compuertas de Captación de los Ríos de los Remedios y Tlalnepantla hacia el Interceptor Central
- Compuertas del Sistema de presas del poniente
- Compuertas de la derivadora San Andrés al Río Tlalnepantla

#### Zona Dren General

- Planta de Bombeo Churubusco Lago y Compuertas de Captación del Río Churubusco hacia el Interceptor oriente Sur (P. B. Zaragoza)
- Compuertas en Salida Sur de la Laguna de Regulación Horaria
- Planta de Bombeo casa Colorada Superficial
- Planta de Bombeo Casa Colorada profunda
- Compuertas sobre el Dren General
- Compuertas para desfogue de la Laguna casa Colorada al Dren General
- Compuertas para desfogar a la Laguna Casa Colorada a la Laguna Texcoco
- Compuertas para desfogue de la Laguna Casa Colorada al Túnel Interceptor Río de los Remedios

<sup>8</sup> Conagua, Gobierno del Estado de México y Ciudad de México. "Protocolo de Operación Conjunta Para la Temporada de Lluvias 2013, Para el Sistema Hidrológico del Valle de México".

- Planta de Bombeo Canal de Sales (Cár-camos 1, 2 y 3)
- Túnel Interceptor Río de los Remedios y sus descargas
- Sistema Río de la Compañía (túnel)
- Sistema Río de la Compañía (cajón de estiaje)

#### Zona Gran Canal

- Compuertas de Obra de Toma Gran Canal (EL Coyol)
- Planta de Bombeo Gran Canal km 11+600
- Planta de Bombeo Gran Canal km 18+500
- Planta de Bombeo El Caracol
- Túnel Emisor Oriente y sus descargas

El protocolo en condiciones de lluvia importante se establece cuando la acumulación de lluvia en las últimas 6 horas es mayor o igual a 8 mm, basado en los registros de 29 pluviógrafos, o cuando los niveles alcanzados en el Drenaje Profundo sea de 6.5 m o más de tirante en la Lumbrera 0 del Emisor Central o simultáneamente se llegue a:

- 5 m o más en la Lumbrera 6 del Interceptor Central
- 5 m o más en la Lumbrera 8 del Interceptor Oriente
- 5 m o más en la Lumbrera 6 del Interceptor Oriente Sur
- 4 m o más en la Lumbrera 5 del Interceptor Centro - Poniente

Para este caso de condiciones de lluvia severa, la Coordinación General del Servicio meteorológico Nacional emitirá el reporte de aviso correspondiente al menos tres horas antes del evento. Se deberá entonces verificar que los cuerpos de regulación del sistema estén vacíos o estén en proceso de vaciado, para que al momento de lluvia (en caso de que se ponga en marcha el protocolo), se encuentre en las mejores condiciones de capacidad de regulación.

La atención de emergencias se establece no sólo durante el evento, sino que se desarrollan actividades previamente a la temporada de lluvias, para lo cual es necesaria la participación de los organismos operadores en las tareas de mantenimiento de la infraestructura hidráulica.

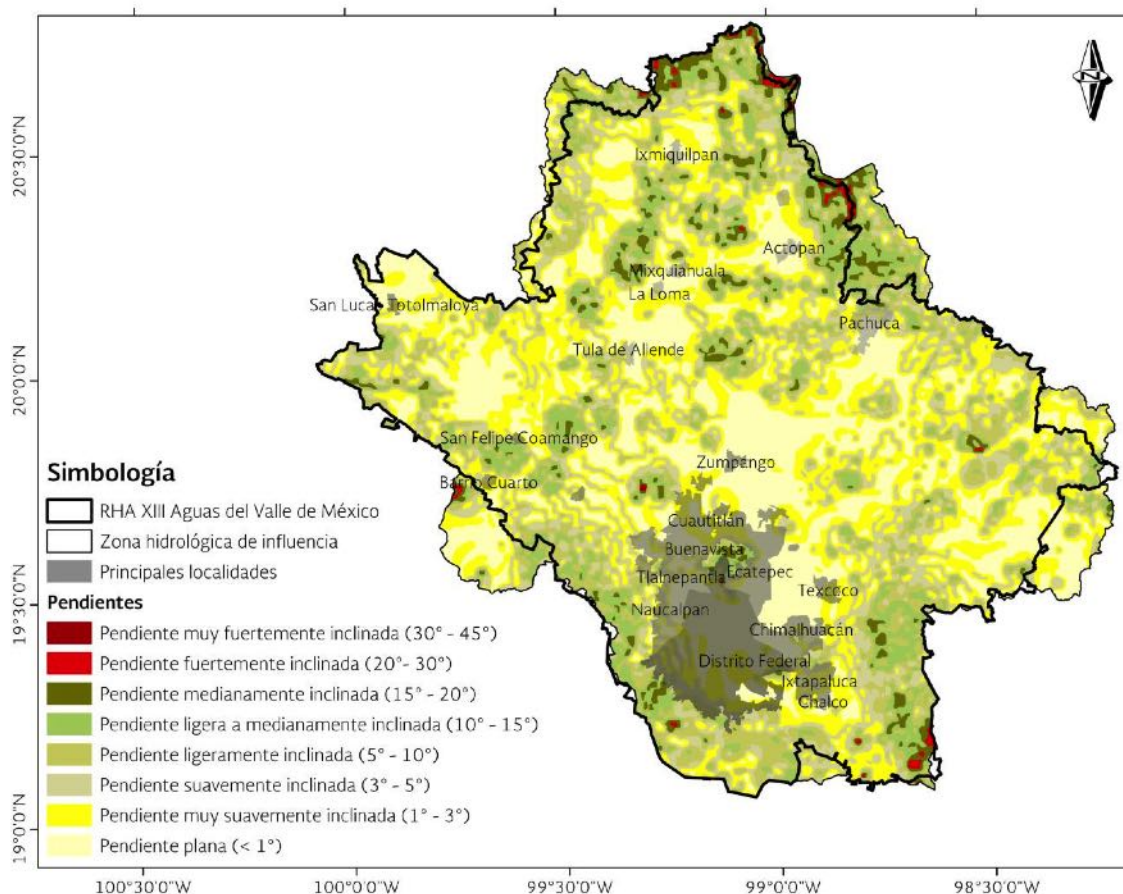
Por otra parte se cuenta con un “Operativo de Lluvias”, en el cual se monitorean puntos críticos por medio del apoyo de brigadas de técnicos con cuya información recabada, se establece el Sistema de monitoreo de Lluvias en tiempo real.

### **3.4 Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación**

#### ***Pendientes***

Como se mencionó anteriormente existe un amplio rango de elevaciones sobre el nivel del mar por lo que, en la siguiente figura de pendientes se observa que existen terrenos donde se presentan pendientes que van de planas a muy fuertemente inclinada, pero en más de la mitad del área predominan superficies con pendientes planas (Figura 3.17).

Figura 3.17 Pendientes



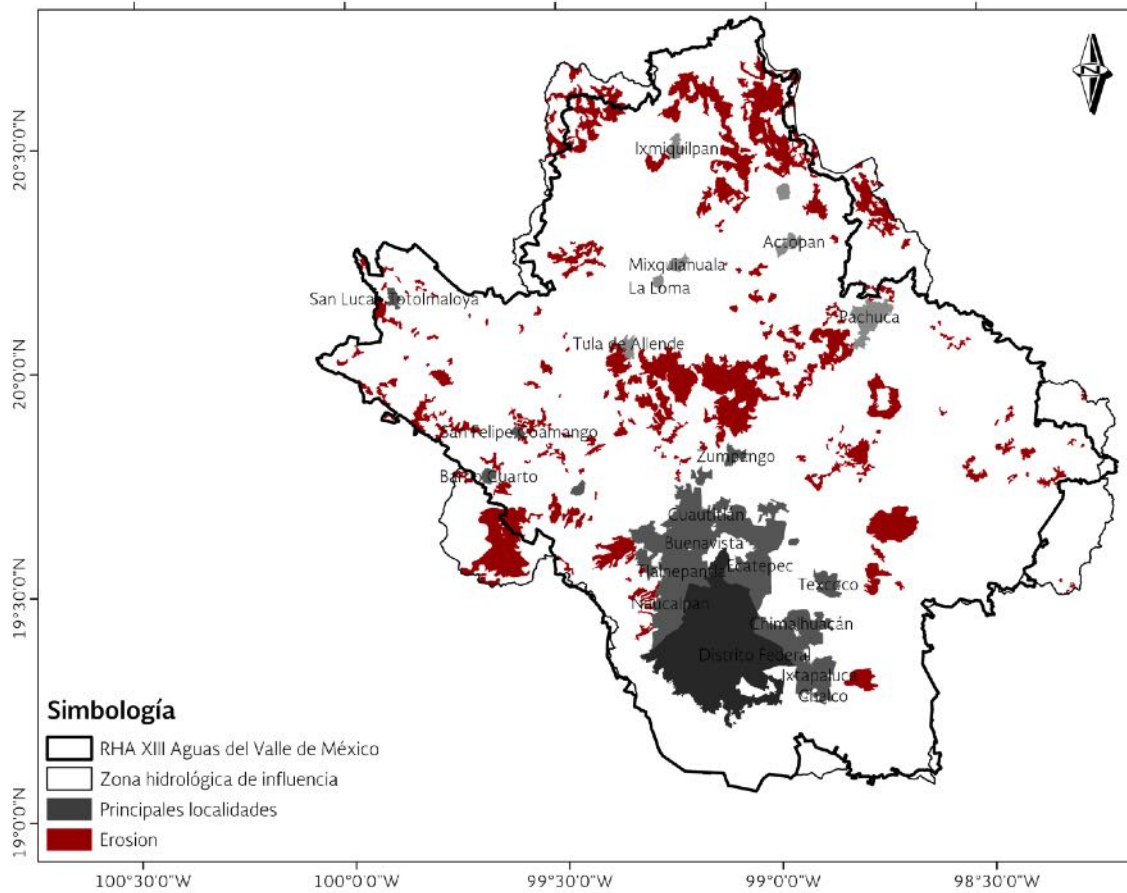
Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Semarnat. Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Investigaciones en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. (ed.), Fecha de publicación: Junio de 2003. <http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadataexplorer/explorer.jsp> (Ángulos de inclinación).

### Erosión y degradación

En la región, y en específico en las áreas que desde el punto de vista hidrológico influyen en las zonas de inundación (19,927.7 km<sup>2</sup>), se tiene aproximadamente 10.34% de superficie erosionada, (2,061.34km<sup>2</sup>) debido

al encostramiento y sellamiento en el Distrito Federal y su zona conurbada. Las áreas erosionadas se encuentran dispersas en toda la RHA, pero en mayor cantidad al centro y norte de la Región (Figura 3.18).

Figura 3.18 Áreas de erosión apreciable

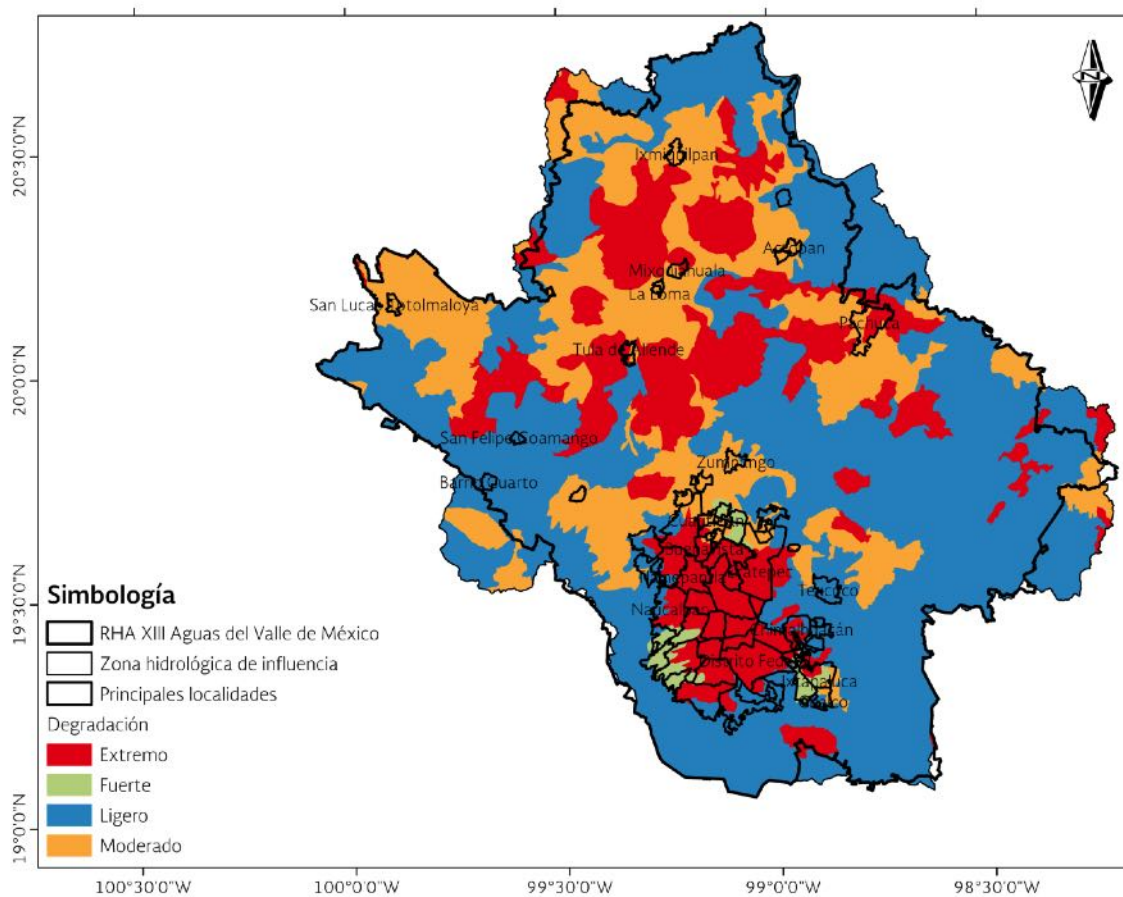


Fuente: Elaborado a partir de: INEGI, uso de suelo y vegetación, serie III.

La Región presenta un proceso de degradación natural y degradación por causas antropogénicas (Figura 3.19). Se tiene una extensa zona con un grado de degradación extremo, el cual indica que su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible, estas zonas corresponden a tierras sin uso, áridas montañosas y encostamiento y sellamiento producto de la urbanización. Casi en la misma proporción se tienen zonas con degradación ligera y moderada, estos terrenos se han degradado por efectos de la acción del viento, contamina-

ción, erosión hídrica y compactación, los dos tipos son aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas, la degradación ligera presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad y, la moderada, una marcada reducción. Finalmente, y en una pequeña extensión, se tiene degradación fuerte, en estos terrenos la degradación ha sido provocada principalmente por la urbanización. La degradación es tan severa que es considerada como productividad irrecuperable a menos que se realicen grandes trabajos de ingeniería para su restauración.

Figura 3.19 Tipos y grados de degradación



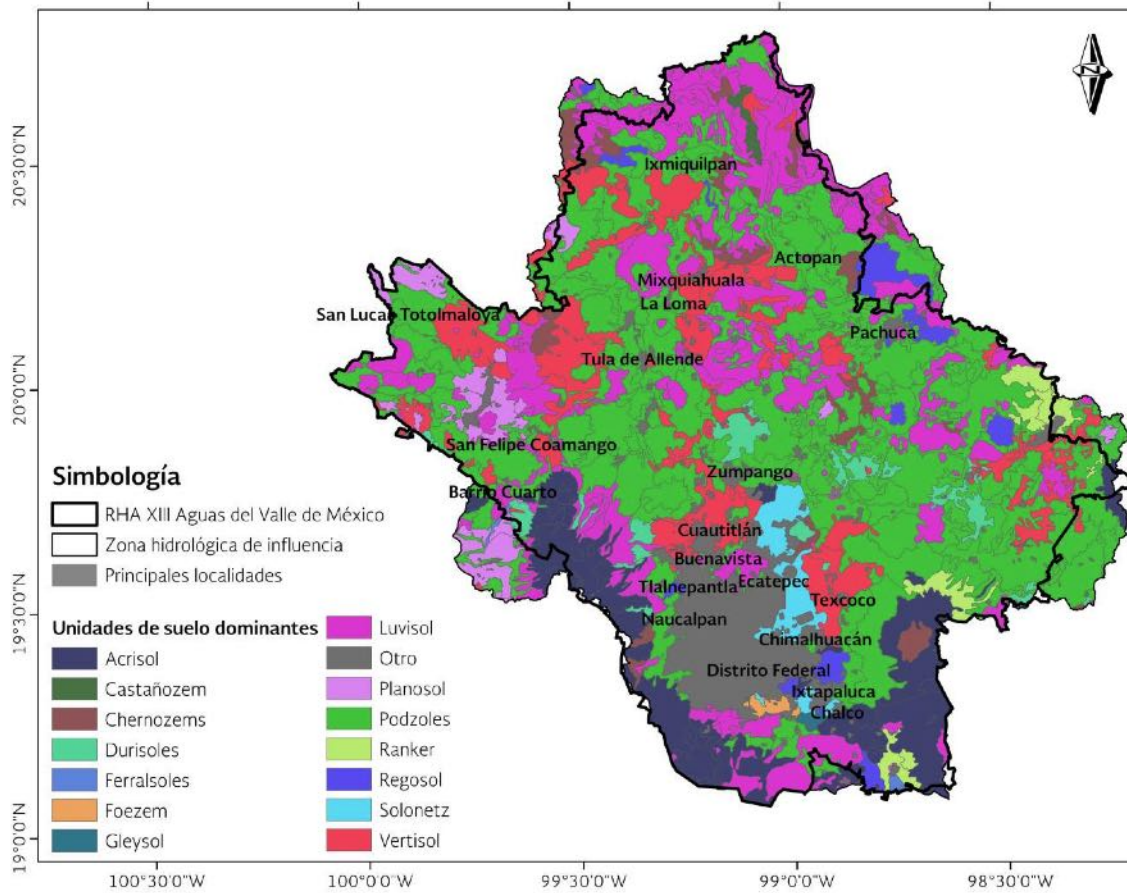
Fuente: Elaborado a partir de: Semarnat. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, 2004.  
<http://infoteca.Semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm?P1=infoteca.Semarnat.gob.mx&P2=degradacion&P3=Degradaci%C3%B3n&P4=>

### Edafología

La edafología de la región está conformada principalmente por suelos en un 40.6% podzoles, en un 18.3% luvisoles, 11.1% vertisoles, 9% acrisoles y en un 8% otro tipo de

suelos que corresponde a zonas urbanas. El 13% restante se dividen en 10 tipos más de suelos, (Figura 3.20).

Figura 3.20 Edafología



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie II, 2002 -2007, Edafología.

### 3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

#### 3.5.1 Clasificación de tipos de inundación

De acuerdo con el glosario de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. Entendiéndose, por “nivel normal”, aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación “es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas” (CENAPRED, 2004b).

Las inundaciones, son generadas por diversos y muy variados factores, y estos, varían con la cuenca hidráulica y la región en que ésta se encuentre. Las lluvias locales que caen en áreas susceptibles de inundarse

constituirán el factor primordial, mientras que a lo largo de las costas expuestas a fuertes cambios de mareas y vientos, ocurren con frecuencia inundaciones de agua salina. A ello debe añadirse el efecto extraordinario originado por ciclones o huracanes en las áreas costeras, así como aquellas olas generadas por movimientos verticales súbitos del piso oceánico debido a temblores submarinos -tsunamis-, erupciones volcánicas y deslizamientos, que en el caso de los dos primeros extenderían su efecto a muchos kilómetros de distancia (Gonzalez, 2008).

Las principales causas que originan las inundaciones se dan por razones naturales. Sin embargo, esto no es del todo cierto, también existen causas no naturales o antrópicas que suelen originarlas, e inclusive suelen ser las

más catastróficas, por ejemplo (González, 2008):

La rotura de presas: cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas;

La actividad humana: los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas tales como:

- La impermeabilización de suelos (pavimentación), cada vez mayores superficies se asfaltan lo que impide que el agua se absorba por la tierra y facilita el que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.
- La tala de bosques y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal facilitan la erosión, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.

- Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
- La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamientos. Por otra parte el riesgo de perder la vida y de daños personales es muy alto en las personas que viven en esos lugares.

### **Tipos de inundaciones**

En la tabla 3.8, se presenta una posible clasificación de las inundaciones. Posteriormente se describen los tipos de acuerdo con González, 2008.

Tabla 3.8 Clasificación de las inundaciones.

Tipo de evento	Tipo de inundación
Por evento que lo genere	Inundaciones pluviales Inundaciones fluviales Inundaciones costeras Inundaciones por rompimiento o falla de infraestructura hidráulica
Por su tiempo de respuesta	Lentas Súbitas
Por impacto generado	Ordinaria Extraordinaria Catastrófica.

Fuente: González, 2008.

### **Inundaciones según evento que las genere**

- Inundaciones pluviales (Exceso de lluvia). Este tipo de inundación es consecuencia de la precipitación, ocurre cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia

excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. La principal característica de este tipo de inundación es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte; por ejemplo, de la parte alta de la cuenca.

- Las lluvias que pueden provocar este tipo de inundaciones se pueden clasificar de acuerdo a lo que las ocasiona como: Lluvias por fenómenos hidrometeorológicos, Lluvias orográficas, Lluvias convectivas y Lluvias frontales.
- Inundaciones fluviales (Desbordamiento de ríos). Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier otra parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada. Muy importante es indicar que el volumen que escurre sobre el terreno a través de los cauces, se va incrementando con el área de aportación de la cuenca, por lo que las inundaciones fluviales más importantes se darán en los ríos con más longitud o que lleguen hasta las planicies costeras.
- Inundaciones costeras. Este tipo de inundaciones se presentan cuando el nivel medio del mar asciende y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno. Muy diversas causas pueden generar que el nivel medio de mar ascienda. El nivel de las aguas está controlado por los vientos, la presión atmosférica, las olas, el mar de fondo, la topografía de la costa, la batimetría y la proximidad de la tormenta a la costa.
- Las inundaciones que el mar puede llegar a ocasionar se pueden clasificar en dos tipos: Dinámicas: aquellas que son provocadas por un tsunami o maremoto; y Estáticas: las que no originan por sí mismas las inundaciones, pero contribuyen de manera directa a su generación, ya que, con marea alta y fuertes índices de pleamar (entendiéndose el pleamar como el nivel superior de la marea), obstaculizan el drenaje de los ríos en sus desembocaduras, es decir, frenan la evacuación de las aguas fluviales al mar

abierto, que es su desagüe natural final. Este factor y las fuertes corrientes de aire hacia el interior se suelen unir a las crecidas de los cursos fluviales agravando las consecuencias de sus avenidas, fenómeno que está lejos de ser extraordinario en todo el perímetro costero nacional, donde los reflujos de las mareas son notables e intensos.

- Inundaciones por rompimiento o falla de infraestructura hidráulica. Este tipo de inundación, es considerada de las más graves que se puedan presentar en un territorio; si la capacidad de las obras destinadas para contención, retención y/o protección es insuficiente, la inundación provocada por la falla de dicha infraestructura, será mayor, que si no existieran obras.

#### ***Inundaciones según su tiempo de respuesta***

- Inundaciones rápidas. Inundaciones producidas por lluvias de intensidad muy fuerte pero muy cortas en el tiempo. Usualmente producen inundaciones locales en las ciudades y pueblos (inundaciones de plazas, garajes, sótanos, etc., debido a problemas de drenaje) o en pequeñas cuencas con mucha pendiente, produciéndose las llamadas «flash-floods» o «inundaciones súbitas».
- Las zonas urbanas costeras y zonas turísticas próximas a las montañas del litoral son generalmente sitios donde se presenta este tipo de avenida, como consecuencia de la «cubierta impermeable» formada artificialmente por los edificios y calles, así como, por la deforestación.
- Inundaciones lentas. Las inundaciones producidas por lluvia de intensidad fuerte o moderada, y, duración inferior a 72 horas. Cuando estas lluvias afectan a ríos, con mucha pendiente, o, con mucho transporte sólido, las inundaciones pueden ser catastróficas.

Es posible distinguir tres categorías:



- Inundaciones producidas por lluvias de fuerte intensidad durante dos o tres horas, y una duración total del episodio inferior a 24 horas. Pese a que la zona más afectada pueda no ser muy grande (cuencas comprendidas entre 100 km<sup>2</sup> y 2,000 km<sup>2</sup>), las lluvias o el mal tiempo afectan áreas superiores a 2,000 km<sup>2</sup>. En este caso el tiempo de respuesta es muy corto y pueden producirse muchos muertos.
- Inundaciones producidas por lluvias de intensidad fuerte y moderada durante dos o tres días. La zona afectada puede ser muy grande (más de 2,000 km<sup>2</sup>). En este caso, el tiempo de respuesta puede ser muy corto para la parte alta de los ríos, pero el valor máximo de la crecida del río puede llegar un día después de que se hayan producido las máximas intensidades pluviométricas.
- Inundaciones producidas por lluvias de intensidad débil con valores fuertes pero muy cortos y locales, y de una duración superior a 3 días. Se dispone de un tiempo de respuesta suficiente para laminar la crecida utilizando los embalses, y para desplegar los sistemas de socorro, necesarios por los organismos encargados en cada país. En general, no suele haber muertes y los daños materiales son, generalmente, inferiores a los del caso anterior.

#### ***Inundaciones según el impacto generado***

- Esta clasificación, es útil, principalmente, para integrar estudios de inundaciones históricas a escala secular, es decir en periodos de siglos.
- Inundación ordinaria. Es la que se produce cuando el caudal del río aumenta de tal forma que puede alterar el ritmo de vida cotidiano, afectar infraestructuras no permanentes situadas en el río, por ejemplo, pasarelas o invadir pasos para el cruce del río. Sin embargo, no producen daños materiales mayores.
- Inundación extraordinaria. Se produce cuando el río se desborda, y, aunque afecta el desarrollo de la vida ordinaria, y, produce algunos daños, no generan destrucción completa de infraestructuras. Estas inundaciones pueden ser locales, o muy extensas.
- Inundación catastrófica. Aquella que produce pérdidas materiales graves, como destrucción total o parcial de puentes, molinos u otras infraestructuras, pérdidas de ganado, cosechas y recursos naturales.

En la República Mexicana, la mayoría de las inundaciones se deben a causas climáticas, en particular a precipitaciones extraordinarias de gran intensidad, como son las lluvias generadas por ciclones tropicales.

#### **3.5.2 Inundaciones históricas**

El problema de las inundaciones en el Valle de México proviene desde épocas precolombinas. Los primeros asentamientos se dieron en un islote al poniente del Lago de Texcoco, hoy prácticamente desecado, sobre el que se asienta la actual Ciudad de México. Con el crecimiento de la población se ha venido comprimiendo el lago para dar lugar a una ciudad cada vez más grande.

Los aztecas tuvieron que construir el Albaradón de Nezahualcóyotl, para prevenir las inundaciones y evitar la mezcla de aguas salobres del Lago de Texcoco con las aguas dulces de los lagos de Apán, Techac, Tecocomulco, Zumpango, Xaltocan y Chalco-Xochimilco.

A la llegada de los españoles con planes de conquista, destruyeron toda la infraestructura hidráulica realizada por los aztecas. Si bien durante varios años no padecieron las consecuencias de las inundaciones, fue en 1553 cuando llovió cerca de 24 horas, sin la albarrada se desbordó el Lago de Texcoco, el nivel de agua creció dramáticamente y nadie pudo detenerlas.

Posteriormente en 1629 se registró una de las más grandes inundaciones provocando graves afectaciones, murieron 30,000 personas y aproximadamente 20,000 familias españolas tuvieron que emigrar.

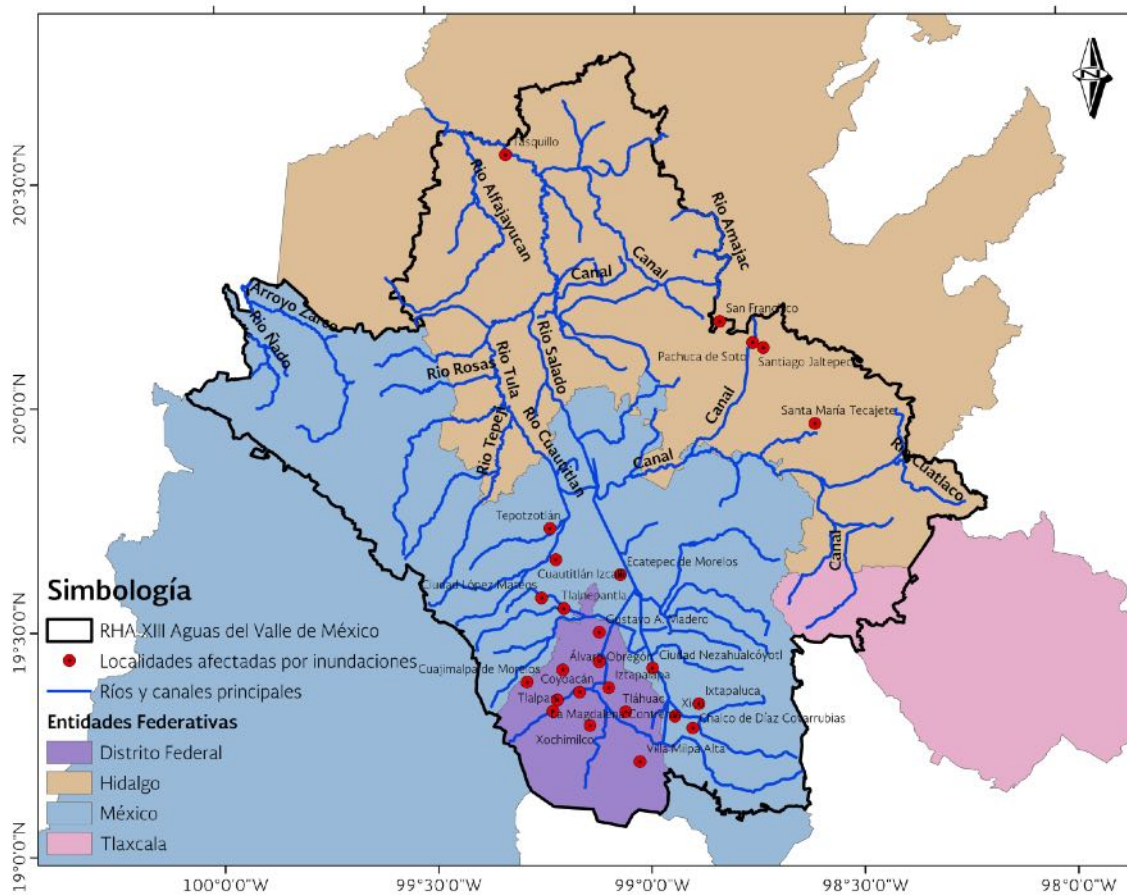
En el siglo XX y ya con gran parte de la infraestructura pluvial conocida, se dieron inundaciones en 1949 dejando 100 muertos en la ciudad de Pachuca, Hidalgo; en 1950 se inundó de agua y lodo 2/3 partes del Distrito Federal. En 1990, en la subregión de las Avenidas de Pachuca en Hidalgo, resultaron afectadas parcialmente 53,137 hectáreas de cultivos durante el paso del Huracán Diana.

En el presente siglo, en el año 2000 se registraron 4 horas de lluvia que provocaron el anegamiento de 1,000 viviendas con 30 cm

de agua en el municipio de Ecatepec, Estado de México. En el 2007 el Huracán Dean provocó una tormenta de 30 millones de m<sup>3</sup> en un periodo de 20 hrs sobre el Distrito Federal y en el estado de Hidalgo se declaró zona de desastre.

En la siguiente tabla (Tabla 3.9) se tiene las inundaciones históricas y sus daños ocasionados en diversas localidades de la RHA XIII (Figura 3.21), posteriormente (Tabla 3.10) se muestra una tabla del número de municipios declarados como zona de desastre de 2005 a 2011.

Figura 3.21 Localidades con eventos históricos de inundación



Fuente: Elaborado a partir de: Sistema Nacional de Información del Agua 2012.

