

PROGRAMA NACIONAL DE PREVENCIÓN CONTRA CONTINGENCIAS HIDRÁULICAS

**Región Hidrológico-Administrativa X
Golfo Centro**

1ª. Versión

Contenido

1	Introducción.....	1
1.1.	Objetivo general.....	2
2	Gestión integrada de crecientes	3
2.1	La perspectiva a largo plazo.....	4
2.2	Políticas y estrategias de gestión integrada de crecientes.....	8
2.3	Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos.....	9
2.4	Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil.....	11
2.4.1.	Recopilar las Leyes Federales, Estatales y Municipales.....	11
2.4.2.	Identificación de los artículos relacionados con inundaciones.....	12
2.4.3.	Clasificar leyes/artículos en los tres componentes (antes, durante y después de la inundación).....	14
2.4.4.	Verificar el reparto de competencias institucionales.....	15
2.4.5.	Detección de deficiencias normativas.....	16
2.4.6.	Propuesta de complementación y/o modificación	16
2.5	Instituciones involucradas en la gestión de crecientes.....	17
3	Caracterización de la cuenca y de las zonas inundables.....	29
3.1	Identificación de zonas potencialmente inundables.....	32
3.1.2	Estudio del Mapa Nacional de Índice de Inundación.....	36
3.2	Caracterización socioeconómica.....	41
3.3	Caracterización fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca.....	42
3.4	Caracterización geomorfológica de los cauces y planicies de inundación.....	57
3.5	Descripción de inundaciones históricas relevantes	68
3.5.1	Ciclones.....	68
3.5.2	Tormentas severas	69
3.5.3	Inundaciones históricas.....	76
3.5.4	Ciclones tropicales en tierra.....	77
3.6	Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes.....	78
3.6	Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación Producción agrícola.....	87
4	Diagnóstico de las zonas Inundables	91

4.1. Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas	109
4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana	114
4.3 Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales.....	114
4.4 Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas.....	118
4.5 Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones	122
4.6 Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la gestión de crecidas.....	126
5 Evaluación de riesgos de Inundación.....	131
5.1 Evaluación del riesgo preliminar de inundación con información disponible ...	132
5.2 Aplicación de la metodología a nivel nacional.....	133
5.3 Aplicación de la metodología en la cuenca piloto.....	137
6 Propuesta de medidas para disminuir los daños.....	142
6.1 Medidas estructurales.....	143
6.1.1 Obras de control de avenidas y drenaje pluvial	143
6.1.2 Medidas de restauración fluvial.....	147
6.1.3 Medidas de mejora del drenaje natural en las zonas de inundación.....	148
6.2 Medidas no estructurales.....	148
6.2.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.	149
6.2.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	149
6.2.3 Medidas de protección civil.....	149
6.2.5 Participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones.	149
6.2.7 Medidas de operación de embalses aguas arriba	152
6.2.8 Medidas para mejorar la gestión de crecidas.....	152
7 Predimensionamiento y estimación preliminar del costo de las medidas y su financiamiento.....	158
8 Programación de acciones a corto, mediano y largo plazos.....	160
Priorización de medidas	160
9 Esquema de seguimiento de la ejecución del programa.....	162
9.1 Programa de ejecución de medidas no estructurales.....	163
9.2 Programa de ejecución de medidas estructurales.....	164
Siglas.....	166

Glosario	170
Proyectos.....	176
Referencias.....	182

Índice de Figuras

Figura 2-1. Riesgo por época de lluvias y ciclones tropicales.....	7
Figura 2-2 Organigrama del Sistema Nacional de Protección Civil.....	19
Figura 3-1 Municipios y Entidades Federativas de la RHA X GC.....	29
Figura 3-2 Cuencas hidrológicas y Consejos de Cuenca de la RHA X GC.....	31
Figura 3-3 Acuíferos y COTAS dentro de la RHA X GC.....	32
Figura 3-4 Municipios con potencial de inundación en la RH_27.....	34
Figura 3-5 Municipios con potencial de inundación en la RH_28.....	35
Figura 3-6 Municipios con potencial de inundación en la RH_29.....	36
Figura 3-7 Mapa Nacional de Zonas con Potencial de Inundación.....	39
Figura 3-8 Mapa de Zonas con Potencial de Inundación en la RHA X GC.....	40
Figura 3-9 Provincias fisiográficas de la RHA X GC.....	43
Figura 3-10 Relieve (Hipsobatimetría).....	45
Figura 3-11 Pendientes.....	46
Figura 3-12 Clima en la RHA X GC.....	47
Figura 3-13 Temperatura media mínima anual.....	48
Figura 3-14 Temperatura media anual.....	49
Figura 3-15 Temperatura media máxima anual.....	49
Figura 3-16 Precipitación media anual.....	50
Figura 3-17 Evaporación.....	51
Figura 3-18 Marco Hidrológico de las cuencas.....	52
Figura 3-19 Acuíferos de la RHA X GC.....	56
Figura 3-20 Clases de rocas de la RHA X GC.....	58
Figura 3-21 Hidrogeología.....	60
Figura 3-22 Edafología de la RHA X GC.....	62
Figura 3-23 Tipos y grados de degradación en la RHA X GC.....	64
Figura 3-24 Erosión en la RHA X GC.....	68
Figura 3-25 Ciclones tropicales que impactaron la región (1857-2009).....	69
Figura 3-26 Normales mensuales de lluvia.....	71
Figura 3-27 Año más húmedo desde 1941.....	75
Figura 3-28 Obras de protección en la RHA X GC.....	78
Figura 3-29 Estaciones meteorológicas en la RHA X GC.....	82
Figura 3-30 Pluviómetros en la RHA X GC.....	83
Figura 3-31 Estaciones hidrométricas en la RHA X GC.....	84
Figura 3-32 Ejemplo de boletín de Alerta Gris.....	85
Figura 3-33 Protocolo de alerta para condiciones meteorológicas e hidrológicas severas.....	87
Figura 3-34 Productividad del agua para uso industrial de la Región X, (Miles de \$/m ³).....	90
Figura 4-1 Asentamientos en el cauce del dren La Tortuga.....	92
Figura 4-2 Asentamientos en el cauce del dren “Oro Verde”.....	93
Figura 4-3 Asentamientos en el cauce del Arroyo “El Ídolo”.....	94
Figura 4-4 Estero Tenechaco.....	95
Figura 4-5 Estero la Calzada y colonias circunvecinas.....	96
Figura 4-6 Zanja el Lirio atraviesa la zona urbana.....	97
Figura 4-7 Río Tuxpan.....	98

Figura 4-8 Viviendas ubicadas en las márgenes del arroyo Salsipuedes de la colonia Morelos	99
Figura 4-9 Asentamientos irregulares en zona federal en el arroyo Hueleque y sus afluentes	100
Figura 4-10 Plano de ubicación del Río Jamapa en la zona federal en los municipios de Veracruz- Boca del Río-Medellín	101
Figura 4-11 Río Papaloapan a la altura de Cosamaloapan.	102
Figura 4-12 Margen Izquierda del Río Coatzacoalcos, en el municipio de Coatzacoalcos	103
Figura 4-13 El río Calzadas con su zona federal invadida a la altura del puente Calzadas y canal a cielo abierto que transita por dicho asentamiento	104
Figura 4-14 Asentamientos irregulares en zona federal del Canal a Cielo Abierto Ayuntamiento	104
Figura 4-15 Asentamientos humanos en zona federal en la ciudad de Minatitlán	105
Figura 4-16 Márgenes invadidos del Arroyo Agua Dulcita	106
Figura 4-17 Márgenes invadidos del Arroyo El Burro.....	107
Figura 4-18 Colonias asentadas en zona federal margen izquierda del Río Tancochapa.....	108
Figura 4-19 Margen Izquierda y derecha de los Arroyos El Control, Mascachile y Rabón.....	108
Figura 4-20 Matriz de Distribución de Funciones en el Subprograma de Auxilio.....	121
Figura 4-21 Flujograma de Funciones en el Subprograma de Auxilio.....	122
Figura 4-22 Distribución promedio mensual de frecuencia de ciclones	123
Figura 4-23 Índice Peligro-Vulnerabilidad.....	126
Figura 5-1 Ubicación espacial de las zonas piloto.....	133
Figura 5-2 Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación	134
Figura 5-3 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales.....	135
Figura 5-4. Escurrimiento por cuenca hidrológica (hm ³) que forman parte de la cuenca del Papaloapan	137
Figura 5-5. Cuenca Piloto Obras de protección – Estado Actual.....	138
Figura 5-6. Cuenca Piloto - Localidades Rurales y urbanas localizadas a orillas del rio.....	139
Figura 5-7. Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación	140
Figura 5-8 Cruce de AGEB's con raster de severidad de la zona piloto	140
Figura 6-1 Clasificación de medidas e instrumentos para la reducción del riesgo	142
Figura 6-2 Clasificación de medidas	143
Figura 6-3. Plan de comunicación, contenidos distribuidos por etapas.....	150
Figura 6-4 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones.....	154
Figura 6-5 Daños reducidos al aplicar medidas no estructurales	157
Figura 9-1 Esquema General de Gestión Integrada de Crecidas	162
Figura 9-2 Programa de ejecución de medidas no estructurales.....	163
Figura 9-3 Programa de ejecución de medidas estructurales.....	164

Índice de Tablas

Tabla 2-1	Ámbito de competencia de las instituciones involucradas.....	21
Tabla 3-1	Entidades Federativas de la RHA X GC	30
Tabla 3-2	Municipios con potencial de inundación en la región.....	36
Tabla 3-3	Relación de Zonas con Potencial de Inundación en la RHA X GC.....	40
Tabla 3-4	Provincias fisiográficas.....	43
Tabla 3-5	Rangos de elevación (msnm).....	44
Tabla 3-6	Tipos de pendientes	45
Tabla 3-7	Tipos de clima en la RHA X GC.....	47
Tabla 3-8	Cuencas hidrológicas.....	52
Tabla 3-9	Escurrimiento medio superficial en la RHA H GC	54
Tabla 3-10	Acuíferos y fechas de publicación.....	56
Tabla 3-11	Clases de roca.....	57
Tabla 3-12	Tipos de rocas de la RHA X GC	58
Tabla 3-13	Hidrogeología.....	60
Tabla 3-14	Edafología.....	62
Tabla 3-15	Tipos de degradación.....	64
Tabla 3-16	Áreas de erosión en la RHA X GC	67
Tabla 3-17	Valores máximos de lluvia en 24 h.....	75
Tabla 3-18	Eventos que han afectado la región.....	77
Tabla 3-19	Acueductos.....	81
Tabla 3-20	Nivel de emergencia presa “La Soledad”.....	84
Tabla 3-21	Superficie Sembrada y Cosechada X Golfo Centro (Incluye riego, temporal y perennes 2009)	88
Tabla 3-22	Ramas de Industria manufacturera más productivas y consumidoras de agua de la Región X.....	88
Tabla 4-1	Valores mínimos densidad de estaciones (superficie, en km ² por estación)	109
Tabla 4-2	Densidad de estaciones recomendada por la OMM.....	109
Tabla 4-3	Estaciones Climatológicas suspendidas presentes en la RHA X GC localizadas en el Edo. de Hidalgo.....	110
Tabla 4-4	Estaciones Climatológicas en operación presentes en la RHA X GC localizadas en el Edo. de Hidalgo.....	110
Tabla 4-5	Estaciones Hidrométricas en operación presentes en la RHA X Edo. de Oaxaca.....	112
Tabla 4-6	Estaciones Hidrométricas suspendidas presentes en la RHA X GC localizadas en el Edo. de Veracruz.....	112
Tabla 4-7	Estaciones Hidrométricas en operación presentes en la RHA X GC localizadas en el Edo. de Veracruz.....	112
Tabla 4-8	Pluviómetros localizados en la RHA X GC localizados en 7 Provincias	114
Tabla 4-9	Encauzamientos dentro de la RHA X GC– Estado actual	115

Tabla 4-10 Variables consideradas para construir el índice de vulnerabilidad.....	123
Tabla 4-11 Variables utilizadas en la estimación del Índice de vulnerabilidad en la Región.	124
Tabla 4-12 Grupos de actores de acuerdo a su papel en la GIRH	127
Tabla 4-13 Instituciones involucradas y su funcionalidad	129
Tabla 5-1. Daño anual esperado Agroasemex con Tr 40.....	136
Tabla 5-2. Daños y habitantes en riesgo, por severidades.....	141
Tabla 6-1. Inversión de proyectos ejecutivos.	144
Tabla 6-2. Inversión en proyectos construidos.....	145
Tabla 6-3. Inversión estimada en el año 2012	146
Tabla 6-4. Inversión estimada en el año 2012.....	147
Tabla 6-5 Propuestas de modificación en la legislación.....	152
Tabla 6-6 Propuesta de Factores de reducción del Daño Anual Esperado.....	154
Tabla 7-1 Costo y financiamiento de medidas estructurales y no estructurales	158
Tabla 8-1 Programa de ejecución de medidas estructurales (mdp).....	160

1 Introducción

Una inundación es un evento que provoca un incremento en el nivel del agua en los cuerpos acuáticos, debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo extremo), oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay, causando daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. (Anexo I. Tipos de Inundación). Considerando el crecimiento demográfico, las tendencias de urbanización y cambio climático, las inundaciones en ciudades y centros de producción son una problemática creciente.

En México, las inundaciones han constituido un riesgo natural que a lo largo del tiempo han ocasionado la pérdida de vidas y daños materiales desde los primeros asentamientos humanos en el territorio del México Tenochtitlán hasta épocas recientes. Sin embargo, se han ido acentuando debido a que las causas de las inundaciones están cambiando por lo que sus impactos son cada vez mayores. Para afrontar esta problemática se debe comprender y manejar los riesgos actuales y futuros.

Desde hace muchos años, la lucha contra las inundaciones ha sido una constante en la política hídrica y de protección civil, por esta razón el enfoque tradicional consistente en plantear y ejecutar soluciones estructurales (construcción de presas, encauzamientos y diques de protección), ha sido insuficiente, es por esto que se ha identificado la necesidad de complementarla con acciones no estructurales como; planes de protección civil, implantación de sistemas de alerta, corrección hidrológico-forestal de las cuencas y medidas de ordenación del territorio, con la finalidad de atenuar las consecuencias de las inundaciones. Las acciones no estructurales son económicamente menos costosas y más amigables con el ambiente.

La gestión integrada de crecidas como modo de gestión de los recursos naturales y ambientales que incorpora en su concepto la reducción de los riesgos de desastre, considera el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos y terrestres con el objetivo primordial de minimizar la pérdida de vidas y maximizar los beneficios de las llanuras de inundación.

Con base en este concepto se desarrolla el “Programa nacional de prevención contra contingencias hidráulicas”, de la Región Hidrológico-Administrativa X Golfo Centro (RHA X GC), en el que se establecen los mecanismos para afrontar de la mejor manera los embates de los fenómenos hidrometeorológicos extremos en particular las inundaciones dentro del ámbito de la gestión integrada de los recursos hídricos y a su vez dentro del marco de la gestión integrada de crecidas. El objetivo del programa es abordar un enfoque integrado e integrador para hacer frente a la gestión de riesgos y a la vulnerabilidad, incluidas la prevención, la atenuación, la preparación, la respuesta y la recuperación.

Este documento está compuesto por nueve capítulos, en el capítulo dos, se abordan los cambios en magnitud y frecuencia de las inundaciones causadas por el cambio climático y el hombre, las estrategias políticas y la aplicabilidad de la gestión integrada de crecientes en México así como las leyes e instituciones involucradas en estas.

En el capítulo tres se realiza la caracterización de la RHA X GC y de sus zonas inundables. Dentro de este capítulo, se lleva a cabo una descripción general de la región abordando temas geomorfológicos, socioeconómicos etcétera con la finalidad de conocer a detalle la región y emitir un diagnóstico de sus zonas inundables. En el capítulo cuatro se realiza el diagnóstico que se mencionó

anteriormente, este análisis se basa en la información del capítulo tres. El objetivo del diagnóstico es identificar la problemática existente dentro de la región en lo que respecta a la funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales existentes en la misma.

Dentro del capítulo cinco se describirá el procedimiento que implementara el Instituto de Ingeniería de la UNAM para obtener los mapas de peligro por inundaciones pluviales y fluviales en la cuenca del río Papaloapan (solo la sección del bajo Papaloapan área de drenaje, 15,000 km²) para un periodo de retorno de 2, 10, 50 y 100 años, con los resultados obtenidos se evaluara el Daño Anual Esperado (DAE) en pesos para los mismos periodos de retorno de la cuenca. Una vez identificadas las deficiencias de las acciones estructurales y no estructurales existentes en la región, en el capítulo seis, se propondrán medidas estructurales y no estructurales para reducir el daño calculado en el capítulo anterior.

En el capítulo siete se realizara una estimación preliminar del costo de las medidas propuestas en el capítulo seis, así como su posible financiamiento. En el capítulo ocho, estas medidas y acciones son programadas a corto, mediano y largo plazo.

Por último, en el capítulo nueve se propone el plan de seguimiento del “Programa Nacional de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas”.

1.1. Objetivo general

El Programa Nacional de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas para el Organismo de Cuenca Golfo Centro 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 crecientes

La gestión integrada de crecientes está contemplada dentro del principio de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), que en la última década, ha sido aceptada como una respuesta a los problemas de escasez, calidad, saneamiento del agua, acceso o cobertura universal a nivel mundial, nacional, regional y local (OMM, 2009). Establecido como el principio lógico desde la Conferencia de Dublín (Comité Administrativo de coordinación de las Naciones Unidas y Grupo interinstitucional para los recursos hídricos, 1992) y reiterado por la Cumbre para la Tierra de Río (Naciones Unidas, 1993) y las reuniones siguientes (en particular la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, en 2002), la gestión integrada de los recursos hídricos ha sido considerado como un componente esencial en el desarrollo hídrico sostenible a nivel mundial.

El concepto actual de la GIRH reconoce la necesidad de considerar el agua en su distribución natural, identificando a la cuenca hidrológica como la unidad de gestión más apropiada donde se tiene una condición resiliente e incluyente de política pública. Con base en esta premisa, se pretende enfrentar los grandes retos respecto a la administración y gestión del agua. Por consiguiente, fue necesario integrar en la gestión de los recursos hídricos los desastres relacionados con el agua, tales como las crecidas, pues intervienen en gran medida para lograr un desarrollo sostenible. Por lo tanto, la gestión integrada de crecidas abarca el desarrollo de recursos hídricos y de la tierra en una cuenca fluvial con el propósito de optimizar los beneficios de las llanuras inundables, reduciendo al mínimo la pérdida de vidas y de bienes materiales.

Internacionalmente son dos las instituciones que promueven el concepto de Gestión Integrada de Crecidas (GIC); la Organización Meteorológica Mundial (OMM) que es un organismo especializado perteneciente a las Naciones Unidas y la Asociación Mundial del Agua (GWP por sus siglas en inglés), que es

una red internacional abierta a todas las organizaciones dedicadas a la gestión de los recursos hídricos, a través del Programa Asociado de Gestión de Crecidas, (APFM).

La GIC pretende perfilar al máximo todas las cuestiones que intervienen en el proceso de toma de decisiones y que afectan a los administradores de situaciones de crecidas y a otros grupos que se ocupan de planificar el trabajo en las cuencas hidrográficas. El programa asociado de gestión de crecidas es una iniciativa que tiene por objeto difundir estudios e información con la finalidad de conseguir la gestión conjunta del agua y la tierra de una cuenca hidrográfica.

En el ámbito nacional, hasta finales de los 80's, la política hídrica se concentraba en decisiones institucionales dentro del entorno del gobierno federal. Sin embargo, a partir de entonces se iniciaron cambios en la política hídrica con base en iniciativas y condiciones que transformaron el régimen gubernamental y económico. Dentro de estos cambios se encuentra la implementación de la GIRH impulsada por el gobierno federal y es aquí donde se inicia la participación de los usuarios del agua en la política hídrica nacional, con el sustento legal en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) de 1992, en donde se tipifica la figura del consejo de cuenca como una unidad de carácter consultivo en el ámbito de las regiones hidrológicas. Las reformas a la Ley de Aguas Nacionales (LAN) de 2004, incorporaron el concepto de "Gestión Integral de Recursos Hídricos" definido como el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente; con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Continuando con este contexto, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) se realizó el "Manual para control de inundaciones" (CONAGUA, 2011), en el cual se aborda la problemática de las inundaciones bajo el con-

cepto de gestión integrada. En este documento se identifica la información necesaria y disponible para la atención de una emergencia por inundación, y va desde la información fisiográfica, meteorológica y de infraestructura hasta planes, programas y atlas de riesgo existentes; así también considera los cálculos hidrológicos y su modelación. Posteriormente define las posibles alternativas de solución tanto estructurales como no estructurales y finalmente se presentan los diferentes programas que deberían existir en todas las zonas inundables para contar con un mejor control de las inundaciones y lograr una mejor convivencia con estas. En el mismo documento, se precisa toda la base legal para afrontar esta problemática y la búsqueda de soluciones, asimismo cita las atribuciones y competencias de la Comisión en materia de inundaciones, como responsable de atender la política hidráulica del país.

Así mismo, el gobierno federal ha institucionalizado la gestión de desastres en México a través del establecimiento del Sistema de Protección Civil (SINAPROC) creado en mayo de 1986, el cual en forma general define a la Gestión Integrada del Riesgo (GIR) como el proceso de planeación, participación, intervención, toma de decisiones, diseño e implementación de políticas de desarrollo sustentable destinadas a cumplir con los siguientes objetivos:

- Entender las causas del riesgo
- Reducir el riesgo
- Mitigar el impacto social de los desastres
- Fortalecer la capacidad de recuperación del gobierno y la sociedad ante los desastres naturales

Es por esto que se requiere de un enfoque multidisciplinario que incluya; los tres niveles de gobierno, la participación del sector privado, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil.

Dentro de la estructura del SINAPROC se encuentra la Dirección General del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y el Centro

Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

El Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) fue creado en 1996 por el gobierno federal y tiene como objetivo de canalizar recursos para la reconstrucción de infraestructura pública, vivienda (no asegurada) de la población de bajos ingresos y recuperación de bosques, áreas naturales protegidas, ríos, lagos y otros recursos naturales que resulten afectados por fenómenos naturales perturbadores.

El CENAPRED fue creado en 2003, como parte de las medidas tomadas para mejorar la prevención y gerencia de desastres, su objetivo es estudiar, desarrollar, aplicar y coordinar tecnologías para la prevención y mitigación de desastres y sus efectos, promover la capacitación profesional y técnica a la población sobre la materia, así como apoyar la difusión de medidas de preparación y autoprotección ante la contingencia de un desastre.

Por tanto, el gobierno federal ha hecho de la GIRH a través de la GIR una prioridad nacional y la ha integrado en el proceso de planeación del país.

2.1 La perspectiva a largo plazo

Cambio climático.

En el año 2005, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), ha coordinado las actividades de las dependencias de la Administración Pública Federal, relacionadas con la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la adaptación a los efectos del cambio climático.

En el ámbito internacional, se publicó en el año 2007 el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC) y el "Informe Stern" sobre La Economía del Cambio Climático. En México se presentó el Plan Nacional de Desarrollo (2007-2012) que contempló,

por primera vez, líneas de acción en materia de mitigación y adaptación al cambio climático. Los Programas Sectoriales de Energía, de Comunicaciones y Transportes, y de Desarrollo Social también incluyeron una descripción de acciones relacionadas con el cambio climático. De igual forma, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales dio lugar a la subsecuente elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Estos esfuerzos culminaron ese año con la publicación del Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012, el cual estableció compromisos unilaterales de reducción de emisiones a corto plazo.

En 2009 se dieron a conocer también los resultados de importantes investigaciones que evaluaron el potencial de mitigación a mediano y largo plazo, y se concluyó el estudio de La Economía del Cambio Climático para México, cuyos resultados se analizaron y discutieron por múltiples instituciones, incluidas la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Oficina de la Presidencia de la República.

Dichos estudios consideran los efectos previstos del calentamiento de la tierra los cuales implican cambios en la circulación atmosférica y oceánica, y muchos subsistemas del ciclo hidrológico mundial probablemente se vean impactados, provocando alteraciones en las precipitaciones y escurrimientos.

Otros estudios han analizado la variabilidad de escurrimiento ante los efectos del cambio climático como el realizado por Martínez, P. et al., donde los resultados presentados en el estudio marcan una tendencia hacia la disminución del escurrimiento medio anual debido a que la precipitación tiende a decrecer con el tiempo. La precipitación para el escenario analizado presenta una disminución del 2 – 17% hasta el año 2100, en cuanto al escurrimiento para dichos escenarios, la disminución esperada será del 4 – 19% hasta el mismo año.

Sin embargo, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático ha detectado que los eventos de lluvias inten-

sas tienden a aumentar en muchas regiones, incluso en las que se prevé una disminución de la media anual. En esos casos, a menudo se atribuye esta disminución a la reducción de días de lluvia más que al decrecimiento de la intensidad de las precipitaciones. Esto lleva a la conclusión de que, en el futuro, se pueden esperar lluvias más violentas e intensas pero con un menor número de episodios, y ello implica una mayor incidencia de crecidas y sequías extremas.

Los cambios en los regímenes de precipitación han sido identificados como uno de los principales mecanismos a través de los cuales el cambio climático generado por la emisión de gases de efecto invernadero afectaría a la frecuencia, intensidad y magnitud de las inundaciones. Estudios científicos han hallado una tendencia al incremento en las lluvias intensas en lugares que se presentaban estas características. Sin embargo, no siempre un incremento de lluvias intensas se traduce en aumento en caudales y por tanto en un incremento de los riesgos de inundaciones. Es aquí donde el factor humano entra en juego. Aspectos como los cambios en el uso del suelo, véase la deforestación, y la construcción, el diseño y la operación de las infraestructuras hidráulicas pueden hacer que lluvias intensas se conviertan en inundaciones de mayor o menor magnitud.

En un gran número de casos, los daños sufridos por las inundaciones son el reflejo de que no existe una planificación adecuada para hacer frente a la variabilidad climática actual. De hecho, expertos aseguran que algunas de las inundaciones sufridas estos últimos años están dentro de los rangos observados históricamente. Es por esto que en el corto plazo los países afectados por inundaciones pueden aumentar su capacidad de respuesta mejorando su planificación con respecto a la variabilidad climática presente. Por la latitud en que se encuentra, México es afectado por sistemas meteorológicos de latitudes medias, por sistemas tropicales y por la interacción entre ellos. Adicionalmente, existen otros factores importantes como la topografía, el uso de suelo y el efecto de las condiciones oceánicas. La combinación de todos

estos factores da como resultado que en México se cuenta con una gran variedad de climas, entre otros: cálidos subhúmedos, templados subhúmedos, secos y muy secos.