Tabla 3.9 Inundaciones históricas

Entidad federativa	Municipio	Río	Fecha	Localidades afectadas	Daños	Fenómeno
Distrito Federal	Tenochtitlan	Lago de Zumpango	1446			
Distrito Federal		Lago de Texcoco	1449		Dio pie a la creación del Albarrodón de Nezahualcóyotl para evitar la mezcla de aguas salubres del lago de Texcoco con el resto de lagos.	
Distrito Federal			1469		Murió el 10% de su población	Lluvia extrema
Distrito Federal			1498		Aumentó el nivel 2m, destrucción de casas, amenaza de hambre	Lluvia extrema
Distrito Federal			1502		Provocó el aumento de los ríos, la ciudad se convirtió en un Archipiélago, los pobladores abandonaron.	Lluvia extrema
Distrito Federal			1629		30,000 víctimas indios, 20,000 familias españolas emigraron, dos siglos para la construcción del túnel de Nochistongo	Lluvia extrema
Distrito Federal			1856		Algunas zonas con inundaciones 3m de altura	Lluvia extrema
Distrito Federal	Delegación de Milpa Alta		01/06/1935	Delegación de Milpa Alta	150 muertos. Fuerte tromba en el Ajusco provoca corrientes de lodo.	Lluvias corrientes de lodo
Hidalgo			01/06/1949		100 muertos por inundación en Pachuca	Lluvias Torrenciales
Distrito Federal			1950		Se inundó de agua y lodo 2/3 partes de la ciudad y murieron 5 personas	Lluvia extrema
			01/06/1976	El Salado	1,350 hectáreas de cultivo dañadas	Lluvia Extrema con Granizo
Distrito Federal	Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Álvaro Obregón		27/08/1976	Tacubaya, Mixcoac, Villa Obregón	Doce muertos e inundaciones, 26 personas lesionadas y 300 quedaron sin hogar. Varias vecindades en Tacubaya fueron dañadas y algunas se colapsaron por las malas condiciones en que se encontraban. El mercado de Las Américas sufrió el desplome del techo. Otras estructuras en Mixcoac y Villa Obregón tuvieron la misma suerte. El Metro paró sus actividades, hubo caos vial y la corriente eléctrica se cortó en la parte occidental de la ciudad.	Lluvia extrema con granizo
Distrito Federal	Delegación de Milpa Alta		17/08/1978		Dos muertos, 20 vehículos dañados, 10 bardas, un puente; el total de daños materiales se estimó en 80 millones de pesos. La inundación afectó 60 casas, dos escuelas, un parque infantil y 22 hectáreas de sembradíos. 57 milímetros en 50 minutos	Lluvia extrema
			27/07/1980	El Salto	20 hectáreas de cultivo dañadas	Lluvia Extrema con Granizo
México		Río Tepotzotlán	14/08/1980	Tepotzotlán y Cuautitlán Izcalli	Perdidas parciales de cultivos, 1,055 hectáreas de frijol, maíz y alfalfa por desbordamiento de río.	Lluvia Extrema
Distrito Federal	Gustavo A. Madero y Azcapotzalco		28/05/1987		Nueve muertos e inundaciones, deslizamiento en el cerro del Chiquihuite, en la Delegación Gustavo A. Madero. Doce heridos. Varios techos de viviendas, fábricas, estacionamientos y mercados derribados. Se suspendió el transporte público, hubo caos vial y varios postes de teléfonos cayeron. Colapsaron varias casas pobremente construidas. La tormenta duró 40 minutos y dejó una capa de granizo de 60 cm en algunas partes de la ciudad.	Lluvia extrema con granizo
Hidalgo			10/08/1987	Subregión de Apan	Perdidas parciales de cultivos, 2,950 hectáreas	Lluvia Extrema con Granizo
Hidalgo			07/08/1990	Subregión de las Avenidas de Pachuca	53,137 hectáreas de cultivo dañadas	Huracán Diana
Hidalgo	Tasquillo		07/08/1990		49,478 hectáreas de cultivo dañadas	Huracán Diana

Entidad federativa	Municipio	Río	Fecha	Localidades afectadas	Daños	Fenómeno
Distrito Federal	Anillo Periférico		10/09/1990		Inundaciones, flujo de lodos y deslaves, decenas de vehículos provenientes de la zona montañosa, las aguas traían tierra y piedras que azolvaban el drenaje.	Lluvia extrema con granizo
Distrito Federal	Coyoacán		10/09/1990		Inundaciones de más de medio metro después de dos horas de aguacero con tormentas eléctricas.	Lluvia extrema
Distrito Federal		Presa Tequilasco	02/10/1992	Álvaro Obregón	Cientos de casas y autos fueron arrastrados y muchas más fueron inundadas.	Lluvia Extrema
Distrito Federal	Cuajimalpa	Río San Borja	23/06/1998	Cuajimalpa	Tromba que dejó 4 muertos, 26 casas, 3 vehículos, 80 damnificados, el nivel del agua alcanzó 1 metro de altura	Lluvia Extrema
Distrito Federal	Cuajimalpa	Río San Borja	25/07/1998		Desborde del río San Borja a causa de una tromba. 4 Muertos, 26 casas inundadas, 3 vehículos arrastrados y 80 damnificados. 42 milímetros. El nivel de agua alcanzó hasta un metro.	Lluvia extrema
Distrito Federal	Milpa Alta		17/08/1998		Dos muertos, 20 vehículos dañados, 10 bardas, un puente; el total de daños materiales se estimó en 80 millones de pesos. La inundación afectó 60 casas, dos escuelas, un parque infantil y 22 hectáreas de sembradíos. 57 milímetros en 50 minutos	Lluvia extrema
Distrito Federal	Milpa Alta		17/08/1998	Milpa Alta	Intensas precipitaciones dejan 2 muertos, 20 vehículos dañados, 10 bardas, 1 puente, 60 Casas, 2 escuelas, 1 parque infantil, y 22 hectáreas de sembradíos.	Lluvia Extrema
Distrito Federal	Magdalena Contreras		28/09/1998		Desgajamiento de un cerro debido a las intensas precipitaciones pluviales. Seis muertos, 100 familias afectadas y daños materiales aún incuantificables. El nivel del agua subió más de un metro. 33.2 milímetros.	Lluvia extrema
Distrito Federal			04/09/1999	Iztapalapa	Inundaciones de más 70 cm por desbordamiento de tubería de agua negra	Lluvia Extrema
Distrito Federal			15/06/2000	Iztapalapa	Inundaciones de más 70 cm por desbordamiento de tubería de agua negra	Lluvia Extrema
México	Ecatepec		15/06/2000	Ciudad Azteca, Río de Luz, Josefa Ortiz de Domínguez, Los Reyes, Sagitario, Jardines de Santa Clara y San Agustín	4 horas de lluvias anegaron 1,000 viviendas con 30 cm de agua	Lluvia Extrema
México	Chalco, Valle de Chalco Solidaridad e Ixtapaluca	Río de la Compañía	31/06/2000		Desbordamiento de río provoco inundación de 80 hectáreas de zonas urbanas, afecto 757 viviendas y 6,048 habitantes directamente e indirectamente 42,212 habitantes	Lluvias Torrenciales
México	Atizapán de Zaragoza	Río San Javier y Presa Angulo	24/09/2000	Villas de la Hacienda, San Juan Ixtacala, Plano Norte, San Miguel		Lluvia Extrema
Hidalgo	Zempoala, San Agustín Tlaxica		20/07/2001	Santa Rita, San Francisco y Santa María Tecajete. Barrio el Mexiquito	Se vieron afectadas 30 hogares y 400 personas. Fuertes lluvias provocaron inundaciones por más de 70 cm.	Lluvia Extrema
Distrito Federal		Río de los Remedios	01/08/2007		Provoca una tormenta de 30 millones de m3 en un periodo de 20 hrs	Huracán Dean
México	Valle de Chalco	Canal de la	05/02/2010		2 mil 500 viviendas inundadas	

Entidad federativa	Municipio	Río	Fecha	Localidades afectadas	Daños	Fenómeno
		Compañía				
Hidalgo	Pachuca, Mineral de la Reforma		30/06/2011		Grandes encharcamientos, Colonias inundadas, Inundación de fraccionamiento, Derrumbes en carreteras	Tormenta Tropical Arlene
México	Cuautitlán	Río Cuautitlán	11/02/2013		Inunda mil 800 casas	Lluvia extrema
México	Ecatepec	Río de los Remedios	11/02/2013		Encharcamientos en 15 colonias de hasta 30 cm de alto	Lluvia extrema
Distrito Federal	Xochimilco, Iztapalapa, Coyoacán, Tlalpan, Venustiano Carranza y Tláhuac		10/06/2013		Inundaciones en 14 delegaciones	Lluvia extrema
México	Nezahualcóyotl		13/06/2013		500 familias inundadas, 55 centímetros en calles y algunas viviendas	Lluvia extrema
Hidalgo	Pachuca		10/07/2013		Fraccionamientos inundados	Lluvia extrema

Fuente: Elaborado a partir de: Periódicos locales, PHOC XIII, 2007 y CENAPRED.

Tabla 3.10 Declaratorias de desastres por inundaciones

Año	Fenómeno natural	Entidad federativa	Número de municipios
2005	Ciclón Tropical "Stan"	Hidalgo	8
2007	Huracán Dean	Hidalgo	16
	Huracán Lorenzo	Hidalgo	6
2009	Lluvias severas e inundación	México	5
2010	Lluvias severas e inundación	Distrito Federal	4
	Lluvias severas e inundación	México	3
2011	Lluvias severas e inundación	México	8
	Tormenta Tropical Arlene	Hidalgo	16

### 3.6 Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales

que además de control de avenidas fueron construidas para otros fines (Tabla 3.11 y 3.12).

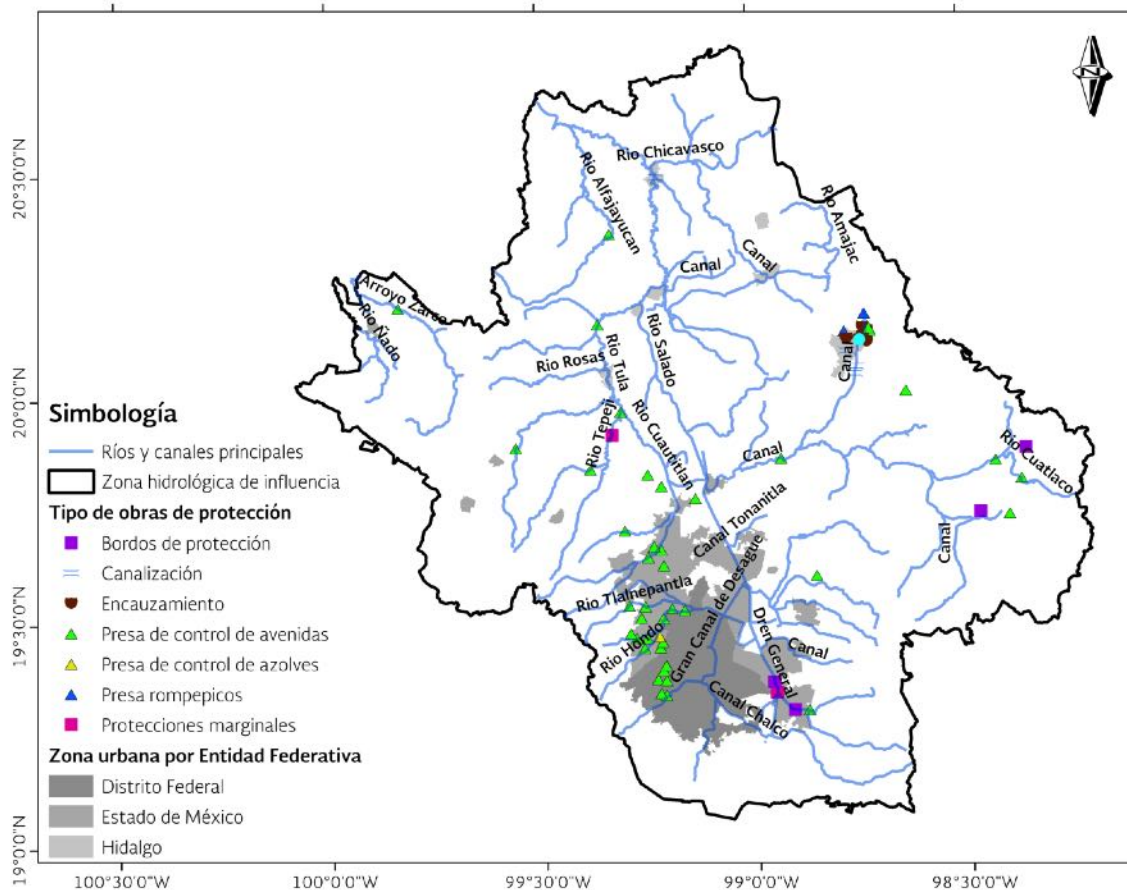
#### 3.6.1 Obras de protección contra inundaciones

De acuerdo al Inventario Nacional de Obras de Protección (IMTA, 2008), en la RHA XIII se tienen 62 obras de protección contra inundaciones en cauces naturales (Figura 3.22), de las cuales 12 protegen zonas agrícolas y 50 a localidades. Las presas de control de avenidas se encuentran localizadas en la Región en mayor cantidad, son 42 presas

Tabla 3.11 Obras de protección

Tipo de Obra	Objetivo
Presa de control de avenidas	42
Encauzamiento	7
Bordos de protección	4
Canalización	4
Presa rompepicos	4
Protecciones marginales	2
Presa de control de azolves	1
<b>Total</b>	<b>64</b>

Figura 3.22 Ubicación de obras de protección contra inundaciones



Fuente: Inventario Nacional de Obras de protección contra Inundaciones en Cauces Naturales, IMTA, 2008.

Tabla 3.12 Obras de protección

Objetivo	Bordos de protección	Canalización	Encauzamiento	Presa de control de avenidas	Presa de control de azolves	Presa rompepicos	Protecciones marginales	Total general
Actualmente control de avenidas, antes también riego.				1				1
Captar los escurrimientos de las zonas N y NO de Pachuca.			1					1
Completar el aprovechamiento del río Tula, que se viene haciendo con las presas de Taxhimay y Requena, para riego del sistema No. 3 Río Tula, Hgo.				1				1
Control de avenidas.				3		3		6
Control de avenidas y abastecimiento.				1				1
Control de avenidas y agua potable.						1		1
Control de avenidas y dar un gasto de 0.600 m <sup>3</sup> /s para abastecimiento de agua potable a la zona.				1				1
Control de avenidas y dotación de abastecimiento, proteger contra inundaciones a la colonia Altamira y a los poblados ribereños.				1				1
Control de avenidas y riego.				3				3
Control de inundaciones.			2					2
Controlar avenidas.				2				2
Evitar inundaciones.	2	4	1	2			1	10
La presa tiene una capacidad total de 51 millones de m <sup>3</sup> y se destina para riego de una superficie de 11,600 ha bajo la jurisdicción del Distrito de riego 100-Alfajayucan.				1				1
Para riego de 4 985 ha. y otros usos secundarios.				1				1
Protección a centros de pobla-	2			18	1		1	22

Objetivo	Bordos de protección	Canalización	Encauzamiento	Presa de control de avenidas	Presa de control de azolves	Presa rompepicos	Protecciones marginales	Total general
ción.								
Protección a centros de población.				2				2
Protección contra inundaciones.			3					3
Riego en combinación con la presa Taxhimay, de una parte del Distrito de Riego del Río Tula que también es servido con aguas negras del río Salado proveniente del Valle de México y de la presa Endó, Hgo.				1				1
Riego y control de avenidas.				2				2
Riego y protección a centros de población.				2				2
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>64</b>



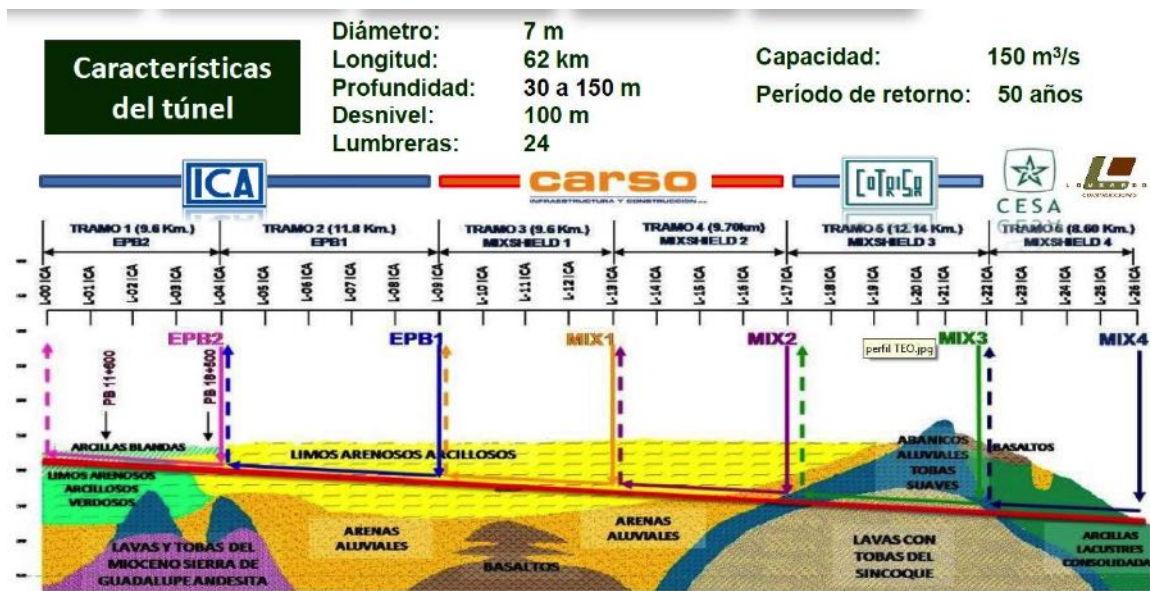
En el período 2001 – 2006 se construyó parte del sistema de presas para la regulación de avenidas en la Cuenca del Río de la Compañía; asimismo, se reforzó el Sistema de Drenaje del Valle de México y se encuentran en proceso obras de drenaje para incrementar finalmente la capacidad de desalojo de avenidas extraordinarias, en más de un 50% de la capacidad actual, principalmente a través del Emisor de Oriente.

### Túnel Emisor Oriente

Mediante estudios hidrológicos e hidráulicos se concluyó la necesidad de reforzar el Sistema Principal de Drenaje con obras para desalojar hasta 150 m<sup>3</sup>/s adicionales y otras para aumentar la capacidad de regulación en temporadas de lluvia.

El Túnel Emisor Oriente (TEO) reforzará el Sistema Principal de Drenaje de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) en beneficio de sus 20 millones de habitantes (Figura 3.23).

Figura 3.23 Características del perfil del TEO



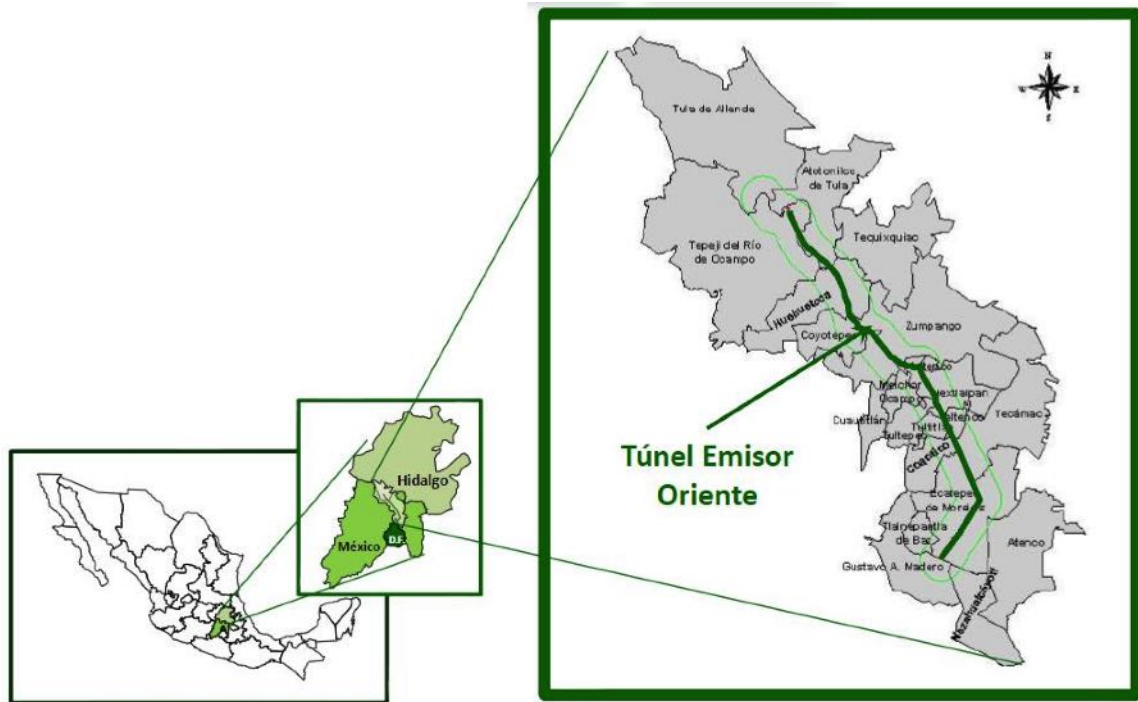
Fuente: Tomado de Conagua. Gerencia de Estudios y Proyectos de agua potable y redes de alcantarillado. Proyectos Estratégicos. 22 de julio de 2013.

Al contar con una capacidad suficiente para el desalojo de las aguas residuales y pluviales, dará sustentabilidad hídrica a la ZMVM al disminuir el riesgo de inundaciones.

El proyecto inició en la confluencia del Gran Canal con el Río de los Remedios (límite del

Distrito Federal con el Estado de México) y termina en el municipio de Atotonilco, estado de Hidalgo, en la cercanía de la salida del Emisor Central. En su trayecto se cruzarán varios municipios del Estado de México (Figura 3.24).

Figura 3.24 Ubicación Túnel Emisor Oriente



Fuente: Tomado de Conagua. Gerencia de Estudios y Proyectos de agua potable y redes de alcantarillado. Proyectos Estratégicos. 22 de julio de 2013.

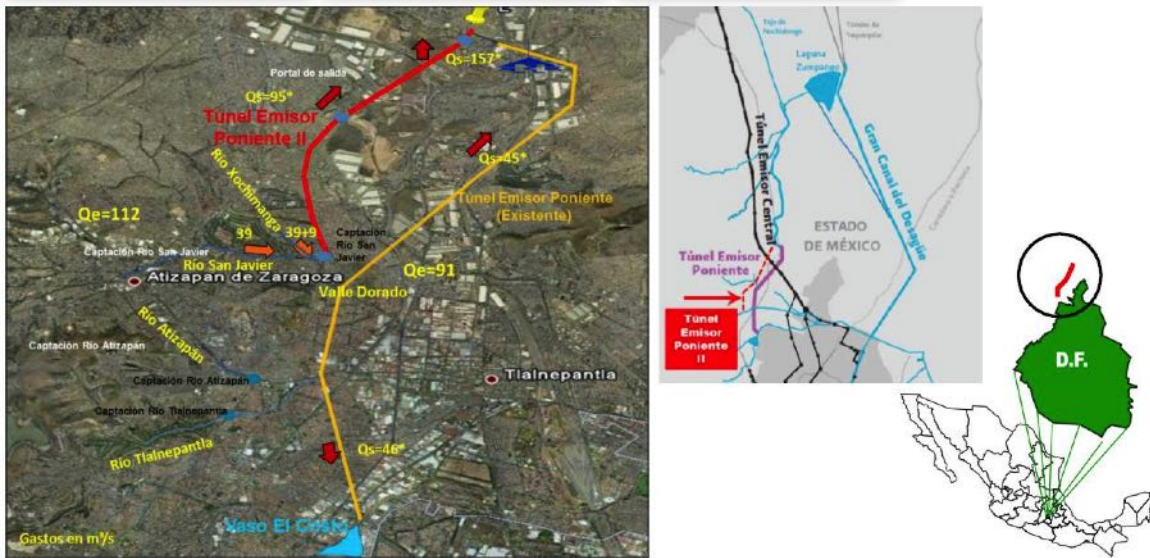
### **Túnel Emisor Poniente II**

La Conagua desarrolló el Proyecto Ejecutivo del Túnel Emisor Poniente II (TEP II), para reforzar al actual Emisor del Poniente, y garantizar el desalojo eficiente de las aguas pluviales y residuales provenientes de la zona Norponiente.

El proyecto aprovecha el cauce a cielo abierto del Emisor del Poniente actual, recibiendo sin bombeo el agua del nuevo TEP II.

Con la construcción del TEP II, se estará protegiendo a la zona Norponiente (municipios de Naucalpan, Tlalnepantla, Atizapán y Cuautitlán Izcalli, en el Estado de México) de inundaciones y catástrofes asociadas con eventos de lluvias extraordinarias (Figura 3.25).

Figura 3.25 Ubicación Túnel Emisor Poniente II



Fuente: Tomado de Conagua. Gerencia de Estudios y Proyectos de agua potable y redes de alcantarillado. Proyectos Estratégicos. 22 de julio de 2013.

### Túnel Río de la Compañía II

El monitoreo permanente del canal Río de la Compañía, en el tramo que aún funciona como canal abierto, hace suponer que podrían generarse condiciones de riesgo seme-

jantes a las que obligaron a la construcción del túnel y del ducto cerrado para el estiaje (Figura 3.26).

Figura 3.26 Ubicación Túnel Río de la Compañía II



Fuente: Tomado de Conagua. Gerencia de Estudios y Proyectos de agua potable y redes de alcantarillado. Proyectos Estratégicos. 22 de julio de 2013.

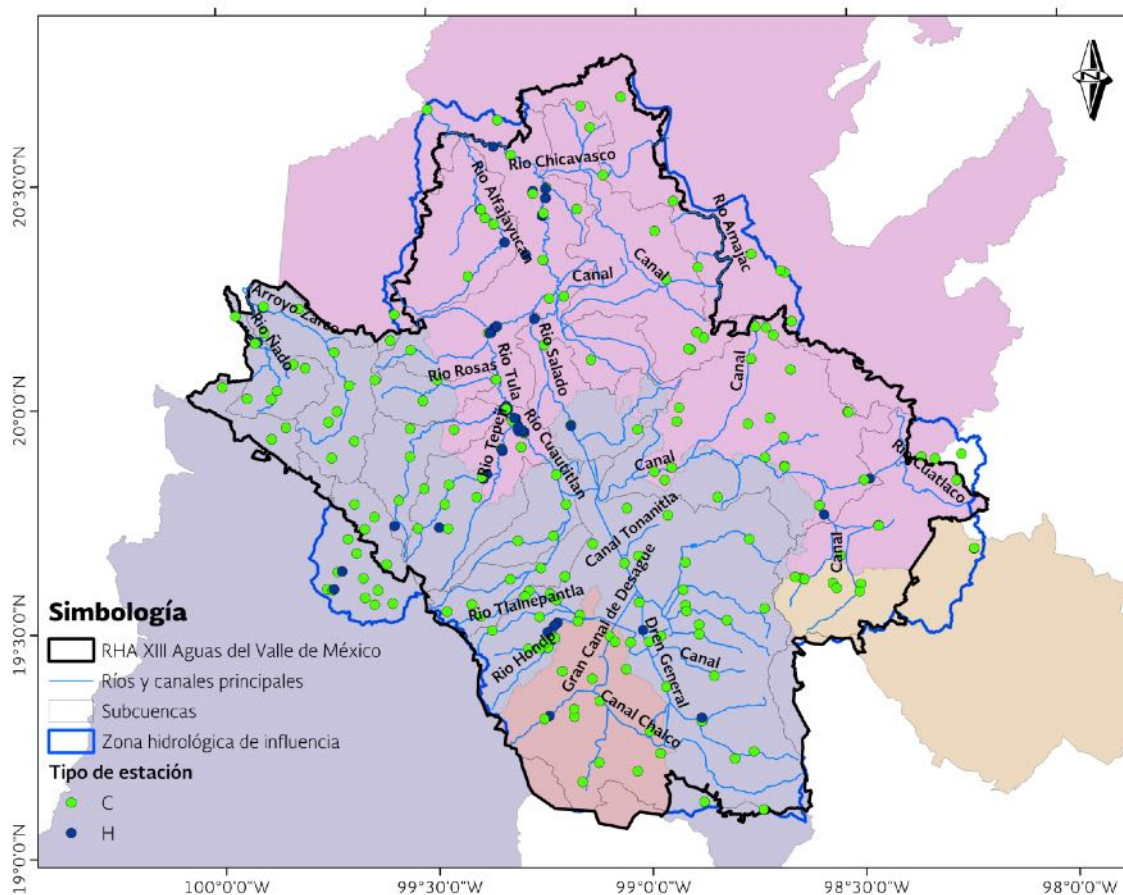
### 3.6.2 Acciones no estructurales

#### Red de estaciones hidrométricas y climatológicas

En la región se tiene un total de 276 estaciones, 71 hidrométricas y 205 climatológicas. Desde un enfoque hidrológico que influ-

ye directamente en la RHA se tienen estaciones, además del Distrito Federal, Hidalgo, el Estado de México y Tlaxcala, en el Estado de Puebla sobre las subcuencas L. Tochac y Tecocomulco (Figura 3.27). En operación se tienen 174 climatológicas y 39 hidrométricas (Tabla 3.13).

Figura 3.27 Estaciones totales



Fuente: Elaborado a partir de: GASIR

Tabla 3.13 Red de estaciones climatológicas e hidrométricas

Tipo	Situación actual	Distrito Federal	Hidalgo	Estado de México	Puebla	Tlaxcala	Total
C	O	14	66	86		8	174
	S	1	11	18	1		31
H	O	2	14	23			39
	S		29	3			32
<b>Total</b>		<b>17</b>	<b>120</b>	<b>130</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>276</b>

Fuente: GASIR

C = Climatológica, H = Hidrométrica

### **Sistema de alerta temprana y pronóstico de avenidas**

Adicionalmente a que la Comisión Nacional del Agua, se implementa cada temporada de lluvias un Operativo de Operación y Vigilancia del Sistema Hidrológico del Valle de México, para la operación y vigilancia de los Subsistemas.

El Gobierno del Estado de México en los cauces de mayor riesgo sólo cuentan con alertas electrónicas y sensores conectados al Centro de Operaciones de Naucalpan, los cuales se activan en caso de riesgo, lo que permite a las autoridades realizar acciones para salvaguardar a la ciudadanía, entre los cauces con dispositivos electrónicos están el Gran Canal, los ríos de Los Remedios y San Javier, Dren General del Valle, Casa Colorada, Vaso del Cristo y Emisor Poniente.

En el estado de Hidalgo no se cuenta con un sistema automatizado de alertamiento. Sin embargo, se tiene implementado un procedimiento de alertamiento y monitoreo, que se basa en la recopilación y difusión diaria, de información registrada en 73 estaciones meteorológicas convencionales y 36 automatizadas, que cubren la mayor parte del estado. Complementariamente, vía telefónica se monitorea diariamente la ocurrencia de incidencias, a través de las áreas de protección civil de los municipios que de acuerdo con los pronósticos del SMN, pueden ser afectados por lluvias intensas. Este procedimiento está a cargo de personal de la Brigada de PIAE y del área de hidroclimatología.

En lo que respecta al pronóstico de avenidas se han elaborado diversos estudios para analizar la problemática y proponer alternativas de solución en algunos puntos de la RHA en materia de manejo del agua y control de inundaciones, que sí bien han logrado su objetivo no se ha logrado generar un modelo de simulación hidrológica - hidráulica integral del Valle de México y de la cuenca del Río Tula. Estos estudios, por citar algunos, se han elaborado para el Río la Compañía, Emisor Poniente, Drenaje Profundo, siete presas del oriente y Río Cuautitlán.

### **Acciones e instituciones involucradas en la prevención, acción y reducción de daños por inundación.**

La Secretaría de Gobernación, a través del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), es la encargada de dar seguridad a la población en sus bienes y en su entorno. Cada entidad federal cuenta con su propia dirección de Protección Civil que en coordinación con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el CENAPRED son los encargados de prevenir, actuar y restablecer el orden ante los efectos de una inundación.

Al tener conocimiento la Coordinación General de Protección Civil de la formación de una tormenta tropical; se mantiene comunicación permanente con el Centro de Administración de Emergencias de la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, Comisión Nacional del Agua y Servicio Meteorológico Nacional, con la finalidad de obtener información fidedigna de la posible intensidad y trayectoria, y así estar en condiciones de apoyar a las direcciones municipales de Protección Civil e informar oportunamente a la población.

El Gobierno de la Ciudad de México cuenta con un equipo y personal especializado de atención a emergencias por inundación, denominado "Grupo Tormenta", mismo que opera desde hace varios años continuamente en temporada de lluvias.

Por su parte la Comisión Nacional del Agua cuenta con dos Centros regionales de Atención a Emergencias (CRAE), que pueden brindar atención al D.F. en caso de ser necesario, ubicados en Tlalnepantla y Texcoco, Estado de México.

De acuerdo al marco de atribuciones de los municipios, los H. Ayuntamientos y las Unidades Municipales de Protección Civil del Estado de México, realizan acciones de prevención y coordinación interinstitucional ante los eventos de origen hidrometeorológico antes y durante la temporada de lluvias. Los organismos participantes son: DIF, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación,

Secretaría de Comunicaciones, Secretaría del Agua y Obra Pública, Desarrollo Urbano, General de Comunicación Social, Desarrollo Agropecuario, del Medio Ambiente, H. Ayuntamientos, Conagua, SEDENA, CONAFOR, SEGOB.

El Estado de México cuenta con el Grupo Tláloc integrado por 450 elementos que utilizan 60 motocicletas. También cuenta con 46 equipos de succión, 62 pipas, 60 malacates y seis grúas de alta capacidad.

En Hidalgo existe la Subsecretaría de Protección Civil y Gestión de Riesgos, dependiente de la Secretaría de Gobierno. Esta Subsecretaría cuenta con 20 elementos, 3 vehículos pick up y un camión de rescate. Por otra parte en 63 de los 84 municipios se tienen instalados Consejos Municipales de Protección civil, sin embargo en general, carecen del equipo necesario para atender emergencias hidrometeorológicas mayores, en los centros de población de alta vulnerabilidad.

La Dirección Local Hidalgo de la CONAGUA cuenta con una fuerza de tarea de 43 elementos incluyendo 15 de la Brigada de PIAE, organizados en 10 grupos operativos y seis coordinaciones regionales, conforme al Manual Operativo para la Prevención y Atención de Emergencias 2013. Se tiene disponibles

cinco motobombas de 6 pulgadas con capacidad de bombeo de 80 lps cada una. En caso de un evento severo se puede recurrir a los Centros Regionales de Atención de Emergencias ubicado en Texcoco México.

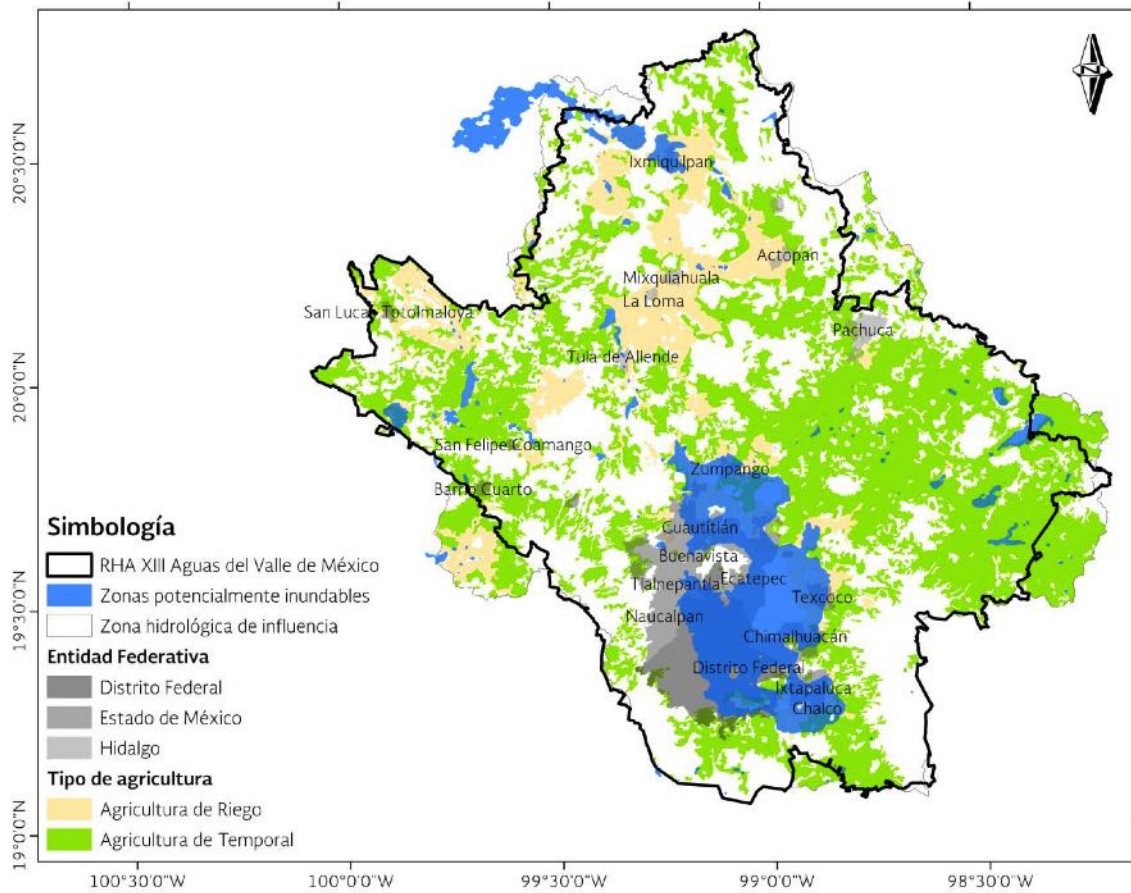
Es importante mencionar que se han llevado a cabo campañas de comunicación y difusión de información para prevenir a la sociedad de no habitar zonas federales de riesgo.

### **3.7 Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación**

En cuanto a las zonas agrícolas, en la RHA se tiene una superficie total de 9,278.6 km<sup>2</sup> en los que se incluyen Distritos de Riego (DR) y Unidades de Riego (UR). Del total de la superficie 7,035.5 km<sup>2</sup> son de temporal y 2,243.1 km<sup>2</sup> de riego, aproximadamente 903 km<sup>2</sup> (9.7%) del total podría presentar problemas de inundación (Figura 3.28).

Específicamente para los DR se tiene una superficie de 1,544.3 km<sup>2</sup>, de los cuales, 147.3 km<sup>2</sup> (9.5%) presenta zonas con potencial de inundación. Los Distritos de Riego en la RHA son: 003Tula, 044 Jilotepec, 073 La Concepción, 088 Chiconautla, 096 Arroyozarco, 100 Alfajayucan y 112 Ajacuba.

Figura 3.28 Zonas agrícolas potencialmente inundables



Fuente: Elaborado a partir de: Sistema Nacional de Información del Agua 2012, uso de suelo serie IV y Agroasemex S. A.

En cuanto a la producción agrícola en la RHA XIII, en 2012 se sembraron 630 mil hectáreas (Tabla 3.14), de las cuales fueron dedicadas en forma relevante 243 mil hectáreas con maíz grano y cebada grano con 152 mil. Las superficies siniestradas fueron 128 mil afectando en mayor medida a maíz grano con 50 mil hectáreas y a cebada grano con casi 52 mil hectáreas (Dato del 2009).

De 28.8 millones de toneladas cosechadas, 6.98 millones fueron de Flores (Planta) y en

forma notable 5.05 millones de toneladas fueron de Alfalfa Verde.

Los ingresos totales de las cosechas ascendieron a 11,122 millones de pesos. Los cultivos en que se obtuvieron mayores ingresos fueron maíz grano con 3,177 millones de pesos y alfalfa verde con 1,601 millones de pesos.

Tabla 3.14 Superficie sembrada y cosechada, incluye riego, temporal y perennes del 2012

Cultivo	Sembrada (Ha)	Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rend (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)	% Sup Sem	% Valor Prod
Aceituna	121	58	220	4	8,000	1,763	0.02%	0.02%
Acelga	63	63	658	43	16,287	2,344	0.01%	0.02%
Agapando (gruesa)	6	6	3,090	515	200	618	0.00%	0.01%
Aguacate	8	8	66	17	17,000	571	0.00%	0.01%
Ajo	9	9	53	12	23,000	614	0.00%	0.01%
Alcachofa	56	33	301	28	22,520	2,403	0.01%	0.02%
Alfalfa verde	50,931	50,930	5,047,035	6,085	33,769	1,600,790	8.08%	14.39%
Alheli (gruesa)	3	3	1,817	1,207	160	145	0.00%	0.00%
Almacigo (planta)	4	4	1,705,350	396,593	2	3,701	0.00%	0.03%
Amaranto	297	252	367	11	97,850	5,087	0.05%	0.05%
Apio	107	107	1,768	28	11,558	7,295	0.02%	0.07%
Arbol de navidad (planta)	291	99	32,540	1,730	1,015	11,157	0.05%	0.10%
Aretillo (planta)	2	2	192,200	101,158	12	2,306	0.00%	0.02%
Arvejon	219	219	216	4	37,700	2,362	0.04%	0.02%
Avena forrajera	56,827	56,062	1,035,485	2,300	40,648	424,847	9.02%	3.82%
Avena grano	10,793	10,733	13,054	45	89,689	47,198	1.71%	0.42%
Begonia (planta)	2	2	308,875	147,083	11	3,398	0.00%	0.03%
Belén (planta)	3	3	331,325	132,530	9	3,081	0.00%	0.03%
Betabel	10	4	57	25	5,700	157	0.00%	0.00%
Blueberry	5	5	9	2	72,000	648	0.00%	0.01%
Brócoli	744	744	6,224	68	21,836	23,199	0.12%	0.21%
Calabacita	1,338	1,127	12,616	502	192,879	56,366	0.21%	0.51%
Calabaza	10	10	168	17	4,000	672	0.00%	0.01%
Calabaza (semilla) o chihua	52	52	16	1	20,000	78	0.01%	0.00%
Calancoe (planta)	4	4	225,750	64,500	10	2,258	0.00%	0.02%
Canola	470	470	396	12	45,285	2,008	0.08%	0.02%
Capulín	20	19	22	8	43,286	136	0.00%	0.00%
Cebada forrajera en verde	5,284	4,723	111,662	542	5,485	22,115	0.84%	0.20%
Cebada grano	151,863	150,523	328,002	93	188,979	1,271,409	24.10%	11.43%
Cebolla	160	160	2,477	37	13,377	12,297	0.03%	0.11%
Chabacano	15	13	25	9	30,550	154	0.00%	0.00%
Chícharo	414	414	2,275	46	71,600	13,002	0.07%	0.12%
Chilacayote	12	12	158	26	7,969	635	0.00%	0.01%
Chile verde	1,225	1,151	7,737	179	116,453	37,257	0.19%	0.34%
Cilantro	73	73	706	73	26,558	2,861	0.01%	0.03%
Cilantro semilla	145	145	256	9	40,993	1,930	0.02%	0.02%
Cineraria (planta)	6	6	485,370	75,839	9	4,225	0.00%	0.04%
Ciruela	60	52	191	44	65,736	1,256	0.01%	0.01%
Col (repollo)	377	377	7,487	184	25,181	20,954	0.06%	0.19%
Coliflor	694	682	13,924	210	41,773	55,091	0.11%	0.50%
Crisantemo (gruesa)	8	8	27,520	3,440	87	2,394	0.00%	0.02%
Crisantemo	2	2	280,560	147,663	11	3,162	0.00%	0.03%



Cultivo	Sembra- da (Ha)	Cose- chada (Ha)	Producción (Ton)	Rend (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Pro- ducción (Miles de Pesos)	% Sup Sem	% Valor Prod
(planta)								
Cyclamen (planta)	6	6	513,080	82,755	18	9,473	0.00%	0.09%
Durazno	307	284	1,699	144	185,293	14,086	0.05%	0.13%
Ebo (janamar- go o veza)	593	593	9,722	149	7,083	7,940	0.09%	0.07%
Ejote	62	62	525	21	8,840	1,380	0.01%	0.01%
Elote	716	716	3,118	19	22,277	18,403	0.11%	0.17%
Espinaca	112	112	894	41	19,095	3,507	0.02%	0.03%
Flores (grue- sa)	6	6	4,382	2,978	335	344	0.00%	0.00%
Flores (planta)	41	41	6,978,100	870,150	31	51,364	0.01%	0.46%
Frambuesa	19	12	72	33	258,700	6,257	0.00%	0.06%
Fresa	1	1	4	4	25,000	104	0.00%	0.00%
Frijol	25,294	23,994	16,240	74	1,555,156	269,340	4.01%	2.42%
Frutales varios	13	13	70	17	20,019	480	0.00%	0.00%
Geranio (plan- ta)	18	18	2,318,425	132,481	8	18,589	0.00%	0.17%
Girasol flor (gruesa)	31	22	11,660	530	350	4,081	0.01%	0.04%
Granada	62	62	729	23	9,200	3,387	0.01%	0.03%
Haba grano	756	721	903	25	261,335	9,395	0.12%	0.08%
Haba verde	918	918	4,792	164	141,916	22,756	0.15%	0.21%
Higo	96	96	605	41	39,200	3,282	0.02%	0.03%
Hongos y setas	1	1	65	318	173,784	2,228	0.00%	0.02%
Hortalizas	49	49	231	14	14,880	865	0.01%	0.01%
Lechuga	646	646	8,298	197	70,600	40,427	0.10%	0.36%
Lilium (grue- sa)	10	10	32,000	3,200	840	26,880	0.00%	0.24%
Lilium (planta)	4	4	449,700	112,425	12	5,472	0.00%	0.05%
Maguey mi- xiotero	23	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%
Maguey pul- quero (miles de lts.)	5,810	3,095	357,659	4,206	173,195	1,494,602	0.92%	13.44%
Maíz forrajero	22,068	21,344	879,881	2,404	24,900	385,150	3.50%	3.46%
Maíz grano	243,476	229,910	804,466	362	468,290	3,176,708	38.63%	28.57%
Manzana	248	216	1,835	119	133,334	16,462	0.04%	0.15%
Manzanilla	68	68	102	3	18,032	923	0.01%	0.01%
Margarita (manejo)	22	22	63,428	2,883	75	4,757	0.00%	0.04%
Membrillo	7	7	41	18	16,050	222	0.00%	0.00%
Nabo forraje- ro	592	592	6,870	160	11,439	6,164	0.09%	0.06%
Noche buena (planta)	26	26	2,960,692	537,405	170	103,064	0.00%	0.93%
Nopalitos	4,959	4,959	405,712	1,309	55,368	715,649	0.79%	6.44%
Nube	8	8	40	10	8,125	163	0.00%	0.00%
Nuez	174	174	387	23	198,354	10,309	0.03%	0.09%
Papa	686	686	20,740	239	42,150	116,349	0.11%	1.05%
Pastos	941	941	92,276	1,555	4,542	24,788	0.15%	0.22%
Pensamiento (planta)	4	4	243,250	69,500	5	1,245	0.00%	0.01%
Pepino	13	13	286	39	5,900	1,060	0.00%	0.01%
Pera	111	96	988	105	83,764	4,998	0.02%	0.05%
Perejil	3	3	36	12	3,653	130	0.00%	0.00%

Cultivo	Sembra- da (Ha)	Cose- chada (Ha)	Producción (Ton)	Rend (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Pro- ducción (Miles de Pesos)	% Sup Sem	% Valor Prod
Petunia (plan- ta)	6	6	628,190	106,473	9	5,526	0.00%	0.05%
Pon-pon (gruesa)	4	4	6,200	1,550	144	893	0.00%	0.01%
Poro	3	3	23	17	8,452	97	0.00%	0.00%
Rábano	147	147	812	42	22,006	2,958	0.02%	0.03%
Remolacha forrajera	4	4	48	24	4,600	106	0.00%	0.00%
Romerito	685	685	5,440	15	9,857	20,274	0.11%	0.18%
Rosa (gruesa)	9	9	5,826	3,278	1,211	1,472	0.00%	0.01%
Rosa de inver- nadero (plan- ta)	12	12	1,223,750	101,979	11	13,363	0.00%	0.12%
Rye grass en verde	1,786	1,786	72,696	1,130	11,247	37,211	0.28%	0.34%
Sorgo forraje- ro verde	49	37	957	74	745	380	0.01%	0.00%
Tejocote	14	13	58	27	52,386	496	0.00%	0.00%
Tomate rojo (jitomate)	94	94	11,871	8,916	273,587	84,712	0.02%	0.76%
Tomate verde	777	777	9,089	383	136,555	41,423	0.12%	0.37%
Trigo grano	13,082	13,082	42,106	118	162,442	153,961	2.08%	1.38%
Triticale forra- jero en verde	104	104	1,644	68	2,034	818	0.02%	0.01%
Triticale grano	305	305	833	14	18,950	3,136	0.05%	0.03%
Tulipán Ho- landés (plan- ta)	1	1	75,000	75,000	22	1,650	0.00%	0.02%
Tuna	21,053	20,500	212,273	268	95,785	492,060	3.34%	4.43%
Verdolaga	162	162	1,529	18	8,890	6,545	0.03%	0.06%
Zanahoria	121	121	2,477	192	45,124	12,292	0.02%	0.11%
Zarzamora	20	20	51	12	59,330	920	0.00%	0.01%
Zempoalxo- chitl	66	66	490	14	12,100	2,941	0.01%	0.03%
Zempoalxo- chitl (manejo)	42	42	58,165	3,860	56	1,126	0.01%	0.01%
<b>Total</b>	<b>630,271</b>	<b>607,892</b>	<b>28,741,556</b>	<b>3,212,550</b>	<b>6,426,048</b>	<b>11,121,088</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

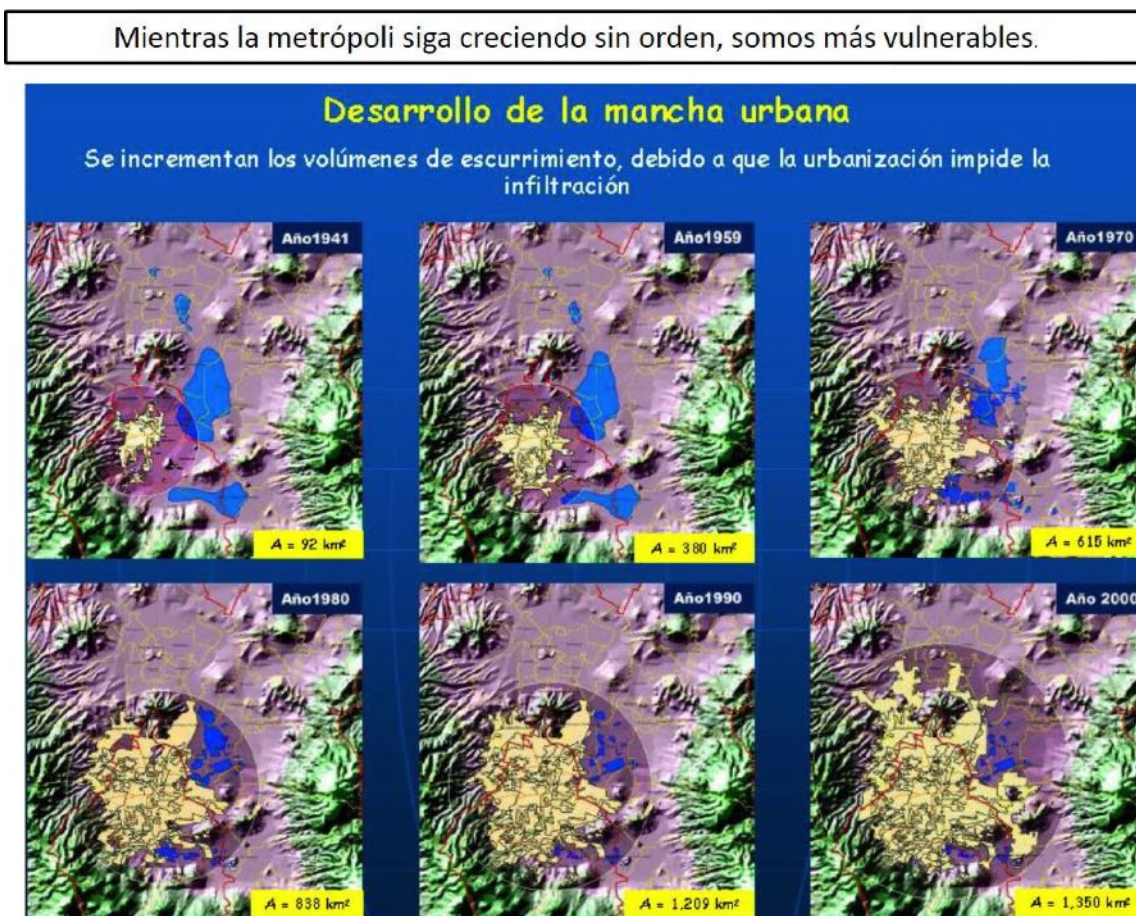
Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas agrícolas del SIAP-SAGARPA 2012.

#### 4. Diagnóstico de las zonas inundables

El riesgo de inundación dentro de la Región, es una respuesta directa al asentamiento de localidades en zonas de riesgo. Basta con decir que gran parte de la actual mancha urbana se encuentra donde originalmente

existió el Gran Lago de Texcoco; lo único que impide que los antiguos lagos continúen inundados es la infraestructura de drenaje y su capacidad de desalojar el agua de lluvia (Figura 4.1).

Figura 4.1 Crecimiento de la mancha urbana en el Valle de México



Fuente: Tomado de Conagua. Inundaciones en el Valle de México y su exacerbamiento por el impacto del cambio climático. 17 de agosto de 2011.

En la subregión Tula, ante un clima más árido y una población mucho menor y más dispersa, resultan de mayor impacto las sequías que las inundaciones. Las inundaciones ocurren en puntos aislados como son cruces de cauces naturales con localidades.

Es necesario enfatizar, sin embargo, dos componentes adicionales que afectan el funcionamiento de la cuenca e incrementan el riesgo de inundaciones: i) un deficiente manejo de cuencas que aumenta día con día el coeficiente de escurrimiento y el azolvamiento de las presas para control de inundaciones y ii) una insuficiente capacidad para proteger las zonas federales como son los vasos de almacenamiento y las riberas de los ríos.

La delimitación y demarcación de Zonas Federales ha sido una tarea que en los últimos años ha sido permanentemente abordada por el OCAVM; no obstante, se reconoce que el crecimiento de las zonas urbanas ha ocurrido sin una planeación hídricamente sustentable, lo que contribuye por ejemplo, a incrementar el flujo de aguas residuales por estructuras diseñadas para transitar avenidas, con lo que se reduce la capacidad de tránsito de avenidas de éstas últimas.

### **Valle de México**

La Ciudad de México se ubica en una zona lacustre y el acelerado crecimiento urbano ocupa cada vez más las zonas altas en las montañas del valle. Esta situación ha generado la invasión de los cauces y márgenes de los ríos que anteriormente drenaban los escurrimientos pluviales sin afectar a centros urbanos. Razones por lo que los centros de población de la entidad, están más propensos a inundaciones o afectaciones.

EL Distrito Federal conforma la parte central del Valle de México, sin embargo, por la complejidad de su sistema hidrológico es difícil separarlo del resto de la cuenca que en la mayoría de los casos comparte los retos y las soluciones con una visión metropolitana.

Los principales problemas del Valle de México se deben a:

- La deforestación y la eliminación de zonas de infiltración.
- El arrastre de sedimentos y el azolvamiento de cauces y embalses
- Hundimientos diferenciales de 10 a 40 cm al año debido a la sobreexplotación de los mantos acuíferos, ocasionando la pérdida de capacidad de desalojo y fracturas de los sistemas de drenaje de agua residual y de lluvia.
- Grietas y accidentes geológicos cada vez más frecuentes dañan la infraestructura

El sistema de drenaje del Distrito Federal se diseñó para desalojar los escurrimientos de la tormenta más intensa probable en 50 años, mientras que los sistemas locales de drenaje se diseñan para la lluvia más intensa probable en 10 años, es decir, que todos los años existe una probabilidad del 10% que la capacidad del drenaje local sea excedida, causando encharcamientos con una mayor frecuencia.

La vulnerabilidad del Sistema Hidrológico de la Ciudad, frente a los fenómenos hidrometeorológicos, radica en la falta de capacidad de los sistemas de desalojo actuales (ríos y drenes), la cual ha venido disminuyendo por invasión a las zonas federales, azolvamiento de los vasos de regulación y la falta de mantenimiento a la infraestructura.

Lo que se agrava con el acelerado crecimiento poblacional, la presencia de basura, azolve y obstrucción de los cauces por infraestructura.

### **Tula<sup>9</sup>**

Los factores con que está relacionado la problemática, es el crecimiento acelerado y desordenado que los centros urbanos, situación que provoca una expansión sin control de construcciones inmobiliarias y expansión masiva de predios en donde no se permite el uso habitacional, proliferando con ello los

---

<sup>9</sup>Conagua, Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces Federales, 2012.

asentamientos irregulares en zonas federales.

El incremento de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo (zonas federales), es un gran problema de seguridad para la población que las habita, así como un gran problema para el Gobierno por la inversión que se lleva a cabo después de tener severos daños por el desbordamiento de corrientes.

Los afectados en la inundación, insisten en quedarse en la misma zona, sin acondicionar o modificar sus viviendas, esto se puede considerar una cierta manera de vivir y/o sobrevivir de la gente que vive en zonas inundables, ya que el hecho de que año con año estas zonas se vean afectadas implica un gasto importante para el Gobierno Federal en la reconstrucción o bien en la sustitución de los bienes materiales. Por consiguiente los afectados reciben una vez al año “trato preferencial” y algunas empresas constructoras pueden resultar beneficiadas económicamente por el negocio de reconstrucción.

Aunado a la problemática anterior otras causas que provocan las inundaciones son la reducción de la sección hidráulica en algunos ríos, estrechamientos por puentes, cauces azolvados

#### 4.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

##### 4.1.1 Climatología

La red mínima de estaciones permite evitar deficiencias graves en el desarrollo y gestión de los recursos hídricos, la organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011) recomienda establecer un mínimo de estaciones climatológicas bajo las siguientes consideraciones (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Valores mínimos recomendados de densidad de estaciones (superficie, en km<sup>2</sup> por estación)

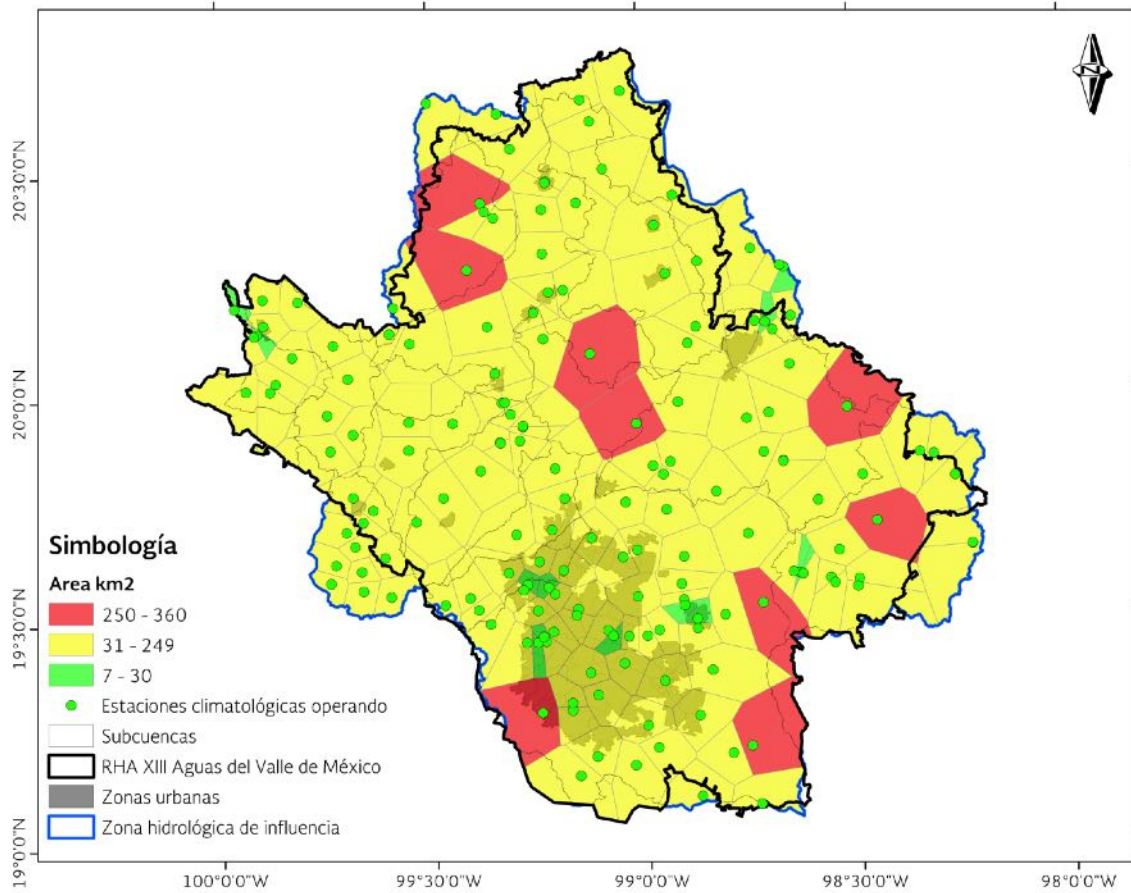
Unidad fisiográfica	Precipitación	
	No registradoras (Pluviómetro)	Registradoras (Pluviógrafo)
Costa	900	9,000
Montaña	250	2,500
Planicie interior	575	5,750
Montes/ondulaciones	575	5,750
Áreas urbanas	-	10 a 20

Fuente: Tomado de OMM. Guía de prácticas hidrológicas, 2011.

Considerando las recomendaciones de la OMM, se evaluó la superficie de cobertura de cada estación climatológica mediante el criterio de Polígonos de Thiessen (Figura 4.2). En la zona montañosa de la RHA, al sureste y suroeste, la mayor cobertura (300 km<sup>2</sup>) se realiza en las cercanías del Iztacihuatl y Popocatepetl, además otra estación (260 km<sup>2</sup>) en la zona del Ajusco. Sólo estas dos estaciones se encuentran por arriba de lo recomendado (250 km<sup>2</sup>). Para la zona de Montes, Ondulaciones y Planicies el máximo recomendado es de 575 km<sup>2</sup>, superficie que es debidamente cubierta por el total de las estaciones ubicadas en estas zonas.

En lo que respecta a la zona metropolitana del Distrito Federal, la recomendación de la OMM marca de 10 a 20 km<sup>2</sup> de área de cobertura por estación, sin embargo sólo cinco estaciones cumplen con dicha recomendación, el resto de estaciones ubicadas en esta zona oscilan entre 30 km<sup>2</sup> y 155 km<sup>2</sup> con una media de 73 km<sup>2</sup> de área de cobertura.

Figura 4.2 Polígonos de Thiessen



Fuente: Elaborado a partir de: GASIR

Además de la densidad de estaciones climatológicas se tienen los siguientes comentarios.

En la Ciudad de México se dispone de una red Pluviográfica a cargo del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, el cual debe ser revisado para verificar su correcto funcionamiento.

Las estaciones reportadas para el Estado de México comprendidas dentro del Valle de México se encuentran en buenas condiciones.

Para el estado de Hidalgo no se tiene información del funcionamiento.

En los foros temáticos en materia de recursos hídricos, llevados a cabo en el municipio de Moneral del Chico, Hidalgo, del 23 de

septiembre al 8 de octubre de 2010, se concluyó lo siguiente:

- Estaciones climatológicas insuficientes y obsoletas.
- Vandalismo y robo de tecnología.
- Falta de investigación científica para desarrollar nuevas alternativas.
- Falta de equipo con tecnología de punta y personal capacitado.