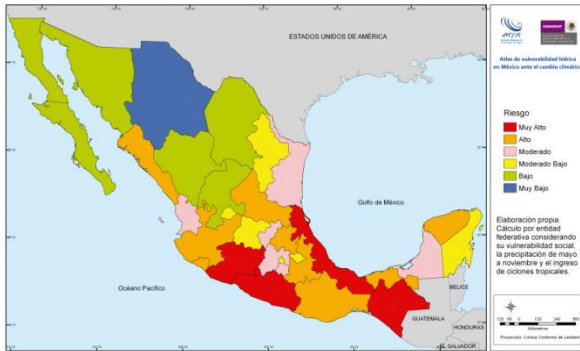
Aunque en algunas regiones de México llueve prácticamente todo el año, la temporada de lluvias se considera de mayo a noviembre. Estas lluvias de verano están principalmente asociadas a los siguientes sistemas: zona de convergencia intertropical, ciclones tropicales, ondas del este, y monzón de Norteamérica. Es importante notar que México se ve afectado por ciclones tropicales por ambas costas: la del Océano Atlántico y la del Océano Pacífico. En esta última se presenta la mayor actividad ciclogénica por unidad de área en el mundo. Los eventos de mayor precipitación acumulada ocurren principalmente en Veracruz, Tabasco y Chiapas, a lo largo de la Sierra Madre Oriental. En el altiplano la magnitud de la precipitación es menor, mientras que los valores más bajos se presentan en la península de Baja California. Los máximos de precipitación están parcialmente asociados a la actividad ciclónica, fenómenos que producen precipitaciones extremas en periodos cortos, sobre todo en zonas serranas cercanas a los océanos Atlántico y Pacífico.

Los índices de vulnerabilidad y peligro calculados para cada entidad federativa, ordenados de manera descendente. La mayor vulnerabilidad o peligro está indicado por un índice más alto. Las entidades con muy alto riesgo ante la temporada de lluvias y el ingreso de ciclones tropicales son Veracruz, Chiapas, Guerrero y Michoacán. Mientras Veracruz es afectado por ciclones que tienen su origen en el Océano Atlántico, Guerrero y Michoacán por ciclones del Océano Pacífico, y Chiapas es alterado por ciclones de ambos océanos. En situación de alto riesgo se encuentran estados que colindan con el Océano Pacífico, como Oaxaca, Colima, Jalisco y Sinaloa; estados vecinos al Golfo de México como Yucatán y Tabasco; y estados del interior como Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí. La entidad que presenta menor riesgo ante la temporada de lluvias y ciclones tropicales es Chihuahua.

Índices de riesgo en cada entidad federativa ante la temporada de lluvias y ciclones tropicales. Veracruz 6.98, Chiapas 6.75, Guerrero 6.50, Michoacán 6.11, Puebla 5.81, Oaxaca 5.74, Colima 5.56, Yucatán 5.34, Jalisco 5.20, Sinaloa 5.20, Tabasco 5.11, Hidalgo 5.10, SLP 5.00, Nayarit 4.97, Estado de México 4.68, Morelos 4.58, Querétaro 4.39, Campeche 4.06, Tamaulipas 4.06, Tlaxcala 3.81, Distrito Federal 3.67, Quintana Roo 3.54, Guanajuato 3.46, Nuevo León 3.24, Aguascalientes 3.08, Zacatecas 2.92, Durango 2.74, Sonora 2.65, BCS 2.60, BCN 2.35, Coahuila 2.29, Chihuahua 1.77

Para tener una estimación de los peligros futuros ante lluvias y ciclones tropicales en el escenario de cambio climático A1B, con la ayuda de las simulaciones del modelo japonés de clima de alta resolución, se calcularon las anomalías de precipitación sobre la república mexicana durante la temporada de lluvias y ciclones tropicales, para los periodos 2015-2039 y 2075-2099 con respecto al período de referencia (1979-2003). En la figura 2.1 se muestra la anomalía de precipitación del período 2015-2039, observándose anomalías mayormente positivas para las zonas costeras de Chiapas, Oaxaca y Guerrero, así como para el centro de Michoacán, el norte de la Sierra Madre Occidental y el istmo de Tehuantepec. Las anomalías negativas más significativas se encuentran sobre Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, Durango y el sur de Puebla. La zona noreste de la república, la península de Yucatán, el norte de Chiapas y sur de Tabasco también presentan anomalías negativas. La anomalía de precipitación para el período 2075-2099 muestra que los patrones son similares al período 2015-2039, sin embargo la magnitud se ha incrementado considerablemente. Anomalías positivas superiores a los 150 mm se encuentran sobre buena parte de la Sierra Madre del Sur y sobre el norte de la Sierra Madre Occidental. Anomalías menores a -150 mm se observan sobre amplias regiones de Jalisco, la península de Yucatán, el norte de Chiapas, Morelos, Sur de Puebla y Norte de Guerrero. Por otra parte, la anomalía de precipitación sobre la región fronteriza del noreste ha pasado de negativa a positiva.

Figura 2-1. Riesgo por época de lluvias y ciclones tropicales



En el trabajo realizado por el IMTA (Martínez et al, 2010) se ha estimado de forma cuantitativa que los estados de la república mexicana con muy alto riesgo ante la temporada de lluvias y el ingreso de ciclones tropicales son Veracruz, Chiapas, Guerrero y Michoacán. Veracruz es afectado por ciclones que tienen su origen en el Océano Atlántico, mientras que Guerrero y Michoacán por ciclones del Océano Pacífico, y Chiapas es afectado por ciclones de ambos océanos. En situación de alto riesgo se encuentran estados que colindan con el Océano Pacífico, como son Oaxaca, Colima, Jalisco y Sinaloa; estados vecinos al Golfo de México como Yucatán y Tabasco; y estados del interior como Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí. El estado de menor riesgo ante la temporada de lluvias y ciclones tropicales es Chihuahua. A través de las simulaciones del modelo japonés de clima de alta resolución se estima que el cambio climático ocasionará modificaciones considerables a los regímenes de precipitación sobre el país, así como a la intensidad y variabilidad con que se presentan los ciclones tropicales en los océanos que rodean a México.

Por estos motivos, se hace necesario el comenzar a tomar medidas de adaptación que permitan afrontar de manera adecuada, las amenazas de fenómenos extremos de precipitación. La mayor parte de las medidas que se pueden tomar para este fin, consisten en reducir la vulnerabilidad de la población ante tales eventos, valiéndonos de una mayor y mejor preparación incluyendo la construcción de infraestructura hidráulica de protección. El análisis de riesgos debe ser un proce-

so dinámico el cual actualice los índices de acuerdo con la información más reciente. Asimismo, el riesgo debe ser calculado de manera consistente a largo, mediano y corto plazos, e inclusive en tiempo real para situaciones con necesidad de atención inmediata. Como una posibilidad de trabajo a futuro, se sugiere extender los estudios de evaluación de riesgo ante lluvias y ciclones tropicales considerando los aspectos siguientes:

- Hacer la evaluación a escala municipal.
- Incorporar nuevas componentes para el cálculo de la vulnerabilidad y el peligro, algunas de las que pueden ser de mayor importancia son los aspectos hidrológicos, por ejemplo, definiendo la parte de la población que se encuentra asentada en zonas inundables; la estimación de zonas de alta exposición a vientos extremos; la determinación de las regiones que sean susceptibles de deslaves o desgajamientos aún cuando sean zonas relativamente libres de inundación.
- Realizar estimaciones detalladas de las condiciones socioeconómicas futuras que ayuden a determinar la vulnerabilidad de la población ante los distintos peligros asociados al cambio climático.

En lo sucesivo es importante continuar con estudios en cuanto a los efectos del cambio climático y evaluar no solo la precipitación y el escurrimiento medio anual, si no también eventos extremos de precipitación, caudales de gran magnitud en las principales corrientes del país. Con los avances de los modelos de circulación general se aumentará la resolución y la confiabilidad del grado de resolución espacial, así como la modelación de los procesos físicos del sistema climático, dando como resultado datos más exactos de los efectos del cambio climático en las aguas superficiales y subterráneas de las cuencas de México.

Participación social

En los Consejos de Cuenca instalados se impulsan acciones definidas en los instrumentos de gestión, estas responden a las inquietudes y necesidades de cada cuenca y

se les dará continuación durante los próximos años.

En 2008 se instalaron las tres Gerencias Operativas en cada uno de los Consejos de Cuenca, mismas que ejercen recursos en acciones prioritarias de las cuencas. Los tres Consejos que operan en la Región Río Papaloapan, Río Coatzacoalcos y Ríos Tuxpan al Jamapa, están dentro de los 20 que cumplieron con la iniciativa a nivel nacional de estar reestructurados, contar con la aprobación de sus propias reglas de integración, organización y funcionamiento, además de elegir presidente del consejo. Si bien estos son avances importantes, se requiere fomentar aún más la participación ciudadana. El enfoque de la GIC definido como “de abajo-arriba y de arriba-abajo” en el cual se fomenta la participación de individuos, familias, comunidades y representantes de diferentes instituciones de la sociedad civil (institutos de investigación, gobierno y organizaciones de voluntarios) requiere de su participación en la implementación de los planes para hacer frente a los efectos de las inundaciones, sin embargo, llevar al extremo esta participación lleva consigo el riesgo de fragmentar los grupos. Hasta el momento solo se ha llevado a cabo la gestión de arriba-abajo en la que solo las instituciones han promovido las intenciones de aplica resta gestión.

Desarrollo de indicadores de gestión

Es importante aplicar el concepto de continuidad a los programas implementados para responder al problema de las inundaciones, ya que esto nos lleva a retroalimentar los planes y modificar las estrategias ante estos eventos.

Para dar seguimiento a los proyectos, acciones y medidas, es necesario desarrollar indicadores que permitan vigilar el cumplimiento y al mismo tiempo evaluar el desempeño de los actores responsables.

2.2 Políticas y estrategias de gestión integrada de crecientes

La Asociación Mundial para el Agua define la gestión integrada de los recursos hídricos como “un proceso que impulsa la coordinación de la gestión y el desarrollo de los recursos hídricos, de la tierra y afines, para conseguir el máximo bienestar de forma equilibrada y sin poner en peligro la sostenibilidad de ecosistemas vitales”. Este enfoque pone de manifiesto que una única intervención afecta al sistema como un todo y que, por lo tanto, de una sola medida de integración del desarrollo y de la gestión de crecidas pueden derivarse numerosos beneficios.

En la Estrategia 1.6.1 del Objetivo 1.6 del Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018 se listan las siguientes líneas de acción correspondientes a salvaguardar a la población, a sus bienes y a su entorno ante un desastre de origen natural o humano.

- Promover y consolidar la elaboración de un Atlas Nacional de Riesgos a nivel federal, estatal y municipal, asegurando su homogeneidad.
- Impulsar la Gestión Integral del Riesgo como una política integral en los tres órdenes de gobierno, con la participación de los sectores privado y social.
- Fomentar la cultura de protección civil y la autoprotección.
- Fortalecer los instrumentos financieros de gestión del riesgo, privilegiando la prevención y fortaleciendo la atención y reconstrucción en casos de emergencia y desastres.
- Promover los estudios y mecanismos tendientes a la transferencia de riesgos.
- Fomentar, desarrollar y promover Normas Oficiales Mexicanas para la consolidación del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Promover el fortalecimiento de las normas existentes en materia de asentamientos humanos en zonas de riesgo, para prevenir la ocurrencia de daños tanto humanos como materiales evitables.

Por otro lado, el documento del Programa Nacional Hídrico 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 presente programa 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.

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 como 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 orienta-

das 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.

2.3 Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos

La definición de desastre natural y fenómenos naturales en el marco de la legislación Mexicana, en particular, a la Ley General de Protección Civil de México define como un desastre “... *al resultado de la ocurrencia de uno o más agentes perturbadores severos y/o extremos, encadenados o no, de origen natural o de la actividad humana, que cuando acontecen en un tiempo y en una zona determinada, causan daños y que por su magnitud exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada*”.

Una declaratoria de desastre es la manifestación pública por parte de la Secretaría de Gobernación (SEGOB), la cual se lleva a cabo a petición de la entidad federativa o dependencia federal, en la que ha ocurrido el fenómeno natural perturbador, mismo que ha causado daños tanto a las viviendas como a los servicios e infraestructuras públicas; federales, estatales y/o municipales. La SEGOB también es responsable de la coordinación general del proceso de reconstrucción post-desastre.

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 procedimiento para acceder a los recursos del FONDEN se resume a continuación (DOF, 2010):

- La Entidad Federativa solicita, máximo en los tres días hábiles siguientes a la ocurrencia del Desastre Natural, a las Instancias Técnicas Facultadas (señaladas en el Art.5, fracción XX) que corroboren la ocurrencia del fenómeno natural perturbador (FNP).
- La Instancia Técnica Facultada máximo en tres días hábiles contados a partir del día siguiente a la recepción de la solicitud notifica a la Entidad Federativa el dictamen de corroboración del FNP.
- La Entidad Federativa debe entregar al representante de la SEGOB la solicitud de emisión de una Declaratoria de Desastre

Natural, incluyendo entre otras cosas el dictamen de corroboración del FNP.

- La SEGOB, por conducto de la Coordinación, a más tardar a los cuatro días hábiles siguientes deberá emitir y publicar en el Diario la Declaratoria de Desastre Natural respectiva.
- Se instala el comité de evaluación de daños, una vez que se recibe el dictamen de corroboración del FNP, convocando a todas las instancias competentes tanto federales como locales. Es importante señalar que desde la instalación del comité de evaluación de daños, las Dependencias y Entidades Federales, así como las Entidades Federativas, pueden solicitar Apoyos Parciales Inmediatos con cargo al FONDEN.
- La función del comité es evaluar y cuantificar los daños en los sectores y elaborar el diagnóstico de las obras y acciones a realizar. Este comité funciona en subcomités agrupados por sectores (vivienda, infraestructura urbana, residuos sólidos, carreteras, hidráulico, educativo, salud, monumentos históricos, artísticos y arqueológicos, áreas naturales protegidas, pesquero y acuícola, forestal y viveros y Zonas Costeras, así como otros, siempre y cuando su objetivo sea la cuantificación y evaluación de daños ocasionados por un FNP).
- Se lleva a cabo una sesión en donde cada subcomité entrega al comité, a más tardar en un plazo de diez días hábiles contados a partir de la instalación del comité, la evaluación de daños y sus acciones a realizar, y el plazo puede ser prorrogable hasta por diez días hábiles más.
- A partir de la sesión de entrega de resultados del comité de evaluación de daños la Dependencia o Entidad Federal en un plazo máximo de siete días hábiles, deberá presentar la solicitud de recursos y el

diagnóstico definitivo de obras y acciones a realizar a la SEGOB.

- Las Dependencias y Entidades Federales, previo a la presentación de la solicitud de recursos, verificarán que cada una de las obras y acciones presentadas se encuentren debidamente capturados en la página Web de la SEGOB.
- La Dirección General del FONDEN, una vez recibida la solicitud de recursos, el diagnóstico de obras y acciones y demás información que señalan los Lineamientos de Operación, deberá dentro de un plazo de dos días hábiles elaborar la solicitud global de recursos y presentarla ante la Unidad de Política.
- La Unidad Política, una vez recibida de parte de la SEGOB la solicitud de recursos determinará si éstos se erogarán con cargo al Programa o al Fideicomiso FONDEN.

Es importante mencionar que 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.

2.4 Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil

Se revisó el marco jurídico vigente en los niveles de gobiernos, nacional, internacional, estatal y municipal, relacionado con las atribuciones facultades, competencia del Organismo de Cuenca Golfo Centro en materia de inundaciones o crecidas, para ver si se tienen los instrumentos normativos suficientes o es necesario complementarlos para coadyuvar a la GIC durante las etapas: antes, durante y después de una inundación.

Marco Legal Federal, Internacional, Estatal y Municipal

- 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

Las etapas que se siguieron para la evaluación jurídica son: recopilación, identificación, clasificación, verificación, deficiencias y propuestas:

2.4.1. Recopilar las Leyes Federales, Estatales y Municipales.

Respetando el orden jurídico mexicano en la jerarquía de leyes se procedió a recopilar primero las disposiciones normativas de orden Federal que se consideran más relevantes en materia de Protección Civil y de Asentamientos Humanos, entre otras:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- 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
- Código Penal Federal
- Manual para el control de inundaciones

Marco Legal y normativo a nivel Estatal y Municipal aplicables al Organismo de Cuenca Golfo Centro:

- Constituciones Políticas de los Estados de Hidalgo, Puebla, Veracruz y Oaxaca.
- Leyes de Protección Civil en materia de Inundaciones de los cuatro Estados antes mencionados.
- Normatividad Municipal de Protección Civil Municipales (esto es en forma representativa, ya que son más de cinco municipios por los cuatro Estados que conforman el Organismo de Cuenca Golfo Centro.

2.4.2. Identificación de los artículos relacionados con inundaciones.

Se procedió a identificar las disposiciones legales 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 Sequias 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 Secretaría 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 fracciones I, II, 82, 139 inciso j.

- Constitución Política del Estado de Puebla.- Artículos 1, 57 fracciones de la I a XXX, 63 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, 79 fracciones de la I a XXXVI, 102, 109 fracción IV incisos a, b, c, d, e, f, g.
- Constitución Política del Estado de Veracruz.- Artículos 33 fracciones I, II, IV, 34 fracciones I, II, III, V, 49 fracciones I, II, III, V.
- Constitución Política del Estado de Oaxaca.- Artículos 50 fracciones I,II,III,IV,V, 59 fracciones I, II, IV, LXV, 79 fracciones I,VI,VII, 80 fracciones I, II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X, XI,XII,XII, 103 fracción IV incisos a, b, c, d, e, f, g.
- 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.

Puebla.- Artículos 1 fracciones I,II,III, IV,V, 3,4,5, 6 fracciones I,II,IV,V, 9 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX, 19 fracciones de la I a XIX, 22 fracciones de la I a XVIII, 23, 30 fracciones de la I a XIII, 33 fracciones de la I a IX, 38 fracciones de la I a XXIII, 41 fracciones de la I a IX, 50,51,53,55.

Veracruz.- Artículos 1 fracciones I,II,III,IV, 8 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII, 10, 11, 15 19 fracciones de la I a XIII, 22 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII, 26, 27 fracciones de la I a VII, 29 fracciones de la I a XXXIII, 37 fracciones de la I a XV, 39 fracciones de la I a VII, 47 fracciones de la I a XV, 48 fracciones de la I a VI, 49, 62, 77 fracciones de la I a VIII, 82, 83 fracciones de la I a X, 87, 89 fracciones de la I a V, 94, 96, 98, fracciones de la I a III.

Oaxaca.- Artículos 1 fracciones I,II,III,IV,V, 7 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII, IX,X,XI, 8 fracciones I,II,III,IV,V,VI, 14 fracciones I, II,III,IV, 17 fracciones IV,VI, XIII, 18, 28, 29,

31, 32 fracciones de la I a XXXVIII, 79, 81 fracciones I,II,III,IV,V,VI, 87, 108, 109.

- 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.

Puebla.- Artículos 1 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI, 4 fracciones I,II, III, IV,V,VI,VII,VIII, 9 fracciones I, II,III,IV,V,VI, 10 fracción I, 12 fracciones de la I a XXIX, 13 fracciones de la I a XXII, 16, 19 fracciones de la I a IX, 21, 22, 23 fracciones de la I a XI, 24.

Veracruz.- Artículos 1 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X,XI,XII,XIII,XIV,XV,XVI,XVII, 3, 4 fracciones de la I a XXII, 6 fracciones de la I a XIV, 7 fracciones de la I a XIII, 11 fracciones de la I a IX, 32, 34 fracciones de la I a VII, 36 fracciones de la I a IV, 38 fracciones de la I a VIII, 58 fracciones de la I a VIII, 67 fracciones de la I a III.

Oaxaca.- Artículos 1,2,3 fracciones I,II,III,IV,V,VI,VII,VIII,IX,X, 22 fracciones I, II,III,IV, 23 fracciones de la I a XXII, 27 fracciones de la I a XV, 30, 35 fracciones de la I a VII, 36 fracciones de la I a VI.

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.

2.4.3. Clasificar leyes/artículos en los tres componentes (antes, durante y después de la inundación).

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 prorrogue 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.

Puebla.- Artículo 1 fracción I, señala que las disposiciones de la presente Ley, son de observancia general y tiene por objeto: Resolver las medidas y acciones destinadas a la prevención, protección y salvaguarda de las personas, los bienes públicos y privados, en el entorno ante la eventualidad de un riesgo, emergencia o desastre.

Veracruz.- Precepto legal 27 fracción I, entre otras, le compete al Comité Estatal de Emergencias, el de evaluar el posible impacto del fenómeno perturbador, identificar la zona y población potencialmente afectable.

Oaxaca.- Precepto legal 17 fracción IV, entre otras atribuciones del Consejo Estatal de Protección, el de fomentar la cultura, el estudio, la investigación y la capacitación en la materia.

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.

Puebla.- Artículo 1 fracción III, las disposiciones de la presente Ley, son de carácter obligatorio general, entre otras, el de fijar las bases de integración y operación del Sistema Estatal de Protección Civil, así como de los Sistemas Municipales como parte de éste.

Veracruz.- Artículo 27 fracción VII, entre otras, compete al Comité Estatal de Emergencias, el de organizar y coordinar a los integrantes del Sistema Estatal que participan, como fuerzas de tarea, en la atención de la emergencia.

Oaxaca.- Artículo 11 las autoridades municipales serán el primer nivel de respuesta ante la presencia de un agente perturbador dentro de sus respectivas jurisdicciones.

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.

Puebla.- Artículo 6 fracción IV, corresponde al Gobernador del Estado, declarar la emer-

gencia o desastre en el Estado, o en parte de su territorio.

Veracruz.- Artículo 27 fracción V, entre otras, le compete al Comité de Estatal de Emergencias, el de coordinar las tareas para la comunidad de operaciones y, en su caso, la recuperación de los servicios.

Oaxaca.- Precepto legal 17 fracción XIII, entre otras atribuciones del Consejo Estatal, el de proponer al Gobernador del Estado que solicite apoyo a las autoridades federales competentes, cuando la magnitud del riesgo, emergencia, siniestro o desastre rebase la capacidad de respuesta del Estado.

2.4.4. Verificar el 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 Protección 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 debe 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 hidrológico 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.

Puebla.- Artículo 5 le corresponde al Gobernador del Estado como autoridad máxima del Sistema Estatal de Protección Civil, Sistema que será coordinado por el Secretario de Gobierno.

Veracruz.- Artículo 8 fracciones de la I a VII, señala que en el Estado de Veracruz, son autoridades en materia de protección civil, el Gobernador del Estado, el Consejo Estatal de Emergencias, la Secretaría, los Consejos Municipales, los Presidentes Municipales y las Unidades Municipales. “Ley de Protección

Civil y reducción del riesgo de desastres para el Estado de Veracruz”.

Oaxaca.- Artículo 2 señala que la aplicación de la presente Ley, le corresponde a las autoridades estatales y municipales 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.

2.4.5. Detección de deficiencias normativas

Se analizaron 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.

- Los Estados de Hidalgo, Puebla, Veracruz, Oaxaca, 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, Puebla, Veracruz, Oaxaca.
- **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.

2.4.6. Propuesta de complementación y/o modificación

- **Ley General de Asentamientos Humanos**, se detectó las siguientes oportuni-

dades de mejora para la gestión de crecidas en nuestro país e independientemente de las señaladas en el apartado de introducción, como son:

1. No prevé una reglamentación en la **ocupación en llanuras de inundación**.
2. Se propone regular esta hipótesis como medida de prevención, antes, del evento de alguna contingencia de crecidas: **“Se advierta a toda la sociedad que las actividades a desarrollarse en zonas de alta contingencia son de inundaciones”**
3. En las atribuciones correspondientes a la Federación, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Social, señaladas en el artículo 7 de esta Ley, no prevé nada respecto: **“A la figura de la reubicación de los centros de población asentados en zonas federales de alto riesgo de inundaciones”**.
4. En la Ley General de Asentamientos Humanos, que nos ocupa, no prevé la figura de la **“autorización para crear nuevos centros de población en zonas federales”**
5. No prevé la figura de **“las políticas públicas en materia de inundaciones, antes, durante y después del evento”**
6. Para las Entidades Federativas y Municipios no prevé la **“figura de la reubicación de los asentamientos humanos, asentados en zonas de inundaciones”**
7. No establece la figura de desarrollar **“proyectos de investigación científica antes de crear nuevos centros de población en zonas federales”**
8. 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”**
9. No reconoce el derecho a que tiene la población a protegerlos de las inundaciones como un **“Derecho Humano”**
10. Ley General de Asentamientos Humanos a nivel federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de julio de 1993 reformada el 9 de abril de

2012, en su **transitorio tercero**, señala: **“Se deberá adecuar la legislación en materia de desarrollo urbano de las entidades federales a lo dispuesto en esta Ley, en un plazo no mayor de un año contado a partir de la entrada en vigor de la misma”**

11. Ley General de Protección Civil a nivel federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, en sus transitorios séptimo y octavo, señala:

Transitorio séptimo.-**“Los Gobernadores de los Estados, el Jefe de Gobierno del Distrito Federal, los Presidentes Municipales, y los Jefes Delegacionales del Distrito Federal, contarán con un plazo de hasta 180 días a partir de la publicación de esta Ley para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 18 de esta Ley”**

Transitorio Octavo.-**“Las autoridades locales realizarán las gestiones conducentes con el propósito de que se realicen las adecuaciones correspondientes en las Leyes y demás disposiciones locales en la materia en un plazo no mayor a 365 días a partir de la publicación de esta Ley, ajustándose en todo momento a los principios y directrices de esta Ley”**.

12. En sus constituciones estatales de los Estados antes mencionados, no prevén **un capítulo especial en materia de inundaciones**.
13. En las constituciones de los Estados antes mencionados, no prevén un capítulo especial sobre inundaciones, protección civil, **por lo que es necesario elevar a rango constitucional de las Entidades Federativas, la figura de la Protección Civil en especial en inundaciones**.