#### 4.1.2 Hidrometría

Falta información sobre ubicación, cantidad adecuada y funcionamiento.

### 4.1.3 Comentarios generales sobre hidrometría y climatología

- Tecnología de transmisión de las estaciones automáticas requieren repuestos de 1980.
- La climatología es confiable.
- No hay posibilidades de contratar personal necesario para lectura de registros climatológicos e hidrométricos.
- Se tiene una hora de desfase en estaciones automáticas, problemas del satélite.
- 80% no es a tiempo real, por lo tanto no es posible tomar las mejores decisiones.
- Se ha reducido red hidrométrica
- En hidrométricas en las casetas de aforo hay problemas de vandalismo e inseguridad.
- Radar del Cerro cathedral se debe calibrar con estación de superficie.
- En Hidalgo tienen problemas para mantenimiento de estaciones por falta de recursos.

### 4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

El Sistema de aguas de la Ciudad de México, debe ajustarse a los lineamientos establecidos en el Protocolo de Operación Conjunta de la infraestructura para el desalojo de aguas para la Temporada de Lluvias, bajo este protocolo se prevé la medición de la cantidad de agua pluvial y se dará a cada autoridad la oportunidad de reacción para retenerla, bombearla y conducirla; además, durante la primera fase de la alerta se informará a la ciudadanía.

Se observa la necesidad de contar con una visión metropolitana integral para el desalojo de agua del Valle de México, por lo que la corresponsabilidad es indispensable en el tema.

En Hidalgo no se cuenta con un sistema automatizado de alertamiento. Se tiene implementado un procedimiento de alerta-

miento y monitoreo, que se basa en la recopilación y difusión diaria de información. Vía telefónica se monitorea diariamente la ocurrencia de incidencias, a través de protección civil de los municipios que pueden ser afectados por lluvias intensas. A cargo de la Brigada de PIAE y del área de climatología e hidrología.

Sumado a lo anterior también se enlista lo siguiente:

- En términos generales el tipo de pronóstico de avenidas se realiza con base en el criterio del personal encargado.
- No hay un Sistema de Alerta Temprana (SAT).
- El Río de la Compañía sí tiene un SAT pero ya es obsoleto.
- No hay modelo de pronóstico.
- El único Sistema de Alerta Hidrometeorológica (SAH) lo realizó CENAPRED con la UNAM el cuál se encuentra obsoleto.
- Los estudios de modelación se encuentran fragmentados.

### 4.3 Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales

#### 4.1.1 Acciones estructurales

##### *Valle de México*

En la región el fenómeno meteorológico que más afecta son las inundaciones, porque no se cuenta con la infraestructura suficiente en la red municipal y de bombeo, personal, y recursos, para hacer frente al desalojo de agua precipitado muchas veces, sólo en unas horas, la cual puede provocar estragos en varias construcciones afectando viviendas, negocios, escuelas, avenidas, autos, etc.

Los problemas relacionados al desalojo de agua es muy importante, el Sistema General de Drenaje puede dar lugar a inundaciones catastróficas.

Actualmente se están presentado evidencias de que la capacidad de descarga del sistema general es insuficiente ya que muchos tramos del Sistema de Drenaje Profundo han

trabajado con carga varias veces al año y ya se ha presentado el caso de que el agua negra suba por las lumbreras y se derrame en las calles (el caso más reciente fue el derrame por la lumbrera 3 del Interceptor Oriente-Oriente, que inundó la zona de Ejército de Oriente). Lo mismo ha ocurrido con el Interceptor Poniente, donde ha sido necesario tapar la parte superior de las lumbreras más bajas y en el río Churubusco, que ha derramado por sus chimeneas.

Las razones por las que el Sistema General está en una situación tan crítica, son diversas. A continuación se describirán las más importantes:

El balance entre la capacidad de descarga y el área incorporada al servicio, ha sido cada vez más desfavorable para la primera. Por una parte de las tres salidas del valle (tajo de Nochistongo, Emisor Profundo y Gran Canal), el Gran Canal ha venido reduciendo paulatinamente su capacidad de descarga de 90 m<sup>3</sup>/s hace 30 años a 20 m<sup>3</sup>/s por bombeo actualmente, y por la otra, el Sistema de Drenaje Profundo, además de suplir la falta de capacidad del Gran Canal, ha recibido la conexión de áreas cada vez mayores para drenar las zonas Sur y Sureste de la ciudad.

Como consecuencia de los fenómenos de hundimiento del suelo, los ríos y conductos de desagüe se ha invertido su pendiente, por lo que ha sido necesario que el 50% de los escurrimientos se desalojen mediante más de 130 plantas de bombeo y más de 70 obras de regulación.

Sin embargo, para asegurar la capacidad de desagüe del Valle hace falta intensificar la rehabilitación y mantenimiento del sistema actual de regulación y conducción. Asimismo, para mitigar los riesgos derivados de la falta de infraestructura y su obsolescencia, es necesario redoblar esfuerzos en la generación y mejora de protocolos para la operación de los sistemas de drenaje locales así como controlar la disposición de residuos sólidos en los cauces.

En últimas fechas se ha planteado que el Drenaje Profundo puede estar severamente deteriorado y a punto de fallar.

Por ejemplo, los vasos reguladores han perdido capacidad de almacenamiento y sus bordos reportan deterioro; las presas de control, además de estar azolvadas, han sido invadidas por asentamientos humanos ubicados dentro de la zona de influencia del embalse, poniendo además, en riesgo la integridad física de la gente. Así mismo, los canales se han visto mermados en su capacidad de conducción por los hundimientos diferenciales del subsuelo y sus bordos requieren rehabilitación al igual que las plantas de bombeo que además también requieren de mantenimiento en general porque ya cubrieron su vida útil.

En un estudio prospectivo del Centro Nacional de Prevención de Desastres de la Secretaría de Gobernación (Cenapred), en donde se plantearon varios escenarios con base en una simulación tomando datos reales de lluvia del año 2002 y con el supuesto de una falla del Emisor Central, se llegó a la conclusión de que podría sobrevenirse una inundación que afectaría a las delegaciones Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Iztacalco y Venustiano Carranza, en el Distrito Federal y los municipios de Atenco, Ecatepec y Nezahualcoyótl en el estado de México, es decir que el área que podría quedar bajo el agua sería de 164 kilómetros cuadrados (Figura 4.3).

Solo por citar algunos de los daños cualitativos en caso de que se presentase una inundación como la simulada por el Cenapred, se vería bajo el agua:

- a) El primer cuadro de la Ciudad;
- b) Parte del Bosque de Chapultepec;
- c) El aeropuerto internacional "Benito Juárez";
- d) La terminal de autobuses de Oriente (Tapo);
- e) Ciudad Nezahualcóyotl;
- f) Bosque de Aragón;



- g) La Torre Mayor;
- h) El Palacio de Bellas Artes; y
- i) Las nueve líneas de metro;
- j) entre otros

Figura 4.3 Área a inundarse de fallar el Emisor Central



Fuente: Tomado de Conagua. Compendio del Agua de la Región Hidrológico Administrativa XIII, Edición 2010.

En la actualidad, la falta de capacidad de desalojo de aguas persiste, razón por la que la ciudad tiene una gran vulnerabilidad a inundaciones, y en temporada de lluvias constantemente se presentan eventos que afectan a la población y las actividades productivas.

El Túnel Emisor Oriente ampliará la capacidad del drenaje, disminuyendo el riesgo, pero se requieren otras obras de infraestructura que permitan brindar mayor certidumbre a la población ante lluvias torrenciales.

Además de lo anterior la problemática de inundaciones no se resolverá si no se complementan con el desazolve de los vasos de regulación y las presas del poniente y la rectificación de sus cauces.

- Vaso de Cristo

- Vaso Carretas
- Vaso Fresnos
- Lago Churubusco
- Laguna de Regulación Horaria
- Laguna el Fusible
- Reposición de la Laguna de Regulación Casa Colorada
- La Gasera
- 17 presas del poniente.
- Adecuación de la estructura de descarga de la PB Casa Colorada Profunda.

### Tula

En la parte correspondiente del estado de Hidalgo dentro de la RHA XIII las obras de protección se encuentran en condiciones físicas regulares, y solo requieren trabajos de mantenimiento para evitar un mayor deterioro, limpieza y desazolve. Sin embargo se tiene dificultad de acceso a las obras de protección (bordos de protección, gaviones), para mantenimiento preventivo y correctivos de las mismas.

#### 4.1.2 Acciones no estructurales

Como parte de los trabajos para identificar la problemática y determinación de posibles soluciones en materia del recurso hídrico incluyendo el tema de inundaciones, en la Región Hidrológico-Administrativa XIII, el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, en coordinación con las Direcciones Locales de Hidalgo, México y Tlaxcala, del 23 de septiembre al 8 de octubre de 2010, se llevaron a cabo en el municipio de Mineral del Chico, Hidalgo, Foros Temáticos. A continuación se presentan las conclusiones en cuanto a la problemática identificada en las acciones no estructurales:

- a) Eficaz ordenamiento territorial.
  - Asentamientos Irregulares.
  - Aplicación, actualización y continuidad de los programas de ordenamiento ecológico y territorial.

- Desinterés y falta de aplicación de los programas a todos los municipios.
  - Desvinculación de las políticas de planeación.
  - Poca apertura de los usos de suelo anticipado en sus diferentes etapas de crecimiento urbano.
  - Falta de asignación y etiquetar los recursos financieros y humanos para el desarrollo de políticas.
- b) Zonas inundables libres de asentamientos humanos.
- No se respeta la vocación natural del uso del suelo (cauces naturales).
  - Falta asignación de recursos para delimitar las zonas inundables de los cauces.
- Falta de planeación para evitar el desarrollo urbano en zonas de restricción.
  - Falta de delimitación mediante señalamiento de zonas federales.
  - Falta identificar zonas de alto riesgo.
  - Falta de educación ambiental en asentamientos humanos en libros de la SEP.
- c) Falta de alertamiento oportuno y seguro a emergencias.

En el Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces Federales actualizado al 2012, se tiene una integración de la población en riesgo de inundación dentro de la RHA XIII, en total 202 sitios identificados, 158 asentados sobre cauces y 44 en presas (Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Asentamientos humanos en zonas de riesgo

Estado	Sitios Identificadas		Sitios localizados con asentamientos	
	Cauces	Presas	Cauces	Presas
Distrito Federal	169	8	47	3
Hidalgo	57	19	46	10
Estado de México	93	48	61	31
Tlaxcala	8	4	4	0
<b>Total</b>			<b>158</b>	<b>44</b>

#### 4.2 Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas

Los actores sociales que intervienen, antes, durante y después de un evento de inundación pueden ser organizaciones civiles, asociaciones de productores, asociaciones vecinales, personas que habitan en zonas de riesgo de inundación, etc. Para esta Región se cuenta con asociaciones vecinales que han realizado simulacros con apoyo de la iglesia del Río Cuautitlán e incluso han solicitado trabajos y estudios.

Además, las comisiones de cuenca están sumamente involucradas en la gestión de crecientes, tal es el caso de:

- Comisiones de cuenca de los ríos Amecameca y Compañía elaboraron un libro

con asesoría de la UAM. “Repensar la cuenca, la gestión de ciclos del agua en el Valle de México”, Elena Burns 2009.

- Comisiones de barrancas, limpieza de cauces Distrito Federal
- Comisión Laguna de Tecocomulco, manejo de laguna
- Comisión de Presa Guadalupe, Texcoco y Madín
- Asociaciones de vecinos que solicitan trabajos

#### 4.4 Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la gestión de crecidas

Como parte de la problemática que incrementa los daños por inundaciones causada

por la coordinación entre instituciones se tiene:

- La organización institucional está fragmentada y no tiene un área específica que atienda técnicamente el problema integral de los fenómenos extremos, en particular, las inundaciones y las sequías.
- No hay una política que busque el balance entre las medidas estructurales y no estructurales para atenuar el impacto de los fenómenos extremos.
- No hay una unidad administrativa que vigile la aplicación de Ley de Aguas y las consecuencias coercitivas de su incumplimiento en cuanto a invasión de cauces y asentamientos en zonas de riesgo.
- No se tiene un sistema institucional para elaborar un catálogo de proyectos y programas que atiendan los problemas de los fenómenos extremos de manera integral. El presupuesto para la atención de los problemas generados por la ocurrencia crónica de los fenómenos extremos en el país es limitado e insuficiente y una buena parte del presupuesto asignado se dedica a la reconstrucción de infraestructura dañada y atención de emergencias.
- No hay un dimensionamiento del personal profesional y especializado que se requiere para atender los fenómenos extremos ni programas en curso que atiendan las carencias de personal calificado.
- Falta de coordinación en planes y programas en las dependencias gubernamentales.
- Trabajos de mantenimiento evitan descargas de drenaje superficial.
- Falta de coordinación entre los actores que otorgan licencias de construcción en zonas de riesgo.
- Son carentes los recursos económicos para la elaboración de estudios.
- Es insuficiente la coordinación entre el Sistema de Aguas del Valle de México y

la Comisión de Aguas del Estado de México.

- En cuanto a la invasión de zonas federales no es posible la aplicación de la ley por la inexistencia de denuncias.
- La propiedad federal no se puede comprobar a causa de documentos extraviados.
- Después de 10 años de permanencia en una zona invadida se da la prescripción positiva a favor del propietario.

Las deficiencias normativas en cuanto a las competencias y atribuciones de cada uno de las Instituciones en materia de protección civil a nivel Federal, Estatal y Municipal (representativo) y, más que deficiencias son incongruencias entre sus disposiciones legales unas de otras se tienen:

- Los Estados de Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Distrito Federal, no establecen la figura de la Cultura y autoprotección en materia de protección civil.
- La certificación de competencias laborales en materia de protección civil, no señalan nada los Estados de Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Distrito Federal.
- El Sistema Civil de Carrera, no señalan nada los estados antes señalados.

El artículo 7 de los transitorios de la Ley General de Protección Civil (Federal) señala la homologación de los Estados y Municipios en materia de protección civil con dicha Ley, al día de hoy no están homologadas.

- En la Ley General de Asentamientos Humanos:
  - No se prevé la figura de la “autorización para crear nuevos centros de población en zonas federales”.
  - No prevé una reglamentación en la ocupación en llanuras de inundaciones.
  - No prevé nada respecto: “A la figura de la reubicación de los centros de población asentados en zonas federales de alto riesgo de inundaciones”.

- No prevé la figura de la “autorización para crear nuevos centros de población en zonas federales”.
- No prevé la figura de “las políticas públicas en materia de inundaciones, antes, durante y después del evento”.
- No prevé la “figura de la reubicación de los asentamientos humanos, asentados en zonas de inundaciones”.
- No establece la figura de desarrollar “proyectos de investigación científica antes de crear nuevos centros de población en zonas federales”.
- No señala a quien “le competen las facultades y atribuciones para dar seguimiento, vigilancia y atención a los nuevos centros de población, en materia de crecidas”.
- No reconoce el derecho a que tiene la población a protegerlos de las inundaciones como un “Derecho Humano”

#### 4.5 Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones

El Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño<sup>10</sup> (CIIFEN) define el riesgo como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

Amenaza es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.

---

<sup>10</sup> Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño.  
[http://www.ciifen.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=111&lang=es](http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=111&lang=es)

**Vulnerabilidad** son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo.

$$\text{Riesgo} = \text{amenaza} \times \text{vulnerabilidad}$$

Los factores que componen la vulnerabilidad son la exposición, susceptibilidad y resiliencia, expresando su relación en la siguiente fórmula:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{exposición} \times \text{susceptibilidad} / \text{resiliencia}$$

**Exposición** es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.

**Susceptibilidad** es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.

**Resiliencia** es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

**Martin Coy** de la Universidad de Innsbruck Australia, en su artículo “Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América latina”, manifiesta que la vulnerabilidad es considerada como una “estructura doble”, con dos partes que se corresponden entre sí, siendo la exposición o amenaza el lado “externo” y la forma de dominio o asimilación el lado “interno”. Depende, por un lado, de la medida de la amenaza y, por el otro, de las estrategias y capacidades de superación de los afectados, con todos los factores que influyen sobre ellas.

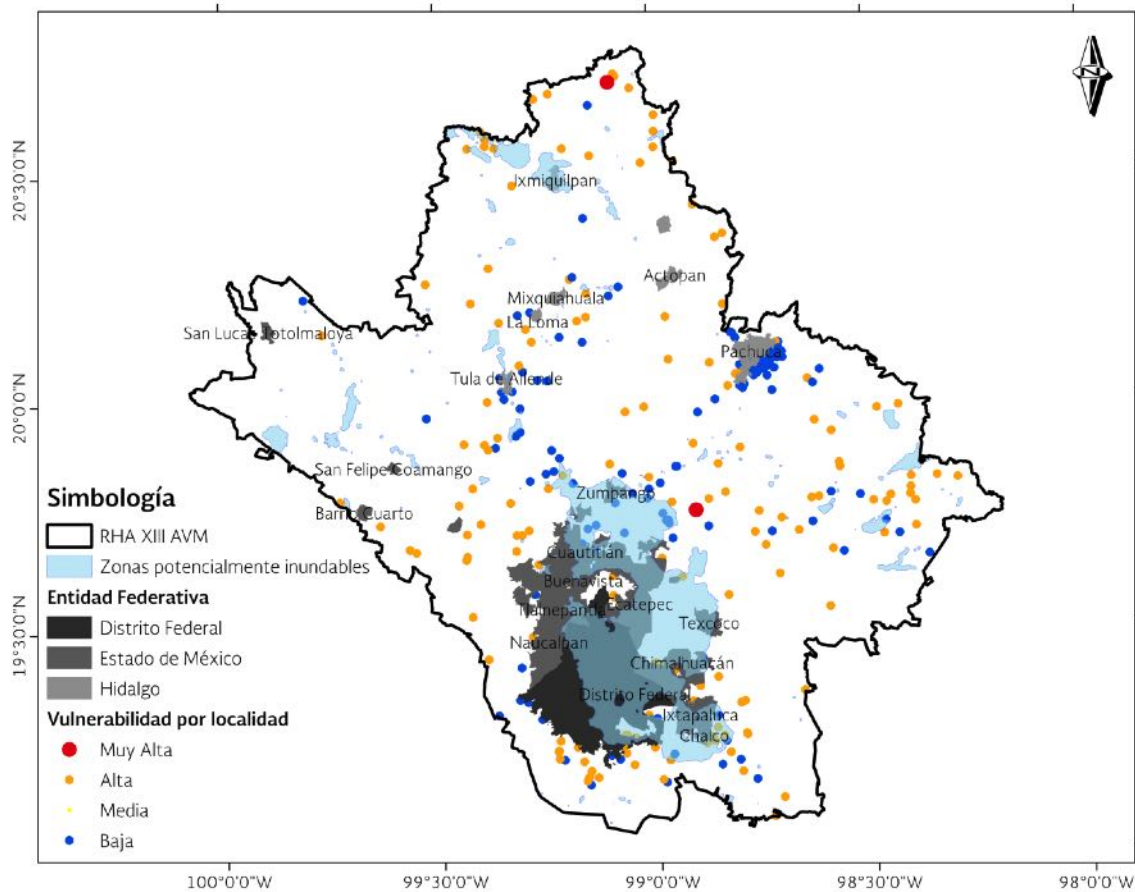
Bajo el concepto de vulnerabilidad interna del individuo de Martin Coy y la susceptibilidad y resiliencia del CIIFEN, se unificaron criterios y se elaboró un análisis de variables de INEGI

en su *Conteo de Población y Vivienda de 2010, Principales resultados por localidad (ITER)*, para obtener una índice de vulnerabilidad socioeconómico (Bravo-Astudillo, 2013) definido como la capacidad de la población para hacer frente a diversos fenómenos naturales (Figura 4.4 y Anexo 4). Se tomaron en cuenta variables como número de habitantes, grado de escolaridad, acceso a servicios de comunicación, servicios de agua, luz y energía eléctrica, materiales de las viviendas, número de habitantes con capacidades diferentes, derechohabencia de servicios médicos, cantidad de menores a 5

años y mayores a 60 años de edad y población económicamente activa.

Localidades asentadas en zonas potenciales de inundación con alta vulnerabilidad se encuentran principalmente en la periferia de la zona metropolitana del Valle de México en localidades menores a 2,500 habitantes como Polígonos en la delegación Nezahualcóyotl, Los Hornos en Chalco y La Angostura en Xochimilco. En términos generales, en la Región se espera que ante una inundación y por las características analizadas en la determinación de la vulnerabilidad, la población responda de manera eficiente en actividades de organización y resistencia.

Figura 4.4 Vulnerabilidad social



Fuente: Elaborado a partir de: INEGI 2010

Además del análisis de la vulnerabilidad socioeconómica también se elaboró un análisis de la economía en riesgo basada en el Producto Interno Bruto (PIB) municipal al 2009

(Tabla 4.4), este asciende a 2,780,002 millones de pesos en la RHA. Los resultados reflejan que la mayor economía en riesgo, determinada está dada principalmente en la

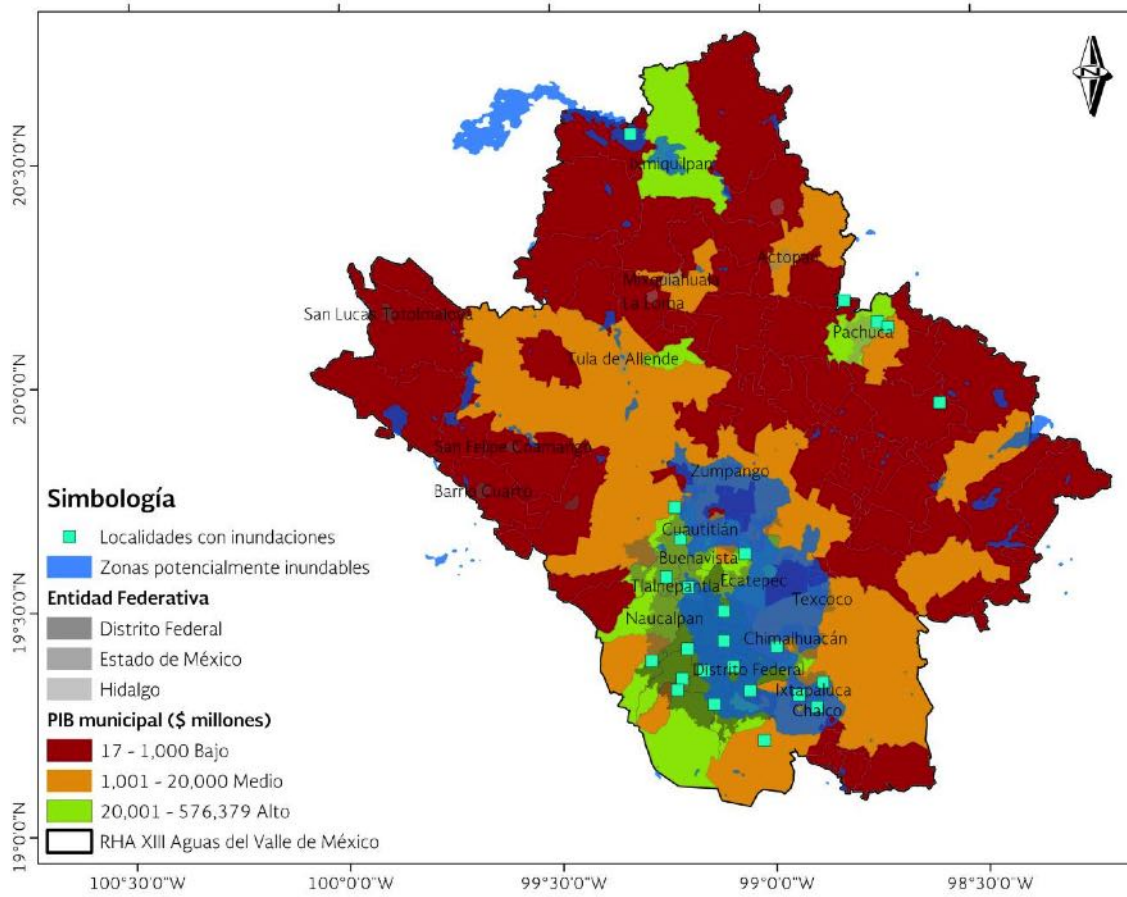
ciudad de México y su zona conurbada: delegación Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Azca-

potzalco, Benito Juárez y Álvaro Obregón (Figura 4.5).

Tabla 4.3 Producto Interno Bruto de la RHA por municipio

Estado	Municipio	PIB_Mun (\$millones)	% regional
Distrito Federal	Miguel Hidalgo	508,402	18%
Distrito Federal	Cuauhtémoc	335,400	12%
Distrito Federal	Azcapotzalco	241,202	9%
Distrito Federal	Benito Juárez	162,872	6%
Distrito Federal	Álvaro Obregón	140,646	5%
México	Tlalnepantla de Baz	114,124	4%
México	Naucalpan de Juárez	106,660	4%
Distrito Federal	Iztapalapa	103,726	4%
México	Ecatepec de Morelos	101,266	4%
Distrito Federal	Cuajimalpa de Morelos	100,423	4%
Distrito Federal	Tlalpan	99,350	4%
Distrito Federal	Coyoacán	91,673	3%
México	Cuautitlán Izcalli	67,874	2%
Distrito Federal	Gustavo A. Madero	67,167	2%
Distrito Federal	Iztacalco	53,591	2%
Distrito Federal	Xochimilco	47,228	2%
México	Tultitlán	38,240	1%
Hidalgo	Ixmiquilpan	30,165	1%
Distrito Federal	Venustiano Carranza	29,734	1%
Hidalgo	Atitalaquia	28,906	1%
Hidalgo	Pachuca de Soto	22,305	1%
México	La Paz	21,140	1%
México	Atizapán de Zaragoza	20,420	1%
México	Nezahualcóyotl	18,929	1%
México	Cuautitlán	16,295	1%
Hidalgo	Tepeji del Río de Ocampo	14,798	1%
México	Tepotztlán	14,033	1%

Figura 4.5 Producto Interno Bruto municipal 2009



Fuente: Conagua, Subdirección General de Programación, 2012





## 5. Evaluación de riesgos de inundación

Se concibe al riesgo integrado por la amenaza y la vulnerabilidad. La amenaza definida como la probabilidad de que ocurra un evento en espacio y tiempo determinados, con suficiente intensidad para producir daños; y la vulnerabilidad como la probabilidad de que, debido a la intensidad del evento y la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente, por lo tanto el riesgo incluye la probabilidad combinada entre los dos factores anteriores, (Magaña y García, 2002). Asimismo sus unidades son las usadas para medir las consecuencias divididas por unidad de tiempo (por ejemplo, una unidad monetaria o número de víctimas por año, dado que la probabilidad de la amenaza presenta unidades de tiempo, (Escuder et al., 2010)).

El riesgo asumido en este Programa está representado de la siguiente manera, (Escuder et al., 2010):

- Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad

En donde el peligro o amenaza está en función del tirante o altura de la inundación asociado a una probabilidad de ocurrencia (inverso del periodo de retorno) y la vulnerabilidad está dada por el tipo de vivienda (bienes expuestos) y el índice de marginación de la zona inundada.

El Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el Sistema de Análisis y Visualización de Escenarios de Riesgo (SAVER) publicado vía web, y uno de sus módulos es el Atlas Nacional de Riesgo por Inundación en México (ANRI).

El ANRI trasladado a una plataforma para Computadora Personal (ANRI-PC) se utiliza para estimar los daños en zonas habitacionales por evento de inundación en la zona de interés. El ANRI-PC evalúa daños en una mancha de inundación bajo el supuesto de que por cada celda (pixel) de una malla (archivo raster) se tiene un mismo tirante de inundación.

## Metodología

El proceso a seguir durante el cálculo de los daños económicos por inundación puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Delimitación de la zona de inundación.
2. Definición de la probabilidad de ocurrencia del evento (inverso del periodo de retorno), para los cuales será evaluado el daño.
3. Cálculo de los tirantes de inundación, así como velocidad y severidad, con base en algún modelo hidrológico-hidráulico, para cada uno de los periodos de retorno seleccionados.
4. Selección de curvas de daño (urbanas, agrícolas, etc.) mismas que relacionan tirante o duración de la inundación con los daños económicos.
5. Con base en las curvas de daño, las características socioeconómicas en la zona de estudio y el tirante alcanzado en la inundación para cada evento, se calculan los daños económicos.
6. Determinación del Daño Anual Esperado (DAE).

La estimación del riesgo en términos de daños por año resulta importante en la toma de decisiones cuando se presenta la cantidad total del daño esperada considerando más de un evento de inundación, lo que permite construir curvas de daño-probabilidad para una zona o región. De tal manera que el área total bajo la curva representa el Daño promedio Anual Esperado (DAE) por año para todos los eventos considerados (Messner et al., 2007). El DAE se calcula con la fórmula (Meyer et al, 2012):

$$\overline{DAE} = \sum_i^k D_i \cdot \Delta P_i$$
$$D_i = \frac{D(P_i - 1) + D(P_i)}{2}$$
$$\Delta P_i = |P_i - P_{i-1}|$$

Donde  $D_i$  es el daño promedio de dos eventos de probabilidad de excedencia  $i$ ,  $\Delta P_i$  es el

intervalo de probabilidad entre las probabilidades de excedencia de ambos eventos.

En el Anexo 3 se describe la metodología de manera más amplia.

### 5.1 Aplicación de la metodología a nivel nacional

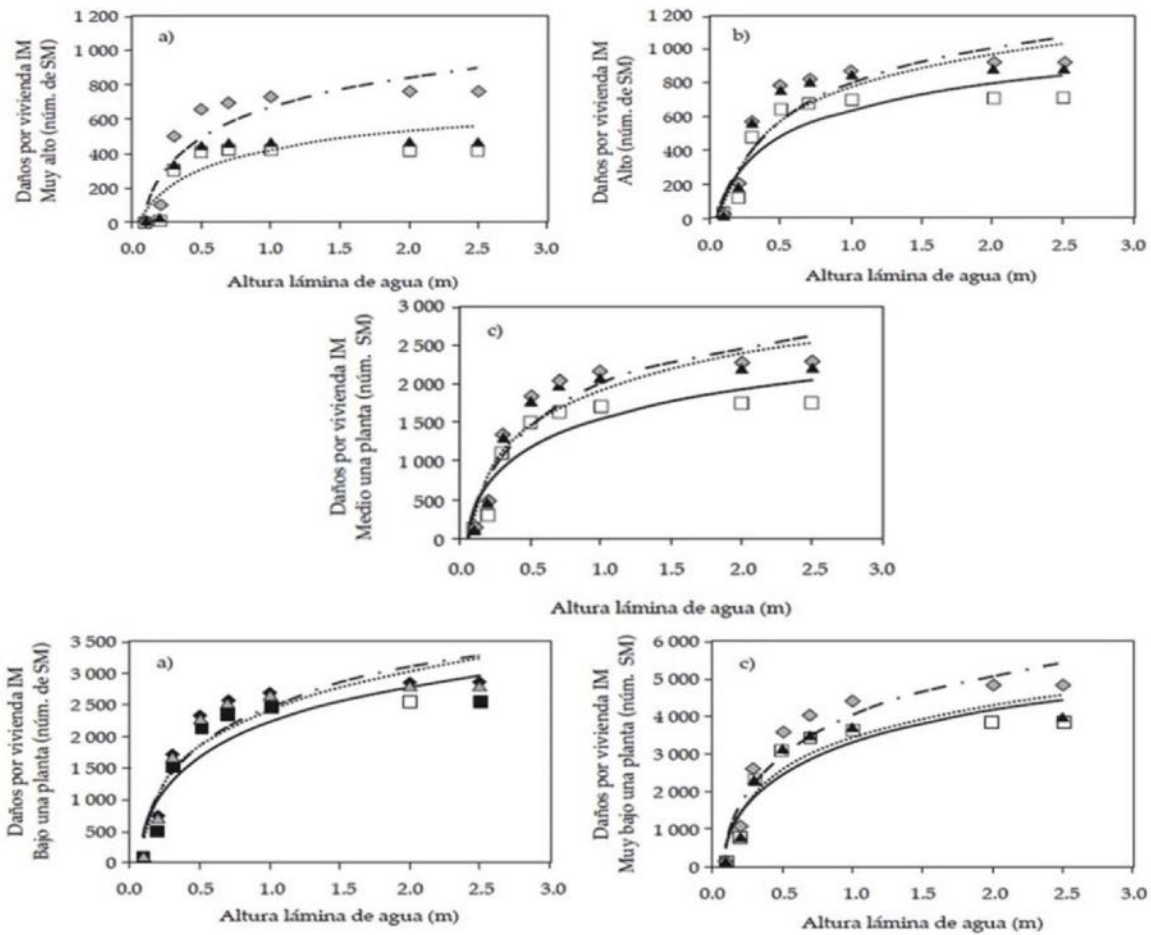
Para aplicar la metodología, son necesarios los siguientes insumos:

- a. *Polígono que delimita la zona de inundación*. Es el área donde se estimarán los daños.
- b. *Modelo digital de elevaciones* usado por el ANRI-PC. Es el continuo de elevaciones escala 1:50,000 del INEGI con una resolución de 50 x 50 m y es utilizado para la zona piloto. El ANRI-PC tiene integrado el modelo SRTM (Shuttle Radar Topography) de cobertura mundial, publicado por el Instituto de Tecnología de California cuya resolución más aproximada es de 90 x 90 m y es usado para estimaciones de daños en viviendas para el modo de procesamiento por lotes.
- c. *Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB)*. Constituyen la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional. De las AGEB urbanas se obtiene el conjunto de índices de marginación existentes en la zona de inundación.

- d. *Tirante y velocidad*, estimados con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster para diferentes probabilidades.
- e. *Curvas de daños*. Curvas que relacionan características de la inundación (por ejemplo tirante y duración) y los daños en pesos y pueden ser de tipo urbano y agrícola. En este Programa las curvas utilizadas corresponden a daños en viviendas, publicadas por Baró et al. (2007 y 2011), quien calculó el valor del daño con base en el costo de cada bien, obteniendo así el valor en pesos de los daños económicos para cada altura de lámina de agua alcanzada y para cada una de las AGEB presentes en la zona de inundación.

Estos daños totales se convirtieron en número de salarios mínimos, lo que permite que las curvas generadas no pierdan validez con el tiempo, ya que al actualizar el salario mínimo, también se actualizan las curvas. Baró et al. (2007 y 2011), además generó ocho tipos de curvas en función del índice de marginación, donde el eje horizontal corresponde a valores de altura de lámina de agua (tirante) en metros y el eje vertical a los daños económicos en unidades de número de salarios mínimos. El ANRI-PC maneja cinco de las ocho curvas tipo arriba citadas y corresponden a: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo nivel de marginación (Figura 5.1)

Figura 5.1 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales



Fuente: Baró et al. (2007).

## 5.2 Cálculo del DAE en la RHA XIII

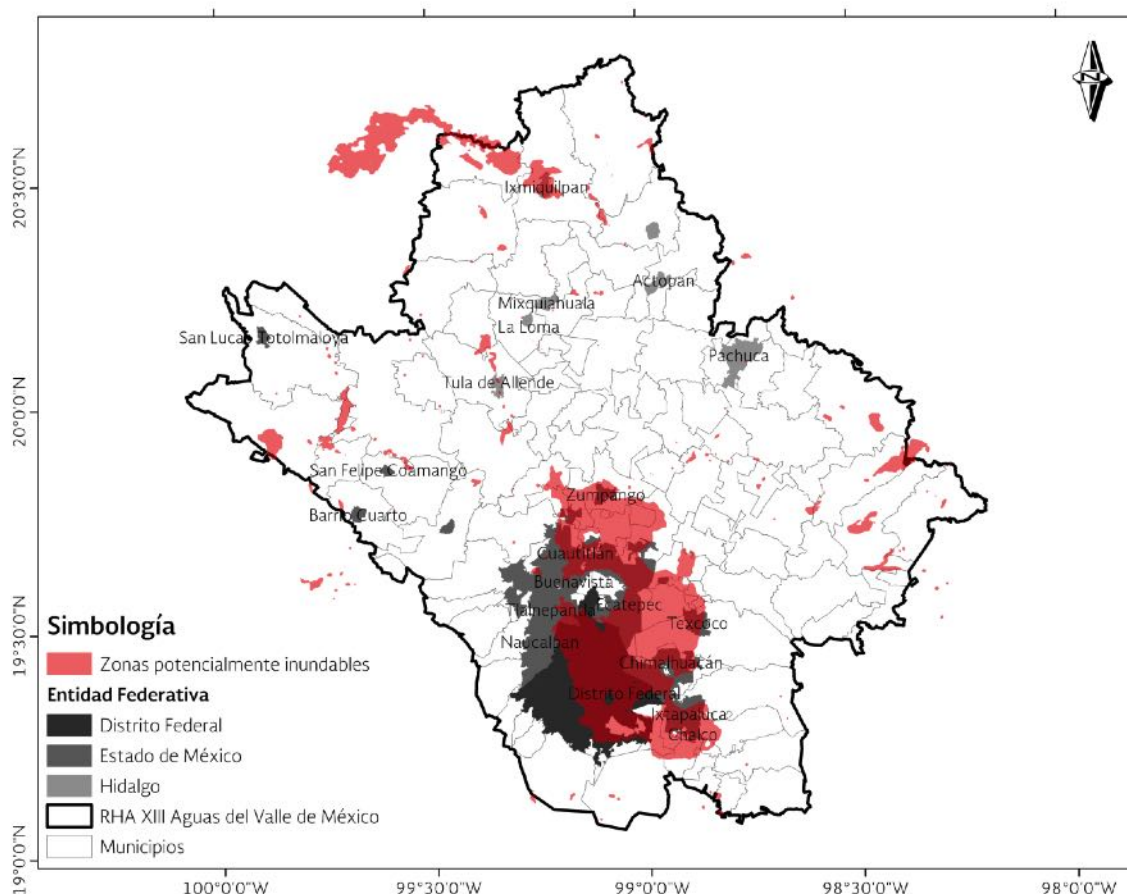
Para la RHA XIII se cuenta con los polígonos de inundación determinados por Agroasemex con un periodo de retorno de 40 años, este único TR sólo permite determinar el daño para este evento de lluvia. A continuación se muestran los resultados para estos polígonos (Tabla 5.1 y Figura 5.2). En la sección siguiente se tiene la caracterización, diagnóstico, y el DAE de la cuenca piloto de la Presa Madín, perteneciente a la RHA XIII, en la cual se calcularon puntos de inundación para la Precipitación Máxima Probable (PMP).

Las zonas potenciales de inundación<sup>11</sup> determinadas por Agroasemex, dentro de la RHA XIII ocupan una superficie de 2,264 km<sup>2</sup> (12.5% del total de la RHA). Son 152 localidades urbanas de 460 en total que intersectan con alguna zona de inundación, aproximadamente estas 152 localidades suman una superficie de 2,000 km<sup>2</sup> y el área potencial de inundación de estas localidades es de 1,102 km<sup>2</sup> (55%). En cuanto a la parte agrícola 5,687.7 km<sup>2</sup> podrían tener problemas

<sup>11</sup>Uribe-Alcántara, Edgar Misael, et al, Mapa Nacional de Índice de Inundación. Agroasemex, S. A., Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. I, núm. 2, abril-junio de 2010, pp. 73-85.

de inundación de los 36, 834.9 km<sup>2</sup> de superficie total agrícola.

Figura 5.2 Mapa Nacional de Índice de Inundación, RHA XIII



Fuente: Elaborado a partir de: Agroasemex S. A.

Con la aplicación ANRI-PC, previamente descrita, se determinó el daño para el periodo de retorno de 40 años. El daño provocado por una tormenta con Tr de 40 años sucedido en el mismo instante en toda la Región, puede provocar pérdidas económicas en menaje

hasta por 140,193 millones de pesos (78% a nivel nacional), sin embargo es casi nula la probabilidad de que se presente un evento al mismo tiempo en toda la RHA, por lo tanto se presentan los daños por municipio.

Tabla 5.1 Daños por municipio de la RHA XIII

Estado/municipio	AGEBS (km <sup>2</sup> )	Viviendas afectadas	Población afectada	Daño probable (millones de pesos)
<b>Distrito Federal</b>				
Álvaro Obregón	0.46	103	362	5.09
Azcapotzalco	1,006.94	60,846	225,965	6,276.20
Benito Juárez	387.69	61,851	181,400	8,227.26
Coyoacán	735.91	67,511	245,746	8,323.85
Cuauhtémoc	524.35	92,921	302,822	10,257.23
Gustavo A. Madero	1,225.30	135,682	520,298	12,741.85
Iztacalco	302.37	54,515	211,553	4,479.34
Iztapalapa	1,665.57	204,847	829,242	17,204.81
Miguel Hidalgo	334.76	37,017	121,361	3,628.70

Estado/municipio	AGEBS (km <sup>2</sup> )	Viviendas afectadas	Población afectada	Daño probable (millones de pesos)
Milpa Alta	142.53	1,992	8,476	194.01
Tláhuac	1,218.93	46,029	188,741	3,900.83
Tlalpan	199.05	19,142	66,274	1,940.94
Venustiano Carranza	320.41	67,519	251,647	5,250.34
Xochimilco	1,272.28	37,009	152,102	4,089.70
<b>Total Distrito Federal</b>	<b>9,336.55</b>	<b>886,984</b>	<b>3,305,991</b>	<b>86,520.14</b>
<b>Hidalgo</b>				
Apan	0.03	14	61	0.00
Francisco I. Madero	2.47	155	653	9.14
Ixmiquilpan	1,490.47	4,017	16,219	358.14
Pachuca de Soto	4.80	58	217	4.25
Tasquillo	255.23	438	1,674	42.09
Tepeapulco	3.04	134	496	2.48
Tepeji del Rio de Ocampo	16.09	211	851	13.02
Tezontepec de Aldama	0.55	23	94	0.00
Tizayuca	0.48	78	316	2.30
Tlahuelilpan	0.13	23	99	0.00
Tlaxcoapan	0.01	2	8	0.00
Tula de Allende	32.26	1,105	4,063	93.75
Villa de Tezontepec	1.55	35	146	0.47
Zempoala	0.01	2	8	0.00
<b>Total Hidalgo</b>	<b>1,807.12</b>	<b>6,297</b>	<b>24,904</b>	<b>525.64</b>
<b>México</b>				
Acambay	100.05	147	802	2.67
Acolman	2,314.27	7,942	33,940	688.30
Atenco	285.62	3,727	17,953	215.41
Atizapán de Zaragoza	0.71	14	60	1.29
Chalco	991.51	23,301	108,463	921.61
Chiautla	574.16	1,883	9,003	133.37
Chicoloapan	517.17	15,152	63,925	1,086.57
Chiconcuac	248.34	1,871	9,743	103.28
Chimalhuacan	874.15	55,853	253,604	1,853.97
Coacalco de Berriozabal	527.66	33,442	128,378	4,296.49
Cocotitlan	78.61	813	4,078	45.99
Coyotepec	202.29	688	3,224	33.50
Cuautitlán	588.75	12,792	51,349	1,686.57
Cuautitlán Izcalli	1,212.21	6,914	28,791	465.95
Ecatepec de Morelos	2,586.52	167,731	716,454	12,665.34
Huehuetoca	233.82	2,934	12,742	260.39
Ixtapaluca	1,166.01	31,871	135,336	3,276.22
Jaltenco	260.52	3,228	13,982	239.56
La Paz	753.90	22,637	94,008	1,594.05
Melchor Ocampo	467.45	3,107	14,383	291.24
Naucalpan de Juárez	67.27	1,865	6,772	92.29
Nextlalpan	527.07	2,081	9,438	63.99
Nezahualcóyotl	953.23	145,397	601,510	8,297.51
Papalotla	1.11	26	124	1.20
Tecámac	1,690.16	24,017	93,675	2,652.75
Teoloyucan	1,887.89	6,712	30,821	486.99
Teotihuacán	8.91	352	1,595	7.27
Tepotzotlán	122.29	1,928	7,881	169.62
Texcoco	2,264.88	17,218	73,783	1,546.09
Tezoyuca	169.92	1,710	7,466	112.82
Tlalnepantla de Baz	808.42	43,050	170,575	3,704.28
Tonanitla	186.46	576	2,678	34.29
Tultepec	681.63	10,406	45,777	787.80
Tultitlan	1,185.74	36,526	147,043	3,223.67

Estado/municipio	AGEBS (km <sup>2</sup> )	Viviendas afectadas	Población afectada	Daño probable (millones de pesos)
Valle de Chalco Solidaridad	702.08	42,258	185,542	1,308.85
Zumpango	3,041.74	9,245	43,489	796.18
<b>Total México</b>	<b>28,282.51</b>	<b>739,414</b>	<b>3,128,387</b>	<b>53,147.39</b>
<b>Total general</b>	<b>39,426.17</b>	<b>1,632,695</b>	<b>6,459,282</b>	<b>140,193.17</b>

### 5.3 Diagnóstico de la cuenca piloto, Presa Madín

La Presa Madín está ubicada sobre el río Tlalnepantla, aguas abajo del pueblo de Madín, en los municipios de Naucalpan de Juárez, Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla, estado de México, al norponiente de la ciudad de México. Se localiza en la longitud oeste 99° 15' 39" y latitud norte 19° 31' 49". La presa tiene un almacenamiento total de 24.7 hm<sup>3</sup> y se destina principalmente para control de avenidas y dar un gasto de 0.6 m<sup>3</sup>/s para el abastecimiento de agua potable a la zona (Figura 5.3). El área de estudio aguas abajo de la presa es aproximadamente de 75 km<sup>2</sup> (Figura 5.4), la parte más alta es alrededor de los 2,350 msnm y la parte baja de 2,250 msnm.

Tiene su origen en los escurrimientos que descienden de la vertiente oriental de la Sierra de Monte Alto. La corriente colectora tiene una dirección inicial Sur-Norte, y aguas abajo cambia al Noreste, cerca del poblado de San Luis Ayuca. En su recorrido recibe por ambas márgenes una serie de corrientes, entre las que se destacan los arroyos Alameda, Madín, Córdoba, Chiluca y el río Tepatlaxco, aguas abajo de la confluencia del arroyo Madín, se construyó la presa Madín para control de avenidas. Después de la presa, el río Tlalnepantla escurre por dos cauces: uno rectificado que conduce los excedentes de esta, y otro que sirve de colector de aguas negras a los fraccionamientos Lomas Verdes Bellavista y Fuentes de Satélite. Actualmente, el cauce rectificado descarga al Emisor del Poniente; pero el cauce viejo

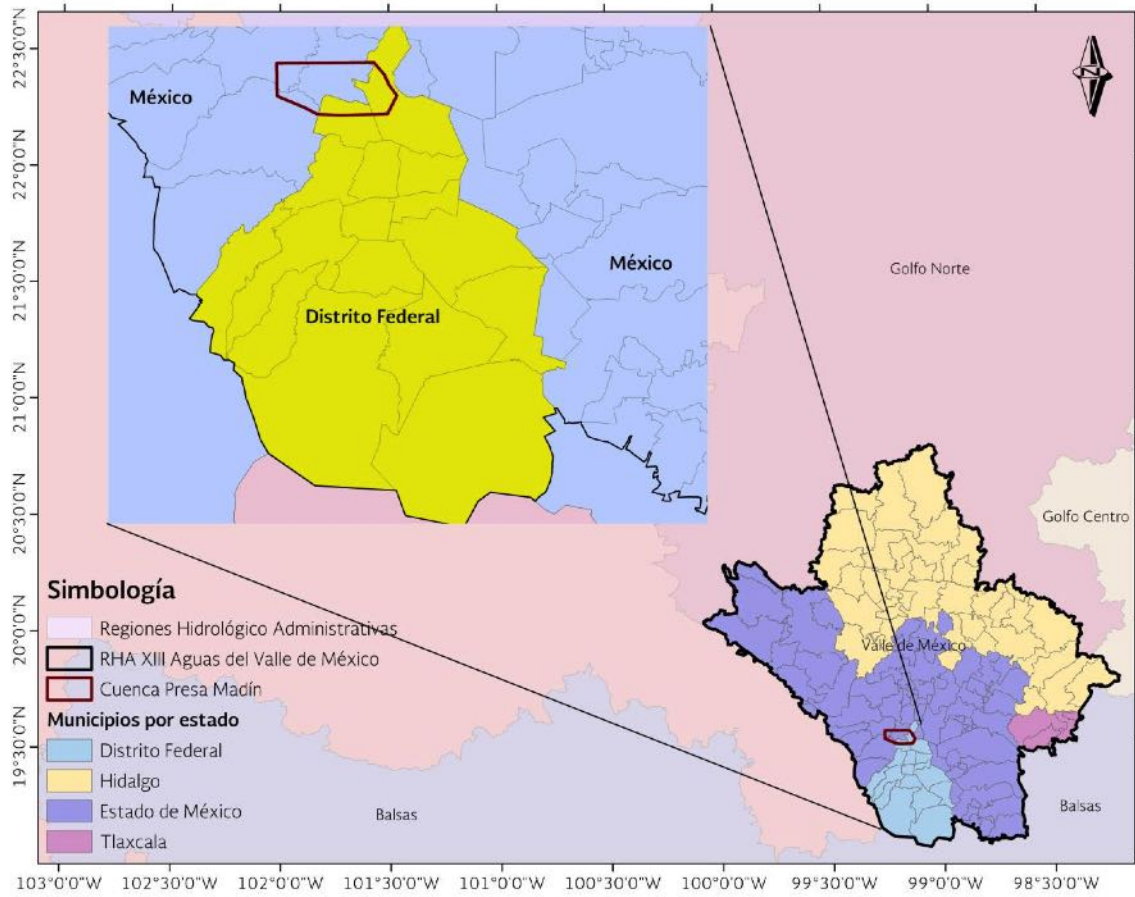
continúa hasta Amealco, donde se une al río de los Remedios.<sup>12</sup>

En la zona de estudio se ubica la localidad de Azcapotzalco (sur) en la delegación del mismo nombre en el Distrito Federal y la localidad de Tlalnepantla (norte), delegación Tlalnepantla de Baz dentro del Estado de México. Azcapotzalco tiene una población de 414,711 habitantes con una vulnerabilidad baja y Tlalnepantla 653,410 habitantes mostrando una vulnerabilidad media.

---

<sup>12</sup> Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales, BANDAS, 2002.

Figura 5.3 Ubicación cuenca aguas abajo de la Presa Madín



Fuente: SINA 2012 y zona de estudio Presa Madín del Instituto de Ingeniería de la UNAM

Figura 5.4 Área de estudio Presa Madín



Fuente: SINA 2012, Google earth y zona de estudio Presa Madín del Instituto de Ingeniería de la UNAM

De acuerdo al Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces Federales en Azcapotzalco no se encontraron asentamientos en riesgo dentro de la zona federal. En el caso contrario en Tlalnepantla en la zona del vaso regulador el Cristo, Carretas y El Fresno se tiene riesgo por inundación por desbordamiento o fractura. Además existe riesgo en la calle Ignacio Comonfort en la colonia Leandro Valle por desborda-

miento de la derivadora San Andrés Atenco (Figura 5.5), en el Fraccionamiento Jacarandas sobre la avenida Adolfo López Mateos el riesgo es por taponamiento del cauce a causa de la vegetación (Figura 5.6) y sobre el Río Tlalnepantla cerca de la avenida central debido a que esta es la parte más baja del cauce y este vierte sobre la margen derecha (Figura 5.7).

Figura 5.5 Zona de riesgo Ignacio Comonfort



Fuente: Google earth y Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces Federales, 2012

Figura 5.6 Zona de riesgo avenida Adolfo López Mateos



Fuente: Google earth y Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces Federales, 2012



Figura 5.7 Zona de riesgo avenida Central

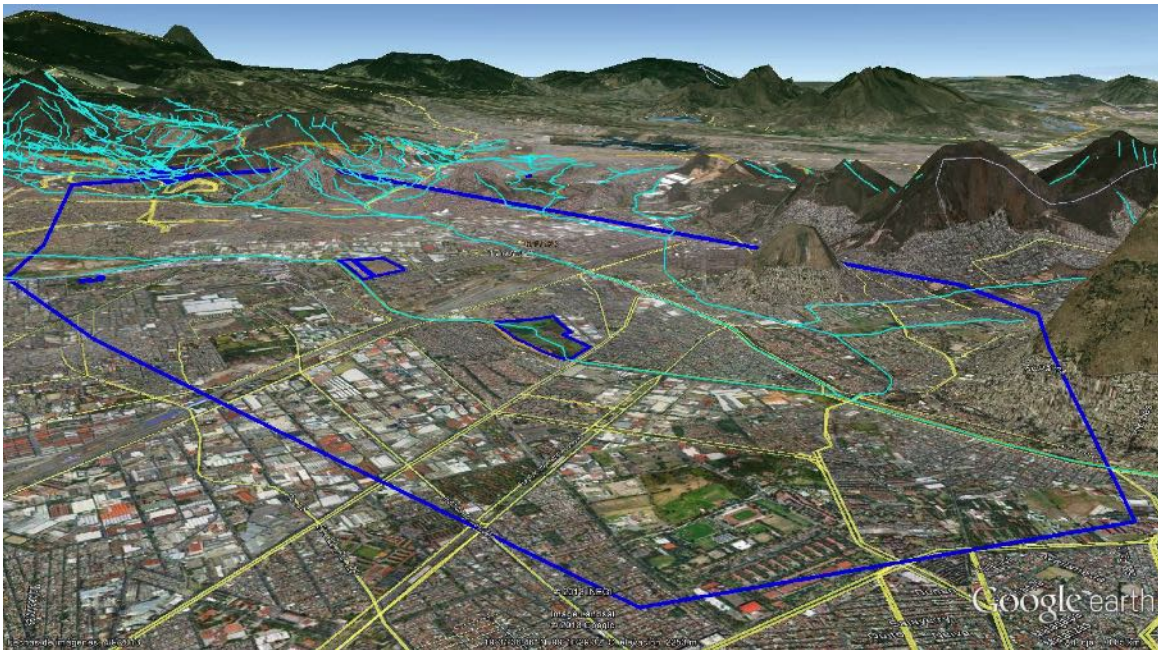


Fuente: Google earth y Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces Federales, 2012

El área de estudio está totalmente urbanizada, va de pendientes suavemente inclinadas

a pendientes planas (Figura 5.8). La precipitación media anual es de 740 mm.

Figura 5.8 Pendientes y uso de suelo

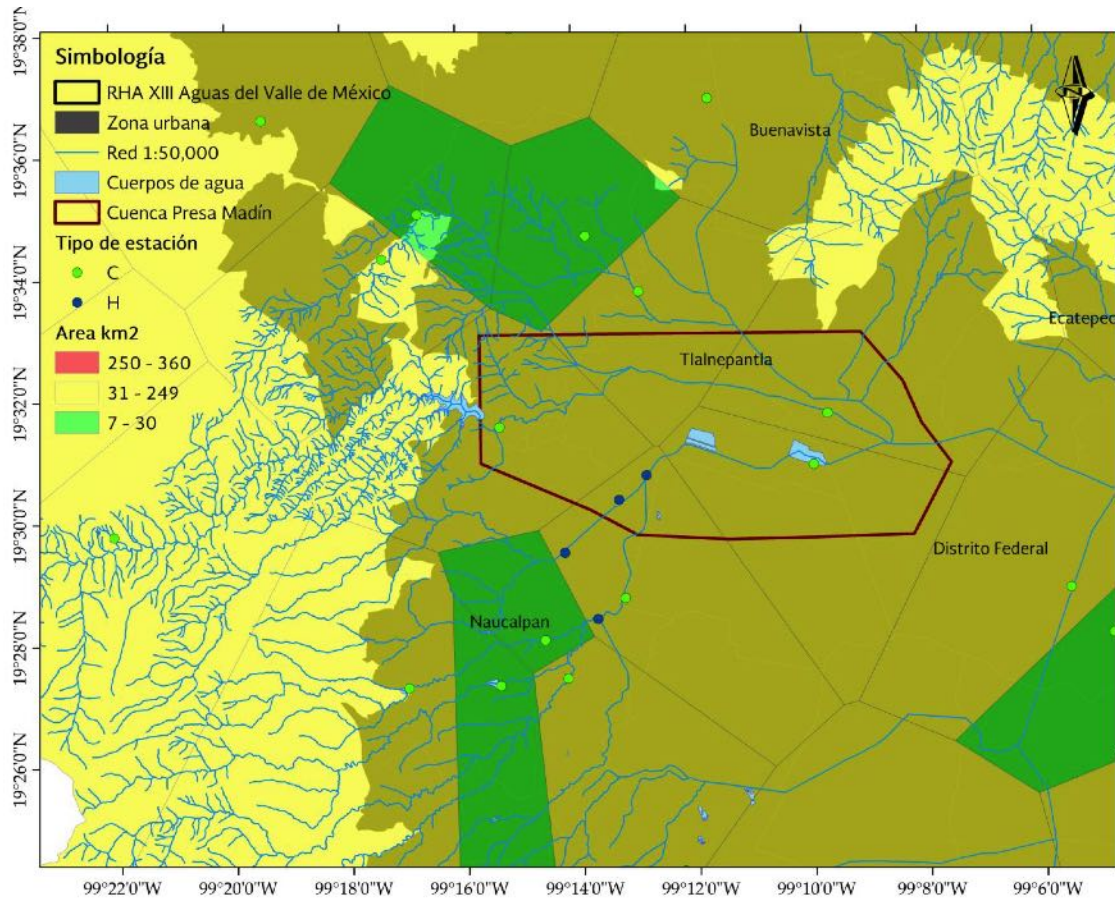


Fuente: SINA 2012, Google earth y zona de estudio Presa Madín del Instituto de Ingeniería de la UNAM

Se localizan sobre el área de aportación de flujo a la zona de estudio, todas en operación, 13 estaciones climatológicas y una estación hidrométrica ubicada a la salida del Vaso del Cristo (Figura 5.9). De acuerdo a las recomendaciones de la OMM la cobertura de las estaciones climatológicas no son suficientes, sólo una estación (San Bartolo

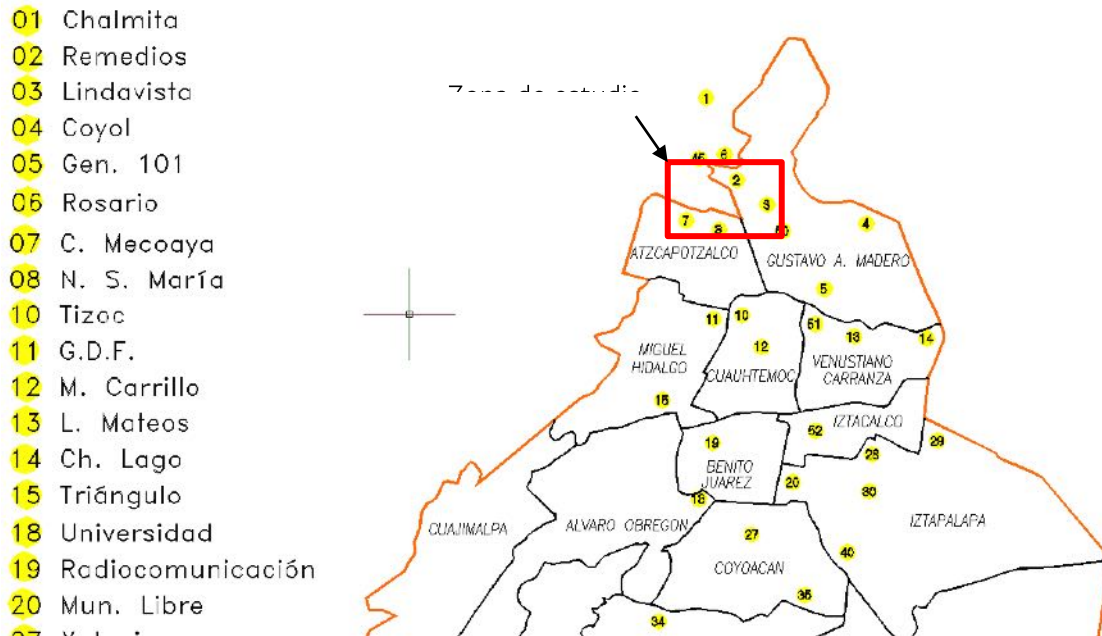
Naucalpan) ubicada sobre el río Totolicas, aguas arriba del Vaso el Cristo cubre un área de 11.46 km<sup>2</sup>. Además, se tienen 5 estaciones pluviográficas en la parte baja de la zona de estudio que influyen en las decisiones tomadas en el protocolo de operación (Figura 5.10).

Figura 5.9 Estaciones hidrométricas y climatológicas



Fuente: Estaciones climatológicas e hidrométricas CONAGUA, GASIR

Figura 5.10 Estaciones pluviográficas



Fuente: Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México

Las afectaciones son una respuesta directa al asentamiento de localidades en zonas de riesgo invadiendo los cauces y llanuras de inundación, cambio en usos del suelo, obstrucciones por infraestructura de servicios y depósito de residuos sólidos.

Se han detectado otras causas que de implementarse o mejorarse pudieran reducir las afectaciones. Tales causas son:

- No se cuenta con buena cobertura de medición climatológica e hidrométrica.
- No se tienen modelos de pronósticos de avenidas y sistema de alerta temprana para la cuenca.
- Falta delimitación y señalamiento de la zona federal.
- Falta de educación en materia de riesgos por inundación.
- Falta de coordinación y unificación interinstitucional.
- No se prevé la cultura de autoprotección en materia de protección civil.

- En las leyes no se prevé la reubicación viviendas sentados en zonas de alto riesgo de inundación.
- Falta de balance entre medidas estructurales y no estructurales.
- Falta vigilancia de aplicación de la Ley de Aguas.
- Falta un área específica que atienda técnicamente el problema integral de los fenómenos extremos
- Insuficiencia de recursos económicos, una buena parte es asignada a la reconstrucción y atención de emergencias.
- Falta incrementar el personal profesional y especializado.

#### 5.4 Evaluación del riesgo de inundación con información disponible de la cuenca piloto

Para la evaluación del riesgo se utilizó la aplicación ANRY que usa las funciones de vulnerabilidad publicadas por Baró-Suarez, relativas a la estimación de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales de México, en dicho artículo se

calcula el valor del daño con base en el costo de cada bien, obteniendo así el valor en pesos de los daños económicos para cada altura de lámina de agua alcanzada provocada por inundaciones.

El resultado de la aplicación ANRY muestra que el daño esperado para la cuenca piloto asciende a 270 millones de pesos (Tabla 5.2 y Figura 5.12), siendo la zona de severidad tipo D la de mayores daños probables (Figura 5.11). La población afectada va desde 34,832 personas para la Precipitación Máxima Probable, viéndose afectadas principalmente las localidades de Ciudad López Mateos y Tlalnepantla.