2.5 Instituciones involucradas en la gestión de crecientes

Con fecha del 5 de abril de 2013, se publica en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el que se crea la **“Comisión Intersecre-**

tarial para la Atención de Sequías e Inundaciones”. Para atender de manera eficaz los efectos generados por los fenómenos meteorológicos extremos. En esta se requiere la participación de aquellas dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, cuyas atribuciones se relacionen con la prevención y remediación de los efectos generados por las sequías e inundaciones.

La Comisión Intersecretarial para la atención de sequías e inundaciones (Comisión), tiene por objeto la coordinación de acciones entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, relativas al análisis de riesgos y la implementación de medidas de prevención y mitigación de fenómenos meteorológicos extraordinarios y los efectos que éstos generan.

La Comisión estará presidida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y estará integrada por los titulares de las siguientes dependencias, entidades y órganos administrativos desconcentrados:

- Secretaría de Gobernación;
- Secretaría de la Defensa Nacional;
- Secretaría de Marina;
- Secretaría de Desarrollo Social;
- Secretaría de Economía;
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación;
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes;
- Secretaría de Salud;
- Comisión Federal de Electricidad, y
- Comisión Nacional del Agua.

Las instituciones que tienen las atribuciones para abordar las catástrofes por inundaciones se describen a continuación:

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Es la dependencia del gobierno federal encargada de impulsar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales de México, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable. Para esto la SEMARNAT, sus tres subsecretarías y

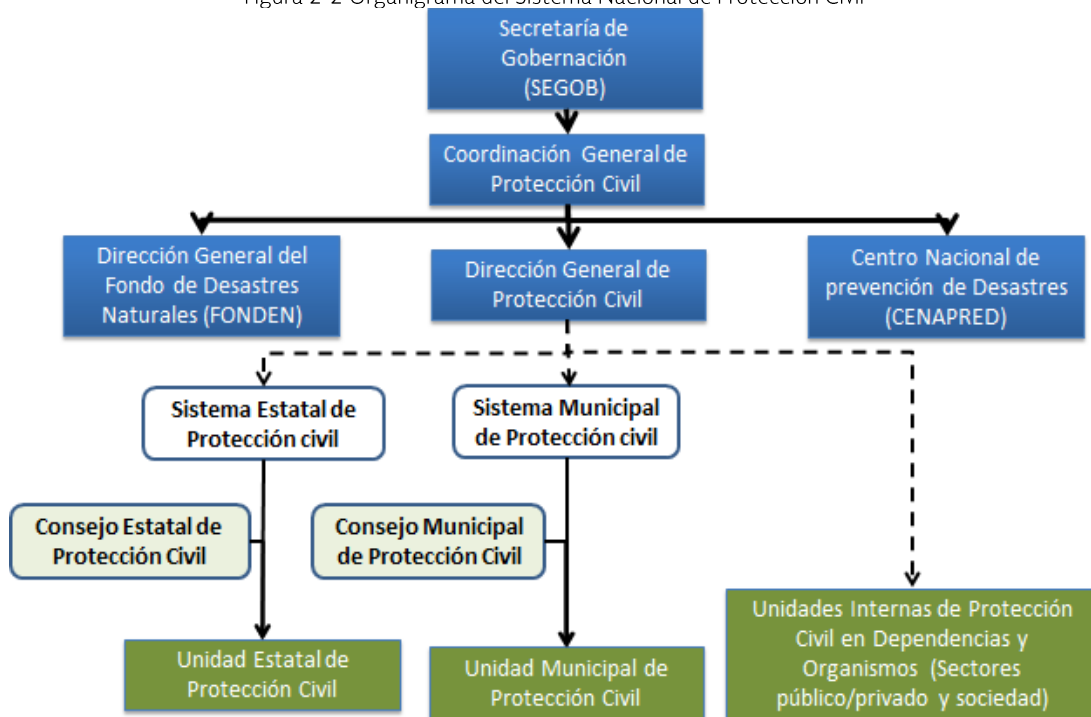
los diversos Órganos Desconcentrados y Descentralizados que forman parte del Sector Ambiental Federal, trabajan en cuatro aspectos prioritarios:

- La conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad.
- La prevención y control de la contaminación.
- La gestión integral de los recursos hídricos.
- El combate al cambio climático.

Secretaría de gobernación (SEGOB). En el ámbito de la atención a emergencias debido a desastres naturales, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en el artículo 27 establece que tiene la atribución de conducir y poner en ejecución, en coordinación con las autoridades de los gobiernos de los estados, del Distrito Federal, con los gobiernos municipales, y con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, las políticas y programas de Protección Civil del Ejecutivo, en el marco del Sistema Nacional de protección Civil, para la prevención, auxilio, recuperación y apoyo a la población en situaciones de desastre y concertar con instituciones y organismos de los sectores privado y social, las acciones conducentes al mismo objetivo.

La Coordinación General de Protección Civil es una dependencia de la SEGOB que tiene como objetivo integrar, coordinar y supervisar el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) (Figura 2.1) para ofrecer prevención, auxilio y recuperación ante los desastres de toda la población, sus bienes y el entorno, a través de programas y acciones. Para lo cual cuenta con la dirección General del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), la Dirección General de Protección Civil y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). A su vez la Dirección General de Protección Civil cuenta con Sistemas Estatales y Municipales de Protección Civil compuestos por consejos y unidades en esos mismos niveles de gobierno.

Figura 2-2 Organigrama del Sistema Nacional de Protección Civil



Secretaría de la Defensa Nacional (SE-DENA). Coordina las acciones de auxilio de las Dependencias de la Entidad en sus respectivos sectores. Coordina la integración de los grupos voluntarios en sus respectivos programas específicos de auxilio. Mantiene informada a la Coordinación General del Centro Estatal de Operaciones en relación a la función a su cargo. Organiza y distribuye la Ayuda Estatal y Federal para las labores de evacuación, búsqueda y rescate, y control de riesgos en el ámbito territorial de su competencia. Coordina la participación, en las tareas específicas de búsqueda y rescate, de los Organismos y Grupos Voluntarios en el ámbito territorial de su competencia. Coordina la evacuación y reubicación de los damnificados en el ámbito territorial de su competencia. Proporciona los recursos humanos y materiales de que dispone para atender a las acciones específicas de búsqueda, rescate, evacuación y de saneamiento del medio ambiente. Acordona las zonas afectadas, estableciendo señalizaciones en las zonas

restringidas y/o peligrosas. Proporciona seguridad y vigilancia en los puntos de concentración y centros estratégicos. Se coordina con los cuerpos de seguridad y agrupaciones encargadas de mantener el orden, evitando duplicidad de funciones y facilitando las acciones de auxilio dentro del ámbito territorial de su competencia.

Secretaría de Marina. Organiza y distribuye la Ayuda Estatal y Federal para las labores de búsqueda, rescate, evacuación, asistencia y control de riesgos en el ámbito territorial de su competencia. Al igual que la SEDENA, la Secretaría de Marina, Coordina la participación, en las tareas específicas de búsqueda y rescate, coordina la evacuación y reubicación de los damnificados y proporciona los recursos humanos y materiales de que dispone para atender a las acciones específicas de búsqueda, rescate, evacuación y de saneamiento del medio ambiente.

Secretaría de Desarrollo Social (SE-DESOL). Establece y dota de lo necesario a

los albergues y refugios de emergencia, considerando la normatividad vigente y las necesidades que se presenten. Coordina y participa en las acciones de control de riesgos de origen ambiental. Efectúa el reconocimiento de los daños sufridos en viviendas, edificios públicos y del patrimonio Federal y Estatal, en sistemas de agua potable y en el drenaje, estimando las probables consecuencias que pudieran presentarse a corto y mediano plazo. Efectúa un reconocimiento de los daños ecológicos sufridos en la zona afectada, estimando las consecuencias que a mediano y corto plazo pudieran presentarse

Secretaría de Economía (SE). Realiza el reconocimiento de los daños sufridos y del estado que guardan los sistemas de abasto y comercialización en lo que respecta a víveres, ropa y medicamentos, estimando las consecuencias que pudieran presentarse a corto y mediano plazo. Verifica el funcionamiento de las instalaciones y sistemas de abasto y comercialización de gas en las zonas afectadas, estimando las consecuencias que pudieran presentarse a corto y mediano plazo. Colabora con la Comisión Federal de Electricidad, Petróleos Mexicanos y empresas gaseras en la revisión y verificación del estado que guardan las instalaciones. Coadyuva en el restablecimiento de los servicios de distribución y comercialización de gas licuado y de petróleo en las zonas afectadas.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Efectúa el reconocimiento de los daños sufridos en las zonas productivas agrícolas, ganaderas y forestales, estimando además las probables consecuencias que pudieran presentarse a corto y mediano plazo.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Proporciona los medios y recursos que se requieran para efectuar la función de comunicación social durante la emergencia. Asegura la operatividad y funcionamiento de la infraestructura de telecomunicación, a fin de transmitir la información de los agentes perturbadores y de las características de la emergencia, a las autoridades

correspondientes y a la población en general. Coordina el alertamiento a las autoridades de Protección Civil y a las empresas, en caso de un accidente en el transporte de sustancias químicas altamente peligrosas, ocurrido en vías de comunicación terrestres, de su jurisdicción. Efectúa las gestiones necesarias para utilizar la infraestructura de telecomunicación. Coordina la recuperación inicial de los servicios estratégicos, como son, las telecomunicaciones, los hospitales, las comunicaciones terrestres, aéreas, marítimas y fluviales, las fuentes de energía y sistemas de distribución eléctrica y gas, los sistemas de agua y drenaje, el transporte, etc. Coordina la participación de las Dependencias Federales y Organismos Federales Privados y de los Grupos Voluntarios que intervienen en la función. Coordina la disponibilidad y solución de las necesidades de medios de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial de las diferentes Dependencias y Organismos participantes en las labores de auxilio. Solicita y coordina la colaboración y el apoyo de los prestadores del servicio público de transporte, en función de las necesidades de la emergencia. Proporciona los medios de transportes aéreos, terrestres, marítimos y fluviales de que dispone, para atender la emergencia.

Secretaría de Salud. Vigila el nivel de calidad del agua potable en la zona afectada. Realiza las acciones necesarias para la recuperación de los servicios básicos del sistema hospitalario en la zona. Proporciona los energéticos que se requieran en la zona de desastre, tanto para los grupos de auxilio como para la población afectada y efectúa las acciones necesarias para la rehabilitación del suministro. Coordina, organiza y realiza asistencia médica, prehospitalaria y rehabilitadora que requiere la población afectada. Establece los mecanismos necesarios para evitar, detectar y controlar los cuadros de contaminación, enfermedades y brotes epidémicos. Proporciona los recursos humanos, equipos, materiales y medios de transporte aéreo, terrestre, marítimo y fluvial de que dispone para apoyar las acciones de transporte, comunicaciones y remoción de escombros.

Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Estima los daños sufridos en las instalaciones y servicios de generación de energía eléctrica, así como los riesgos latentes, identificando las consecuencias que pudieran presentarse a corto y mediano plazo. Proporciona la energía eléctrica en la zona de desastre y realiza las acciones de rehabilitación del suministro. Proporciona los recursos humanos, equipos, materiales y medios de transporte aéreo, terrestre, marítimo y fluvial de que dispone para apoyar las acciones de transporte, comunicaciones y remoción de escombros.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Recibe información procedente de las fuentes de monitoreo, respecto al comportamiento de los fenómenos perturbadores y a la ocurrencia de desastres. Analiza la información sobre los fenómenos perturbadores y del estado que guardan los diversos

sistemas afectados, con el fin de estimar el nivel de emergencia o pronosticar su ocurrencia. Establece comunicación con las dependencias y organismos involucrados en las tareas de auxilio, de acuerdo a la situación de emergencia. Notifica la inminente ocurrencia de una calamidad. Informa a la población en general, a través de la Coordinación General de Comunicación Social y la Coordinación General de Protección Civil, sobre las características de la situación de emergencia presentada.

Atribuciones de las instituciones involucradas con la atención a fenómenos hidrometeorológicos.

En la tabla 2-1 se presentan las atribuciones de las instituciones involucradas con la atención a fenómenos hidrometeorológicos.

Tabla 2-1 Ámbito de competencia de las instituciones involucradas

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Secretaría de Gobernación (SEGOB)	Federal	5FXXIV,XXVII	Fracción XXIV, coordinar a las diversas dependencias y entidades que, por sus funciones, deban participar en las labores de auxilio, en caso de desastres o emergencias. Fracción XXVII, coordinar las acciones de Seguridad Nacional y establecer políticas de Protección Civil. Reglamento Interior D.O.F. 2/04/2013.
Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)	Federal	28FXXXVI,38FVII	Reglamento Interior.- DOF.- 17-10-2011.- Artículo 28 fracción XXXVI. Proponer directivas orientadas a la prevención y control de desastres en asuntos de su competencia.- Artículo 38 fracción VII. Planear, dirigir y coordinar el trabajo de ingenieros en beneficio de la Secretaría y de la población civil, en casos de desastres y demás necesidades públicas.
Secretaría de Marina (SEMAR)	Federal	16FX,2FX	Reglamento Interior: DOF.-31-12-2012.- Artículo 16 fracción X.- Corresponde a la Dirección General de Investigación y Desarrollo.- Obtener procesar y difundir información meteorológica y de fenómenos oceánicos y atmosféricos, coordinando lo que proceda con el Servicio Meteorológico Nacional. Ley Orgánica de la Armada de México. DOF 31/12/2012.- Artículo 2 fracción X.- El de realizar actividades de investigación científica, oceanográfica, meteorológica, biológica y de los recursos humanos, actuando por si sólo o en coordinación con otras instituciones nacionales o extranjeras, o en coordinación con dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 30 fracción XXI.- Partici-

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
			par y llevar a cabo las acciones que le corresponda dentro del marco del Sistema Nacional de Protección Civil para la prevención, auxilio, recuperación y apoyo a la población en situaciones de desastre.
Secretaría de Gobernación.- Comisionado nacional de seguridad.	Federal	38FI	Reglamento Interior.- DOF 2-04-2013.- Artículo 38 fracción i.- Proponer al Secretario las Políticas, programas y acciones tendientes a garantizar la seguridad pública de la Nación y de sus habitantes, así como coordinar y supervisar su ejecución e informar sobre sus resultados. Reglamento del Servicio de Protección Federal.-DOF 9/112/2008.- Facultades del Comisionado.- Artículo 10 fracción VIII.- Apoyar la participación de las instituciones públicas federales en la implementación de programas de vigilancia y custodia, protección civil y prevención del delito, en los términos de las disposiciones aplicables.
Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)	Federal	6FIV, 31FI	Reglamento interior. Artículo 6 fracción IV.- Coordinar, conjuntamente con la Secretaría de Desarrollo Social en el ámbito de su competencia, el otorgamiento de las autorizaciones de acciones e inversiones convenidas con los gobiernos locales y municipales tratándose de planeación nacional y regional. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 31 fracción XVI.- Normar, autorizar y evaluar los programas de inversión pública de la Administración Pública Federal.
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	Federal	18 FI	Fracción I. Realizar la planeación necesaria para configurar estrategias, programas, proyectos y acciones para el desarrollo social.
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Federal	31FXI, XXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 32 BIS fracción XI.- Evaluar y dictaminar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de desarrollo que le presenten las Secretarías públicas sociales y privadas, resolver sobre los estudios de riesgo ambiental, así como sobre los programas para la prevención de accidentes con incidencia ecológica . Fracción XXI.- Dirigir los estudios, trabajos y servicios meteorológicos, climáticos, hidrológicos y geohidrológicos, así como el Sistema Meteorológico Nacional, y participar en los convenios internacionales sobre la materia.
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	Federal	9Inciso a) FXL	Ley de Aguas Nacionales.- Artículo 9 inciso a).- Fracción XL.- Participar en el Sistema Nacional de Protección Civil y apoyar en la aplicación de los planes y programas de carácter federal para prevenir y atender situaciones de emergencias, causadas por fenómenos hidrometeorológicos extremos.
Secretaría de Energía (SENER)	Federal	33FI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 33 fracción I.- Establecer y conducir la política energética del país, así como supervisar su cumplimiento con prioridad en la seguridad y diversificación energética, el ahorro de energía, entre otras acciones y en términos de las disposiciones aplicables, correctivas, realizar y promover programas, proyectos, estudios e investigación sobre las materias de su competencia.

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Secretaría de Economía (SE)	Federal	34FIX	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 34 fracción IX.- Participar con las Secretarías de Desarrollo Social, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la distribución y comercialización de productos y el abastecimiento de los consumos básicos de la población.
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Federal	35FI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 35 fracción I.- Formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo rural, a fin de elevar el nivel de vida de las familias que habitan en el campo en coordinación con las dependencias competentes.- Fracción II.- Promover el empleo en el medio rural, así como establecer programas y acciones que tiendan a fomentar la productividad y la rentabilidad de las actividades económicas rurales.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Federal	36FII XXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 36 fracción II.- Regular, inspeccionar y vigilar los servicios públicos de correos y telégrafos y sus servicios diversos; conducir la administración de los servicios federales de comunicación eléctrica y electrónica y su enlace con los servicios similares públicos concesionados, con los servicios privados de teléfono, telégrafos e inalámbricos y con los estatales y extranjeros, así como del servicio público de procesamiento remoto de datos. Fracción XXI.- Construir y conservar los caminos y puentes federales, incluso los internacionales; así como las estaciones y controles de autotransporte federal.
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Federal	38FXXI	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 38 fracción XXI.- Conservar, proteger y mantener los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos que conforman el patrimonio cultural de la Nación, atendiendo las disposiciones legales en la materia.- Referencia normativa.- Artículo 2.- Ley Federal sobre monumentos y zonas arqueológicas: El de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.
Secretaría de Salud (SS)	Federal	39fi	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 39 fracción I.- Establecer y conducir la política nacional en materia de asistencia social, servicios médicos y salubridad general, con excepción de lo relativo al saneamiento del ambiente; y coordinar los programas de servicios a la salud de la Administración Pública Federal, así como los agrupamientos por funciones y programas a fines, en su caso, se determinen.
Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)	Federal	41 fi INCISO A Y B	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 41 fracción I.- Impulsar en coordinación con las entidades estatales y municipales, la planeación y el ordenamiento del territorio nacional para su máximo aprovechamiento, con la formulación de políticas que armonicen: inciso a).- El crecimiento o surgimiento de asentamientos humanos y centros de población, inciso b).- la planeación habitacional y del desarrollo de viviendas.

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal (CJEF)	Federal	43FII	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.- Artículo 43 fracción II.- Someter a consideración y, en su caso, firma del Presidente de la República todos los proyectos de iniciativa de leyes y decretos que se presenten al Congreso de la Unión o a una de sus cámaras, así como a la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, y darle opinión sobre dichos proyectos.
ORGANOS DESCENTRALIZADOS			
Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CO-RETT)	Federal	2FII	Decreto de creación: Promover la adquisición y enajenación de suelo y reservas territoriales para el desarrollo urbano y la vivienda en coordinación con otras dependencias y entidades federales, con los gobiernos de los estados con la participación de sus municipios, y del Distrito Federal, así como en concertación con los sectores social y privado particularmente con los núcleos agrarios.
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	Federal	14 BIS 2FVII	Ley de Aguas Nacionales.- Atribuciones.- Artículo 14 BIS 3 fracción VII.- Realizar por sí o a solicitud estudios y brindar consultorías especializadas en materia de hidráulica, hidrología, control de calidad del agua, de gestión integrada de los recursos hídricos.
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Federal	10FII	Estatuto Orgánico: El de atender los aspectos técnicos operativos relacionados con la generación, transmisión, transformación, control y distribución de energía eléctrica.
INSTITUCIONES INVOLUCRADAS			
Secretaría de Marina - Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (SEMAR - CICESE)	Federal	5FXXI	Reglamento interior, aquellas otras facultades que con ese carácter le confieran expresamente las disposiciones legales, y le asigne el Presidente de la República.
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)	Federal	2, 251FI	Ley del IMSS. DOF.- 31-03-2007.- Artículo 2.- Tiene como finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la prestación de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizado por el Estado. Artículo 251 fracción i.- Administrar los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y materiales, invalidez y vida, guardería y prestaciones sociales, salud para la familia, adiccionados y otros, así como prestar los servicios de beneficios colectivos que señale esta Ley.
Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)	Federal	4FII,23FVI	Ley del ISSSTE.-DOF.-28-05-2012.- Artículo 4 fracción II, inciso d).- Préstamos personales extraordinarios para damnificados por desastres naturales.- Estatuto Orgánico artículo 23 fracción VI.- El de resolver bajo su inmediata directa responsabilidad los asuntos urgentes del instituto, a reserva de informar a la Junta sobre las acciones y los resultados obtenidos.

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Distribuidora de Conasupo (DI-CONSA)	Federal	2.1	Reglas de Operación, el de contribuir a mejorar la nutrición como una capacidad básica de la población que habita en localidades rurales. 2.2. Abastecer localidades rurales de alta y muy alta marginación con productos, en forma eficaz y oportuna.
Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)	Federal	109FI	El de investigar los peligros, riesgos y daños producidos por agentes perturbadores que puedan dar lugar a desastres integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos, en coordinación con las dependencias y entidades responsables.
Petróleos Mexicanos (PEMEX)	Federal	4FI	Estatuto Orgánico de Petróleos Mexicanos, el de emitir a propuesta del Comité correspondiente las políticas y lineamientos en materia de, inciso f).- Programar y proyectos, contratación de terceros experto independiente, prelación entre los proyectos de gran magnitud alta prioridad y otros proyectos relevantes, así como los criterios para definir los casos y la etapa de la fase de los proyectos y programas de inversión de los organismos subsidiarios que deberán ser aprobados por el Consejo de Administración, previo acuerdo del Consejo de Administración del Organismo Subsidiario correspondiente.
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	Federal	4FXXV	Estatuto Orgánico: Promover la atención y coordinación de las acciones de los distintos sectores sociales que actúen en beneficio de aquellos, en el ámbito de su competencia, en casos de desastres como inundaciones, terremotos, derrumbes, explosiones, incendios, y otros de naturaleza similar por los que se causen daños a la población, el organismo, sin perjuicio de las atribuciones que en auxilio de los damnificados lleve a cabo otras dependencias y entidades.
Universidad Autónoma de México (UNAM)	Federal	1	La Universidad Nacional Autónoma es una corporación pública-organismo descentralizado del estado - dotada de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionales, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible, los beneficios de la cultura.
Cruz Roja Mexicana	Internacional, Federal	2. 8	Decreto presidencial del 21 de febrero de 1910, en su estatuto, artículo 2 inciso 8) el de proponer a mejorar la salud, prevenir las enfermedades y aliviar los sufrimientos espirituales y corporales, desarrollando al efecto toda acción humanitaria tendiente a estos fines, de acuerdo con sus posibilidades, las leyes y demás disposiciones legales vigentes en el país. La Cruz Roja debe considerar como auxiliar de los poderes públicos, la conformidad con el Convenio de Ginebra del 6 de julio de 1908, con el decreto firmado por el Presidente de los Estados Unidos Mexicanos el 21 de febrero de 1910.

Instituciones	Nivel	Artículos	Atribuciones
Bomberos	Federal	3FVI	Señala que por auxilio se entenderá a las acciones destinadas primordialmente a salvaguardar la vida de las personas, sus bienes y la planta productiva y a preservar los servicios públicos y el medio ambiente, ante la presencia de un agente destructivo, en donde los agentes destructivos son los fenómenos de carácter hidrometeorológico que puede producir riego, emergencias o desastres. Para efectos de la presente Ley que nos ocupa, los cuerpos de seguridad pública en los Estados de la República Mexicana, por lo general son: Policía Preventiva Estatal, Protección civil y Bomberos, ya que estos están adheridos al Sistema Nacional de Protección Civil, independientemente de su normatividad que los rijan en sus estados.

Instituciones 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 [Asociación Mundial del Agua (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 Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO, reconoció que la gestión adecuada de los peligros relacionados con el agua es un factor esencial para el desarrollo humano y socioeconómico sustentable, y en particular para la atenuación de la pobreza (Gutiérrez López Alfonso, Revista Agua y Saneamiento, ANEAS, año 11, número 43, abril, mayo y junio de 2012, México). La iniciativa internacional, comprende la gestión de riesgos y la emergencias, análisis de riesgos múltiples; bases de datos para evaluar el riesgo; modelación hidrológica, hidráulica y económica; cartografía de riesgos por inundaciones; medidas estructurales y no estructurales; la gobernabilidad y participación, reformas institucionales, pronósticos y alerta anticipada y sistemas de alerta, comunicación efectiva, vigilancia y respuesta a las alertas.

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

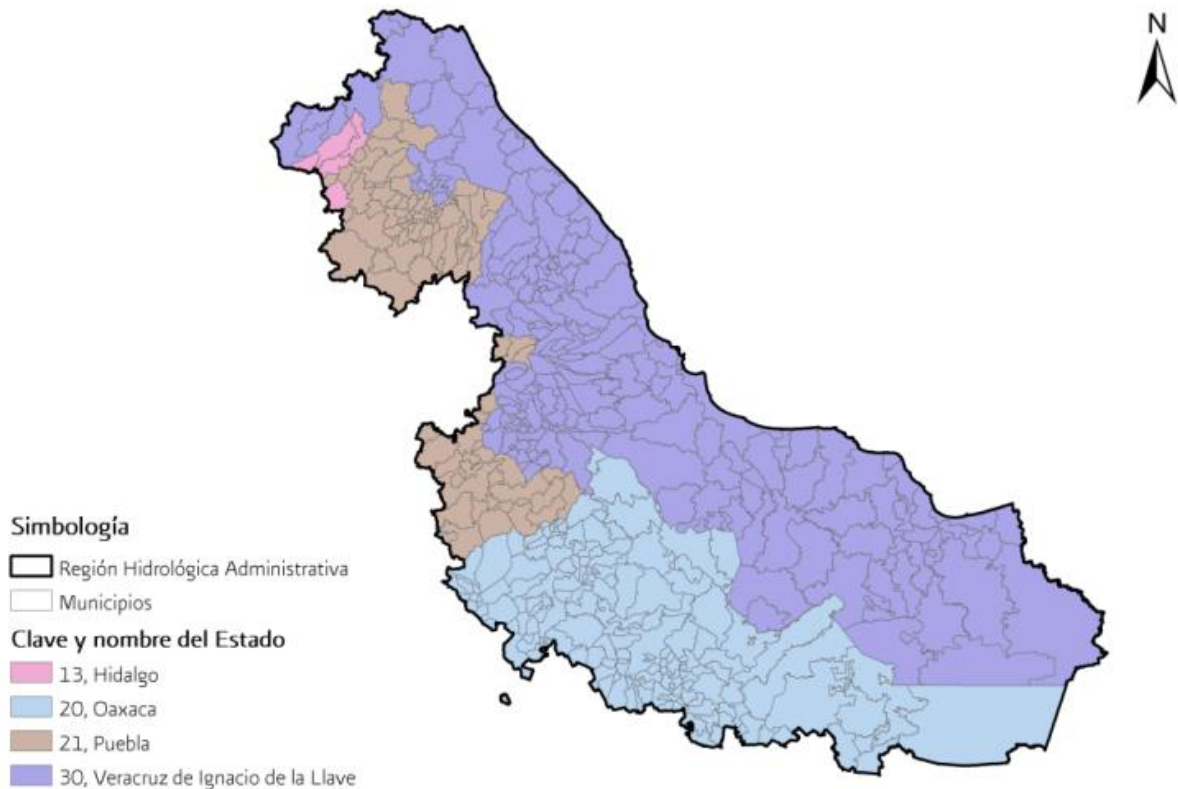
los mayores desafíos que se necesita superar para garantizar un desarrollo humano sostenible y la reducción de la pobreza.