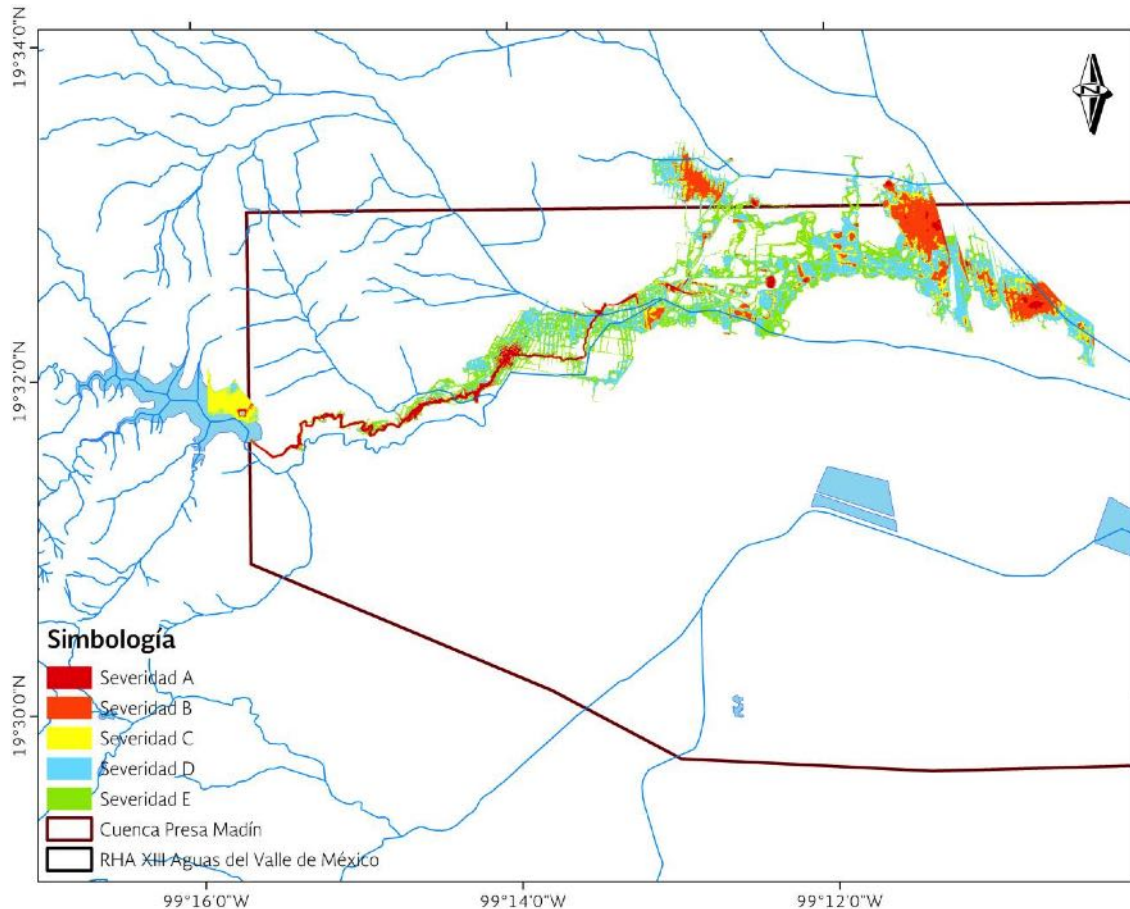
Tabla 5.2 Daño probable por zona de severidad

Zona de severidad	Daño probable (millones de pesos)
Zona completa	\$270.44
A	\$27.68
B	\$55.58
C	\$31.32
D	\$103.55
E	\$38.81

Figura 5.11 Clasificación de la severidad

Severidad	Velocidad (m/s)	Tirante (m)
A	$V > 2$	$Y > 2$
B	$V \leq 2$	$1 < Y \leq 2$
C	$V \leq 2$	$0.8 \leq Y \leq 1$
D	$V \leq 2$	$0.3 \leq Y \leq 0.8$
E	$V \leq 2$	$Y \leq 0.3$

Figura 5.12 Zonas de inundación por tipo de severidad para la PMP



## 6. Medidas para afrontar las inundaciones

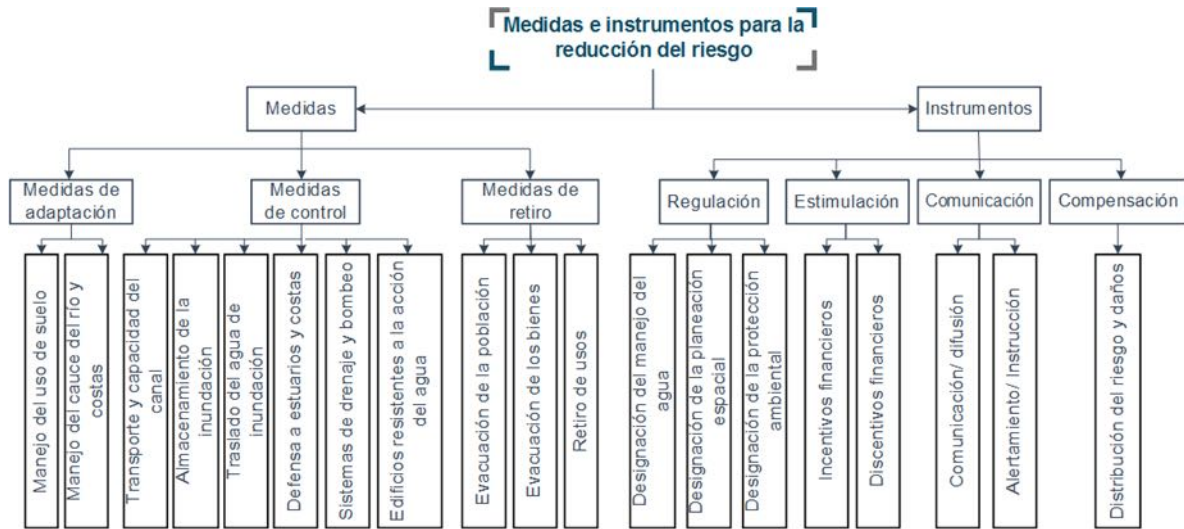
Las medidas para mitigar el riesgo incluyen medidas estructurales y no estructurales. En Schanze J. et al (2008) se define a las medidas estructurales (MS) como intervenciones basadas en obras de ingeniería hidráulica y a las medidas no-estructurales (MNS) al resto de intervenciones.

Es importante señalar, que el nuevo paradigma del manejo de gestión de riesgo de inundación (FRM por sus siglas en inglés) intenta mitigar riesgos no solamente con MS si no también considerando MNS, Meyer et al (2012).

A pesar de que el nuevo concepto es ampliamente promovido en Europa y existen políticas de inundaciones nacionales y regionales, en la práctica aún hay una inclinación fuerte sobre las MS. Un factor importante que genera la subutilización de las MNS es la escasez de técnicas usadas para evaluar, comparar y priorizar las diferentes clases de medidas, Meyer et al (2012).

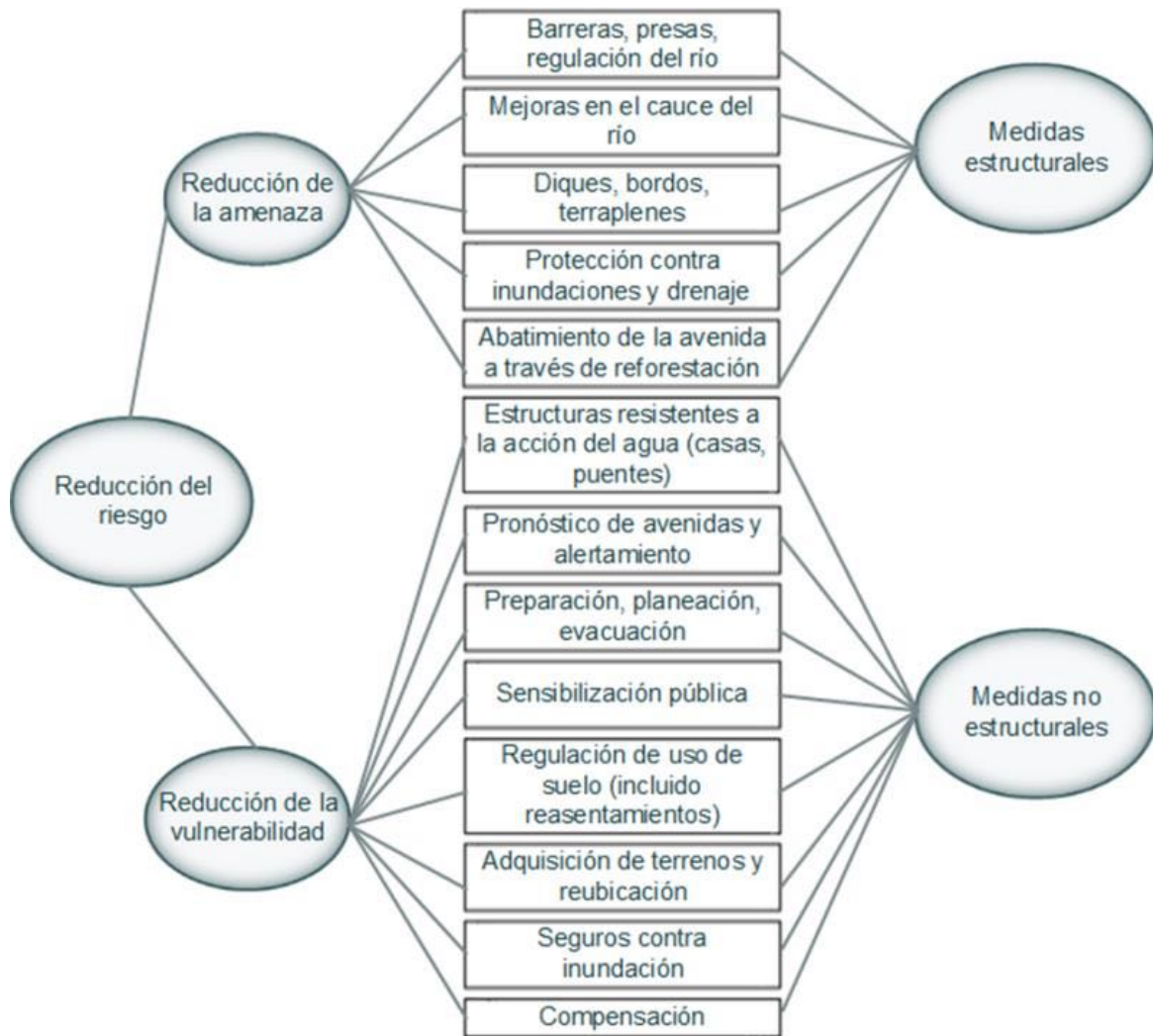
A continuación se presentan dos diagramas de clasificación de medidas (Figura 6.1 y 6.2), en donde se observa, por un lado la diferencia de nombrar a las MNS como instrumentos.

Figura 6.1 Clasificación de medidas e instrumentos de Olfert y Schanze (2007)



Fuente: Tomado de la referencia Schanze J. et al (2008))

Figura 6.2 Clasificación de medidas no estructurales de Parker (2007)



Fuente: Tomado de la referencia Schanze J. et al (2008)

Con base en el resultado de la evaluación del daño para la precipitación máxima probable en la cuenca aguas debajo de la Presa Madín y el diagnóstico determinado en el capítulo 5.3, se proponen medidas no estructurales y no estructurales que permitirán reducir los daños ocasionados por inundaciones.

### 6.1 Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales engloban todas aquellas acciones que tienen relación con políticas, concientización, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, mecanismos de participación pública e información a la población con el fin de reducir el

riesgo existente y los impactos derivados de la inundación así como la vulnerabilidad de la población en riesgo a partir del planeamiento y la gestión llevados a cabo antes, durante y después de la catástrofe, todo esto al menor costo.

Las MNS cubren todas las intervenciones que no pertenecen a obras estructurales, como se mencionó anteriormente.

En nuestro país se empieza a adoptar y poner en práctica el nuevo enfoque de la gestión del riesgo y que se traduce, entre otras cosas, en proponer MNS y visualizar su efecto en la reducción de daños. Debido a la

poca experiencia que existe en México y el nivel de este Programa (gran visión) como propuesta preliminar se propone la utilización de factores de reducción de daños (FRD) basados en estudios de caso principalmente en Europa (Italia, Alemania, España, Inglaterra, Escocia, Austria) y así poder percibir los beneficios esperados al implementar las medidas.

Las MNS que se van a analizar y a las que se les va a asociar un FRD, son las siguientes:

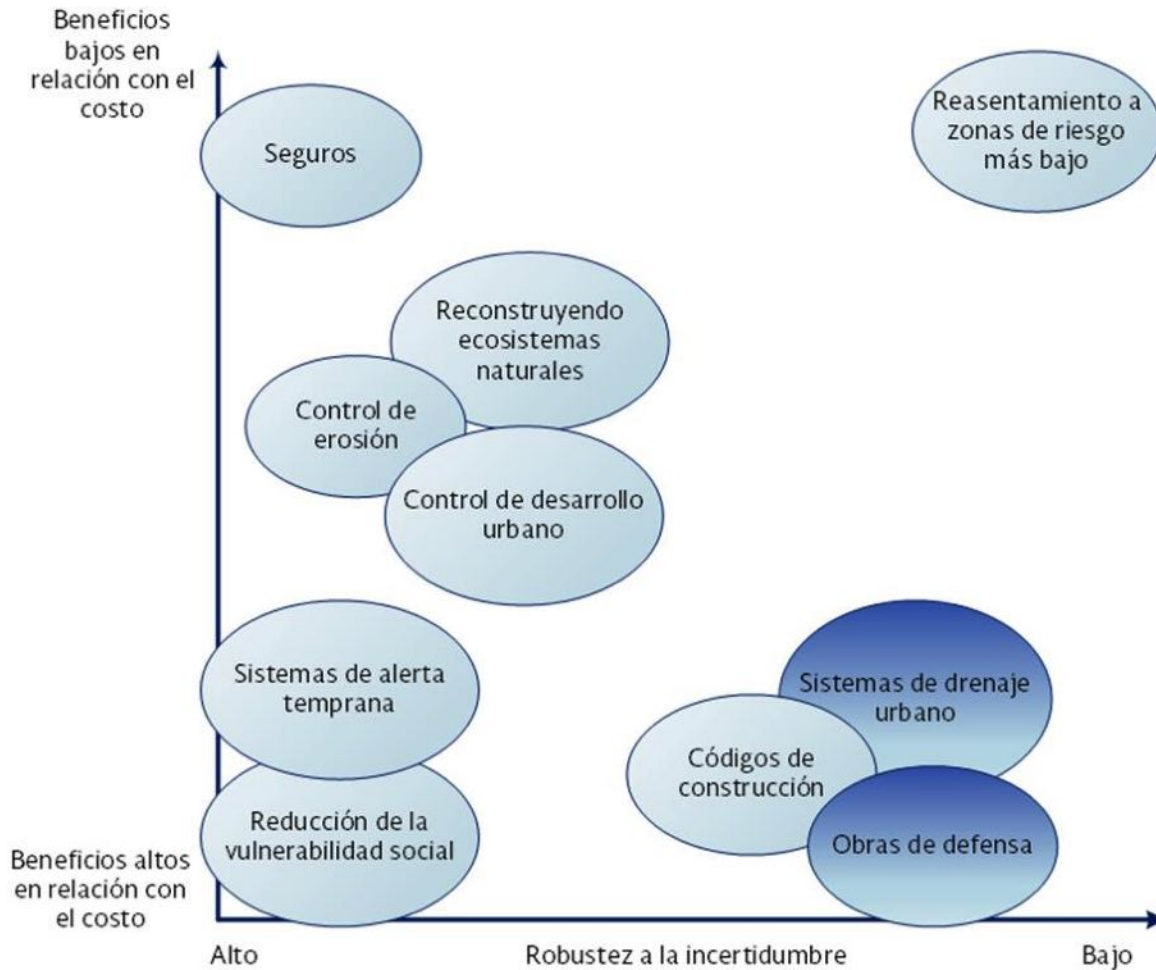
- Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas
- Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana
- Medidas de protección civil (programas o acciones gubernamentales)
- Medidas de ordenación territorial y urbanismo (control del desarrollo urbano)
- Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones
- Promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes
- Medidas para mejorar la gestión de crecidas

Debido a que es difícil estimar los beneficios en términos económicos que se obtendrían de una MNS, la decisión de su selección no es fácil. Ante esta situación se muestra una figura que resulta de gran utilidad para orientar la toma de decisiones, misma que fue

tomada en cuenta para proponer el factor de reducción de daños (FRD) mostrados en la tabla siguiente.

La figura muestra la relación costo-beneficio en el eje vertical y se observa que las medidas ubicadas en la parte baja de la figura tienen los beneficios más altos en relación al costo y aquellas en la parte alta tienen los beneficios más bajos (Figura 6.3). La relación costo-beneficio es solamente un factor importante en la toma de decisiones, pero otro factor importante es la robustez de las medidas de adaptación a las incertidumbres acerca del clima futuro, y esto es mostrado en el eje horizontal de la figura. La robustez mide el grado para el cual los beneficios varían considerando un cambio futuro y su unidad de medida es conocida como “remordimiento”, ya que la incertidumbre puede llevar a la indecisión, ésta cuantifica la diferencia en desempeño de una estrategia comparada con el mejor desempeño de la estrategia a lo largo de un rango de posibles escenarios de clima futuro. Por ejemplo, en el lado izquierdo de la figura se encuentran las opciones “sin-remordimiento” (robustez alta) tales como sistemas de alerta, mejoramiento de la educación y atención a la salud las cuales tienen beneficios fuertes para cualquier variación de clima. En el lado derecho están las opciones de “alto-remordimiento” (robustez baja) tales como mantenimiento y modernización de sistemas de drenaje y obras de control, Ranger y Garbet-Sheils (2011).

Figura 6.3 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones



Fuente: Jha et al (2011)

### 6.1.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

La cobertura de estaciones climatológicas, de acuerdo a las recomendaciones de la OMM no se cumple con las áreas mínimas. Se propone elaborar un estudio para el diseño de la red de monitoreo climatológico aguas arriba de la presa Madín, así como colocar una estación hidrométrica 5 km aguas abajo.

Además, se propone lo siguiente:

Estaciones convencionales

- Actualizar el inventario de estaciones, incluyendo información de las diversas dependencias.
- La semiautomatización de las mismas, esto con la finalidad que la transmisión de datos se realice vía GPRS (radiofrecuencia a través de celulares, dispositivos móviles, antenas satelitales).
- Realizar un programa de mantenimiento en donde se definan los periodos de revisión de las estaciones, implementando el uso de hojas de control que especifiquen si existe algún problema, la solicitud de la corrección del mismo y el reporte de resultados, esto con el fin de dar seguimiento a las acciones realizadas en todas las estaciones y generar un historial.



- Realizar un programa de asignación del recurso enfocado al monitoreo que tenga relación directa con el programa de mantenimiento.
- Establecer programas de renovación de personal y capacitación continua del mismo para asegurar una continua recolección de información.
- Estaciones hidrométricas
- Implementar un programa de mantenimiento en donde se realicen revisiones periódicas para conocer las deficiencias del mismo, así como la utilización de hojas de control que permitan llevar a cabo un seguimiento en cuanto a la realización de acciones de mejora en cada estación.
- Realizar un programa para la asignación de recursos para la actualización del equipo
- Implementar un programa de capacitación al personal así como la renovación del mismo para asegurar la obtención continua de datos.

### 6.1.2 Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

En la cuenca no se tiene un modelo de pronóstico de avenidas ni sistema de alerta temprana. Es importante que la cuenca cuente con el sistema de alerta para prevenir, en horas e inclusive días, los daños económicos y pérdida de vidas humanas al suscitarse algún evento catastrófico.

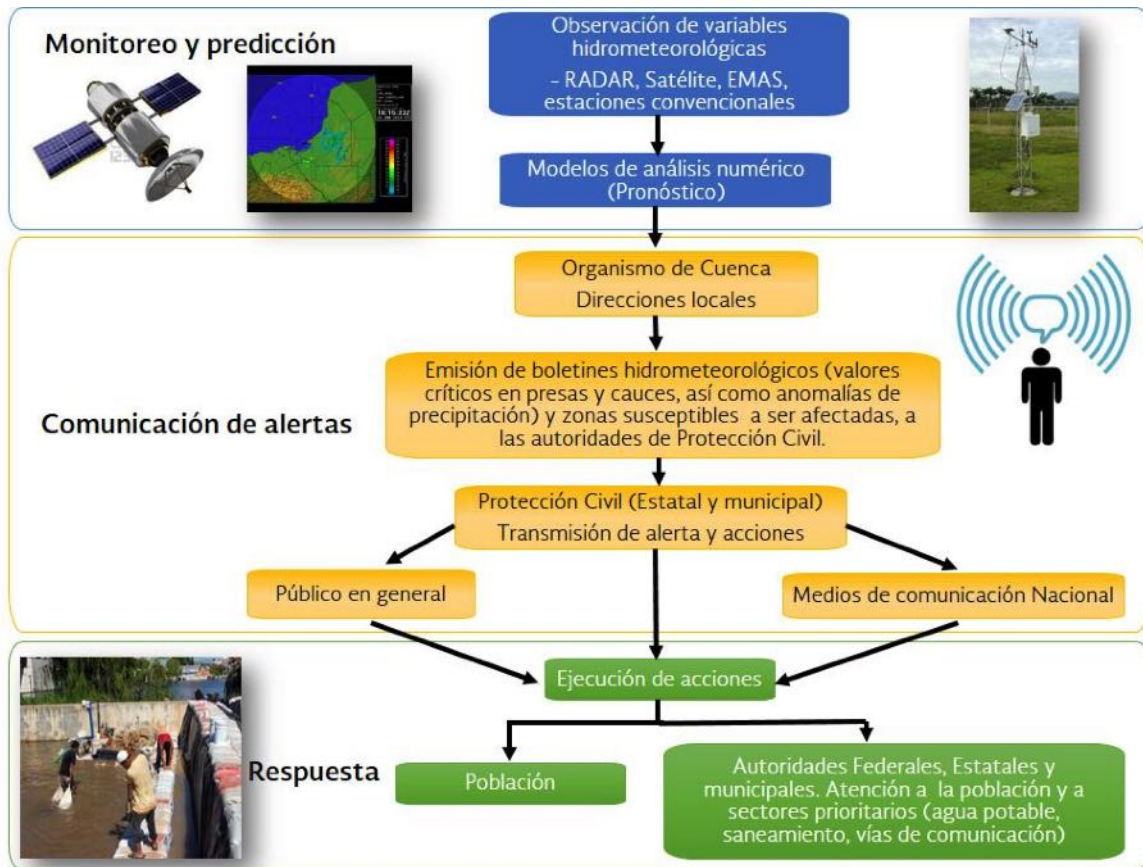
Se propone implementar un sistema de alerta temprana como el esquema base (Figura 6.4 y 6.5) de la UNEP (2012).

Figura 6.4 Esquema base para la implementación de un SAT



Fuente: UNEP (2012)

Figura 6.5 Elementos que debe cubrir cada etapa del SAT



Fuente: Adaptado de EIRD/ONU (2004)

Este sistema debe contener un modelo de pronóstico de avenidas para procesar la información de lluvia y determinar posibles zonas de afectación en las localidades.

Se propone el modelo de simulación bidimensional de flujos en ríos y estuarios IBER (<http://iberaula.es/modelo-iber/modelo>).

### 6.1.3 Medidas de protección civil

Se recomienda realizar una revisión de los municipios de esta cuenca para verificar que cuenten con el plan de contingencias local.

El plan de contingencias debe contener:

- Mapas de zonas inundables
- Rutas de evacuación de cada una de las zonas inundables
- Listas de albergues existentes en la zona

- Mapa de instalaciones particularmente sensibles o vulnerables (escuelas, hospitales, asilos, etc.).
- Directorio de autoridades locales, señalando su función.
- Directorio de personas que coordinan los grupos formados para la atención de inundaciones (Ejército, municipales, sociales, etc.) y su principal función.
- Boletines para alerta de emergencia.
- Incrementar la capacidad de respuesta ante contingencias
- Incrementar y conservar la plantilla de equipo y personal especializado de reacción inmediata (retroexcavadoras, camiones volteos, camiones pipas, lanchas etc.) y contratación de personal eventual, durante la contingencia y/o temporada de lluvias.

### 6.1.4 Medidas de ordenación territorial y urbanismo

El eficiente ordenamiento y planeación urbana, contribuyen a reducir la vulnerabilidad de centros de población ante inundaciones, por lo que resulta prioritario llevar a cabo las siguientes acciones:

- Aplicar los Planes Municipales de Desarrollo Urbano y de Uso de Suelo donde existan, especialmente en los municipios que presentan mayor vulnerabilidad, ya que son los que presentan mayor población asentada en zonas de alto riesgo.
- Crear un reglamento para ordenamiento urbano y de usos de suelo en los municipios donde no se cuente con él.
- Crear un reglamento para ordenamiento urbano y de usos de suelo en los municipios donde no se cuente con él.
- Reubicar en zonas altas a la población asentada en los cauces de ríos y arroyos.
- Verificar que todos los proyectos ejecutivos de obras garanticen su correcto funcionamiento, con la finalidad de apoyar la planeación del uso del suelo, de obras viales y habitacionales.
- No otorgar permiso para nuevos fraccionamientos o urbanizaciones en zonas consideradas de alto riesgo de inundación sin un estudio previo y sin que cuenten con un adecuado sistema de drenaje.

### 6.1.5 Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones

Si se comunica el riesgo a la población adecuadamente la consecuencia de la inundación puede reducirse notablemente (principalmente en número de víctimas) gracias a la consecución eficaz de los procedimientos de evacuación (Escuder et al., 2010).

Escuder et al. (2010), considera dos grupos de medidas de comunicación: 1) Comunicación general a la población en materia de

riesgo de inundación y 2) Comunicación durante el evento de inundación. El primer grupo consiste en proporcionarle a la población información necesaria para un mejor entendimiento del riesgo existente; es decir, proporcionarle a través de programas de capacitación, conocimiento claro para aumentar el nivel de concientización con el objetivo de alcanzar un mayor grado de responsabilidad pública. El segundo grupo, se centra en el aviso a la población sobre la amenaza de carácter inminente, puede efectuarse de forma directa, a través de la percepción de la amenaza (por ejemplo, por un aumento del nivel del agua en el cauce), o bien indirectamente a partir de otras fuentes como medios de comunicación (radio, televisión, internet, etc.), sistemas de alerta (altavoces, sirenas, etc.), u otros sistemas. Asimismo, la población debe conocer los procesos de evacuación.

Para transferir la información mencionada anteriormente, se deben desarrollar programas de capacitación dirigidos a dos grupos de población: uno que incluye a la población con marginación alta y el otro considerando marginación media y baja.

Pero además, para que un plan de comunicación resulte eficaz se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Hacer de la comunicación una herramienta de educación, concientización y generación de capacidades de la población para la GIC.
- Establecer mecanismos para manejar la información, incluyendo a todos los actores involucrados, generando confianza y credibilidad entre la población mediante la transmisión de información veraz, constante y oportuna.
- Generar canales de comunicación multidireccional.
- Apoyar la coordinación interinstitucional y de otros actores.
- Hacer del proceso de comunicación una herramienta de retroalimentación y aprendizaje continuo.

El plan de comunicación (Tabla 6.1) debe ser de acuerdo a las fases de la Gestión Integrada de Crecidas (GIC) para establecer con

claridad el tipo y detalle de información que se va a proporcionar.

Tabla 6.1 Contenidos distribuidos por etapas

Previsión	Prevención	Respuesta	Recuperación
Información sobre estudios climatológicos	Condiciones del clima en época de ciclones (mayo a noviembre)	Ocurrencia y evolución de eventos severos	Evaluación de daños
Sistemas de consulta de atlas y mapas de riesgo	Planes, programas y guías de la GIC	Rutas de evacuación, albergues, servicios de emergencia	Declaratoria de desastres y condiciones de acceso al FONDEN

Se presenta una propuesta de contenidos, fuentes de información (emisores-transmisores) y audiencia como un instrumento de planeación para el diseño del plan de comunicación dirigido a los organismos de

cuenca o a cualquier otro actor interesado en participar en la GIC. Se presenta por fase y cumpliendo con los objetivos planteados (Tabla 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5).

Tabla 6.2 Propuesta de contenidos durante la previsión

Previsión Análisis de contexto Evaluación de riesgo		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores-Público objetivo
Información, investigaciones y estudios climatológicos y meteorológicos	Servicio Meteorológico Nacional Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)-SEGOB Instituto Mexicano del Transporte (IMT)-SCT Universidades y centros de investigación Redes de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESclim) - CONACYT Red Universitaria para la Prevención y Atención de Desastres (UNIRED)	Organismos gubernamentales que conforman el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil Organismos de Cuenca Organizaciones no gubernamentales (ONG) especializadas Medios masivos de comunicación (fuentes que cubren temas hídricos, de protección civil) Público en general
Sistemas de consulta de atlas y mapas de riesgos y vulnerabilidad.	CONAGUA -IMTA Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Referencia: Programa Habitat-SEDESOL	Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones no gubernamentales (ONG) especializadas
Métodos para el diagnóstico de riesgos y vulnerabilidades	CENAPRED SINAPROC SEDESOL	(REDESclim) UNIRED
Protocolos para la realización de simulacros	SEDENA CENAPRED	Asociaciones ciudadanas en zonas de riesgo
Buenas prácticas en el manejo integral de riesgos hídricos	Referencia: Manuales internacionales REDESclim – CONACYT	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones no gubernamentales

Previsión Análisis de contexto Evaluación de riesgo		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores-Público objetivo
Lecciones aprendidas sobre proceso comunicativo en el manejo integral de riesgos hídricos	UNIRED Evaluación de la propia experiencia	tales especializadas Organizaciones y comités ciudadanos

Tabla 6.3 Propuesta de contenidos durante la prevención

Previsión Difusión de programas y planes Educación Desarrollo de capacidades		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Publico objetivo
Condiciones del clima, especialmente durante la época de ciclones (mayo a noviembre) Ocurrencia y evolución de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos severos	Servicio Meteorológico Nacional Subdirección de Meteorología de SEGOB CONAGUA CENAPRED	SINAPROC Medios masivos de comunicación Público en general Población en zonas de riesgo
Alertas tempranas	Sistemas de Alerta Hidrometeorológica (SAH)	Población en zonas de riesgo
Mapas de riesgo por estado, región, municipio y comunidad, en su caso.  Planes, programas, protocolos y guías sobre manejo de riesgos y contingencias hídricas  Información de medidas, infraestructura, instalaciones para el manejo de riesgos para la fase de respuesta por estado, región, municipio y comunidad y por sector (salud, educación, vivienda, comunicaciones, alimentación)	CONAGUA – IMTA – Organismos de Cuenca CENAPRED Unidades y Coordinaciones Estatales y Municipales de Protección Civil Autoridades locales	Autoridades locales en zonas de riesgo Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo Población en zonas altas, medias y planicies de las cuencas Población en zonas de riesgo Organizaciones no gubernamentales especializadas Público en general
Cursos y materiales de capacitación para el manejo integral de riesgos hídricos	CENAPRED SINAPROC ONGs especializadas en MIRH Manuales internacionales	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Organizaciones y comités ciudadanos
Ventajas y beneficios de las medidas y acciones de prevención y mitigación de riesgos en el futuro	Referencia: Manuales internacionales	Asociaciones y organizaciones de actividades económicas Organizaciones no gubernamentales especializadas Responsables de programación de radio, radios comunitarias, prensa y revistas de medios de comunicación locales de zonas de riesgo. Periodistas y reporteros de medios de comunicación en zonas de riesgo
Cultura de prevención y autoprotección frente a los riesgos hídricos	CONAGUA CENAPRED	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil

Previsión Difusión de programas y planes Educación Desarrollo de capacidades		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Público objetivo
cos.	SINAPROC ONGs especializadas en MIRH Ref: Manuales internacionales	Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas Población en zonas altas, medias y planicies de las cuencas Población abierta en zonas de riesgo Organizaciones no gubernamentales especializadas Público en general
Reglas y códigos de ética asociados a la GIRH  Código de comportamiento ético en el manejo y divulgación de información en situación de riesgos hídricos.	Ref: Manuales internacionales	Público en general Medios de comunicación
Guía de recursos para la MIRH y sus medios de acceso	Ref.: Manuales internacionales Este documento	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil ONGs especializadas en la MIRH
Percepción de la población en zonas de riesgo sobre los programas de prevención y recuperación ( <i>Metodología y canales de comunicación</i> )	Población en zonas en riesgo	SINAPROC y otros organismos que desarrollan programas CENAPRED Unidades Estatales y Municipales Autoridades locales

Tabla 6.4 Propuesta de contenidos durante la respuesta

Respuesta Preparación Respuesta Rehabilitación		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Público objetivo
Ocurrencia y evolución de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos severos Evolución de las alertas (semáforo)	Servicio Meteorológico Nacional CONAGUA Subdirección de Meteorología (SEGOB) CENAPRED Sistemas de Alerta Hidrometeorológica (SAH)	Organismos del SINAPROC Coordinaciones y Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Autoridades locales Medios masivos de comunicación Población en zonas de riesgo Público en general
Rutas de evacuación y ubicación de instalaciones y servicios de emergencia. Medidas para salvaguardar: la vida y la salud, el patrimonio familiar, productivo y comunitario. Mecanismos de seguridad establecidos.	Unidades Municipales de Protección Civil Autoridades locales SEDENA (Plan DNIII-E) SINAPROC Jurisdicciones sanitarias de la Secretaría de Salud Centros de Salud	Población en zonas siniestradas Organizaciones y comités en zonas afectadas Asociaciones y organizaciones de actividades económicas Medios de comunicación locales y comunitarios Medios masivos de comunicación

Respuesta Preparación Respuesta Rehabilitación		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores – Publico objetivo
Zonas siniestradas y de riesgo inminente. Estado de la infraestructura (vías de comunicación) y servicios básicos (agua entubada y potable, alcantarillado, energía eléctrica) afectadas por el evento hidrometeorológico. Condiciones sanitarias y riesgos de epidemias, enfermedades y condiciones de riesgo ambiental.		
Medidas de autoprotección personal, familiar y comunitaria  Valores de tranquilidad, solidaridad, acción colectiva y honestidad	CENAPRED Unidades Municipales de Protección Civil	Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo Población abierta en zonas de riesgo Organizaciones no gubernamentales especializadas Público en general Medios de comunicación locales y comunitarios  Medios de comunicación masiva
Mecanismos y fuentes de información confiable.	Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil Autoridades locales SEDENA – PLAN DNIIE Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil	Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Asociaciones y organizaciones de actividades económicas en zonas de riesgo Público en general Población en zonas siniestradas Medios de comunicación locales y comunitarios Medios masivos de comunicación
Mecanismos y redes de comunicación operando y alternativos en caso de interrupción eléctrica, telefónica, etc.	Autoridades locales Organizaciones no gubernamentales especializadas	Población en zonas siniestradas Medios de comunicación locales y comunitarios
Necesidades y requerimientos de la población en zonas siniestradas <i>Metodología y canales de comunicación.</i>	Población en zonas siniestradas	Unidades Municipales y Estatales de Protección Civil zonas siniestradas. Gobierno del Estado de zonas siniestradas Gobierno Municipal de zonas siniestradas

Tabla 6.5 Propuesta de contenidos durante la recuperación

Recuperación Recuperación Reducción del riesgo Mejora de políticas de desarrollo		
Contenido sugerido	Fuentes de información	Receptores –Público objetivo
Declaratoria de desastres y condiciones de acceso a los recursos del FONDEN y del FOPREDEN	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Diario Oficial de la Federación. Reglas de Operación del FONDEN y del FOPREDEN	Gobernadores de los Estados Presidentes Municipales Población en zonas siniestradas Medios de comunicación
Evaluación de daños y necesidades de corto, mediano y largo plazo para la recuperación y reducción del riesgo	SINAPROC Coordinaciones y Unidades Estatales y Municipales de Protección Civil SEDENA – PLAN DN-III-E	Gobernadores de los Estados Presidentes Municipales Población en zonas siniestradas Medios de comunicación
Fondos para la prevención de riesgos y reducción de vulnerabilidad	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Referencia: FONDEN y FOPREDEN	Gobiernos Estatales y Municipales Organizaciones y comités ciudadanos
Programas para la reconversión productiva y la adquisición de seguros agrícolas (aseguramiento)	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Gobiernos Estatales y Municipales Asociaciones y organizaciones ligadas a actividades productivas agropecuarias y pesqueras
Programas de restauración y preservación de las cuencas, a fin de reducir los riesgos y posibles afectaciones	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR – SEMARNAT)	Gobiernos Estatales y Municipales Organizaciones y comités ciudadanos ONG especializadas en temas ambientales Asociaciones y organizaciones ligadas a actividades productivas forestales y agrícolas.
Programas para la disminución de riesgos y/o reubicación de asentamientos humanos, ubicados en zonas de riesgo	Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio (SEDESOL)	Gobiernos Municipales Organizaciones y comités ciudadanos Población en zonas de riesgo
Medidas de recuperación que evitan reproducir el riesgo por contingencias hídricas.  Medidas para la asimilación de los daños y aceptación de los cambios necesarios.	Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (SEGOB) Referencia: FONDEN y FOPREDEN Organismos de Cuenca (CONAGUA)	Gobiernos Municipales Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo Población en zonas siniestradas
Percepción de la población sobre los mecanismos y contenidos de la comunicación en el manejo integral de riesgos hídricos  Evaluación del proceso comunicativo	Organizaciones y comités ciudadanos en zonas de riesgo y en zonas siniestradas Población de zonas en riesgo y en zonas siniestradas	SINAPROC CENAPRED Organismos de cuenca Unidades Municipales y Estatales de Protección Civil zonas siniestradas. Organizaciones no gubernamentales especializadas

Una vez que se han definido los objetivos, la población destinataria y los contenidos, es necesario determinar cómo se va a comuni-

car la información y/o los mensajes seleccionados (Tabla 6.6).