3 Caracterización de la cuenca y de las zonas inundables

La Región Hidrológica Administrativa X Golfo Centro (RHA X GC) comprende 445 municipios de cuatro estados: 189 de Veracruz, 161 de Oaxaca, 90 de Puebla y 5 de Hidalgo. Su extensión territorial es de 104,462 km² y equivale a 5.3% del territorio nacional (PHR RHA X, Golfo Centro, CONAGUA 2011), (Figura3-1; Tabla 3.1).

La RHA tiene una delimitación con criterios político-administrativos pero con tendencia a seguir el límite hidrológico, sin embargo en términos de áreas de inundación la RHA está contenida dentro de tres Regiones Hidrológicas 27, 28 y 29.

Figura 3-1 Municipios y Entidades Federativas de la RHA X GC.



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General de Programación. INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2005.

Tabla 3-1 Entidades Federativas de la RHA X GC

Clave Entidad Federativa	Entidad Federativa	Número de municipios por Entidad Federativa	Área total de Entidad Federativa (km ²)	Área Entidad Federativa dentro de la RHA (km ²)	% de área de Entidad Federativa dentro de la RHA	% de área de RHA
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	189	71,470.08	57,151.21	80.00%	54.70%
20	Oaxaca	161	93,942.26	32,165.48	34.20%	30.80%
21	Puebla	90	34,119.27	14,040.70	41.20%	13.40%
13	Hidalgo	5	20,653.08	1,104.14	5.30%	1.10%
	Total	445		104,461.53		100.00%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General de Programación. INEGI, Marco Geoestadístico Municipal 2005.

La temperatura media anual predominante en 50% de la superficie de la RHA X GC es de 24 a 26°C. La precipitación media es de 1,590 mm/año, con un rango espacial de 407 a 4,380 mm/año. La evaporación media es superior a los 820 mm/año con un rango espacial de 400 a 1,200 mm/año (PHR RHA X, Golfo Centro, CONAGUA 2011).

La hidrografía está caracterizada por corrientes que descienden de los flancos de la Sierra Madre Oriental y desembocan en el Golfo de México. Respecto a la disponibilidad de agua se tiene un escurrimiento natural regional media anual que oscila en los 90,423 hm³, el volumen de recarga regional media anual de los acuíferos es de 4,729.8 hm³; se tiene una disponibilidad superficial per cápita de 8,747 m³/hab/año, lo que equivale a un índice de explotación de acuíferos de 0.22 (Volumen de extracción concesionado/Volumen de recarga). Los 22 acuíferos que existen en la RHA tienen disponibilidad desde 5.2 hasta 442 m³/hab/año. Prácticamente toda el agua superficial está concesionada, es decir, sin disponibilidad para nuevos aprovechamientos.

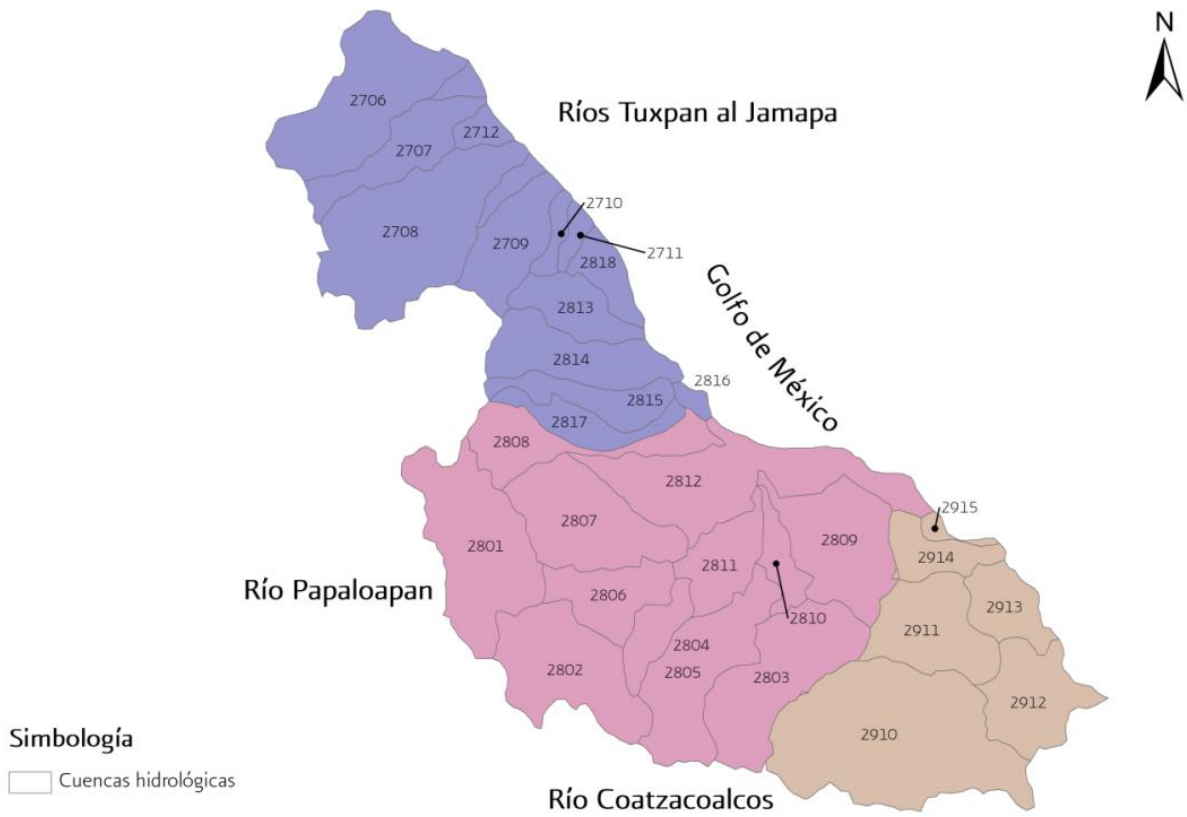
Relación de delimitación natural y administrativa

Los Consejos de Cuenca de la RHA X GC responden a tres definiciones. La delimitación administrativa por municipios mencionada anteriormente (Tabla 3.1), la delimitación natural por cuenca hidrológica y la delimitación natural por acuíferos. En ninguno de los tres casos existe coincidencia total en su delimitación.

La delimitación por cuenca responde a la agrupación de las cuencas hidrológicas publicadas en el Diario Oficial de la Federación. A la RHA X GC le corresponden 31 cuencas hidrológicas las cuales están agrupadas en tres consejos de cuenca; el consejo de cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa integrado por 13 cuencas ubicadas en las Regiones Hidrológicas (RH) 27 y 28, el consejo de cuenca del río Papaloapan integrado por 12 cuencas ubicadas en la RH 28 y el consejo de cuenca del río Coatzacoalcos conformado por 6 cuencas ubicadas en la RH 29 (Figura 3-2).

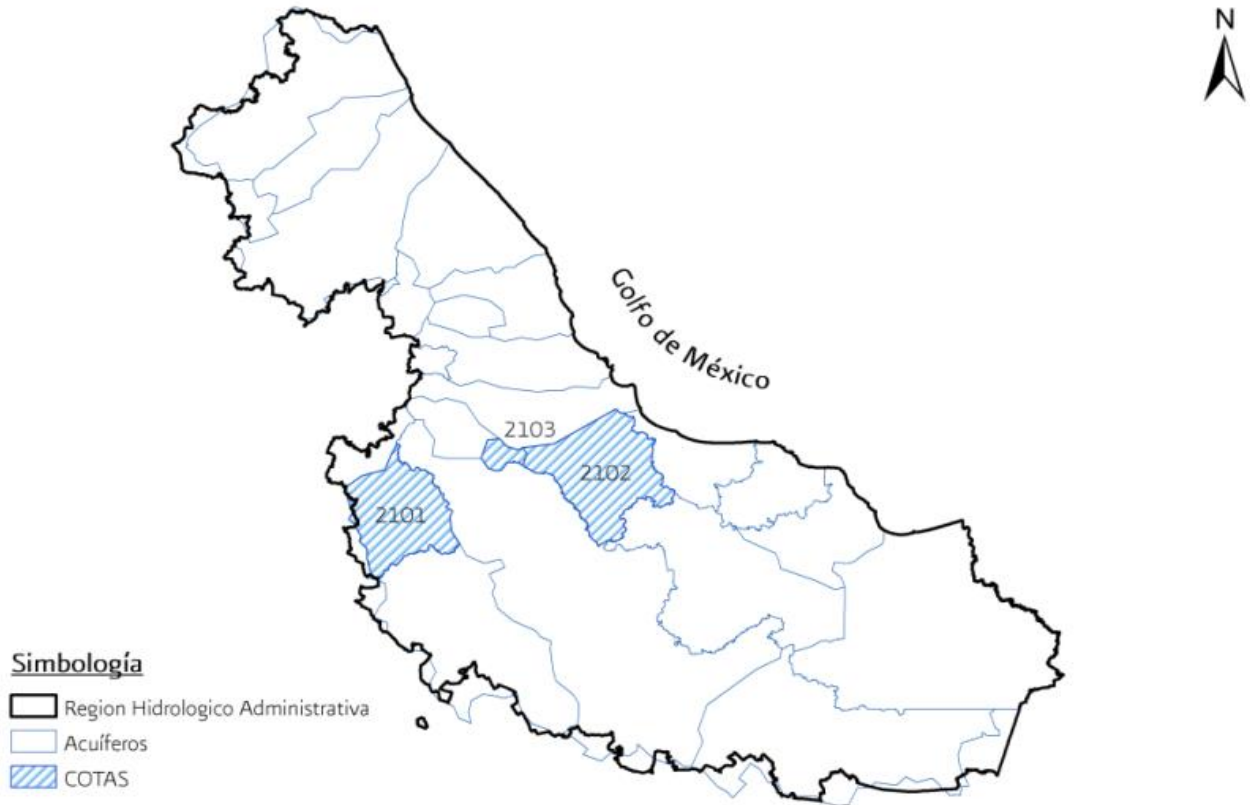
De igual manera, a la RHA X GC le corresponden 22 acuíferos, agrupados en los tres consejos de cuenca. Al consejo de los ríos Tuxpan al Jamapa le corresponden 10 acuíferos, al consejo del río Papaloapan 10 y al del río Coatzacoalcos dos acuíferos (Figura 3-3).

Figura 3-2 Cuencas hidrológicas y Consejos de Cuenca de la RHA X GC



Fuente: Consejos de Cuenca. Organismo de Cuenca Golfo Centro. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General de Programación. Análisis Técnico Prospectivo.

Figura 3-3 Acuíferos y COTAS dentro de la RHA X GC



COTA 2101 y 2102. Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: CONAGUA. Subdirección General de Programación. Atlas digital del Agua, Edición 2010. COTA 2103: Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Información proporcionada por el Organismo de Cuenca Golfo Centro.

3.1 Identificación de zonas potencialmente inundables

En las Regiones hidrológicas donde ocurren las inundaciones, es importante conocer las precipitaciones, los escurrimientos extraordinarios, la fisiografía y su relación con los asentamientos humanos y las actividades productivas que sufren daños potenciales. Por lo tanto, la caracterización de las inundaciones se realiza con base en el comportamiento temporal y espacial de la lluvia, que a pesar de la complejidad del fenómeno, es modelable y predecible. En estos análisis deben considerarse los efectos del cambio climático, que de acuerdo con los modelos de comportamiento atmosférico, muestran

que, debido al incremento en la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) y por lo tanto al incremento de la temperatura ambiente, el ciclo hidrológico se verá alterado, lo que repercutirá en fenómenos meteorológicos extremos más severos, con alto riesgo de impacto en las superficies de zonas inundables y como consecuencia en la sociedad y en sus sistemas productivos.

Respecto a la identificación de las zonas de inundación el Instituto de Ingeniería (II) de la UNAM, está realizando trabajos para delimitar las zonas potencialmente inundables y de manera paralela se identificaron trabajos realizados en este tema, donde aparece la

CONAGUA y la institución nacional de seguros agrícolas (AGROASEMEX) esta última con misión de proteger el patrimonio y la capacidad productiva del sector rural. Los polígonos inundables identificados como zonas potencialmente inundables en estos dos estudios se discutieron en una primera reunión de trabajo con el Organismo de Cuenca, Protección Civil y la Universidad del estado de Veracruz; en dónde se determinó el polígono a utilizar en un primer cálculo del daño anual esperado (DAE).

3.1.1 Estudio de la CONAGUA

La CONAGUA elaboró un modelo con el cual se pueden generar índices que permiten comparar cómo se están planeando las inversiones de mitigación de riesgos a inundaciones con la tendencia que tienen distintas regiones del país a estos eventos. Las contingencias consideradas en este modelo corresponden a los eventos hidrometeorológicos extremos que declara CENAPRED (ciclones, lluvias intensas e inundaciones).

Las variables principales que toma en cuenta el modelo son:

- Daños económicos por suceso (pesos de 2009 en daños en vivienda, producción e infraestructura): Para cada uno de los sucesos registrados en un municipio se tiene el monto (en pesos de 2009) estimado de daños. Los datos pre-cargados corresponden a los montos registrados por CENAPRED ponderados por los municipios afectados.
- Población afectada por el suceso (habitantes por suceso): Para cada uno de los sucesos registrados en el municipio, especificar el número de habitantes afectados. Los datos pre-cargados corresponden a los números registrados por CENAPRED ponderados por los municipios afectados.
- Superficie afectada por suceso: Para cada uno de los sucesos registrados en el municipio se especifica el área afectada. Los

datos pre-cargados corresponden a la superficie total del municipio.

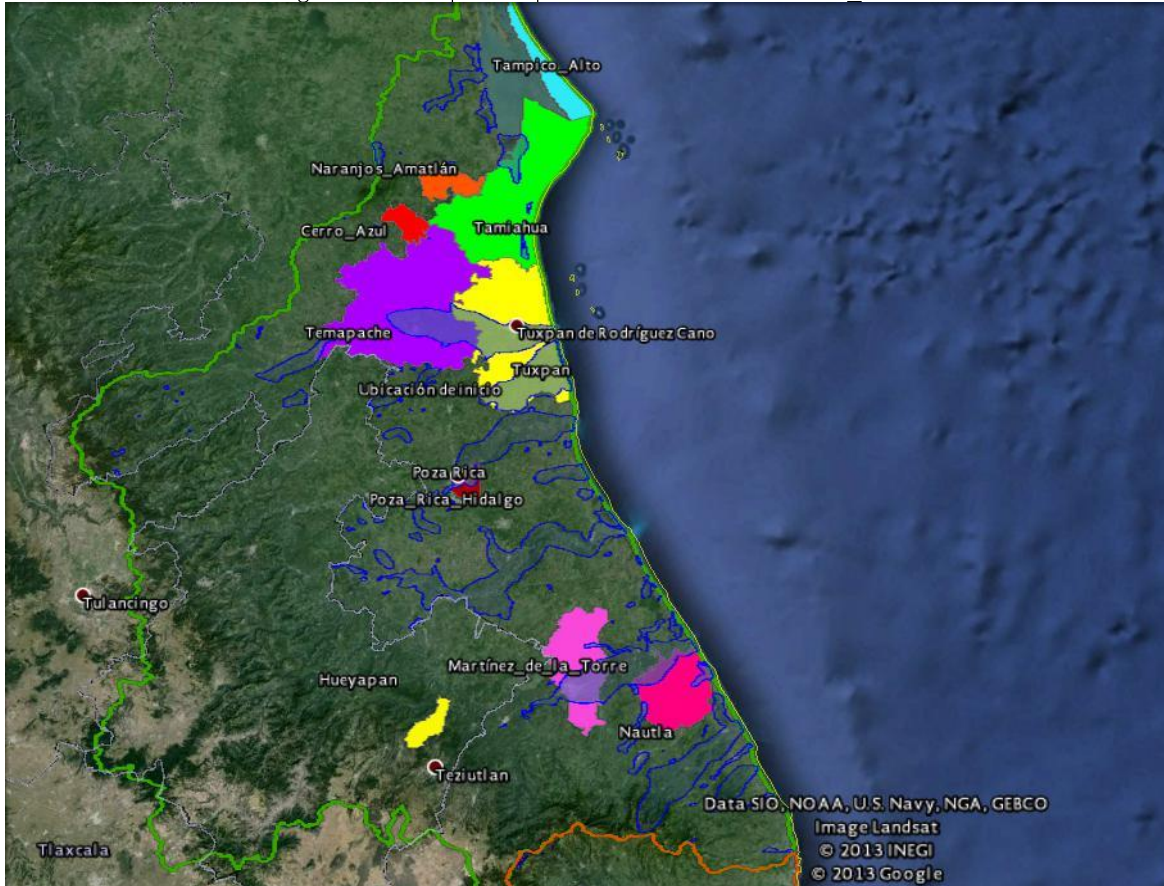
- Densidad de población de la región afectada: Este es un indicador del valor estratégico de la zona, la densidad de población es un buen estimador de esta variable. Los datos pre-cargados corresponden a la densidad del municipio en habitantes por kilómetro cuadrado.
- Tipo de suceso (1-Ciclón, 2-Lluvia, 3-Inundación).
- Nombre y fecha del suceso.
- Población en riesgo: Corresponde al número de habitantes que habitan en las zonas que han sido identificadas como propensas a inundaciones futuras. Los datos pre-cargados corresponden a la población total del municipio que ha sido afectado por algún evento.
- Ciclones acumulados en la región en el período de estudio.
- Lluvias e inundaciones acumuladas en la región en el período de estudio.
- Los datos básicos de inversiones son:
 - a) Inversión en infraestructura urbana para control de inundaciones del municipio (pesos de 2009 acumulados por período): Incluye conceptos como canales y drenaje pluvial, entre otros. Los datos pre-cargados corresponden a los proyectos cargados en la Cartera de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), correspondientes a CONAGUA.
 - b) Inversión en presas para control de avenidas en el municipio (pesos de 2009 acumulados por período): Incluye bordos, presas y otra infraestructura hidráulica relacionada con el control de ríos o avenidas. Los datos pre-cargados corresponden a los proyectos cargados en Cartera de SHCP correspondientes a CONAGUA.
 - c) Inversión en reubicación de asentamientos inseguros en el municipio (pesos de 2009 acumulados por período): Incluye estudios, reubicaciones, incentivos para la reubicación, entre otros. Los datos pre-cargados corresponden a los estudios de todo tipo de proyectos cargados en Car-

tera de SHCP correspondientes a CONAGUA.

Con este modelo, se identificaron 33 municipios con potencial de inundación de la Región Hidrológico Administrativa, 10 de estos

municipios pertenecen a la RH_27, los cuales se mencionan a continuación; Temapache, Naranjos Amatlán, Nautla, Tamiahua, Tampico el Alto, Hueyapan, Cerro Azul, Martínez de la Torre, Poza Rica, y Tuxpan. (Figura 3-4).

Figura 3-4 Municipios con potencial de inundación en la RH_27.

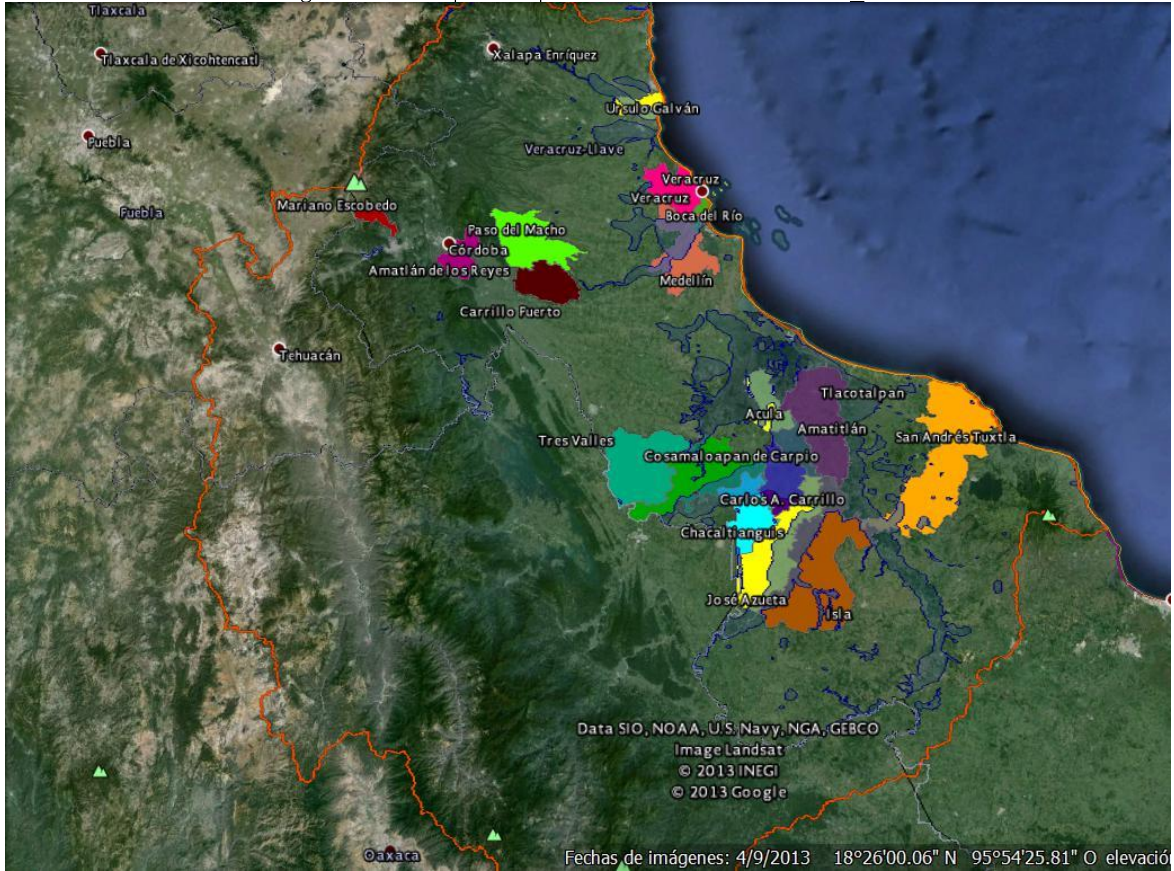


Fuente: CONAGUA, Manual de Usuario del Modelo de Agenda del Agua 2030. Agosto, 2010.

Se identificaron 19 municipios con potencial de inundación para la RH_28 los cuales se mencionan a continuación; Mariano Escobedo, Úrsulo Galván, Amatlán, Amatlán de los Reyes, Carrillo Puerto, Isla, Paso del Ma-

cho, San Andrés Tuxtla, Acula, Chacaltianguis, José Azueta, Tlacotalpan, Tres Valles, Carlos A. Carrillo, Boca del Río, Medellín, Veracruz y Cosamaloapan de Carpio.

Figura 3-5 Municipios con potencial de inundación en la RH_28

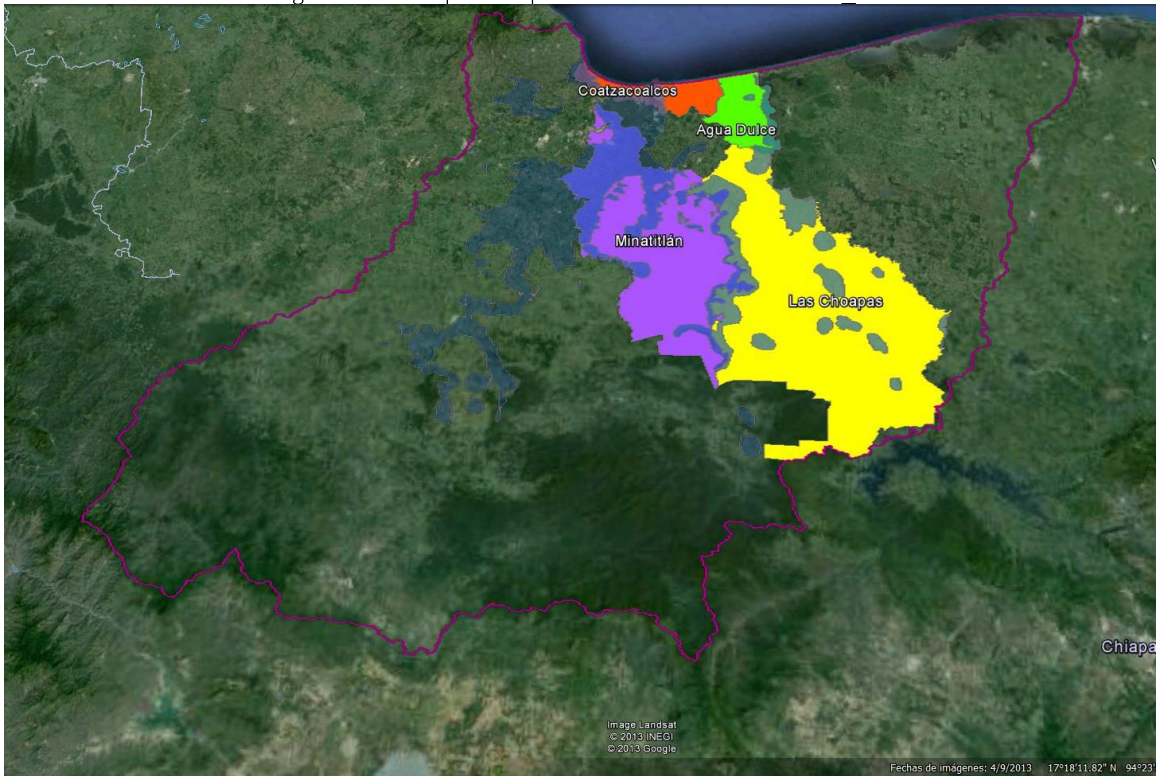


Fuente: CONAGUA, Manual de Usuario del Modelo de Agenda del Agua 2030. Agosto, 2010.

Se identificaron 4 municipios con potencial de inundación para la RH_29 los cuales son;

Las Choapas, Coatzacoalcos, Minatitlán, y Agua Dulce

Figura 3-6 Municipios con potencial de inundación en la RH_ 29



Fuente: CONAGUA, Manual de Usuario del Modelo de Agenda del Agua 2030. Agosto, 2010.

Los resultados en la región, fueron de una población afectada de evento promedio de 80,052 habitantes, mientras que la superfi-

cie total afectada resultado ser de 344,213 km² (Tabla 3-2).

Tabla 3-2 Municipios con potencial de inundación en la región.

Estado	Población afectada de evento promedio hab	Superficie afectada de evento promedio ha
Hidalgo	932	747
Puebla	11,085	172,809
Oaxaca	15,224	52,530
Veracruz	52,811	118,127
Total	80,052	344,213

Fuente: CONAGUA, Manual de Usuario del Modelo de Agenda del Agua 2030. Agosto, 2010.

3.1.2 Estudio del Mapa Nacional de Índice de Inundación

Las inundaciones están asociadas con diversos factores como: desbordamiento de ríos,

inundaciones súbitas, mareas altas asociadas con huracanes y rompimiento de estructuras de control. Desafortunadamente no hay un registro histórico de inundaciones confiable para el país, así que se utilizó el Mapa Nacio-

nal de Índice de Inundación de AGROASE-MEX para identificar las zonas propensas a estas.

El Mapa Nacional de Índice de Inundación, 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.¹ Su aplicación principal consiste en la identificación de humedales, definidos como zonas perennes o efímeramente saturadas o inundadas.

Debido a que la distribución probabilística del Índice Topográfico para una cuenca es bimodal y 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. Sin embargo, la literatura documenta variaciones en el Índice Topográfico y las diferencias radican en la implementación de información adicional como son: humedad, tipo y uso de suelo, precipitación, evapotranspiración, entre otras.

Es por esto que aunque dos cuencas tuvieran características topográficas similares, debido a sus variaciones climatológicas y de tipo y uso de suelo, el riesgo de inundación entre ellas podría ser muy distinto. Es por esta razón que el Índice Topográfico resulta insuficiente para caracterizar el riesgo de inundación en el país. Por lo cual, se empleó un índice modificado que permite capturar dichas diferencias.

Para la estimación del índice modificado se empleó la siguiente información:

- Topografía mediante el Continuo de Elevación Digital (CEM) del INEGI con pixel de aproximadamente 30 m
- Mapas de vegetación y uso de suelo del INEGI 2004, 1:250,000

- Mapa de edafología del INEGI 2006, 1:250,000

Adicionalmente, para solventar la falta de homogeneidad en la cobertura espacial y temporal de la base de datos climatológica nacional, se desarrollaron mallas de precipitación y otras variables climatológicas a partir del método de Cressman.² Las mallas ofrecen una base de datos climatológicos completos espacial y temporal en todo el país para el periodo 1979-2008, estas cuentan con una resolución temporal diaria y pixeles de 0.2° (~22 km).

El método de Cressman consiste en la corrección de un campo preliminar a partir de observaciones. El campo preliminar en este estudio estuvo constituido por los datos del North American Regional Reanalysis (NARR) elaborados por el National Center for Environmental Prediction de la NOAA. Las observaciones de precipitación fueron tomadas de la base de datos nacionales climatológicos (CLICOM) y de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR) de la Comisión Nacional del Agua.

El índice modificado utilizado para elaborar el Mapa Nacional de Índice de Inundación quedó definido como el cociente entre la acumulación del escurrimiento y la tangente de la pendiente. El escurrimiento fue estimado a partir del tipo y uso de suelo y la precipitación observada según el método de número de curva. De manera que es posible estimar la cantidad total de agua que escurre por un punto dado, así como su probabilidad de ocurrencia.

El análisis se realizó a cada una de las cuencas, por lo cual, el primer paso consistió en la extracción del CEM de la región hidrológica de interés (los sumideros fueron rellenados y los picos removidos para deponer imperfecciones en los datos), posteriormente se estimó la dirección del flujo de cada celda utilizando la dirección de su vecina más cercana.

¹Beven, 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.

² Cressman, G.P. An operational objective analysis system, *Mon. Wea. Rev.* Vol. 87, 1959, pp. 367-364.

Además, se calculó la pendiente y su tangente.

Debido a que las clasificaciones de tipo de suelo de INEGI no son compatibles con las tablas de correspondencia de número de curva tradicional, desarrollada en Estados Unidos de Norteamérica, se hizo una reclasificación que permitiera la aplicación de las tablas de correspondencia. Los valores del número de curva bajo condiciones normales de humedad de suelo fueron pasados a una retícula para cubrir una a una las celdas del CEM. Una vez estimado el número de curva correspondiente para cada pixel del CEM, se procedió a estimar el escurrimiento (Q) de acuerdo con el método de curva numérica:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

P = Precipitación acumulada (mm)

S = Parámetro de retención máxima de humedad del suelo (mm), que depende del número de curva (CN), según la siguiente ecuación:

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254$$

Debido a que se trata de estimar zonas propensas a inundación por causa de eventos extremos de precipitación, los valores de precipitación empleados para cada región corresponden al percentil 95 de cada celda del arreglo regular de precipitación.

A continuación se estima la acumulación de escurrimiento. La diferencia entre acumulación de flujo y acumulación de escurrimiento radica en que la primera consiste en contar el número de celdas que contribuyen a cada celda, mientras que en la segunda se cuentan los milímetros de escurrimiento asociados con cada celda. Por último se estima el

índice de inundación (I_{in}) con base en la siguiente expresión:

$$I_{in} = \ln\left(\frac{AcQ}{\tan S}\right)$$

Ac Q = Acumulación de escurrimiento

S = Pendiente

La metodología se calibró en la Región Hidrológica Lerma-Santiago y mostró resultados razonables en la identificación de zonas perennemente inundadas, como lagos y ríos. Posteriormente, el índice se probó en la planicie de inundación de Tabasco, en donde también se obtuvieron resultados aceptables.

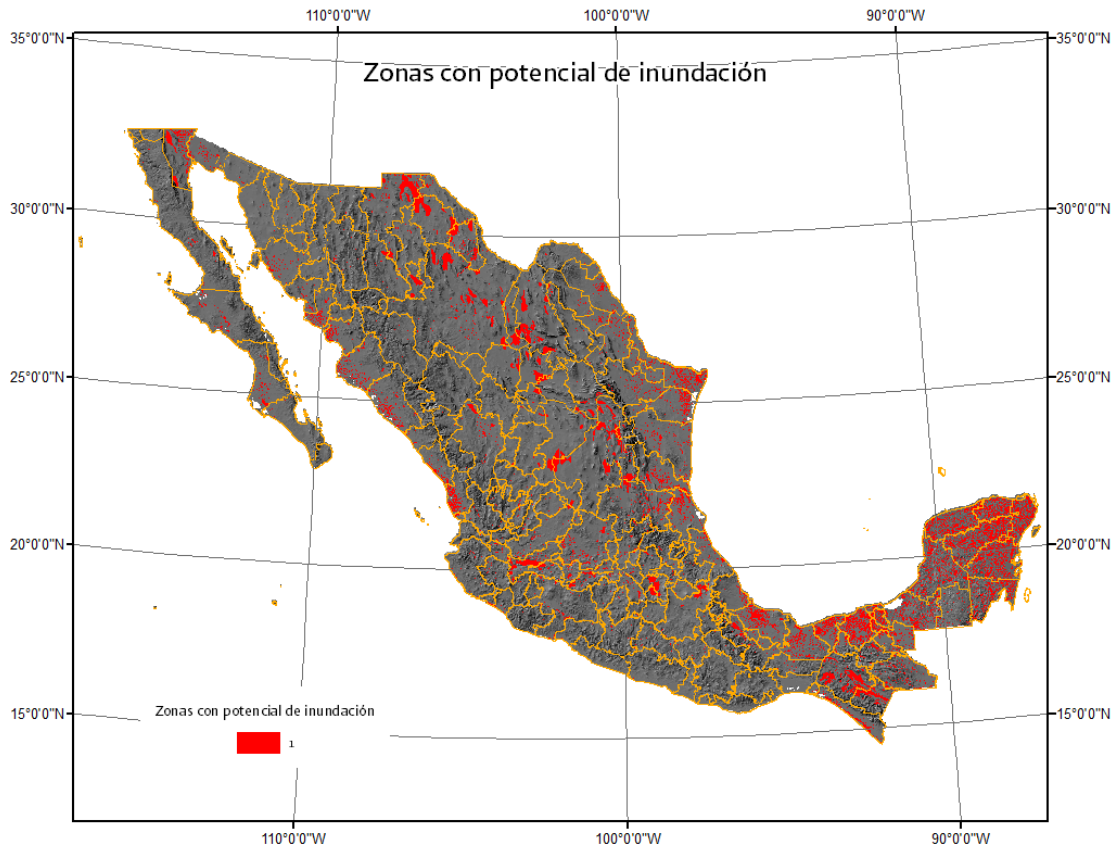
Se presenta un mapa nacional que indica zonas perennes o efímeramente inundadas y zonas libres de dicha amenaza. El índice de inundación se aplicó a las 37 regiones hidrológicas que conforman el territorio mexicano. Los resultados obtenidos muestran que las zonas identificadas con riesgo de inundación coinciden con las regiones de baja pendiente, e incluso es posible capturar cuerpos de agua importantes, como el lago de Chapala y el cauce de algunos ríos.

Hay que destacar que la metodología empleada no incluye información de la ubicación de los cuerpos de agua. Sin embargo, el resultado obtenido plantea que el índice tiene la capacidad de identificar regiones perennemente inundadas, y su validez se extiende a zonas efímeramente saturadas.

En el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), para favorecer el manejo digital en el mapa de índice de inundación (Figura 3-7) en formato matricial binario (raster), el valor de 1 representa las superficies inundables y de 0 las no inundables. A partir del archivo binario se realizó la transformación al formato vectorial que fue la base para el desarrollo de los mapas que a continuación se relacionan:

- Mapa regional de zonas inundables. Este producto fue el resultado de cruzar el mapa nacional de zonas inundables con el mapa de regiones hidrológicas administrativas, este mapa representa cada una de las trece regiones con la distribución y cuantificación general de las superficies sujetas a inundación.
- Mapa regional de localidades urbanas inundables. Estos mapas son la resultante de la sobre posición del mapa regional de zonas inundables con el de localidades urbanas. Esto permite identificar y dimensionar las ciudades en riesgo de inundación, la población potencialmente afectada y la orientación de programas y proyectos que a nivel regional apoyen las medidas de prevención o mitigación de daños.
- Mapa regional de zonas inundables a nivel de célula de planeación. Proporciona información sobre la distribución y superficie de afectación al nivel de célula en cada una de las trece regiones hidrológico-administrativas.
- Mapa regional de localidades urbanas inundables a nivel de célula de planeación. Proporciona información sobre el número de localidades, distribución y superficie de afectación al nivel de célula en cada una de las trece regiones hidrológicas administrativas.

Figura 3-7 Mapa Nacional de Zonas con Potencial de Inundación



Fuente: IMTA con base en información de Agroasemex, S, A.

Para la RHA X GC las zonas con potencial de inundación se ubican principalmente en el estado de Veracruz, particularmente en los

alrededores de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos. Sin embargo, también se observaron zonas con potencial de inundación en la

parte norte del estado, estando estas presentes en menor cantidad (Figura 3-8).

Figura 3-8 Mapa de Zonas con Potencial de Inundación en la RHA X GC.



Fuente: IMTA con base en información de Agroasemex, S. A.

En total se identificó un área de 11,057.58 km² con potencial de inundación en la región (Tabla 3-3). Actualmente se están tomando las medidas necesarias para mitigar los im-

pactos que usualmente sufren las zonas conurbadas más bajas y próximas a los cauces.

Tabla 3-3 Relación de Zonas con Potencial de Inundación en la RHA X GC.

Estado	Nombre Consejo de cuenca	Área inundación km ²
Hidalgo		32.75
Puebla	Tuxpan-Jamapa	79.40
Veracruz de Ignacio de la llave		876.29
Oaxaca		1,337.80
Puebla	Papaloapan	52.30
Veracruz de Ignacio de la llave		4,346.56
Oaxaca		466.57
Veracruz de Ignacio de la llave	Coatzacoalcos	3,865.91
SUMA		11,057.58

Fuente: Elaboración del IMTA con datos de Agroasemex, S. A.

3.2 Caracterización socioeconómica

La población en la RHA X GC es de 10 millones de habitantes (INEGI 2010), de los cuales el 57% vive en zonas urbanas y el 43% en zona rural. Existen en la región 23,586 localidades (23,145 rurales y 441 urbanas). La densidad regional de población es de 96 hab/km² sin embargo, existen 10 ciudades con una población mayor a 100 mil habitantes (Veracruz, Xalapa-Enríquez, Tehuacán, Coatzacoalcos, Poza Rica de Hidalgo, Córdoba, Veracruz, Orizaba, Minatitlán y Juan Bautista Tuxtepec).

De acuerdo con información del Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el año 2005, 265 localidades se clasificaron con un grado de marginación desde muy bajo hasta muy alto en la región. Al analizar la distribución de la población que habla una lengua indígena, se observó cierta coexistencia entre el grado de marginación y la concentración de comunidades rurales en zonas serranas.

Empleo. Para el año 2010, la población económicamente activa en la región era de 3 749 351 personas ocupadas, es decir 37.20% de la población total actual. En el consejo de cuenca Tuxpan al Jamapa se concentra la mayoría de la población económicamente activa con 2 086 285 personas, lo que representa el 56% de la región; le sigue el consejo del río Papaloapan con 1 201 677 personas que representa 32% y el consejo del río Coatzacoalcos con un 12%, con 461,389 personas (INEGI, 2010).

Por otra parte, de la población económicamente activa dentro de la región, el 36.01% se ocupa en el sector primario, el 20.21% en el secundario y el 41.93% en el sector terciario (INEGI, 2010).

Salud. En la región, 5 691 841 habitantes tienen acceso a los servicios de salud, lo que representa cerca del 56.46% de la población total. Los porcentajes varían; en el consejo de Tuxpan se tiene el 53% de la población

con derecho a servicios de salud mientras que en el consejo del río Papaloapan se tiene el 34%, dejando al consejo de Coatzacoalcos con el menor porcentaje (13%) (INEGI, 2010).

Escolaridad. De acuerdo con el censo de población y vivienda del 2010 llevado a cabo por INEGI, el grado promedio de escolaridad a nivel nacional es de 8.63. Sin embargo, al realizar el cálculo a partir de los datos de acceso público que ofrece el INEGI en su página web, el promedio nacional sólo alcanza 4.9 años estudiados.

El grado promedio de escolaridad calculado en la región es de 5.69 años, 2.94 años por debajo del promedio nacional (8.63), lo que significa que la población ha estudiado hasta la mitad del sexto año de primaria.

El promedio de población analfabeta, es decir, la población mayor de 15 que no sabe leer y escribir, para la región es de 18.54%.

Índice de desarrollo humano. Desde hace algunos años se han elaborado índices para medir el desarrollo, la marginación y la pobreza en México. Los índices más interesantes, que aportan datos para conocer, sobre todo, la situación social de la población son: el Índice de Desarrollo Humano (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD), el Índice de Marginación (Consejo Nacional de Población, CONAPO) y el Índice de Pobreza y Rezago Social (Consejo Nacional de Evaluación, CONEVAL).

El Índice de Desarrollo Humano mide algunas variables como la esperanza de vida al nacer, el logro educacional y el nivel de vida. En la región Golfo Centro, el Índice de Desarrollo Humano, en promedio, es de 0.624 esto significa que se encuentra en un rango general medio.

En cuanto al Índice de Marginación que mide las privaciones y carencias de la población relacionadas a las necesidades básicas establecidas como derechos constitucionales, desarrollado por el CONAPO, muestra que el

consejo del Papaloapan tiene el mayor porcentaje de localidades con muy alta Marginación (51%), mientras que los otros dos consejos de cuenca presentaron sus más altos porcentajes de localidades con una muy baja marginación.

Los indicadores de pobreza, desarrollados por el Coneval, han sido una guía para conocer zonas específicas en donde se necesita la aplicación de programas focalizados para disminuir las condiciones de pobreza de la población. Se trata de una metodología multidimensional en la que se distinguen tres tipos de pobreza: la alimentaria, que se refiere a la incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria con todo el ingreso disponible en el hogar. La de capacidades, que se refiere a la insuficiencia del ingreso disponible para adquirir el valor de la canasta alimentaria y efectuar los gastos necesarios en salud y educación, incluso utilizando el ingreso total de los hogares nada más que para estos fines. Por último, la de patrimonio, que muestra la insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, así como realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación, aunque la totalidad del ingreso del hogar se utilice exclusivamente para adquirir estos bienes y servicios.

Es importante notar las diferencias entre los consejos de cuenca y entre los ámbitos rural y urbano. De los tres consejos de cuenca, el consejo del río Papaloapan presenta los mayores valores de pobreza en los tres tipos. Todos los consejos presentan la mayor pobreza de tipo patrimonial y en cuanto al ámbito urbano y rural, es en este último donde los tres consejos de cuenca presentan los mayores valores de pobreza.

El Índice de Rezago Social, también creado por el Coneval, incorpora las dimensiones de educación, acceso a servicios de salud, servicios básicos, calidad, espacios en la vivienda y activos en el hogar. La región cuenta con 7,749 localidades con rezago medio; 2,795 con bajo; 2,670 con rezago alto; 883 con rezago muy alto y 1,137 con rezago muy bajo. El mayor número de localidades en la

región están en el rango de rezago social medio.

Pueblos indígenas. En la RHA X GC, la población indígena suma 2 100 503 habitantes lo que corresponde 20.83% de la población total de la región, de éstos, 51% son mujeres y 49% hombres. La mayor parte de la población indígena se ubica en el consejo de cuenca del Río Papaloapan 58%, mientras que el 41% se ubica en el consejo de los ríos Tuxpan al Jamapa y tan solo el 11% se localiza en el Coatzacoalcos (INEGI, 200).

El acceso a los servicios básicos en las viviendas indígenas dentro de la región es como sigue: 14.09% tiene piso de tierra, lo que equivale a 271 032 viviendas; 10.89% dispone de agua entubada (209 466 viviendas); 17.63% cuenta con servicio sanitario (339,046 viviendas); 17.49% tiene energía eléctrica (336 304 viviendas) y 17.76%, el equivalente a 341 548 viviendas cocinan con leña o carbón (INEGI, 200).

3.3 Caracterización fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca.

La Región Hidrológico-Administrativa X tiene asociadas superficies delimitadas de forma administrativa y natural. La delimitación administrativa está conformada por el Organismo de Cuenca y los Consejos de Cuenca. El Organismo de Cuenca agrupa un número de municipios y estados completos, en algunos casos parciales. Por todo ello, la delimitación de la RHA X GC se basó en el criterio de aproximar la periferia del conjunto de municipios a la delimitación natural de 31 cuencas hidrográficas y 22 acuíferos, cuya administración ha sido atribuida oficialmente a la RHA y con base en esta delimitación se describe su fisiografía, meteorología e hidrografía.

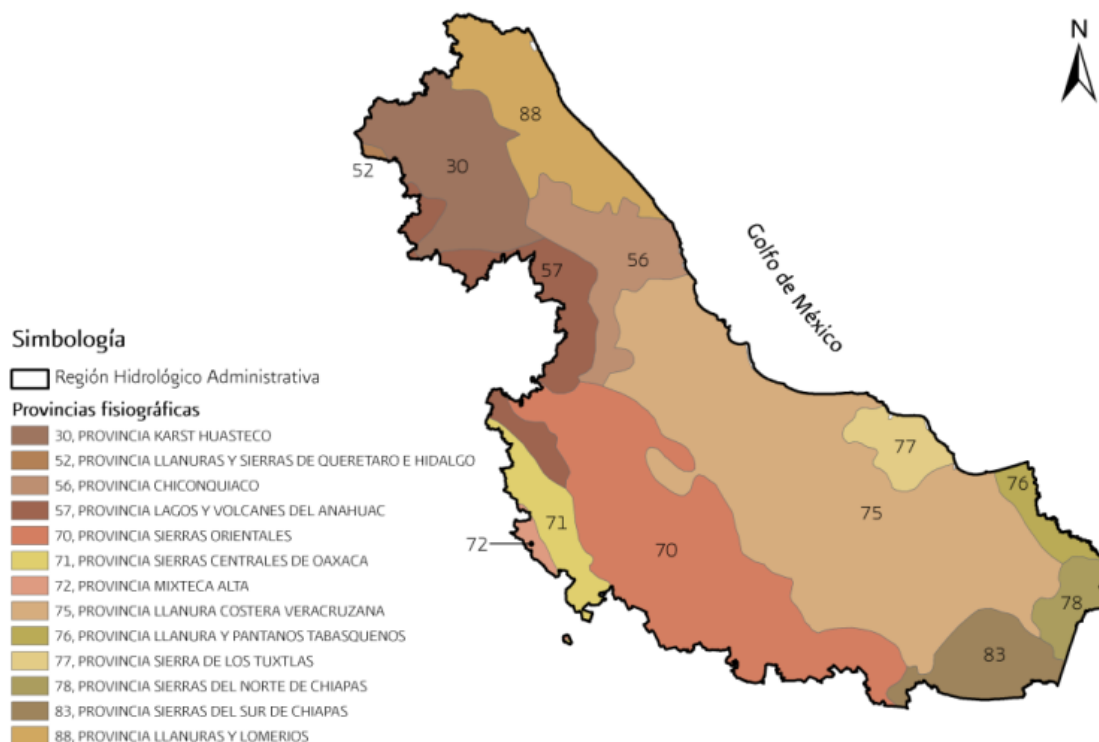
3.3.1 Fisiografía

La RHA X GC está conformada por 13 provincias fisiográficas de las cuales dos, la provincia Llanura Costera Veracruzana (número

75) y la provincia Sierras Orientales (número 70), conforman el 56.6% del total de la región. La provincia Karst Huasteco (número 30) y la provincia Llanuras y Lomeríos (número 88) solo conforman el 8.9% y el 8.0%

del total de la región respectivamente. Las otras 9 provincias aportan menos del 8% al total (Figura 3-9; Tabla 3-4) (PHR, RHA X-Golfo Centro, CONAGUA 2011).

Figura 3-9 Provincias fisiográficas de la RHA X GC



Fuente: IMTA. 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/>

Tabla 3-4 Provincias fisiográficas

No de provincia	Nombre de la provincia fisiográfica	Área de provincia fisiográfica dentro de la RHA Xkm ²	% de área de RHA
30	Provincia karst huasteco	9,257.68	8.9%
52	Provincia llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo	136.24	0.1%
56	Provincia Chiconquiaco	6,224.77	6.0%
57	Provincia lagos y volcanes del Anáhuac	6,132.73	5.9%
70	Provincia sierras orientales	22,161.36	21.2%
71	Provincia sierras centrales de Oaxaca	3,394.45	3.2%
72	Provincia mixteca alta	533.99	0.5%
75	Provincia llanura costera veracruzana	36,975.37	35.4%
76	Provincia llanura y pantanos tabasqueños	1,687.72	1.6%

No de provincia	Nombre de la provincia fisiográfica	Área de provincia fisiográfica dentro de la RHA Xkm ²	% de área de RHA
77	Provincia sierra de los Tuxtlas	2,626.73	2.5%
78	Provincia sierras del norte de Chiapas	2,169.92	2.1%
83	Provincia sierras del sur de Chiapas	4,656.24	4.5%
88	Provincia llanuras y lomeríos	8,346.28	8.0%

Fuente: IMTA. 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/>

El 46.8% de la superficie total de la región se caracteriza por tener una variación en altitud de 0 a 200 msnm, este rango predomina principalmente en las provincias fisiográficas: Llanura Costera Veracruzana (75) y Llanuras y Lomeríos (88). En la zona de la Sierra Ma-

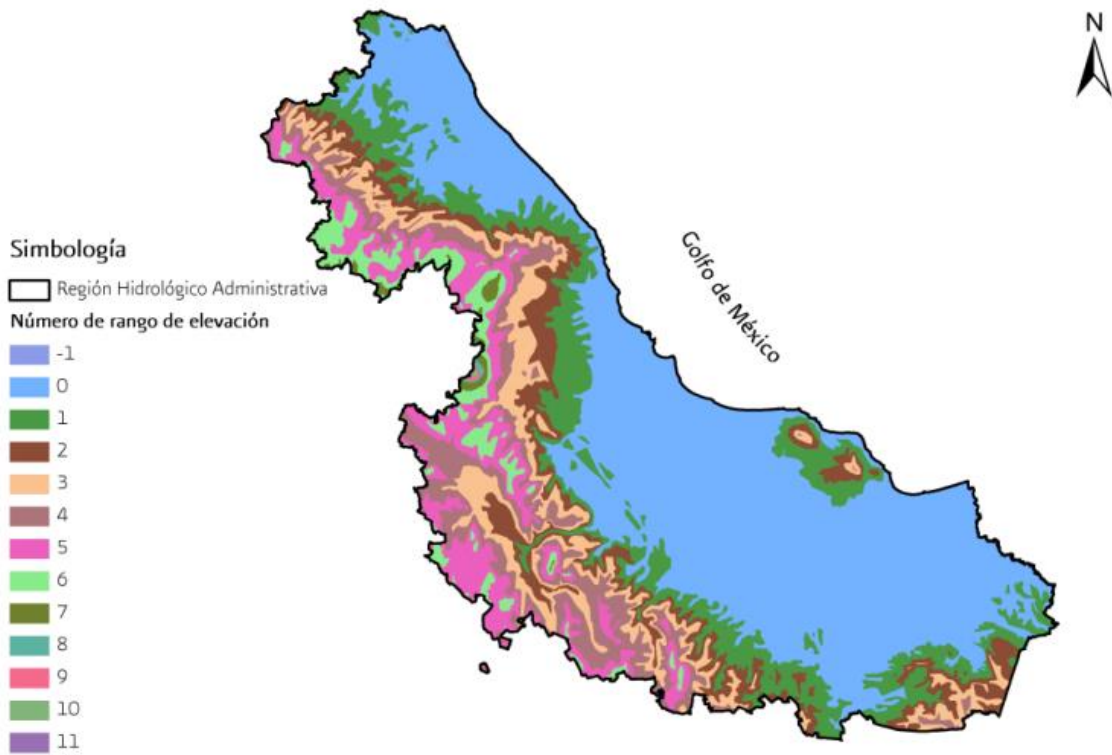
dre Oriental la variación es de 500 a 2,500 msnm. En algunas zonas como la del Cofre de Perote el rango de altitud se encuentra entre los 3,000 a 3,500 y en el Pico de Orizaba la altitud rebasa los 5,000 msnm (Figura 3-10-, Tabla 3-5).