Tabla 6.6 Propuesta de contenidos durante la recuperación

Medios	Recursos
Televisión: cadenas nacionales y estatales	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cortometrajes Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Telenovelas
Radiodifusoras: cadenas nacionales, estatales y radio comunitaria	Boletines informativos Noticiarios Reportajes especiales Cápsulas informativas o educativas Campañas Programas educativos Radionovelas
Prensa: periódicos nacionales, estatales y locales	Boletines informativos Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Suplementos científicos y culturales Cartones y otros gráficos (fotografías)
Revistas: Temáticas (culturales, científicas, de instituciones públicas)	Notas, artículos y reportajes especiales Inserciones informativas y/o educativas Historietas y otros materiales gráficos
Medios electrónicos: páginas, portales, redes sociales, blogs, twitter, facebook	Boletines informativos Ligas a recursos sobre el GIC de: instituciones públicas, universidades, centros de investigación, organismos civiles especializados Cápsulas informativas y educativas (auditivas, visuales, audiovisuales y gráficas) Medios interactivos para intercambio de información y opiniones (instituciones-sociedad) Comunicación interinstitucional vía correo electrónico (grupos y redes)
Telefonía fija y celular	Centros informativos y líneas de emergencia Redes de comunicación interpersonal en momentos de emergencia Mensajes de texto (informativos y educativos) dirigidos a usuarios de la telefonía celular
Espectaculares, vallas y carteles fijos y móviles	Mensajes informativos y educativos Campañas y lemas
Impresos: folletos, carteles, trípticos, manuales, guías, calcomanías, artículos promocionales, papelería en documentos públicos y privados (facturas, recibos, etc.)	Difusión de información específica (programas institucionales asociados a el GIC) Materiales educativos y de generación de capacidades Campañas y lemas
Perifoneo, pizarrones informativos, vocería, mensajería, comunicación interpersonal	Boletines informativos Intercambio de información en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal
Radios de onda corta, intercomunicadores, mensajería	Mensajes orales en situación de emergencia Redes de comunicación grupal e interpersonal

### **6.1.6 Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes**

Debido a la recurrencia de afectaciones identificadas en la zona, se considera una acción pertinente el uso de seguros para la protección de bienes y vidas que están en riesgo debido a los fenómenos meteorológicos. Por lo cual se propone realizar campañas de difusión de las posibles pérdidas que se producirían en la zona así como los beneficios que se tienen al tener los bienes asegurados. Por lo tanto es importante:

- Realizar estudios sociales que den una pauta del grado de aceptación de la población con respecto al tema.
- Realizar material de difusión que dé a conocer la lista de seguros disponibles que existen en la zona así como los datos básicos que se requieren para la contratación de un seguro.
- Establecer mecanismos de difusión a través de los cuales se le haga llegar a la población el material correspondiente al uso de seguros.

Por otra parte, las indemnizaciones se emplean para compensar las pérdidas no cubiertas por los seguros. El sistema para la asignación de indemnizaciones se basa en la contribución solidaria y el voluntariado, así como en la asistencia procedente del gobierno central y de la ayuda internacional (Escuder et al., 2010).

Ambos mecanismos deben planearse con anterioridad a la inundación para facilitar el restablecimiento del empleo, ayudar a las víctimas a reparar los daños producidos y recuperar su vida normal tras la inundación (Escuder et al., 2010).

En esta medida también se propone manejar dos grupos de población: uno que incluye a la población con marginación alta y el otro considerando marginación media y baja. Asimismo, se propone que el seguro para el primer grupo lo absorba el gobierno estatal y para el segundo, la población en general. El

tipo de seguro que puede resultar atractivo es aquel que permita recuperar en lo posible y de manera rápida los bienes materiales (menaje de casa) perdidos durante la inundación.

### **6.1.7 Medidas de operación de embalses aguas arriba**

Para evitar que las condiciones de escasez y exceso de agua en la cuenca piloto puedan afectar los volúmenes de almacenamiento de las presas y limitar las actividades productivas se considera conveniente establecer políticas de operación en la Presa Madín y Vaso del Cristo.

Para esto, se promoverá el trabajo coordinado con instituciones de educación superior y centros de investigación para estudiar, mediante modelos de operación óptima de embalses, las mejores políticas a aplicar.

Asimismo, es importante realizar estudios técnicos y batimétricos que permitan conocer el estado de las presas y priorizar los trabajos a realizar para garantizar su buen funcionamiento.

### **6.1.8 Medias para mejorar la gestión de crecidas**

Este tipo de medidas intenta lograr una mejora en la comunicación que existe entre diferentes organizaciones y actores con un papel de relevancia en la gestión del riesgo de inundación, permitiendo que la participación de los actores sea eficaz y efectiva respetando la sustentabilidad del medio ambiente.

Para el caso de la región, es importante establecer las funciones que le corresponden a cada actor involucrado antes, durante y después de una inundación, para ello se debe:

- Implementar una coordinación permanente de instituciones: sectorial (Secretarías), jurisdiccional (Federal, Estatal y Municipal) e institucional (CONAGUA, CENAPRED, Academia, etc.)
- Asegurar la participación activa de todos los actores sociales involucrados

- Definir responsabilidades de las instituciones y de la sociedad, evitando la duplicidad de recursos humanos y financieros
- Definir procedimientos para la toma de decisiones
- Hacer cumplir las leyes y reglamentos en cuanto a lo establecido para ordenamiento territorial y la ocupación de zonas inundables.
- Establecer códigos de construcción apropiados
- Definir políticas públicas que no favorezcan la ocupación de sitios inundables
- Utilizar sitios inundables en actividades turísticas, productivas (agrícolas, acuícolas, etc.)

## 6.2 Medidas estructurales

Las acciones estructurales consisten en obras que deben ser planeadas y diseñadas cuidadosamente, y que usualmente son construidas por dependencias gubernamentales ya que requieren de fuertes inversiones para su realización y conservación.

### 6.2.1 Obras de control de avenidas y drenaje pluvial

Estas acciones consisten en la construcción de obras que interfieren directamente con el agua de lluvia o con la que escurre por los ríos, para impedir su paso, confinarla, encauzarla, almacenarla o modificar su velocidad de desplazamiento y caudales.

Las obras que pueden ser construidas para reducir inundaciones causadas por el desbordamiento de los ríos son:

- Bordos perimetrales* a poblaciones o construcciones de importancia.
- Bordos longitudinales* a lo largo de una o ambos márgenes de un río.
- Muros longitudinales* a lo largo de una o ambos márgenes del río.
- Desvíos permanentes por medio de cauces de alivio*, en que el agua es dirigida

hacia otros cauces, lagunas costeras o directamente al mar, y no retorna al río.

- Desvíos temporales a lagunas o zonas bajas de la planicie de inundación*. El agua retorna al río cuando disminuyen los gastos de la avenida.
- Corte de meandros o rectificaciones*. Incrementan la pendiente del río y por tanto su capacidad de conducción hidráulica.
- Presas de almacenamiento*. Pueden ser una o varias escalonadas.
- Presas rompe-picos*. Generalmente se construyen varias escalonadas.
- Presas para retener azolves*. No afectan los hidrogramas pero evitan el azolvamiento de otros cauces y por tanto la pérdida de su capacidad hidráulica.
- Remoción de la vegetación*. Principalmente en los cauces de avenidas limitados por bordos longitudinales. Es muy útil también lo largo de los cauces de alivio.
- Degrado del cauce y demolición de obstáculos*.
- Reforestación de la cuenca*. Retarda el tiempo de concentración y disminuye el coeficiente de escurrimiento, y además, reduce la aportación de sedimentos a los cauces.
- Canalización o entubamiento de un cauce*. Se utiliza en los tramos en que los arroyos o ríos cruzan poblaciones o ciudades.

Las obras antes mencionadas se pueden agrupar en:

- De regulación*. Reducen el gasto máximo de la avenida y en ocasiones el volumen. Dentro de esta clasificación están las *presas de almacenamiento* y las *rompe-picos*. Las presas para retención de azolve se consideran únicamente cuando forman un almacenamiento cuyo volumen es del mismo orden de magnitud de la avenida.

- b. *De desvío.* Permiten extraer del cauce en cierto volumen del hidrograma. Ejemplo de ellos son los *desvíos permanentes* (el agua extraída no retorna al río) y *temporales* (el agua extraída retorna al río después de pasar la avenida).
- c. *De mejoramiento hidráulico.* Son aquellas que permiten incrementar la capacidad de conducción de los cauces ya sea el principal o el de avenidas. Dentro de este grupo están: *Corte de meandros y rectificaciones* (permiten el incremento de la pendiente y del área hidráulica, esto último por efecto de la erosión del fondo), *dragado del cauce principal* y *demolición de obstáculos* (incrementan el área hidráulica), *remoción de la vegetación* (disminuyen considerablemente las pérdidas de carga), *canalizaciones y entubamientos* (aumentan la pendiente y reducen las pérdidas de fricción), y por último, *la reforestación de la cuenca y las presas para retener azolves* (evitan la pérdida de área hidráulica por azolvamiento de los cauces).
- d. *De contención.* Forman una frontera que limita las zonas que serán inundadas. En este grupo se incluyen los *bordos perimetrales y longitudinales*, y los *muros longitudinales*. Estos últimos se utilizan en sustitución de los bordos donde no hay espacio para construirlos.

Los bordos perimetrales, longitudinales, muros, desvíos permanentes y presas de almacenamiento son las acciones más utilizadas, y de éstas, las dos últimas las más efectivas, ya que disminuyen el gasto máximo de la avenida en todo el tramo del río agua debajo de ellas.

Las presas rompe-picos se utilizan en arroyos o torrentes cuyas avenidas de diseño son pequeñas; su efecto se pierde en cuanto esas corrientes se unen unas a otras. Los desvíos temporales son muy recomendables cuando los hidrogramas de la avenida de diseño son esbeltos, las zonas a las que se desvía tienen una gran capacidad de almacenamiento o se pueden construir varios des-

víos a lo largo de un tramo de río. Por otra parte, el corte de meandros, rectificaciones, dragados y destrucción de obstáculos tienen un efecto local, que en ocasiones puede ser muy efectivo. La reforestación de obstáculos tiene un efecto local, que en ocasiones puede ser muy efectivo. La reforestación de cuencas es una de las acciones que más tiempo requiere para ser implantada y en ocasiones se necesita llevar a cabo en grandes extensiones para que sea efectiva, lo cual exige de una organización y coordinación gubernamental eficiente y de grandes inversiones. Además, se contraponen frecuentemente con otros usos del suelo. Por último, las presas para retener azolves que se constituyen en los pequeños afluentes no alteran propiamente la magnitud de la avenida, pero sí evitan o retardan el azolvamiento de los cauces aguas debajo de ellos. Si no se impide ese azolvamiento, los cauces pierden capacidad hidráulica y su desbordamiento se inicia con gastos menores.

Únicamente en situaciones muy particulares una sola de las acciones señaladas resuelve completamente el control de las inundaciones de una zona en particular. Cuando se desean proteger grandes extensiones, siempre se requiere de la combinación adecuada y afortunada de dos o más de las acciones señaladas.

Las acciones estructurales pueden llegar a evitar totalmente los desbordamientos de un río, e igualmente evitar que la zona protegida se inunde por lluvia, al construir un buen drenaje. La principal desventaja de este tipo de acciones es su costo, el que por ser elevado no puede siempre ser cubierto en la medida necesaria, aun cuando el beneficio que se logra sobrepase el costo de las obras de protección. El costo inicial de las medidas depende de muchos factores entre los que destacan: el tipo de obra, las condiciones geográficas y topográficas de la zona de construcción y el periodo de retorno de la avenida para la que se desea proteger un área determinada.

Otro aspecto fundamental que debe ser tenido en mente al construir obras para el

control de inundaciones es el hecho de que las personas protegidas se consideran seguras, por lo que se descuidan y no toman las medidas necesarias para evitar ser dañadas en sí mismas o en sus propiedades. Por ello, es preferible no hacer obra alguna, que hacerla sin los estudios previos adecuados y con los medios económicos que garanticen una construcción segura, incluida su continua y eficaz conservación.

### **6.2.2 Medidas de restauración fluvial**

La restauración hidrológico-agroforestal de las cuencas tiene la finalidad de reducir la erosión y favorecer la infiltración. Para poder lograrlo se deben tomar acciones tales como:

- Realizar estudios que identifiquen los factores de alteración natural o de origen humano responsables de la degradación de la estructura y funciones del ecosistema fluvial o del deterioro de su capacidad de recuperación. Y con ello eliminar aquellas actividades causantes del problema.

- Realizar estudios de la morfología y dinámica fluvial del río para obtener un análisis cuantitativo de los problemas específicos existentes en el río.
- Implementar un programa de equipamiento a las brigadas para que cuenten con equipos de desagüe.

La pérdida o destrucción de la vegetación y cobertura vegetal de una cuenca pueden provocar el incremento de sedimentos en el río lo que cambia las condiciones de estabilidad del mismo, reduciendo la capacidad hidráulica de las corrientes y por ende el desbordamiento del mismo. Por ello se proponen medidas como:

### **6.2.3 Medidas de mejora del drenaje natural en las zonas de inundación**

En los casos en los que la restauración no es suficiente, el drenaje natural es insuficiente, y el drenaje transversal e infraestructuras obstaculizan el flujo, y en donde se requiera mejora del drenaje, se aplicarán medidas de rehabilitación para evitar la acumulación de agua y posibles inundaciones.



## 7. Predimensionamiento y estimación preliminar del costo de las medidas del programa y su financiamiento

El costo preliminar de las medidas o acciones sigue la siguiente metodología:

- a. Estimar las dimensiones de las obras de infraestructura.
- b. Estimar los tiempos operacionales de las acciones no estructurales.
- c. Con apoyo del OC estimar los costos paramétricos ( $\$/m^2$ ,  $\$/m^3$ ,  $\$/km$ ,  $\$/hab$  protegido), estos pueden ser basados en los costos totales de los proyectos contemplados en los OC que ya cuenten con un costo y dimensiones, tabuladores de CONAGUA o de no contarse con ninguna de las dos opciones anteriores se podrán utilizar los costos paramétricos de páginas similares a las siguientes:

<http://www.cmicpuebla.org.mx/gestor/segcio-nes/descargables/archivos/45M2%20VALUADOR%202013.pdf>

<http://neodata.mx/page/costos-parametricos>

- d. Determinar los índices de precios actuales y precios anteriores. Los índices de precios anteriores serán de acuerdo al año del costo paramétrico.
- e. Aplicar el factor de capacidad-costo, determinar en conjunto con el OC. Para proyectos de edificación es representativo usar 0.7.
- f. Aplicar el factor de regionalización con respecto a la zona centro.
- g. Utilizar la siguiente expresión.

$$C_{cp} = (C_p D) (I_2 / I_1) (Q_2 / Q_1)^X R$$

Dónde:

- $C_p$  = Costo paramétrico
  - $D$  = Dimensión a costear
  - $I_2$  = Índice de precio actual
  - $I_1$  = Índice de precio anterior
  - $Q_2$  = Capacidad del nuevo proyecto
  - $Q_1$  = Capacidad del proyecto anterior
  - $X$  = Factor capacidad-costo para un determinado tipo de trabajo. Para edificación es representativo usar 0.7.
  - $R$  = Factor de regionalización (diferencia relativa % con respecto a los costos del centro)
  - $C_{cp}$  = Costo de construcción preliminar
- h. Aplicar al costo paramétrico del 1 al 5% para obtener un costo por estudios. Con la suma de los costos por estudios más los costos preliminares se obtendrán los costos preliminares totales.
  - i. Finalmente se aplicará a los costos preliminares del 1 al 10% para obtener el costo por operación y mantenimiento.

También se puede consultar el libro Costos Paramétricos del Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos.

[https://www.imic.com.mx/costos\\_parametricos\\_para\\_valuadores\\_proyectistas.php](https://www.imic.com.mx/costos_parametricos_para_valuadores_proyectistas.php)

Las medidas estructurales tienen los siguientes costos preliminares:

Tabla 7.1 Costos preliminares de las medidas estructurales

Tipo de obra	Unidad	Costo unitario 2013
Albergue (3 días).	Fam	\$322.70
Bordo de Protección	Km	\$3,036,614.03
Bordo de protección (cable concreto)	Km	\$58,529,131.91
Bordo de Protección (enrocamiento)	Km	\$35,930,046.47
Bordo de Protección (gaviones 0.3m espesor)	Km	\$6,336,530.01
Bordo de Protección (gaviones 0.5m espesor)	Km	\$19,832,083.95
Bordo de Protección (gaviones 1m espesor)	Km	\$11,173,682.32
Bordo de protección (Geotextil)	Km	\$39,019,421.27
Canalización	Km	\$32,955,815.47
Construcción de casas habitación	Casas	\$349,587.89
Costo social por cambio de actividad de las familias albergadas.	Fam	\$242.02
Desazolve de Cauce	Km	\$870,835.02
Encauzamiento	Km	\$13,756,277.88
Gaviones	M3	\$1,134.24
Laguna de regulación	M3	\$239.37
Limpieza en vialidades	Km	\$53,782.75
Mantenimiento de Bordos	Km	\$665,763.36
Mantenimiento y conservación de cauce	Km	\$1,609,294.41
Muros de contención	Km	\$12,577,354.33
Presa (Concreto)	Hm3	\$14,222,838.80
Presa (materiales graduados)	Hm3	\$13,181,611.48
Presa almacenamiento	Pza.	\$239,036,936.86
Presa control de avenidas	Pza.	\$529,871,969.36
Presa Rompepicos	M3	\$1,275,815.78
Protección Marginal	Km	\$4,681,153.76
	M2	\$1,245.90
Rectificación de Cauce	Km	\$9,126,890.63
Rectificación de cauce (Gaviones)	Km	\$9,971,822.61
Rectificación de Cauce (muros de mampostería)	Km	\$16,237,069.06
Reparación y limpieza de viviendas (costo cubierto por el gobierno)	Viv	\$16,134.83
Reparación y limpieza de viviendas (costo cubierto por los afectados)	Viv	\$6,453.93
Restitución de capa asfáltica, base y sub base	Km	\$699,175.78
Reubicación de viviendas	Viv	\$190.82
Tanque regulador	M3	\$181.31

Los costos de las medidas no estructurales se muestran a continuación:



Tabla 7.2 Costos estimados por proyecto

Medida	Canti- dad	Costo (\$)	Costo total unitario (\$)	Fuente
Sistema de identificación de riesgos de desastre en México (regional) (US\$ 500,000)	13	500,000	38,461.54	Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2006
Campaña de difusión y preparación de la población (US\$ 1,200,000)	1	15,600,000	15,600,000	Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2007
Campaña Nacional de Capacitación y Preparación de la Población (US\$ 700,000)	1	9,100,000	9,100,000	Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2008
Mapas de riesgo por inundaciones (US\$ 4,627,000)	20	4,627,000	231,350	Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2009
Sistemas de Alerta Hidrometeorológica (US \$ 8,700,000)	20	113,100,000	5,655,000	Programa Especial de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres 2001-2010



## 8. Programación de acciones a corto, mediano y largo plazos

Con los resultados obtenidos y las propuestas realizadas para disminuir los daños que podrían ocasionar los fenómenos meteorológicos en zonas identificadas en riesgo de inundación, a continuación

se establece un programa de implementación de medidas tanto no estructurales como estructurales en el tiempo y su respectiva programación de inversiones para el periodo 2013–2018.

### 8.1 Medidas no estructurales

Tabla 8.1 Programación de medidas no estructurales, proyectos del Programa Hídrico Regional 2030

Nombre del proyecto	Descripción	Fase de proyecto	Tiempo de ejecución (años)	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Estado	Municipio	Localidad	Cuenca	Costo total (millones de pesos)
Caracterización y diagnóstico de la cuenca del Oriente (Río San Juan Teotihuacán), Estado de México	Una Caracterización y diagnóstico de las microcuencas del Oriente (Río San Juan Teotihuacán), Estado de México	Estudio	1	2014	2014	Estado de México	Teotihuacán	San Juan Teotihuacán	Texcoco	\$1.56
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Plantas de Bombeo y Rebombeo y Otros. Nivelación de Bancos de Nivel de la Ciudad de México.	Estudio	1	2014	2014	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$3.33

Tabla 8.2 Acciones prioritarias para el 2014 de los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de Conagua

Ubicación	Descripción	Costo (\$)
DF	Adquisición de maquinaria, equipo, personal y material para atención de contingencias.	104,830,000
Río Cuautitlán	Estudios básicos, de factibilidad, costo-beneficio, impacto ambiental, anteproyecto y proyecto ejecutivo para detectar las obras que se requieren en el río Cuautitlán, Estado de México.	10,000,000
Río Hondo	Estudios básicos, de factibilidad, costo-beneficio, impacto ambiental, anteproyecto y proyecto ejecutivo para detectar las obras que se requieren en el río Hondo, Estado de México.	8,000,000
Texcoco	Adquisición de maquinaria, equipo, personal y material para atención de contingencias.	52,527,302
Vasos Fresnos y Carretas	Análisis de riesgos en bordos perimetrales de los vasos de regulación Fresnos y Carretas del sistema de drenaje superficial	6,000,000
Varios	Evaluación de riesgos estructurales en bordos del sistema de drenaje superficial y proyectos ejecutivos de reforzamiento.	9,000,000

Tabla 8.3 Estaciones hidrometeorológicas para rehabilitación y adquisición, DL Hidalgo

Estacion	Tipo	Sa	Oc	Mpio	Edo	Rh	Cuenca	Subcuenca	Costo de obra civil (\$)	Costo de instrumentos y equipo (\$)
Acayuca	T	P	Avm	Zapotlán de Juárez	Hgo.	26	R. Tula	R. Avenidas	50,000	600,000
Epazoyucan	T	P	Avm	Epazoyucan	Hgo.	26	R. Tula	R. Avenidas	50,000	600,000
Zimapan	T	P	Avm	Zimapan	Hgo.	26	R. Tula	R. Tula	50,000	600,000
La mora	T	P	Avm	Apaxco	Mex.	26	R. Tula	R. Salado	50,000	600,000
								<b>Subtotal</b>	<b>200,000</b>	<b>2,400,000</b>
								<b>Total</b>		<b>2,600,000</b>

Tabla 8.4 Acciones prioritarias para el 2014 del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México

Entidad federativa	Obras prioritarias	Inversión requerida (\$)
<b>Rehabilitación y mantenimiento de estaciones de monitoreo hidrológico y meteorológico</b>		
<b>Distrito Federal México Hidalgo</b>	Rehabilitación y mantenimiento de 16 estaciones climatológicas en la cuenca del valle de México.	2,900,000
<b>Distrito Federal México Hidalgo Tlaxcala</b>	Mantenimiento preventivo y correctivo en 34 estaciones meteorológicas automáticas ubicadas en el valle de México.	2,250,000
	<b>Subtotal</b>	<b>5,150,000</b>
<b>Estudios técnicos y proyectos ejecutivos</b>		
<b>Distrito Federal México Hidalgo</b>	Modelación hidrológica, hidráulica en 2 niveles y calibración del sistema hidrológico para la elaboración de reglas expertas del sistema de drenaje del valle de México.	10,500,000
<b>México Hidalgo</b>	Instrumentación y seguimiento geotécnico de estructuras del valle de México	15,000,000
<b>Distrito Federal México Hidalgo</b>	Estandarización de protocolos de observación, registro y validación de variables hidrometeorológicas (banco único de información)	12,000,000
<b>México</b>	Evaluación de la capacidad de regulación de las presas del poniente del valle de México	13,000,000

Entidad federativa	Obras prioritarias	Inversión requerida (\$)
México	Diagnóstico y proyecto ejecutivo de rehabilitación de los túneles de Tequixquiac	15,000,000
Distrito Federal México Hidalgo Tlaxcala	Programa nacional de prevención ante contingencias hidráulicas (pronach) 2a etapa año 2014	3,000,000
Distrito Federal México Hidalgo	Programa piloto de alerta para el control y manejo de los escurrimientos pluviales en las zonas urbanas del valle de México.	15,000,000
	<b>Subtotal</b>	<b>83,500,000</b>
<b>Instrumentación hidrometeorológica</b>		
Distrito Federal México Hidalgo	Automatización, ampliación y mantenimiento de redes hidrometeorológicas con telemetría satelital en la región xiii valle de México	14,500,000
	<b>Total</b>	<b>103,150,000</b>

## 8.2 Medidas estructurales

Tabla 8.5 Programación de medidas estructurales, proyectos del Programa Hídrico Regional 2030

Nombre del proyecto	Descripción	Fase de proyecto	Tiempo de ejecución (años)	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Estado	Municipio	Localidad	Cuenca	Costo total (millones de pesos)
Colector semi-profundo, municipio de Chimalhuacán	Construcción del colector semiprofundo "Chimalhuacán"	Estudio	1	2016	2017	Estado de México	Chimalhuacán	Cabecera Municipal	Texcoco	\$70.00
Embovedado del Canal Barranca Chiapas, municipio de Coacalco	Construcción del Entubamiento y/o Embovedado del Canal Barranca Chiapas	Estudio	1	2014	2015	Estado de México	Coacalco	Cabecera Municipal	Ciudad de México	\$20.00
Obra hidráulica en la Barranca La Estrella, para el desalojo de las aguas pluviales	Obra hidráulica en la Barranca La Estrella, para el desalojo de las aguas pluviales y	Estudio	1	2014	2015	Estado de México	Zumpango	San José de La Loma y San Juan Zitlaltepec.	Río de las Avenidas Pachuca	\$8.94

Nombre del proyecto	Descripción	Fase de proyecto	Tiempo de ejecución (años)	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Estado	Municipio	Localidad	Cuenca	Costo total (millones de pesos)
les y residuales, en San José La Loma y San Juan Zitlaltepec, municipio de Zumpahuacán	residuales, en San José La Loma y San Juan Zitlaltepec.									
Control de azolve y avenidas, municipio de Ixtapaluca	Control de azolve y avenidas	Estudio	1	2015	2016	Estado de México	Ixtapaluca	Cabecera Municipal	Río La Compañía	\$10.00
Encajonamiento del Río de la Compañía en su tramo crítico (6 km.).	Construcción del encajonamiento del Río de la Compañía en su tramo crítico (6 km.).	Estudio	1	2017	2018	Estado de México	Valle de Chalco Solidaridad	Cabecera Municipal	Río la Compañía	\$100.00
Planta de Bombeo Pluvial de Tezoyuca hacia el Municipio de Acolman	Construcción de colector y Planta de Bombeo Pluvial de Tezoyuca hacia el Municipio de Acolman	Estudio	1	2017	2018	Estado de México	Acolman	Cabecera Municipal	Texcoco	\$16.00
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Emisor Poniente II.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$708.33
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Interceptor John F. Kennedy.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$208.33
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Interceptor Norte.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$636.50

Nombre del proyecto	Descripción	Fase de proyecto	Tiempo de ejecución (años)	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Estado	Municipio	Localidad	Cuenca	Costo total (millones de pesos)
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Interceptor Poniente II.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$276.67
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Interceptor Río de La Compañía.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$869.25
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Pról. Interceptor Central (Ramal Sur).	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$231.48
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Prolongación Semiprofundo Canal Nacional - Canal Chalco.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$126.67
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Semiprofundo Canal General.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$366.67
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Ampliación de drenaje profundo y semiprofundo. Semiprofundo Churubusco - Río de los Remedios.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$500.00
Proyectos Metropolitanos.	Ampliación de drenaje profundo	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$93.33

Nombre del proyecto	Descripción	Fase de proyecto	Tiempo de ejecución (años)	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Estado	Municipio	Localidad	Cuenca	Costo total (millones de pesos)
Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	y semiprofundo. Semiprofundo Indios Verdes.									
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Rehabilitación de drenaje profundo y semiprofundo. Emisor Central y obras complementarias.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$106.33
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Rehabilitación de drenaje profundo y semiprofundo. Interceptor Poniente.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$53.33
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Rehabilitación de drenaje profundo y semiprofundo. Semiprofundo Gran Canal.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$14.67
Proyectos Metropolitanos. Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario.	Rehabilitación de drenaje profundo y semiprofundo. Semiprofundo Obrero Mundial.	Construcción	7	2016	2022	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$13.33
Manejo oportuno del drenaje pluvial y sanitario. Sistema de Drenaje Superficial.	Rehabilitación de Presas, Represas y Barrancas	Construcción	13	2014	2026	Distrito_Federal	Cuauhtémoc	Centro	Ciudad de México	\$538.80



Tabla 8.6 Acciones prioritarias para el 2014 de los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de Conagua

Ubicación	Descripción	Costo (\$)
Tizayuca	Obras de drenaje pluvial	60,000,000
Hacienda de las palmas	Construcción del colector marginal de la barranca las palmas	2,682,590
Barranca la coyotera	Colector marginal barranca la coyotera	3,478,009
Diversas comunidades	Desazolve, formación de bordos de protección	6,500,000
Diversas comunidades	Desazolve y formación de bordos de protección	3,500,000
Río Cuautitlán	Programa Rehabilitación y Obras en el RIO CUAUTITLAN, Estado de México, en 20 km. De longitud	140,000,000
Río Hondo	Rehabilitación y obras en el río Hondo, Estado de México.	130,000,000
Texcoco	Construcción caseta vigilancia y obras complementarias; adquisición de mobiliario, vehículos y radios. Mantenimiento de equipo especializado y del inmueble.	8,000,000
Gran canal	Desazolve del gran canal del desagüe	97,216,000
Poniente	Mantenimiento y rehabilitación pb río hondo	18,400,000
Gran canal	Mantenimiento y rehabilitación pb km 11+600	8,580,000
Gran canal	Suministro e instalación de compuertas en el canal de desfogue y canal de sales	7,500,000
Dren general	Desazolve del cajón del gran canal	92,000,000
Poniente	Desazolve del río hondo de Naucalpan	84,000,000
Dren general	Retiro de basura del Río de la Compañía	3,500,000
Gran canal	Mantenimiento y rehabilitación pb km 18+500	9,350,000
Dren general	Equipamiento y rehabilitación pb's canal general	20,000,000
Poniente	Mantenimiento y rehabilitación captación remedios	3,600,000
Dren general	Mantenimiento pb canal de sales	5,000,000
Poniente	Rehabilitación y mantenimiento del Río Cuautitlán y sus afluentes	7,000,000
Poniente	Rehabilitación y mantenimiento compuertas, sistema eléctrico y campamentos de estructuras hidráulicas	11,000,000
Poniente	Mantenimiento y rehabilitación captación Tlalnepantla	720,000
Dren general	Mantenimiento mecánico compuertas laguna horaria	5,800,000
Gran canal	Mantenimiento y rehabilitación obra de toma gran canal	3,450,000
Dren general	Desazolve del canal de la draga	8,400,000
Dren general	Rectificación del canal general	13,650,000
Dren general	Demolición de muro interceptor túnel río remedios	3,500,000
Todas	Suministro e instalación de equipo de medición y monitoreo a control remoto	60,000,000
Dren general	Desazolve de la laguna horaria y lago Churubusco	190,000,000
Gran canal	Reparación colector 25 de julio	5,250,000
Gran canal	Mantenimiento interceptor oriente	15,000,000
Gran canal	Desazolve del tramo de túnel I3 - I7 i.o.	15,000,000

Ubicación	Descripción	Costo (\$)
Dren general	Reparación bordo Xochiaca	10,000,000
Río Cuautitlán	Proyecto ejecutivo para la rectificación y reforzamiento de bordos del río Cuautitlán entre Puente Grande y la descarga al Emisor Poniente.	4,100,000
Canal de Sales	Proyecto ejecutivo de compuertas sobre el canal de Sales a la altura de su confluencia con el Gran Canal del Desagüe.	1,200,000
Río de la Compañía	Proyecto ejecutivo de canal lateral y estabilización de la falla en el Río de la Compañía.	1,900,000
		1,059,276,599

## 9. Esquema de seguimiento de la ejecución del programa

El esquema de seguimiento definido a continuación ayuda a dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño de cada uno de los proyectos considerados en el programa, con el objetivo de identificar aquellas áreas en las que el plan requiera cambios y así realizar los cambios correspondientes.