Tabla 3-5 Rangos de elevación (msnm)

No de Rango	Rango	% de área de RHA
-1	0 a -200	0.1%
0	0 a 200	46.8%
1	200 a 500	14.6%
2	500 a 1,000	8.9%
3	1,000 a 1,500	8.5%
4	1,500 a 2,000	8.7%
5	2,000 a 2,500	7.9%
6	2,500 a 3,000	3.8%
7	3,000 a 3,500	0.5%
8	3,500 a 4,000	0.1%
9	4,000 a 4,500	0.0%
10	4,500 a 5,000	0.0%
11	> 5,000	0.0%

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

Figura 3-10 Relieve (Hipsobatimetría)



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

De acuerdo con el relieve de la región, las pendientes en las zonas con un rango de variación de altitud de entre 0 a 200 msnm son planas (<1°) y muy suavemente inclinadas (1-3°), mientras que en la zona monta-

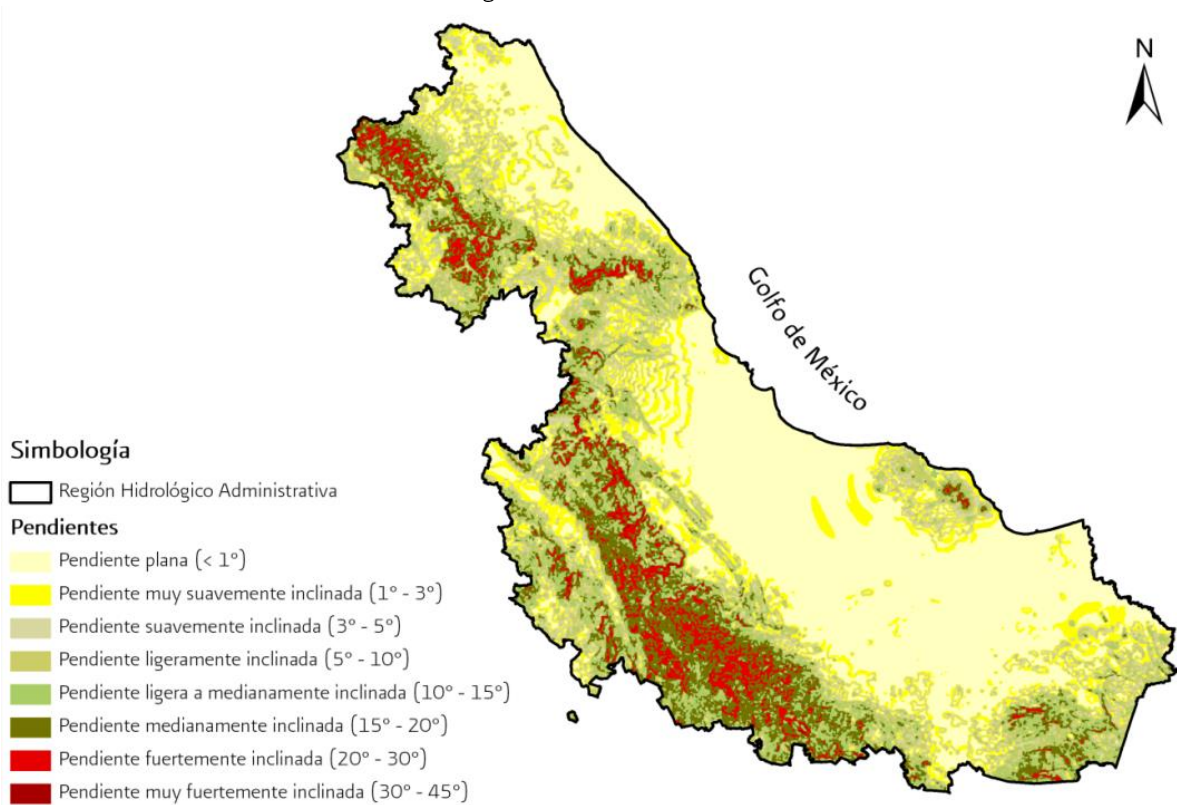
ñosa de la Sierra Madre Oriental se tiene un terreno totalmente accidentado con pendientes fuertemente inclinadas entre 20° y 30° (Tabla 3-6; Figura 3-11).

Tabla 3-6 Tipos de pendientes

No de pendiente	Tipo de pendiente	% de área de RHA
1	Pendiente plana (< 1°)	38.8%
2	Pendiente muy suavemente inclinada (1-3°)	11.7%
3	Pendiente suavemente inclinada (3-5°)	11.2%
4	Pendiente ligeramente inclinada (5-10°)	10.4%
5	Pendiente ligera a medianamente inclinada (10-15°)	11.2%
6	Pendiente medianamente inclinada (15-20°)	12.0%
7	Pendiente fuertemente inclinada (20-30°)	4.6%
8	Pendiente muy fuertemente inclinada (30-45°)	0.1%

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.

Figura 3-11 Pendientes



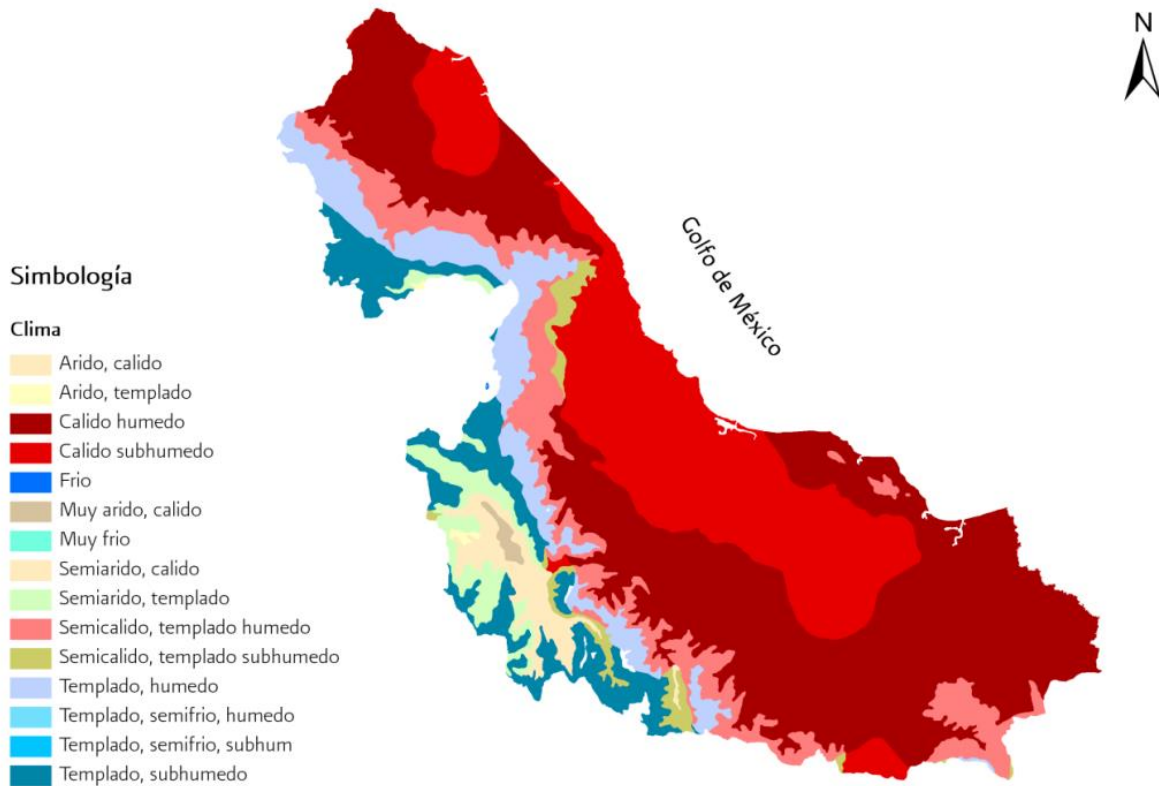
Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Semarnat. Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Investigaciones en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. (ed.), Fecha de publicación: Junio de 2003. <http://infoteca.Semarnat.gob.mx/metadataexplorer/explorer.jsp> (Ángulos de inclinación)

3.3.2 Meteorología

Las bajas elevaciones sobre el nivel del mar, los vientos húmedos del Golfo de México y la ubicación en la zona intertropical, propician que casi el 65% de extensión de la RHA X GC cuente con un clima cálido húmedo y cálido subhúmedo. Este tipo de clima se observa sobre las provincias Llanura Costera Veracruzana y Llanuras y Lomeríos así como

al norte de la región. Hacia las zonas de la Sierra Madre Oriental en dirección occidente y conforme se incrementan las elevaciones sobre el nivel del mar los climas varían de semicálidos a templados. En las zonas de alta montaña se tienen climas semiáridos y áridos, y en lo que corresponde a la zona del Pico de Orizaba y Cofre de Perote el clima es predominantemente frío (Figura 3.12; Tabla 3-7).

Figura 3-12 Clima en la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: CONAGUA, Organismo de Cuenca Golfo Centro.

Tabla 3-7 Tipos de clima en la RHA X GC

Clima	Área km2	% de área
Árido, cálido	2,161.01	2.1%
Árido, templado	135.24	0.1%
Cálido húmedo	42,216.41	40.8%
Cálido subhúmedo	24,928.39	24.1%
Muy árido, cálido	321.62	0.3%
Semiárido, cálido	700.90	0.7%
Semiárido, templado	3,003.56	2.9%
Semiárido, templado humeado	11,309.77	10.9%
Semicálido, templado subhúmedo	1,932.73	1.9%
Templado, húmedo	7,692.97	7.4%
Templado, semifrío, húmedo	1,021.03	1.0%
Templado, subhúmedo	8,072.97	7.8%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: CONAGUA, Organismo de Cuenca Golfo Centro. Unidades climáticas.

Temperatura

La RHA X GC se ubica dentro de la zona intertropical del planeta donde el clima y las temperaturas varían primordialmente en

función del relieve, este se convierte en el factor modificador del clima de mayor importancia. Este hecho ha determinado un criterio para la conceptualización de los pisos térmicos, que son fajas climáticas delimita-

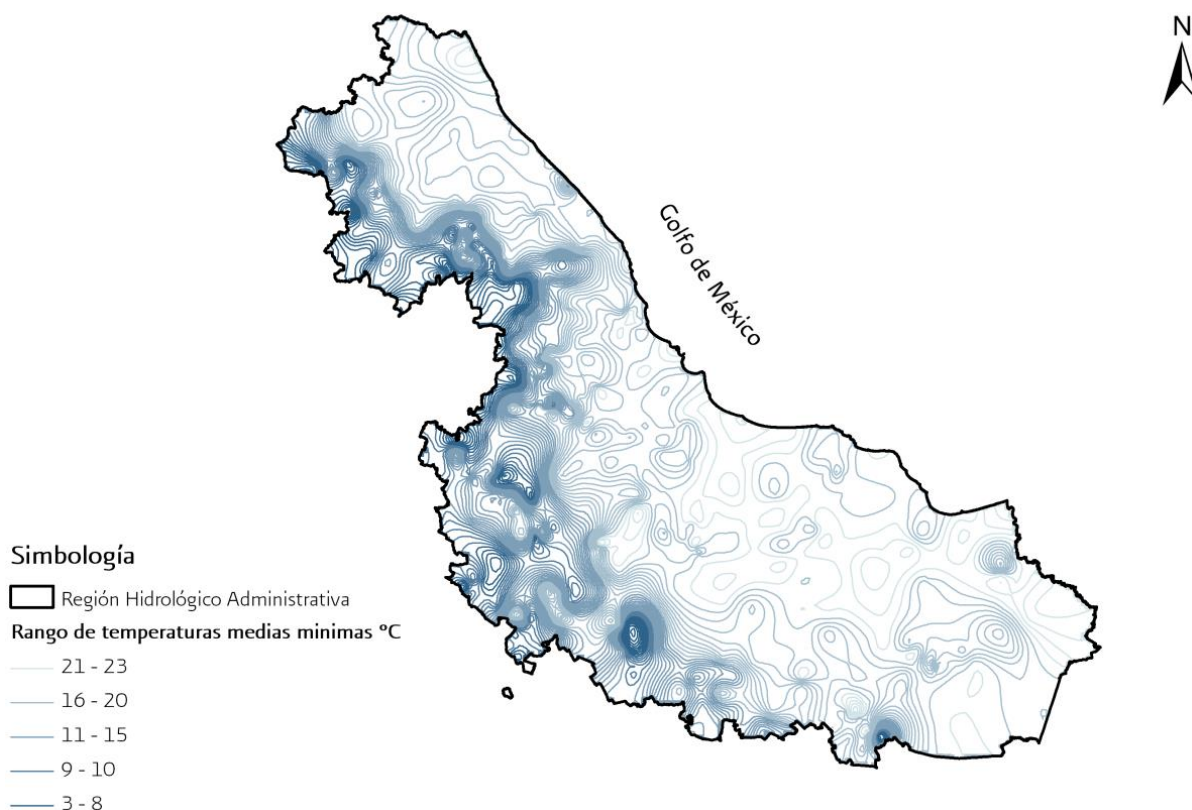
das por curvas de nivel que generan también curvas de temperatura (isotermas) las cuales se han establecido tomando en cuenta: tipos de vegetación, temperatura y orientación del relieve. Se considera la existencia de cuatro pisos térmicos en la zona intertropical:

1. **Macrotérmico** (menos de 1 km de altura): con una temperatura que varía entre los 27° al nivel del mar y los 20°.
2. **Mesotérmico** (1 a 3 km): presenta una temperatura entre los 10 y 20 °C, su clima es templado de montaña.
3. **Microtérmico** (3 a 4,7 km): su temperatura varía entre los 0 y 10 °C. Presenta un tipo de clima de Páramo o frío.

4. **Gélido** (más de 4,7 km): su temperatura es menor de 0 °C y le corresponde un clima de nieves perpetuas.

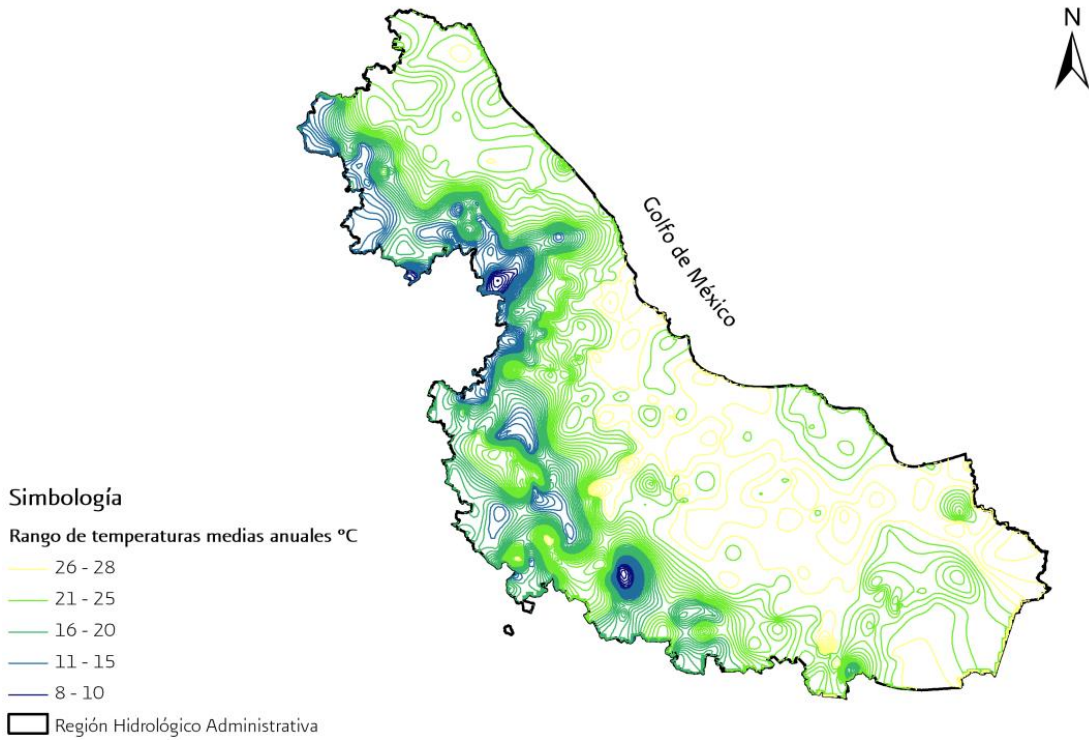
Dado lo anterior, en la Región se tienen temperaturas de carácter Gélido, principalmente en dos zonas: Cofre de Perote y Pico de Orizaba con una temperatura media mínima anual de 3°C (Figura 3.13). La temperatura media anual de 19°C (Figura 3-14) se localiza principalmente al occidente de la región mientras que la temperatura media máxima anual de 25°C (Figura 3.15) se presenta de manera extensa en la mayor parte de la región.

Figura 3-13 Temperatura media mínima anual



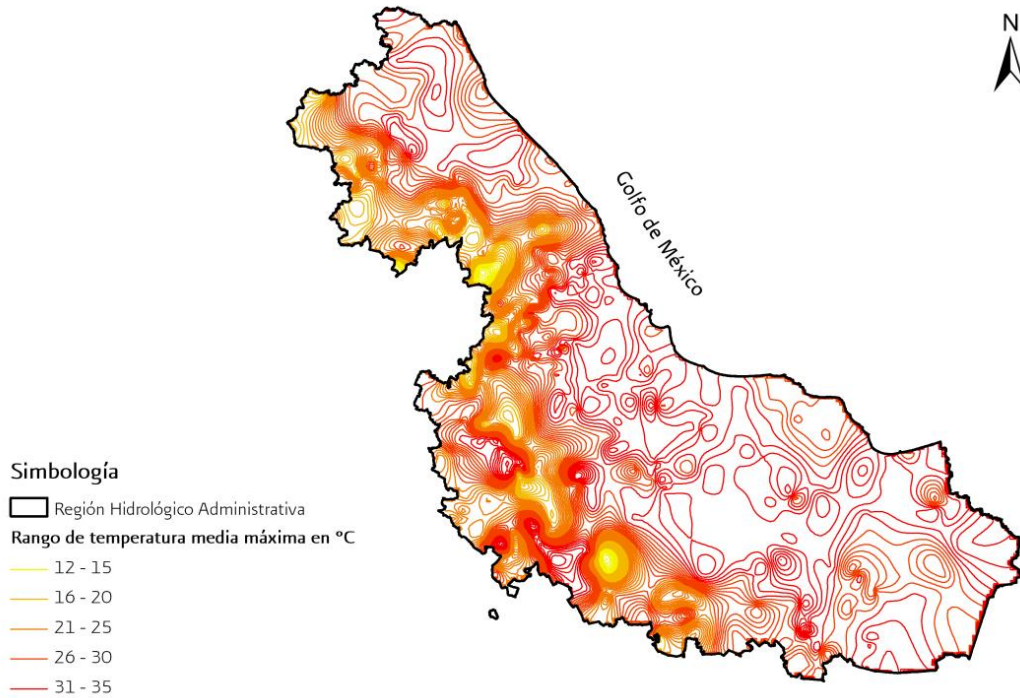
Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: CONAGUA, Organismo de Cuenca Golfo Centro.
Temperaturas medias mínimas mensuales

Figura 3-14 Temperatura media anual



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: CONAGUA, Organismo de Cuenca Golfo Centro.
Temperaturas medias mensuales

Figura 3-15 Temperatura media máxima anual



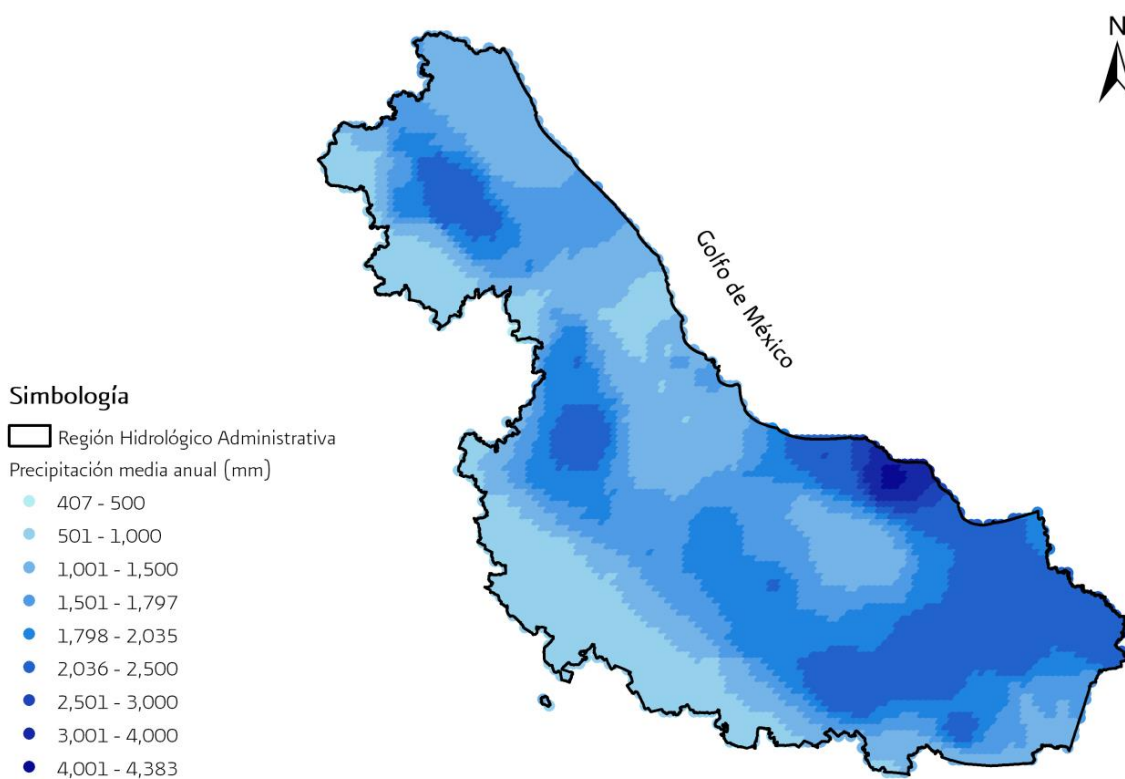
Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: CONAGUA, Organismo de Cuenca Golfo Centro.
Temperaturas medias máximas mensuales

Precipitación

En la RHA X GC la precipitación media anual es de 1,594 mm, sin embargo, esta varía desde los 400 mm al suroeste del municipio de Perote, hasta aproximadamente los 4,400 mm en el municipio de Catemaco. En las zonas áridas de alta montaña la precipitación es menor, 500 mm anuales. Al des-

cender la altitud y en climas templados subhúmedos la precipitación aumenta de 500 a 1,000 mm. El 60% de la superficie de la región tiene una precipitación de 1,000 a 2,000 mm, el 21% de la superficie 2,000 a 3,000 mm y sobre la sierra Los Tuxtlas que representa un 1.1% de la región llueven de 3,000 a 4,000 mm al año (Figura 3-16).

Figura 3-16 Precipitación media anual



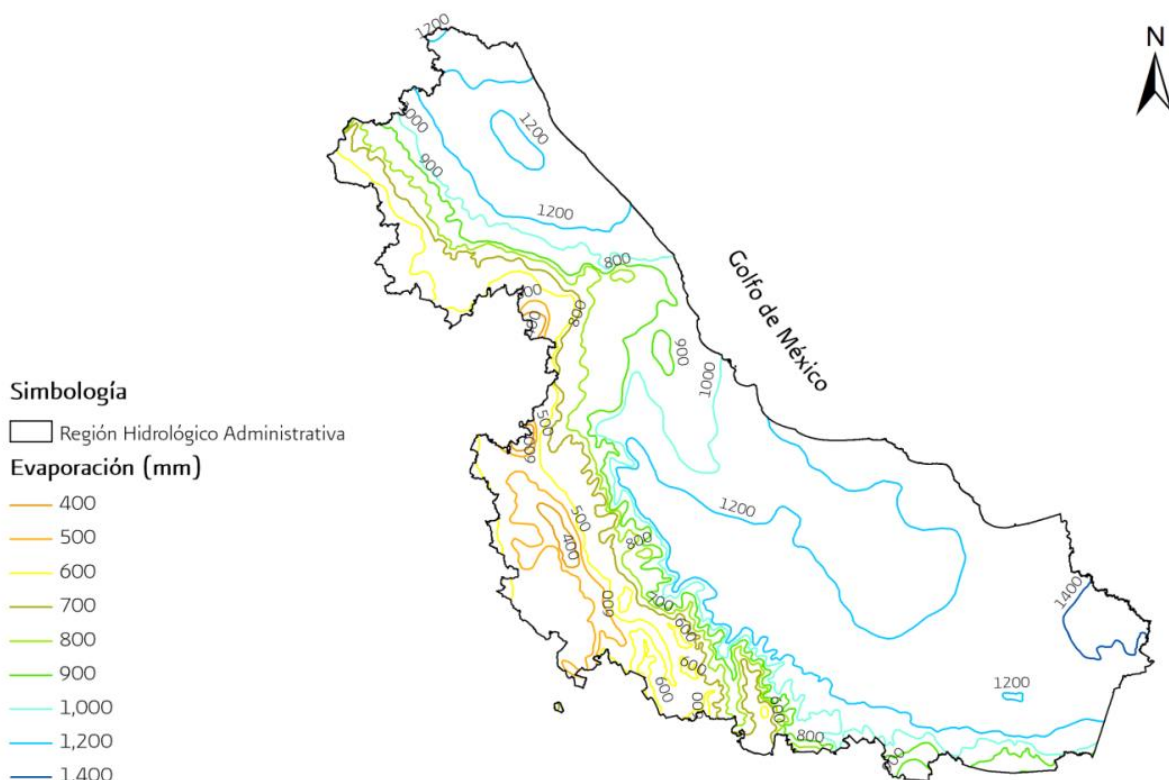
Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: base de datos CLICOM actualizado a 2009.

Evaporación

La evaporación media anual en la RHA X GC es aproximadamente de 820 mm, la evaporación máxima de 1,400 mm se presenta al sureste de la región. Sin embargo, la evapo-

ración predominante es de 1,200 mm localizándose en las zonas bajas de la región y al ascender sobre la Sierra Madre Oriental la evaporación disminuye hasta los 400 mm (Figura 3-17).

Figura 3-17 Evaporación



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI 2000. Evaporación.

3.3.3 Hidrología

La RHA X GC está conformada por 31 cuencas hidrológicas las cuales albergan un área total de 102,232.20 km² dentro de la Región (Figura 3-18; Tabla 3-8). De las 31 cuencas hidrológicas, 13 pertenecen al Consejo de Cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa (ríos Tuxpan, Cazonces, Tecolutla, Nautla, Misantla, Colipa, Llanuras de Tuxpan, Actopan, La Antigua, Jamapa, Cotaxtla, Jamapa-Cotaxtla y Llanuras de Actopan), estas constituyen un área de 33,511.20 km² dentro de la región, siendo la del río Tecolutla la cuenca con la mayor superficie dentro de este consejo y la cuenca del Río Jamapa – Cotaxtla la cuenca con la superficie más pequeña no solo del consejo sino dentro de toda la región 7,966.80 y 310.80 km² respectivamente (Figura 3.18; Tabla 3-8).

Las 12 cuencas pertenecientes al Consejo de Cuenca del Río Papaloapan (ríos Salado,

Grande, Trinidad, Valle Nacional, Playa Vicente, Santo Domingo, Tonto, Blanco, San Juan, Tesechoacán, Papaloapan y Llanuras de Papaloapan) suman un área total de 47,168.10 km² dentro de la RHA X GC, siendo las Llanuras de Papaloapan la cuenca con la mayor aportación de área dentro de este consejo y la del río Tesechoacán la cuenca con la menor aportación 6,737.70 y 1,183.50 km² respectivamente (Figura 3.16; Tabla 3.8).

Por último, las seis cuencas pertenecientes al Consejo del Río Coatzacoalcos (Alto Río Coatzacoalcos, Bajo Río Coatzacoalcos, Alto Río Uxpanapa, Bajo Río Uxpanapa, Río Huazuntlán y Llanuras del Coatzacoalcos), albergan un área total de 21,552.90 km² siendo el Alto Río Coatzacoalcos la cuenca más prominente no solo del consejo sino de toda la región y las Llanuras del Coatzacoalcos la cuenca con la menor área dentro del

consejo 10,638.00 y 322.10 km² respectivamente (Figura 3-18; Tabla 3-8).

Figura 3-18 Marco Hidrológico de las cuencas.



Fuente: Semarnat, 2011.

Tabla 3-8 Cuencas hidrológicas

Clave Cuenca	Nombre Cuenca	Descripción	Fecha de publicación DOF	Área DOF (km ²)
2706	Río Tuxpan	Río Tuxpan: Desde el nacimiento del Río Tuxpan hasta su desembocadura en el Golfo de México	27/02/2009	6,486.50
2707	Río Cazones	Desde el nacimiento del Río Cazones hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	2,775.90
2708	Río Tecolutla	Desde su nacimiento del Río Tecolutla hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	7,966.80
2709	Río Nautla	Desde el nacimiento del Río Nautla hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	2,844.00

Clave Cuenca	Nombre Cuenca	Descripción	Fecha de publicación DOF	Área DOF (km²)
2710	Río Misantla	Desde su nacimiento del Río Misantla hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	595.90
2711	Río Colipa	Desde el nacimiento del Río Colipa hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	482.80
2712	Llanuras de Tuxpan	Desde el nacimiento de los ríos Tenixtepec y Solteros hasta su desembocadura en el Golfo de México.	27/02/2009	1,606.50
2813	Río Actopan	Desde el nacimiento del Río Actopan hasta su desembocadura en el Golfo de México	03/11/2008	2,045.80
2814	Río La Antigua	Desde el nacimiento del Río La Antigua hasta su desembocadura en el Golfo de México	03/11/2008	3,443.90
2815	Río Jamapa	Desde el nacimiento del Río Jamapa hasta la EH El Tejar	03/11/2008	1,976.10
2816	Río Cotaxtla	Desde el nacimiento del Río Cotaxtla hasta la EH Paso del Toro	03/11/2008	1,708.50
2817	Río Jamapa-Cotaxtla	Desde las EH El Tejar y Paso del Toro hasta su desembocadura en el Golfo de México	03/11/2008	310.80
2818	Llanuras de Actopan	Desde el nacimiento de pequeñas corrientes hasta su desembocadura en el Golfo de México	03/11/2008	1,267.70
Ríos Tuxpan al Jamapa				33,511.20
2801	Río Salado	Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Grande	25/11/2010	6,166.90
2802	Río Grande	Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Salado	25/11/2010	4,941.50
2803	Río Trinidad	Desde su nacimiento hasta las EH Bellaco y Achotal	25/11/2010	5,298.20
2804	Río Valle Nacional	Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	1,364.00
2805	Río Playa Vicente	Desde su nacimiento hasta la EH Azueta	25/11/2010	4,566.10
2806	Río Santo Domingo	Desde la unión de los ríos Salado y Grande hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	2,591.30
2807	Río Tonto	Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	5,312.60
2808	Río Blanco	Desde su nacimiento hasta su desembocadura a la Laguna de Alvarado	25/11/2010	2,324.20
2809	Río San Juan	Desde las EH Bellaco y Achotal hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	4,344.60
2810	Río Tesechoacán	Desde la EH Azueta hasta su confluencia con el Río Papaloapan	25/11/2010	1,183.50
2811	Río Papaloapan	Desde la confluencia de los ríos Santo Domingo, Valle Nacional y Tonto con el Río Papaloapan, hasta donde se le une a este último el Río Tesechoacán	25/11/2010	2,337.50
2812	Llanuras de Papaloapan	Desde la confluencia de los ríos Tesechoacán y San Juan con el Río Papaloapan hasta su	25/11/2010	6,737.70

Clave Cuenca	Nombre Cuenca	Descripción	Fecha de publicación DOF	Área DOF (km²)
		desembocadura al Golfo de México, y corrientes que descargan directamente a la Laguna de Alvarado y Golfo de México		
Río Papaloapan				47,168.10
2910	Alto Río Coatzacoalcos	Desde el nacimiento del Río Coatzacoalcos hasta la EH Las perlas	10/11/2008	10,638.00
2911	Bajo Río Coatzacoalcos	Desde la EH Las Perlas hasta su confluencia con el Río Uxpanapa	10/11/2008	3,734.70
2912	Alto Río Uxpanapa	Desde el nacimiento del Río Uxpanapa hasta la EH Tierra Morada	10/11/2008	3,284.80
2913	Bajo Río Uxpanapa	Desde la EH Tierra Morada hasta su confluencia con el Río Coatzacoalcos	10/11/2008	1,905.10
2914	Río Huazuntlán	Desde el nacimiento del Río Huazuntlán hasta su confluencia con el Coatzacoalcos y desde la confluencia de los ríos Uxpanapa y Coatzacoalcos	10/11/2008	1,668.20
2915	Llanuras del Coatzacoalcos	Desde la confluencia del Río Huazuntlán con el Río Coatzacoalcos hasta su desembocadura en el Golfo de México	10/11/2008	322.10
Río Coatzacoalcos				21,552.90
Área total				102,232.20

Fuente: Estudios de disponibilidad publicados en el DOF en diferentes fechas.

La Región Golfo Centro es la segunda región más importante en cuanto a su escurrimiento natural medio superficial en el país, con un flujo de 100,946 millones de metros cúbicos al año, sólo superada por la Región Frontera Sur (Semarnat, 2011). Dentro de la región, la cuenca del río Papaloapan es la cuenca que

presenta los valores más altos de área y escurrimiento natural medio superficial 46,517 km² y 44,662 hm³/año respectivamente sin embargo, el río más largo dentro de la región es el río Tecolutla 375 km (Tabla 3.9).

Tabla 3-9 Escurrimiento medio superficial en la RHA H GC

Río	Escurrimiento natural medio superficial (hm³/año)	Área de la cuenca (km²)	Longitud del río (Km)	Localidades con fuerte problemática de inundación
Tuxpan	2,076	5,899	150	Tuxpan, Álamo
Cazones	1,712	2,688	145	Poza Rica
Tecolutla	6,095	7,903	375	
Nautla	2,217	2,785	124	
Actopan	884	2,000		
La Antigua	2,139	2,827	139	
Jamapa -Cotaxtla	2,563	4,061	368	Veracruz, Boca del Río,

Rio	Escurrimiento natural medio superficial (hm ³ /año)	Área de la cuenca (km ²)	Longitud del río (Km)	Localidades con fuerte problemática de inundación
				Medellín de Bravo
Papaloapan	44,662	46,517	354	Cosamaloapan
Coatzacoalcos	28,093	17,369	325	Coatzacoalcos, Minatitlán
Tonalá	11,389	5,679	82	Agua Dulce, Las Choapas
Suma:	101,830	97,728	2,062	

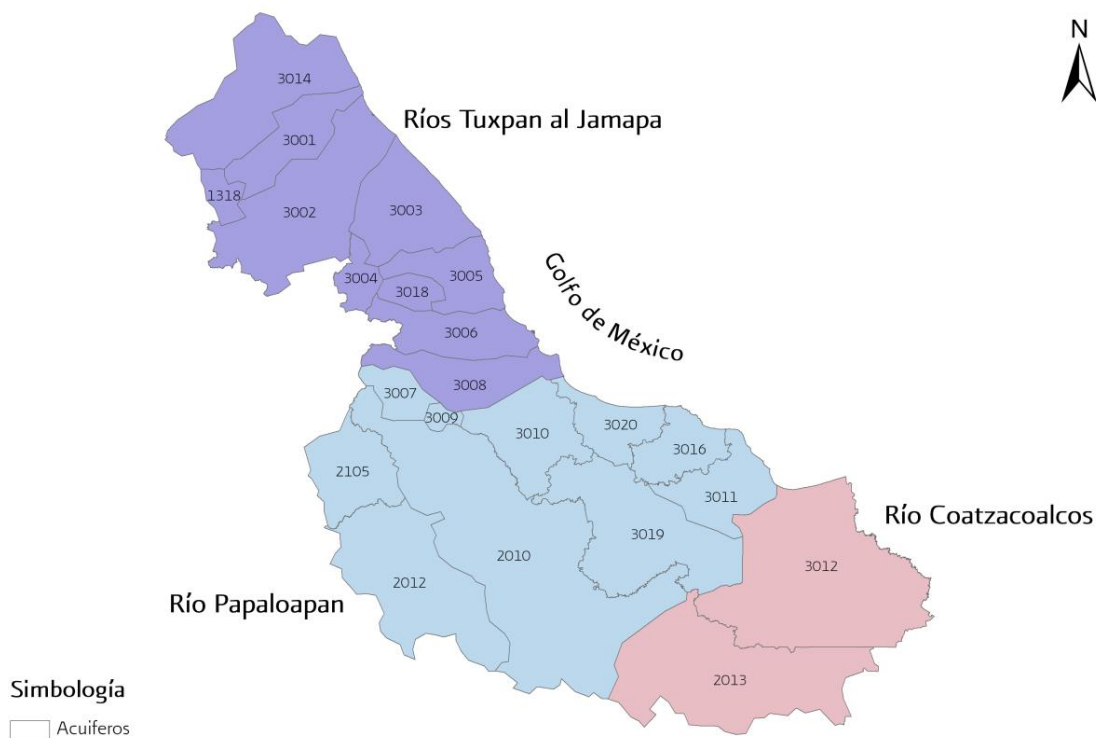
Fuente: Semarnat, 2011.

Acuíferos

En la RHA X GC se cuenta con 22 acuíferos con un área total de 102,709.11 km². De los 22 acuíferos, diez pertenecen al consejo de los ríos Tuxpan al Jamapa (Poza Rica, Tecolutla, Martínez de La Torre-Nautla, Perote-Zalayeta, Valle de Actopan, Costera de Veracruz, Cotaxtla, Álamo-Tuxpan, Jalapa-

Coatepec y Acaxochitlán), diez al consejo del río Papaloapan (Tuxtepec, Cuscatlán, Valle de Tehuacán, Orizaba-Córdoba, Omealca-Huixcolotla, Los Naranjos, So-teapan-Hueyapan, Sierra de San Andrés Tuxtla, Cuenca Río Papaloapan y Costera del Papaloapan), y dos al consejo del río Coatzacoalcos (Costera de Coatzacoalcos y Coatzacoalcos) (Figura 3-19 y Tabla 3-10).

Figura 3-19 Acuíferos de la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General de Programación. Estadísticas del Agua en México, Edición 2010.

Tabla 3-10 Acuíferos y fechas de publicación

Clave acuífero	Nombre acuífero	Fecha de publicación DOF	Área (km ²)
3001	Poza Rica	28/08/2009	2,779.70
3002	Tecolutla	Acuífero no publicado en el DOF	7,584.52
3003	Martínez de La Torre-Nautla	28/08/2009	4,351.61
3004	Perote-Zalayeta	28/08/2009	1,016.36
3005	Valle de Actopan	28/08/2009	2,507.02
3006	Costera de Veracruz	28/08/2009	3,059.50
3008	Cotaxtla	28/08/2009	3,246.93
3014	Álamo-Tuxpan	Acuífero no publicado en el DOF	6,390.08
3018	Jalapa-Coatepec	Acuífero no publicado en el DOF	857.79
1318	Acaxochitlán	25/01/2011	753.98
Ríos Tuxpan al Jamapa			32,547.49
2010	Tuxtepec	28/08/2009	17,563.40
2012	Cuscatlán	Acuífero no publicado en el DOF	7,451.54
2105	Valle de Tehuacán	28/08/2009	3,155.60
3007	Orizaba-Córdoba	28/08/2009	1,261.30
3009	Omealca-Huixcolotla	16/08/2010	336.65
3010	Los Naranjos	28/08/2009	3,842.81
3011	Sotepan-Hueyapan	16/08/2010	2,994.66

Clave acuífero	Nombre acuífero	Fecha de publicación DOF	Área (km ²)
3016	Sierra de San Andrés Tuxtla	25/01/2011	2,239.06
3019	Cuenca Río Papaloapan	28/08/2009	7,279.89
3020	Costera del Papaloapan	16/08/2010	2,171.71
Río Papaloapan			48,296.62
3012	Costera de Coatzacoalcos	28/08/2009	12,214.07
2013	Coatzacoalcos	Acuífero no publicado en el DOF	9,650.93
Río Coatzacoalcos			21,865.00
Total			102,709.11

3.4 Caracterización geomorfológica de los cauces y planicies de inundación

Geología

En la RHA X GC predominan las rocas sedimentarias cubriendo un 55% de la superficie

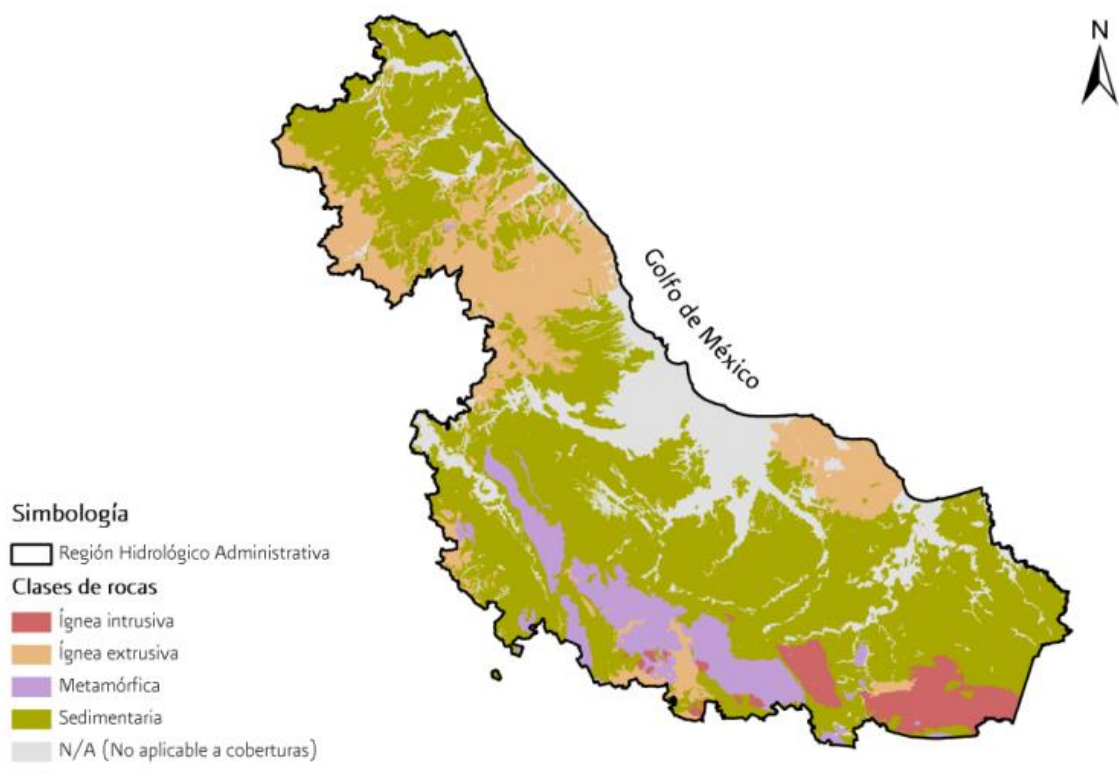
de la región, las rocas ígneas extrusivas un 17% y entre las rocas Metamórficas e Ígneas intrusivas cubren un 11%, el resto de la superficie no es aplicable a coberturas (Tabla 3.11; Figura 3.20).

Tabla 3-11 Clases de roca

Clase	Área de clase de roca km ²	% de área de RHA
Ígnea extrusiva	17,741.15	17.0%
Ígnea intrusiva	4,377.76	4.2%
Metamórfica	7,425.55	7.1%
N/A (No aplicable a coberturas)	16,528.96	15.8%
Sedimentaria	58,387.88	55.9%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie I, Geología, 2000.

Figura 3-20 Clases de rocas de la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie I, Geología, 2000.

En cuanto a los tipos de roca que forman la región se encuentran: el Basalto de la clase Ígnea extrusiva, el Granito de la clase Ígnea intrusiva, Esquisto de la clase Metamórfica, Aluvial sin clase aplicable a cobertura, Arenisca, Arenisca-Conglomerado, Caliza, Conglomerado y Lutita-Arenisca, estas de la clase Sedimentarias, estos tipos de roca

cubren casi un 75% de la superficie de la RHA, siendo la Caliza el material de mayor superficie con un 13.8%. En las zonas bajas donde las pendientes son planas, se han formado suelos aluviales producto del depósito de los arrastres provenientes de las partes altas de las cuencas. (Tabla 3-12).

Tabla 3-12 Tipos de rocas de la RHA X GC

Clase	Tipo	Área (km ²)	% de área de RHA
Ígnea extrusiva	Andesita	3,070.45	2.9%
	Andesita-Brecha volcánica intermedia	10.28	0.0%
	Arenisca-Toba intermedia	35.56	0.0%
	Basalto	5,069.23	4.9%
	Basalto-Brecha volcánica básica	1,205.88	1.2%
	Basalto-Toba básica	1,002.68	1.0%
	Brecha volcánica básica	580.46	0.6%
	Brecha volcánica intermedia	290.19	0.3%
	Ceniza volcánica	647.94	0.6%

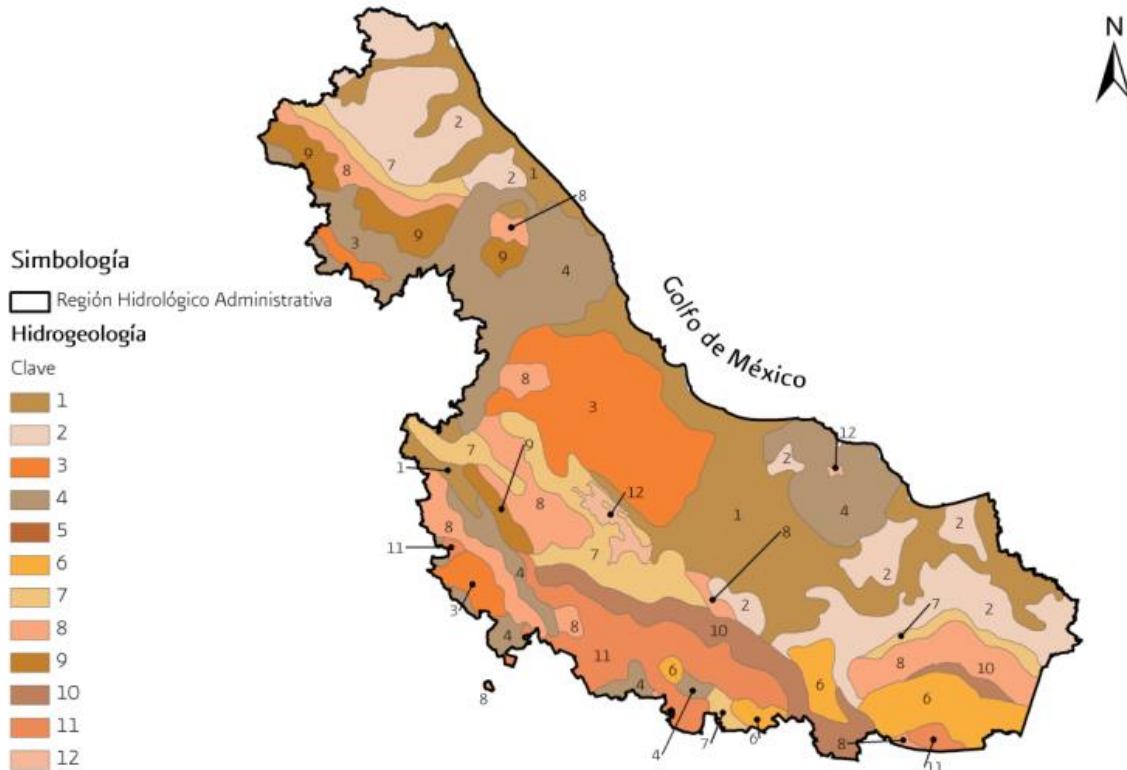
Clase	Tipo	Área (km²)	% de área de RHA
	Dacita	30.72	0.0%
	Latita	1.02	0.0%
	Riodacita	25.74	0.0%
	Riolita	77.22	0.1%
	Riolita-Toba ácida	12.02	0.0%
	Toba ácida	2,992.97	2.9%
	Toba básica	1,883.56	1.8%
	Toba básica-Brecha volcánica básica	281.83	0.3%
	Toba intermedia	382.55	0.4%
	Volcanoclástico	137.03	0.1%
Ígnea intrusiva	Diorita	1.05	0.0%
	Gabro	9.01	0.0%
	Granito	4,162.03	4.0%
	Granodiorita	67.81	0.1%
	Monzonita	131.46	0.1%
	Tonalita	6.40	0.0%
Metamórfica	Cataclasita	1,256.47	1.2%
	Esquisto	4,879.44	4.7%
	Gneis	127.44	0.1%
	Mármol	61.38	0.1%
	Metasedimentaria	807.79	0.8%
	Pizarra	246.58	0.2%
N/A (No aplicable a cobertura)	Aluvial	12,778.44	12.3%
	Eólico	767.25	0.7%
	Lacustre	377.38	0.4%
	Litoral	31.49	0.0%
	N/A (No aplicable a cobertura)	1,289.74	1.2%
	Palustre	1,254.17	1.2%
	Residual	21.06	0.0%
Sedimentaria	Arenisca	13,168.21	12.6%
	Arenisca-Conglomerado	4,888.98	4.7%
	Brecha sedimentaria	31.99	0.0%
	Caliche	44.99	0.0%
	Caliza	14,319.03	13.8%
	Caliza-Lutita	2,811.53	2.7%
	Conglomerado	6,569.51	6.3%
	Limolita-Arenisca	3,367.11	3.2%
	Lutita	935.20	0.9%
	Lutita-Arenisca	11,613.99	11.2%
	Lutita-Yeso	80.84	0.1%
	Travertino	279.47	0.3%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI serie I, Geología, 2000.

La RHA X GC se destaca por tener una buena permeabilidad. En las zonas bajas se concentran depósitos aluviales y lacustres con permeabilidad media a alta conformados por terrazas marinas, gravas, arenas y limos. En el norte y sur de la Región la permeabilidad disminuye de baja a alta esto provocado por la presencia de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados. Hacia las zonas altas sobresalen las rocas volcánicas (lavas, brechas y tobas), principalmente basálticas y andesíticas con una permeabilidad media a alta. En el

centro de la región sobresalen areniscas y conglomerados con permeabilidad media a alta. En general aproximadamente un 73% de la superficie de la región está conformado por materiales que permiten una permeabilidad en promedio clasificada como baja a alta, esto permite que los acuíferos de la región se recarguen favorablemente. El resto de la región cuenta con una permeabilidad baja provocada por la presencia de rocas intrusivas y materiales como arcillas y limos (Figura 3.21 y Tabla 3.13).