El beneficio de llevar a cabo un esquema de seguimiento radica en que el desempeño del programa se observa y se mide de manera sistemática y regular, a fin de identificar variaciones con respecto al plan original, para ello se deben:

- Controlar los cambios y recomendar acciones preventivas para anticipar posibles problemas.
- Dar seguimiento a las actividades del programa, comparándolas con el plan original sin perder de vista la línea base desempeño de ejecución del mismo.
- Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.

Para lograr que el programa se realice conforme a lo establecido, se propone llevar a cabo el siguiente esquema para dar seguimiento al mismo:

1. *Generación de indicadores (Metas).* Para poder medir el desempeño del programa, cada uno de las acciones incorporadas en él deben tener indicado el alcance, por lo que es necesario asignarle indicadores que ayuden a realizar dicha medición.
2. *Seguimiento y control.* Una vez definido el programa, se debe revisar, analizar y regular el avance a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el mismo. Para ello se propone la realización de informes de estado, mediciones del avance y proyecciones con la finalidad de contar con información sobre el desempeño en lo relativo al alcance, cronograma, costos, recursos, calidad y riesgos.
3. *Control integrado de cambios.* Posteriormente es importante revisar todas las solicitudes de cambios que se vayan generando durante la ejecución del programa, para hacer un análisis de las mismas y aprobarlas o descartarlas, realizando todas las gestiones necesarias.
4. *Verificar el alcance.* Otro punto muy importante para realizar un buen control y seguimiento del programa consiste en formalizar la aceptación de los productos o actividades del que se han completado, con la finalidad de detectar retrasos o acciones pendientes que podrían detener la ejecución del programa.
5. *Controlar el alcance.* Se debe documentar el avance real del programa validándolo con lo programado para conocer la situación en la que se encuentra y gestionar los cambios pertinentes en cuanto al tiempo y los recursos.
6. *Realizar control de calidad.* Otro aspecto muy importante es la evaluación del desempeño del programa, lo que se logra realizando un registro de los resultados y avances obtenidos, verificando si lo que se ha logrado corresponde a las metas establecidas.
7. *Informar el desempeño.* Toda la información obtenida anteriormente debe recopilarse y distribuirse entre los actores involucrado, con el objeto de dar a conocer el desempeño, para ello deben incluirse informes de estado, mediciones del avance y proyecciones, así como escenarios de propuesta de cambios en caso de ser necesario.
8. *Control de riesgos.* Finalmente se deben identificar los posibles riesgos que podrían afectar en la ejecución del proyecto así como los riesgos residuales e implementar planes de respuesta a los mismos, evaluando la efectividad del

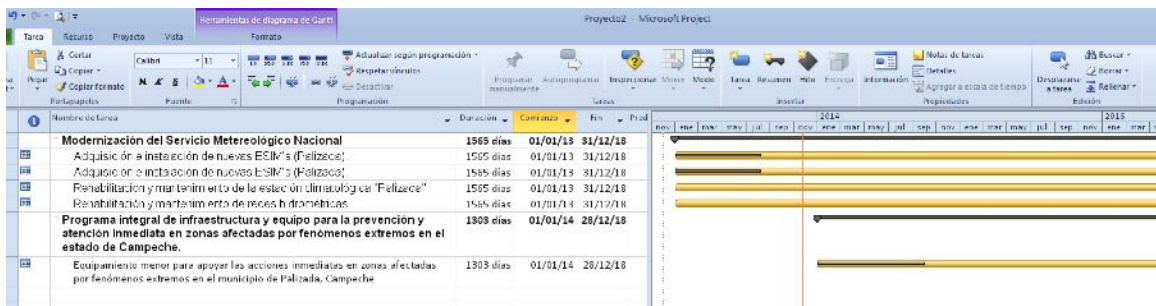
proceso contra riesgos en la ejecución del programa.

Lo anterior se puede implementar con el uso de aplicaciones para administración de proyectos, en las que se pueden establecer tiempos de ejecución, costos, asignación de recursos, y dicha herramienta permite la generación de reportes en los que se pueden visualizar los indicadores, el avance y situación del proyecto tanto en la parte progra-

mada como en el tiempo real, la utilización de los recursos, los costos ejecutados, entre otros.

Para la región se propone la utilización de la aplicación de Project debido a que permite llevar a cabo el seguimiento de las medidas estructurales y no estructurales propuestas para disminuir el riesgo a corto, mediano y largos plazos causados por los fenómenos hidrometeorológicos (Figura 9.1).

Figura 9.1 Programa de seguimiento de proyectos



## Siglas

AGEB	Área Geoestadística Básica	DGETI	Dirección General de Educación Tecnológica Industrial
ANEAS	Asociación Nacional de Empresas de Agua y saneamiento	DHA	Departamento de asuntos humanitarios (siglas en inglés)
ANRI	Atlas Nacional de Riesgo por Inundación en México	DICONSA	Distribuidora de Conasupo
APFM	Programa Asociado de Gestión de Inundaciones (siglas en inglés)	DIF	Desarrollo Integral de la Familia
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos	DL	Dirección Local
BPM	Bordo de protección marginal	DOF	Diario oficial de la Federación
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres	DR	Distrito de Riego
CFE	Comisión Federal de Electricidad	EMA	Estación Meteorológica Automática
CILA	Comisión Internacional de Límites y Aguas	ESIME	Estación Sinóptica Meteorológica
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y tecnología	FERROMEX	Ferrocarril Mexicano
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal	FIPREDEN	Fideicomiso Preventivo
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua	FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
CONAPO	Consejo Nacional de Población	FOPREDEN	Fondo para la Prevención de Desastres Naturales
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación	FRD	Factor de Reducción de Daños
COTAS	Comité Técnico de Aguas Subterráneas	FNP	Fenómeno Natural Perturbador
CTOOH	Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas	GASIR	Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos
DAE	Daño Anual Esperado	GIC	Gestión Integrada de Crecidas
		GIRH	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

GPIAE	Gerencia de Protección a la Infraestructura y Atención de Emergencias	MED	Modelo de Elevación Digital
GWP	Asociación Mundial del Agua (Siglas en inglés)	MIRH	Manejo Integral de Recursos Hídricos
ICHARM	Centro Internacional para la Gestión de los Desastres y Riesgos relacionados con el Agua	MNS	Medidas no estructurales (siglas en inglés)
II-UNAM	Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México	MS	Medidas Estructurales (siglas en inglés)
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social	OC	Organismo de Cuenca
IMT	Instituto Mexicano del Transporte	OCPBC	Organismo de Cuenca Península de Baja California
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	OMM	Organización Meteorológica Mundial
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	ONG	Organizaciones no gubernamentales
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	PBC	Península de Baja California
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático	PC	Protección Civil
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado	PEA	Población Económicamente Activa
LAN	Ley de Aguas Nacionales	PEMEX	Petróleos Mexicanos
LGPC	Ley General de Protección Civil	PGJE	Procuraduría General de Justicia del Estado
		PHI	Programa Hidrológico Internacional
		PIB	Producto Interno Bruto
		PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
		PREDECAN	Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina

REDESClim	Redes de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos	SEGOB	Secretaría de Gobernación
RHA	Región hidrológico administrativa	SEMARINA	Secretaria de Marina
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Gananería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SAH	Sistemas de Alerta Hidrometeorológica	SEP	Secretaría de Educación Pública
SAT	Sistema de Alerta temprana	SINA	Sistema Nacional de Información del Agua
SAVER	Sistema de Análisis y Visualización para la Estimación de Riesgo	SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes	SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes	SRT	Shuttle Radar Topography
SE	Secretaría de Economía	SSA	Secretaria de Salud
SECTUR	Secretaría de Turismo	TELMEX	Teléfonos de México
SEDENA	Secretaría de la Defensa Nacional	UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
SEDENA	Secretaría de Defensa Nacional	UNEP	Programa ambiental de las Naciones Unidas (siglas en inglés)
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social	UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (siglas en inglés)
		UNIRED	Red Universitaria para la Prevención y Atención de Desastres





## Glosario

**Alarma.** Señal que anuncia peligro (1).

**Alerta.** Se avisa de que se aproxima un peligro, pero que es menos inminente que lo que implicaría un mensaje de advertencia. Ver "advertencia" (1).

**Alerta temprana (sin. aviso temprano).** Provisión de información oportuna y eficaz de instituciones y actores claves, que permita a individuos expuestos a una amenaza la toma de decisiones a fin de evitar o reducir su riesgo y prepararse para una respuesta efectiva (2).

**Amenaza (sin. peligro).** Peligro latente que representa la posible manifestación de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que se anticipa, puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios. Es un factor de riesgo externo a un elemento o grupo de elementos sociales expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un fenómeno o evento se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un período de tiempo definido (2).

**Auxilio.** Asistencia y/o intervención durante o después del desastre, para lograr la preservación de la vida y las necesidades básicas de subsistencia. Puede ser de emergencia o de duración prolongada (1).

**Avenida (sin. crecida).** Elevación, generalmente, rápida en el nivel de las aguas de un curso fluvial, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor (2).

**Caudal.** Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal por unidad de tiempo (1).

**Cambio climático.** Cambio observado en el clima, bajo una escala global, regional o sub-regional causado por procesos naturales y/o actividad humana (1).

**Ciclón.** Sistema cerrado de circulación a gran escala, dentro de la atmósfera, con presión barométrica baja y fuertes vientos que rotan

en dirección contraria a las manecillas del reloj en el hemisferio Norte, y en dirección de las manecillas del reloj en el hemisferio Sur. En el Océano Índico y en el Pacífico del sur se les denomina ciclón; en el Atlántico occidental y Pacífico oriental se les denomina huracán; en el Pacífico occidental se les llama tifón (1).

**Control de crecidas (control de inundaciones).** Manejo de los recursos de agua a través de construcciones de diques, represas, etc. para evitar inundaciones (1).

**Daño.** Efecto adverso o grado de destrucción causado por un evento peligroso de inundación sobre las personas, los bienes, los sistemas de producción y servicios, y en sistemas naturales o sociales (2).

Clasificación de daños

Evaluación y registro de daños a estructuras, instalaciones u objetos de acuerdo a tres (o más) categorías:

1. "daños severos" que imposibilita el uso posterior para el que estaban destinados, la estructura, instalaciones u objeto.

2. "daños moderados" o el grado de daños a los miembros principales, que imposibilita el uso efectivo para el que estaban destinados, la estructura, instalaciones u objeto, a menos que se efectúen reparaciones mayores sin llegar a reconstrucciones completas.

3. "daños ligeros" tales como ventanas rotas, pequeños daños a techos, y paredes, tabiques derrumbados, paredes agrietadas, etc. El daño no es lo suficientemente grande como para imposibilitar el uso de la estructura, instalación u objeto (1).

**Declaración de desastre.** Proclamación oficial de un estado de emergencia después de ocurrida una calamidad a gran escala, con el propósito de activar las medidas tendientes a reducir el impacto del desastre (1).

**Deforestación.** Limpieza o destrucción de un área previamente forestada (1).

**Desastre.** Situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópico que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población y en su estructura productiva e infraestructura, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento del país, región, zona o comunidad afectada, las cuales no pueden ser enfrentadas o resueltas de manera autónoma utilizando los recursos disponibles a la unidad social directamente afectada. Estas alteraciones están representadas de forma diversa y diferenciada, entre otras cosas, por la pérdida de vida y salud de la población; la destrucción, pérdida o inutilización total o parcial de bienes de la colectividad y de los individuos, así como daños severos en el ambiente, requiriendo de una respuesta inmediata de las autoridades y de la población para atender a los afectados y reestablecer umbrales aceptables de bienestar y oportunidades de vida (2).

**Dique.** Obra de tierra para retener el flujo de agua dentro de un área específica, a lo largo de su cauce evitando así las inundaciones debidas a mareas u ondas (1).

**Emergencia.** Estado directamente relacionado con la ocurrencia de un fenómeno físico peligroso o por la inminencia del mismo. Que requiere de una reacción inmediata y exige la atención de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general. Cuando es inminente el evento, puede presentarse confusión, desorden, incertidumbre y desorientación entre la población. La fase inmediata después del impacto es caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones mínimas necesarias para la supervivencia y funcionamiento de la unidad social afectada. Constituye una fase o componente de una condición de desastre pero no es, per se, una noción sustitutiva de desastre. Puede haber condiciones de emergencia sin un desastre (2).

**Erosión.** Pérdida o desintegración de suelo y rocas como resultado de la acción del agua, hielo o viento (1).

**Evaluación del riesgo.** Abarca el análisis, evaluación e interpretación de las distintas percepciones de un riesgo y de la tolerancia de la sociedad ante el riesgo como información para tomar decisiones y acciones en el proceso de riesgo de inundaciones. Es el postulado de que el riesgo resulta de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos en un territorio y con frecuencia a grupos o unidades sociales y económicas particulares. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. Análisis de amenazas y de vulnerabilidades componen facetas del análisis de riesgo y deben estar articulados con este propósito y no comprender actividades separadas e independientes. Un análisis de vulnerabilidad es imposible sin un análisis de amenazas, y viceversa (2).

**Exposición.** Cuantificación de los receptores que pueden resultar influidos por un fenómeno (inundación), por ejemplo, el número de personas y estructura demográfica, el número y tipo de bienes, etc. (2).

**Gestión del riesgo.** Proceso social complejo, cuyo fin último es la reducción o la prevención y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada con el logro de pautas de desarrollo humano económico, ambiental y territorial sostenibles. En principio, admite distintos niveles de intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macroterritorial hasta lo local, lo comunitario y lo familiar. Las distintas formas de intervención corresponden, grosso modo, a las fases del también llamado ciclo de los desastres: la prevención, la mitigación, los preparativos, la respuesta humanitaria, la rehabilitación y la reconstrucción. La gestión de riesgos requiere

re de la existencia de sistemas o estructuras organizacionales e institucionales que representan los distintos niveles de intervención bajo modalidades de coordinación establecidas y con roles diferenciados acordados, aquellas instancias colectivas de representación social de los diferentes actores e intereses que juegan un papel en la construcción del riesgo y en su reducción, previsión y control (2).

**Gestión integrada de la cuenca hidrológica (sin. gestión integrada de los recursos hídricos).** Un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinados del agua, los suelos y los recursos conexos, con el fin de maximizar de manera equitativa el bienestar económico y social que de ello se deriva, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (2).

**Humedad del suelo.** Contenido de agua en la porción de tierra que está por encima del nivel freático, incluyendo el vapor de agua presente en los poros del suelo; en algunos casos se refiere estrictamente a la humedad dentro de la zona de las raíces de las plantas (1).

**Inundación.** Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce. Anegamiento de la tierra por una masa de agua. Anegamiento del agua en zonas que habitualmente están libres de ésta, producto de precipitaciones extremas, desbordamientos de ríos y/o canales, la subida de las mareas por encima del nivel habitual o por olas gigantes «tsunamis», ruptura de presas ó por combinación de varios factores (2).

**Legislación de desastre.** El conjunto de leyes y reglamentos que gobiernan y designan responsabilidades para el manejo de desastres, y que conciernen a las varias fases del desastre (1).

**Llanuras de inundación.** Terreno adyacente y casi al mismo nivel que el cauce principal y que se inunda sólo cuando el caudal excede la capacidad máxima de dicho cauce (2).

**Mapa de riesgos de inundaciones.** Mapa confeccionado según criterios científicos, que indica los elementos de riesgo e informa

sobre el grado y la extensión espacial de la inundación (2).

**Medidas estructurales.** Cualquier construcción física concebida para reducir o evitar el posible impacto de eventos peligrosos, ellas, incluyen obras de ingeniería y construcción de estructuras hidráulicas e infraestructuras resistentes a las inundaciones (2).

**Medidas no estructurales.** Acciones concebidas para reducir o evitar el posible impacto de fenómenos peligrosos, se encaminan a través del ordenamiento físico de los asentamientos humanos, la planificación de proyectos de inversión de carácter industrial, agrícola o de infraestructura, la educación y el trabajo con comunidades expuestas. Estas medidas son de especial importancia para que, en combinación con las medidas estructurales, se pueda reducir el riesgo de una manera efectiva y equilibrada. Las medidas no estructurales pueden ser activas o pasivas. Las medidas no estructurales activas son aquellas en las cuales se promueve la interacción directa con las personas y destacan: la organización para la atención de emergencias, el desarrollo y fortalecimiento institucional, la educación formal y capacitación, la información pública y campañas de difusión así como la participación comunitaria y la gestión a nivel local. Las medidas no estructurales pasivas son aquellas más directamente relacionadas con la legislación y la planificación. (2).

**Mitigación (sin. reducción, atenuación).** Ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente. Las medidas de intervención pueden ser estructurales y no-estructurales. La mitigación asume que en muchas circunstancias no es posible, ni factible controlar totalmente el riesgo existente; es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias, sino más bien reducirlos a niveles aceptables y factibles. La mitigación puede operar en el contexto de la reducción o eliminación del riesgo existente, o aceptar este riesgo y, a través de preparativos, los sistemas de alerta, etc., buscar disminuir las pérdidas y daños

que ocurrirían con la incidencia de un fenómeno peligroso (2).

**Monitoreo (sin. vigilancia).** Sistema que permite la observación, medición y evaluación continua del progreso de un proceso o fenómeno a la vista, para tomar medidas correctivas (1).

**Nivel de alarma de crecida (Alarma de nivel de inundación).** Nivel de agua que se considera peligroso y en el cual deberían iniciarse las advertencias (1).

**Ordenamiento territorial (sin. planificación del uso de la tierra).** Rama de la planificación física y socioeconómica que determina los medios y evalúa el potencial o limitaciones de varias opciones de uso del suelo, con los correspondientes efectos en diferentes segmentos de la población o comunidad, cuyos intereses han sido considerados en la toma de decisiones. Es la asignación planificada y regulada de determinado uso del suelo, ya sea urbano, rural, área natural, etc. El ordenamiento territorial tiene en cuenta el uso actual y futuro del suelo, así como, el interés colectivo para asignar los diferentes "usos del suelo" (2).

**Percepción del riesgo.** Percepción de un riesgo por parte de una persona o grupo de personas; refleja los valores culturales y personales, así como la experiencia por eventos pasados de desastre (2).

**Período de retorno (sin. período de recurrencia).** Intervalo medio de tiempo a largo plazo, o número de años al cabo de los cuales se igualará o superará un suceso, por ejemplo: la precipitación máxima en 24 horas o el caudal máximo de avenida (2).

**Plan de emergencias.** Definición de responsabilidades y procedimientos generales de reacción y alerta institucional, inventario de recursos, coordinación de actividades operativas y simulación para la capacitación, con el fin de salvaguardar la vida, proteger los bienes y recordar la normalidad de la sociedad tan pronto como sea posible después de que se presente el fenómeno peligroso (2).

**Presa.** Barrera a través de un río, provista de compuertas u otros mecanismos de control, para controlar el nivel de agua de superficie que se encuentra aguas arriba, para regular el flujo o para derivar reservas de agua dentro de un canal (1).

**Precipitación sobre una zona.** Precipitación media que ha caído sobre un área específica (1).

**Preparación.** Actividades diseñadas para minimizar pérdidas de vida y daños, para organizar el traslado temporal de personas y propiedades de un lugar amenazado y facilitarles durante un tiempo rescate, socorro y rehabilitación. Ver también "prevención" (1).

**Prevención.** Actividades diseñadas para proveer protección permanente de un desastre. Incluye ingeniería y otras medidas de protección física, así como medidas legislativas para el control del uso de la tierra y la ordenación urbana (1).

**Probabilidad de excedencia.** Probabilidad de que una magnitud dada de un evento sea igual o excedida (1).

**Protección civil.** Sistema de medidas, usualmente ejecutadas por una agencia del gobierno, para proteger a la población civil en tiempo de guerra, responder a desastres y prevenir y mitigar las consecuencias de un desastre mayor en tiempos de paz. El término Defensa civil se usa cada vez más en estos días (1).

**Población en riesgo.** Una población bien definida cuyas vidas, propiedades y fuentes de trabajo se encuentran amenazadas por peligros dados. Se utiliza como un denominador (1).

**Pronóstico (sin. predicción).** Determinación de la probabilidad de que un fenómeno físico se manifieste con base en: en el estudio de su mecanismo generador, la observación del sistema perturbador y/o registros de eventos en el tiempo. En el caso de las inundaciones corresponde a la previsión del nivel, caudal tiempo de ocurrencia y duración de la avenida, especialmente de su caudal

máximo en un punto determinado, producida por precipitación sobre la cuenca (2).

**Reconstrucción.** Acciones tomadas para restablecer una comunidad después de un periodo de rehabilitación, subsecuente a un desastre. Las acciones incluirían construcción de viviendas permanentes, restauración total de todos los servicios y reanudar por completo el estado de pre-desastre (1).

**Refugio (sin. Albergue).** Requerimientos de protección física para las víctimas de un desastre, que no tienen la posibilidad de acceso a facilidades de habitación normales. Se cumplen las necesidades inmediatas de post-desastre, mediante el uso de carpas. Se pueden incluir otras alternativas como el uso de casas de polipropileno, domos geodésicos y otros tipos similares de vivienda temporal (1).

**Rehabilitación.** Operaciones y decisiones tomadas después de un desastre con el objeto de restaurar una comunidad golpeada, y devolverle sus condiciones de vida, fomentando y facilitando los ajustes necesarios para el cambio causado por el desastre (1).

**Reubicación.** Acciones necesarias para la instalación permanente de personas afectadas por un desastre, a un área diferente a su anterior lugar de vivienda (1).

**Remanso.** Aumento en el nivel de agua de un río, debido al taponamiento natural o artificial de éste (1).

**Resiliencia.** Capacidad de un ecosistema, sociedad o comunidad de absorber un impacto negativo o de recuperarse una vez haya sido afectada por un fenómeno físico. Para una sociedad o comunidad está determinada por la capacidad de autoorganización para mejorar sus capacidades, de aprender de los desastres pasados a fin de protegerse menos en el futuro y de mejorar las medidas de reducción de riesgos (2).

**Respuesta.** Provisión de ayuda o intervención durante o inmediatamente después de un desastre, que tiende a preservar la vida y cubrir las necesidades básicas de subsistencia de la población afectada. Cubre un ámbi-

to temporal inmediato, a corto plazo, o prolongado (2).

**Riesgo.** Cálculo matemático de pérdidas (de vidas, personas heridas, propiedad dañada y actividad económica detenida) durante un periodo de referencia en una región dada para un peligro en particular. Riesgo es el producto de la amenaza y la vulnerabilidad (1).

**Seguro contra desastres.** Pólizas de seguros patrocinadas por entidades privadas o del gobierno para la protección contra pérdidas económicas que resulten de un desastre (1).

**Simulacro.** Ejercicio para toma de decisiones y adiestramiento en desastres dentro de una comunidad amenazada, con el fin de representar situaciones de desastre para promover una coordinación más efectiva de respuesta, por parte de autoridades pertinentes y de la población (1).

**Vulnerabilidad.** Factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio-natural o antrópico. Representa también las condiciones que imposibilitan o dificultan la recuperación autónoma posterior (2).

**Zonificación.** Por lo general indica la subdivisión de un área geográfica, país, región, etc. en sectores homogéneos con respecto a ciertos criterios, como por ejemplo, la intensidad de la amenaza, el grado de riesgo, requisitos en materia de protección contra una amenaza dada (1).

(1) Department of Humanitarian Affairs (DHA) (1992). Internationally agreed glossary of basic terms related to Disaster Management. United Nations.

(2) González T. M. E. (2008), Tesis doctoral. Un modelo integral para la valoración del riesgo de inundación en centros urbanos y/o suburbanos. Enfoque metodológico utilizando indicadores. Caso: Pueblo Viejo, Veracruz, México. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Geografía.



## Referencias

- Bravo-Astudillo (2013). Memorias XX Reunión Nacional 2013 SELPER – MÉXICO San Luís Potosí.
- Baró-Suárez, 1], BARÓ, J.E., DÍAZ, C., CALDERÓN, G., CADENA, E. y ESTELLER, M. V. Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México. *Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México*, vol. II, núm. 3, julio-septiembre de 2011, pp. 201-218.
- Baró-Suárez, 2] BARÓ, J.E., DÍAZ-DELGADO, C., CALDERÓN, G. y ESTELLER, M. V. Curvas de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México. Parte I: propuesta metodológica. *Ingeniería hidráulica en México*, vol. XXII, núm. 1, enero-marzo de 2007, pp. 91-102.
- Baró-Suárez, 3], BARÓ, J.E., DÍAZ-DELGADO, C., CALDERÓN, G. y ESTELLER, M. V. Curvas de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México Parte II: Caso de estudio en la cuenca alta del río Lerma, México. *Ingeniería Hidráulica en México. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México*, vol. XXII, núm. 3, julio-septiembre de 2007, pp. 71-83.
- CENAPRED (2004b). Inundaciones. Serie Fascículos. Dirección de Investigación, Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos, México.
- CONAGUA], Comisión Nacional del Agua, (2013), Atlas Nacional de Riesgos por inundaciones, <http://www.saver.gob.mx/ANRI/Manual/M anualANRI.pdf>
- CONAPO], AGEBS, 2005.
- Escuder et al. (2010). "Full SUFRI Methodology report", SUFRI-WP3-Riesgo Residual y Análisis de Vulnerabilidad. Versión Borrador. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- González T. M. E. (2008), Tesis doctoral. Un modelo integral para la valoración del riesgo de inundación en centros urbanos y/o suburbanos. Enfoque metodológico utilizando indicadores Caso: Pueblo Viejo, Veracruz, México. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Geografía.
- IMTA (2008). Inventario Nacional de Obras de Protección contra Inundaciones en Cauces Naturales.
- INEGI, 1], 2011, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/d atosrelieve/continental/ queesmde.aspx>
- INEGI,2], <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/ espano/prodyserv/actualizacion /mde/descripcion.cfm>.
- INEGI, 3], <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/d atosrelieve/continental/informacion.aspx?id=información>.
- INEGI, 4], Producto Interno Bruto (PIB) por entidad federativa, [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/regionales/pib/2005-2009/PIBE2009.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/regionales/pib/2005-2009/PIBE2009.pdf)
- INEGI, 5], Capa de población, Sistema de Integración Territorial (ITER 2010) demografía.
- Magaña V.O. y García G. (2002). "Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos". *Gaceta Ecológica*, Vol. 65, pp. 7-23. México.
- Meyer V. et all.(2012) Economic evaluation of structural and non-structural flood risk management measures: examples from the Mulde River. *Nat Hazards* (2012) 62:301-324. DOI 10.1007/s11069-011-9997-z. Received: 21 April 2011 / Accepted: 25 September 2011 / Published online: 14 October 2011\_ Springer Science+Business Media B.V. 2011.
- OMM, (2011). Organización Meteorológica Mundial. Guía de prácticas hidrológicas. Sexta edición.

OMM/UNESCO (1974). Glosario hidrológico internacional. VMO/OMM/BMO n° 385. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial Suiza.

Salarios mínimos, [http://www.conasami.gob.mx/t\\_sal\\_mini\\_prof.html](http://www.conasami.gob.mx/t_sal_mini_prof.html). Consulta realizada en marzo de 2013.

Samuels P, Gouldby B, Klijn F, Messner F, van Os A, Sayers P, Schanze J, Udale-Clarke H (2009) Language of risk: project definitions, 2nd edn. Floodsite report T32-04-01

Schanze J, Hutter G, Penning-Rowsell E, Nachtnebel H-P, Meyer V, Werritty A, Harries T, Holzmann H, Jessel B, Koeniger P, Kuhlicke C, Neuhold C, Olfert A, Parker D, Schildt A (2008), Systematisation, evaluation and context conditions of structural and non-structural measures for flood risk reduction.

SINA], Capa de municipios, capa obtenida de <http://sisgrh.imta.mx/sina/login.aspx>