Figura 3-21 Hidrogeología



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conabio. Marín-C, S y Torres- Ruata, C. (1990), 'Hidrogeología'. IV. 6. 3. Atlas Nacional de México. Vol. II Escala 1: 4000000. Instituto de Geografía, UNAM, México. Publicación: 29-01-2002). <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Tabla 3-13 Hidrogeología

Clave Hidrogeología	Descripción	% de área de RHA
1	Terrazas marinas, gravas, arenas y limos. Depósitos aluviales y lacustres. Permeabilidad media a alta (generalizada).	19.9%

Clave Hidro-geología	Descripción	% de área de RHA
2	Lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados. Permeabilidad baja a alta (generalizada).	14.5%
3	Areniscas y conglomerados predominantemente. Permeabilidad media a alta (generalizada).	11.1%
4	Rocas volcánicas (lavas, brechas y tobos). Principalmente basálticas y andesíticas. Permeabilidad media a alta (localizada).	16.7%
6	Rocas intrusivas graníticas, granodioritas y doleritas. Permeabilidad baja (localizada).	4.9%
7	Rocas sedimentarias marinas predominantemente arcillosas (lutitas, limolitas y calizas arcillosas). Permeabilidad baja (localizada).	7.5%
8	Rocas sedimentarias marinas predominantemente calcáreas (calizas y areniscas). Permeabilidad alta (localizada).	10.1%
9	Lutitas, limolitas, areniscas y calizas limo arcillosas. Permeabilidad baja a media (localizada).	3.6%
10	Limolitas arcillo arenosas, areniscas y conglomerados limoarcillosos. Permeabilidad baja (localizada).	4.5%
11	Rocas metamórficas: esquistos, cuarcitas y gneis. Permeabilidad baja (localizada).	6.2%
12	Principales cuerpos de agua tanto naturales (lagos) como artificiales (presas), que influyen a los acuíferos locales.	0.8%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conabio. Marín-C, S y Torres- Ruata, C. (1990), 'Hidrogeología'. IV. 6. 3. Atlas Nacional de México. Vol. II Escala 1: 4,000,000. Instituto de Geografía, UNAM, México. Publicación: 29-01-2002).

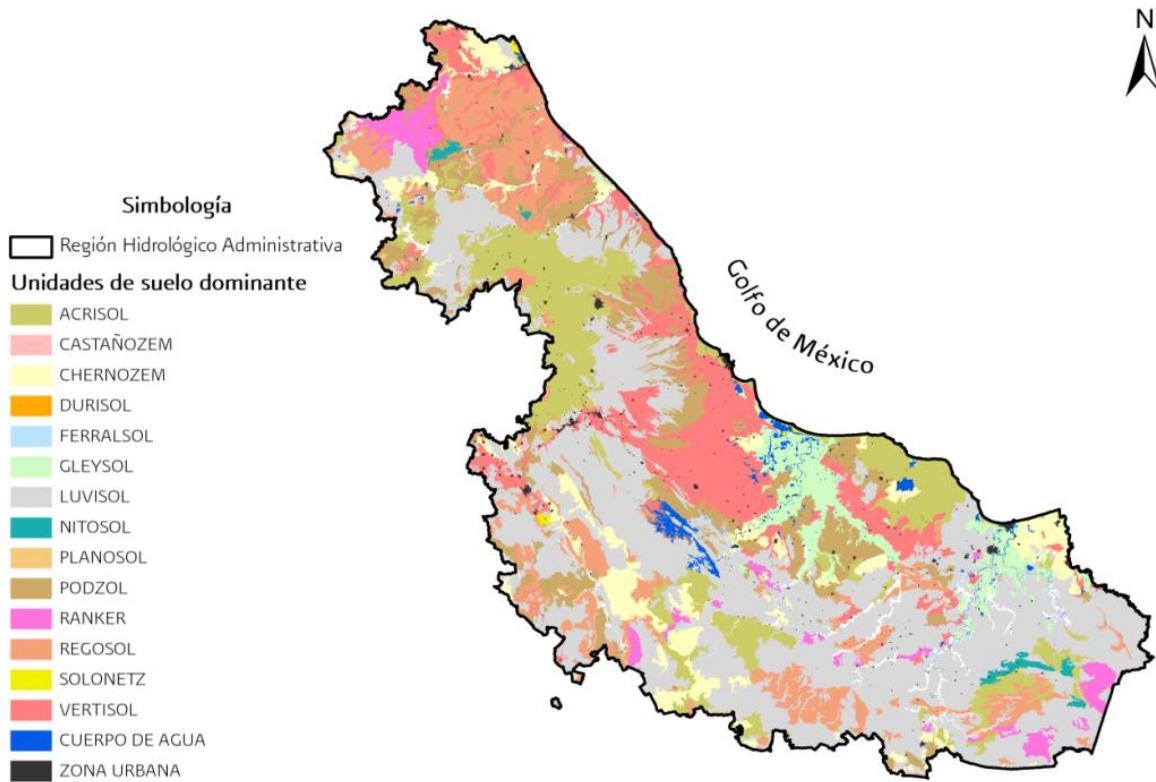
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/GIS/>

Edafología

En la Región se cuenta con la presencia de suelos primarios con menos de 10 cm de espesor correspondiente a lutitas, que cubren casi el 40% de la superficie de la región, prácticamente todo el centro, sur y parte del norte de la región. Le sigue en orden de cobertura superficial, los suelos ácidos de climas húmedos con un subsuelo arcilloso y pobre en general, localizados en las zonas

montañosas del norte, este y sur de la región y que en conjunto cubren una superficie del 13% de la RHA. Los suelos muy arcillosos, correspondientes a los vertisoles, ubicados al centro y norte de la región, y los regozoles que son suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre localizados al norte, sur y sureste, cubren entre los dos aproximadamente el 23% de la superficie territorial (Figura 3.22; Tabla 3.14).

Figura 3-22 Edafología de la RHA X GC



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

Tabla 3-14 Edafología

Suelo primario	% de área dentro de la RHA
Acrisol	12.7%
Castañozem	0.1%
Chernozems	6.2%
Durisoles	0.1%
Ferralsoles	1.2%
Gleysol	4.1%
Luvisol	38.6%
Nitisol	0.5%
Otro	1.8%
Planosol	0.0%
Podzoles	9.6%
Ranker	2.5%
Regosol	10.8%
Solonetz	0.1%
Vertisol	11.6%

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

A continuación y de acuerdo a la Leyenda de Suelos (FAO 1968 modificada por DENTENAL en 1970) y el diccionario de datos edafológicos de INEGI se presentan las descripciones de los suelos dominantes:

Acrisoles. Símbolo: A. Suelos ácidos de climas húmedos, con un subsuelo arcilloso y pobre en general.

Andosoles. Símbolo: T. Suelos oscuros muy ligeros, con alto contenido de ceniza y otros materiales de origen volcánico.

Arenosoles. Símbolo: Q. Suelos muy arenosos.

Cambisoles. Símbolo: B. Suelos con un subsuelo, a simple vista, muy diferente a la capa superficial en color y textura. La capa superficial puede ser oscura, con más de 25 cm de espesor pero pobre y en ocasiones inexistente concentración de nutrientes.

Castañozems. Símbolo: K. Suelos de color castaño o pardo de climas semisecos. Tienen una capa superficial oscura, gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes; puede haber cal o yeso en algún lugar del suelo.

Chernozems. Símbolo: C. Suelos negros de climas semisecos. La única diferencia con los Castañozems es su color superficial más oscuro.

Feozems. Símbolo: H. Suelo con una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes.

Gleysoles. Símbolo: G. Suelos pantanosos o inundados a menos de 50 cm de profundidad la mayor parte del año.

Histosoles. Símbolo: H. Suelos orgánicos con una capa mayor de 40 cm de espesor, generalmente están inundados. Son los suelos con mayor contenido de materia orgánica.

Litosol. Símbolo: I. Suelo con menos de 10 cm. de espesor.

Luvisoles. Símbolo: L. Suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo. A diferencia de los Acrisoles estos son más fértiles.

Nitrosiles. Símbolo: N. Suelos brillantes, profundos y muy arcillosos en todo el perfil. Generalmente se encuentran en zonas muy lluviosas.

Planosoles. Símbolo: W. Suelos generalmente situados en depresiones topográficas. Tienen un subsuelo arcilloso que disminuye el drenaje considerablemente.

Ranker. Símbolo: U. Suelos de menos de 25 cm de espesor procedentes de arenas, se localizan generalmente sobre colinas o pendientes onduladas. Similares a las rendzinas pero con las diferencias de que no se encuentran sobre rocas de cal y de que su capa superficial es más dura o pobre en nutrientes.

Regosoles. Símbolo: R. Suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre.

Rendzina. Símbolo: E. Suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica y nutrientes.

Solonchaks. Símbolo: Z. Suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad.

Solonetz. Símbolo: S. Suelos muy alcalinos donde el sodio predomina en el subsuelo. En general son muy difíciles de trabajar y de recuperar económicamente.

Vertisoles. Símbolo: V. Suelos muy arcillosos en cualquier capa a menos de 50 cm de profundidad; en época de secas y siempre y cuando no haya riego artificial presentan grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad. Estos suelos se agrietan en la superficie cuando están muy mojados.

Xerosoles. Símbolo: X. Suelos de regiones secas, tienen generalmente, una capa superficial clara y delgada que según el tipo de

textura que tengan, las cantidades de materia orgánica son muy variables.

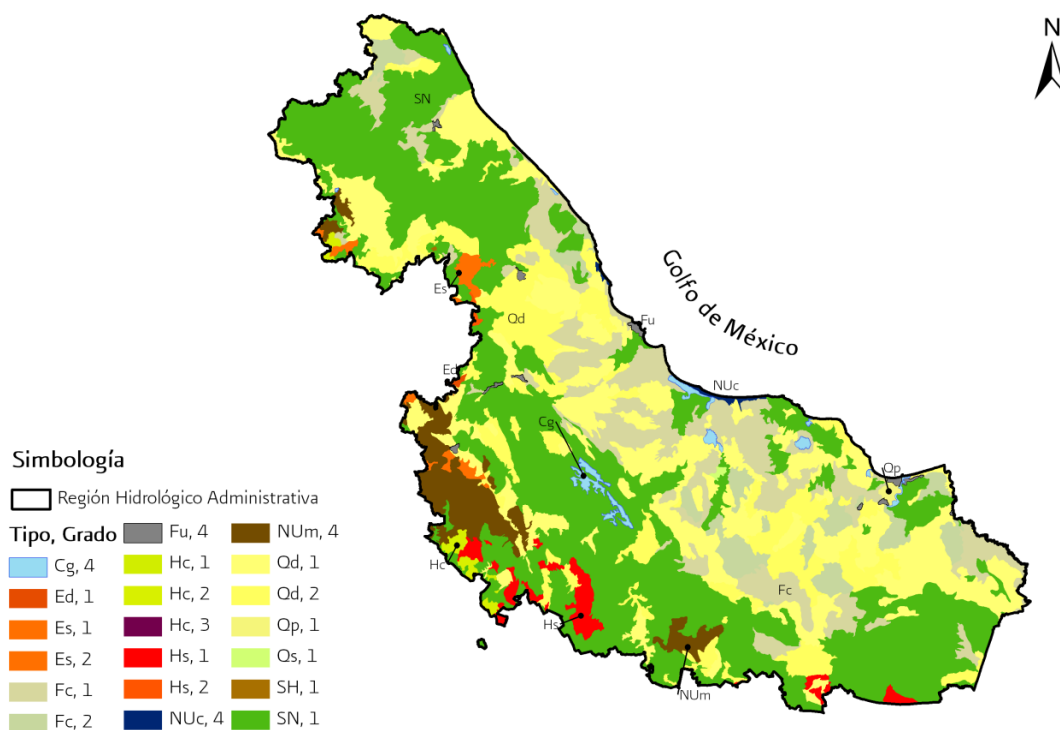
Yermosoles. Símbolo: Y. Suelos de regiones desérticas, tienen generalmente, una capa superficial clara y delgada que según el tipo de textura que tengan, las cantidades de materia orgánica son muy variables.

Erosión

En general en cuanto al total de la extensión territorial de la RHA X GC, los suelos son estables bajo condiciones naturales, siendo terrenos aptos para sistemas forestales,

pecuarios y agrícolas. También sobresalen los suelos con declinación en la fertilidad y reducción en el contenido de materia orgánica en grados ligero y moderado. En menor medida se tiene terrenos compactados con grados de degradación ligero y moderado. Afectaciones con grados extremos donde la productividad es irrecuperable, suman un 5.4% del total del territorio. Estas afectaciones se clasifican como encostramiento y sellamiento y se presentan en las principales ciudades, dunas costeras y regiones montañosas de la región (Figura 3.23 y Tabla 3.15).

Figura 3-23 Tipos y grados de degradación en la RHA X GC



Fuente: IMTA. 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=>

Tabla 3-15 Tipos de degradación

Clave	Tipo de degradación	Grado de degradación	Reducción de productividad biológica de los terrenos (RPBT)	Descripción (RPBT)	% de área de RHA
-------	---------------------	----------------------	---	--------------------	------------------

Clave	Tipo de degradación	Grado de degradación	Reducción de productividad biológica de los terrenos (RPBT)	Descripción (RPBT)	% de área de RHA
Cg	Cuerpo de Agua	4	Extremo	Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.	0.8%
Ed	Deformación del terreno por acción del viento	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.1%
Es	Pérdida del suelo superficial por acción del viento	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.3%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	0.6%
Fc	Compactación	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	12.9%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	4.1%
Fu	Encostramiento y sellamiento	4	Extremo	Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.	0.3%
Hc	Erosión hídrica con deformación del terreno (presencia de cárcavas, de canales o movimiento de masas)	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.0%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	0.4%
		3	Fuerte	Los terrenos (predios o granjas), tienen una degradación tan severa, considerados con	0.0%

Clave	Tipo de degradación	Grado de degradación	Reducción de productividad biológica de los terrenos (RPBT)	Descripción (RPBT)	% de área de RHA
				productividad irrecuperable a menos que se realicen grandes trabajos de ingeniería para su restauración	
Hs	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	1.5%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	0.1%
NUc	Tierras sin uso - Dunas costeras	4	Extremo	Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.	0.2%
NUM	Tierras sin uso - regiones áridas montañosas	4	Extremo	Su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.	4.1%
Qd	Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	20.5%
		2	Moderado	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.	11.1%
Qp	Polución	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.1%
Qs	Salinización/Alcalinización	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.1%
SH	Estable bajo la influencia humana	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	0.0%

Clave	Tipo de degradación	Grado de degradación	Reducción de productividad biológica de los terrenos (RPBT)	Descripción (RPBT)	% de área de RHA
SN	Estable bajo condiciones naturales	1	Ligero	Los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.	42.9%

Fuente: IMTA. 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=>

En cuanto a los procesos de erosión considerados como apreciables se observan áreas erosionadas en las zonas altas de la RHA X

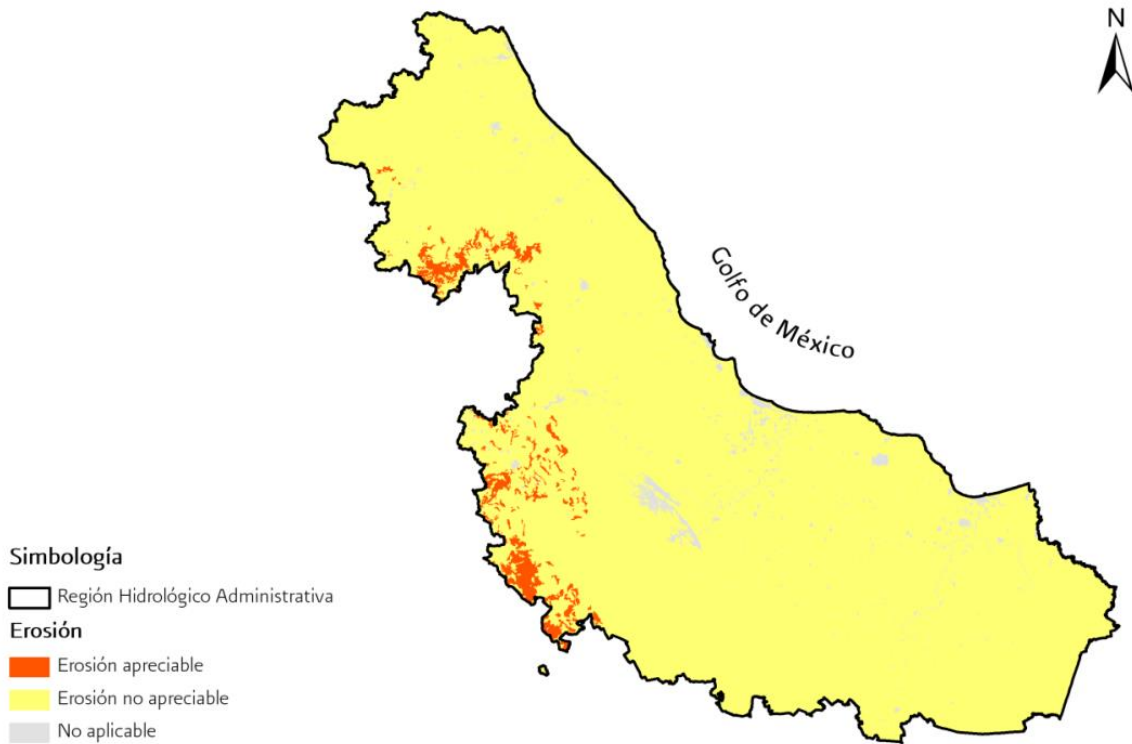
GC, es decir, en las regiones áridas montañosas (Tabla 3-16 y Figura 3.24).

Tabla 3-16 Áreas de erosión en la RHA X GC

Erosión	Área de erosión km ²	% de área de RHA
Erosión Apreciable	2,363.24	2.3%
Erosión No Apreciable	99,792.10	95.8%
No aplicable a coberturas	1,969.42	1.9%

Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI, serie III (2002-2005),
 Uso de suelo y vegetación.

Figura 3-24 Erosión en la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: INEGI, serie III (2002-2005), Uso de suelo y vegetación.

3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

Para identificar el origen de una inundación, clasificar la zona donde se ha presentado e indicar si fue provocada por eventos atípicos de precipitación, lluvia convectiva, de verano, invierno o ciclónica, así como por derrame de presas o rompimiento de infraestructura de almacenamiento, es necesario conocer la definición de estos eventos.

3.5.1 Ciclones

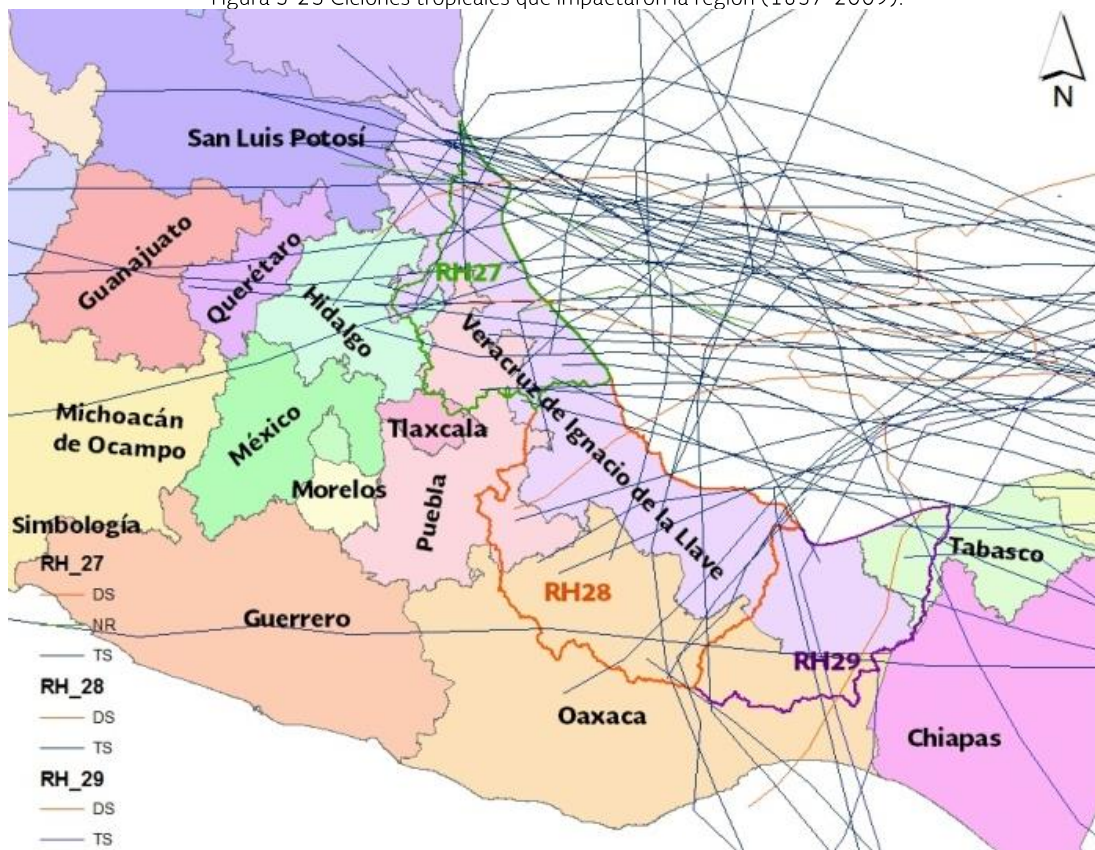
El ciclón tropical es un área de baja presión que se desarrolla sobre aguas tropicales o subtropicales. Los ciclones tropicales generan lluvias intensas, vientos fuertes, gran oleaje y mareas de tormenta. Los ciclones tropicales presentan en planta un área circular y en el centro presentan la presión más

baja. La energía de un ciclón es mayor conforme aumenta la diferencia de presiones entre su centro y su periferia; esta última es del orden de 1,013 mb. Se originan en el mar tanto en el hemisferio norte como en el sur entre las latitudes 5° a 15° y cuando la temperatura del agua es mayor a los 26° C.

Los ciclones tropicales también pueden producir efectos favorables, sobre todo porque son una de las principales fuentes de precipitación en el país y sus lluvias contribuyen a la recarga de acuíferos y aumentan el volumen de agua en las presas, especialmente en zonas con poca precipitación.

En la figura 3-25, se muestran las trayectorias de los ciclones que impactaron la región del periodo de 1857 a 2009. El consejo de cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa ha tenido el mayor número de impactos.

Figura 3-25 Ciclones tropicales que impactaron la región (1857-2009).



Fuente: National Hurricane Center, NWS, NOAA.

3.5.2 Tormentas severas

Se puede definir a una tormenta severa como aquella tormenta que es susceptible de producir daños materiales importantes, muertes o ambos. Generalmente, las tormentas severas vienen acompañadas de lluvias intensas, vientos fuertes y pueden producir granizo, rayos y truenos, inundaciones repentinas e incluso tornados. Si se presentan sobre el océano, también producen oleaje alto y marejada intensa.

Se entiende por precipitación a la caída de partículas líquidas o sólidas de agua. La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas, debido a lo cual su evaluación y el conocimiento de su distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, son problemas básicos en hidrología. La intensidad y cantidad de precipitación dependerán del conte-

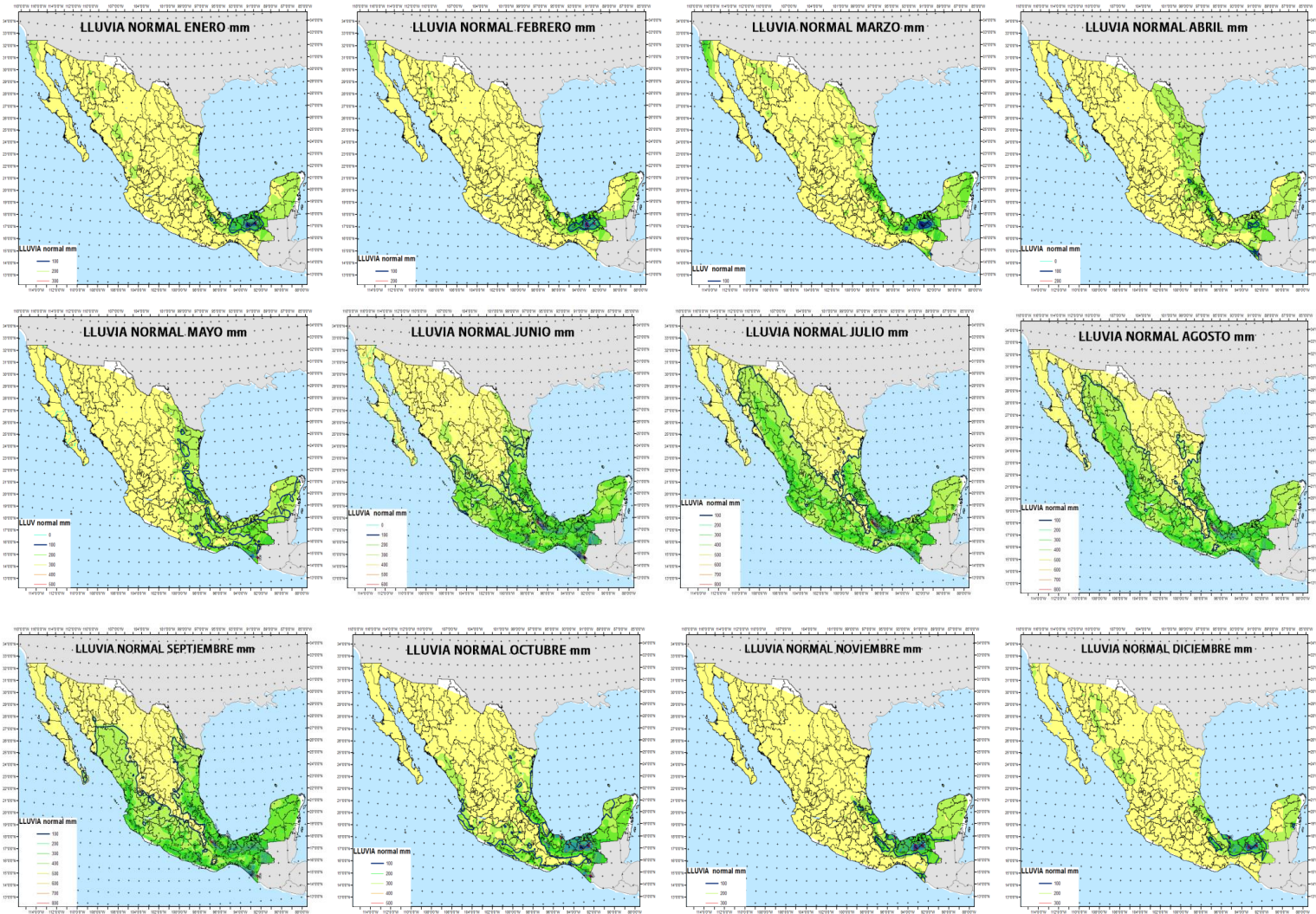
nido de humedad del aire y de la velocidad vertical del mismo. De estos procesos se derivan los diferentes tipos de precipitación; precipitación ciclónica, precipitación convectiva y precipitación orográfica. Los factores de mayor importancia en la formación de la precipitación son el contenido de humedad y la velocidad vertical de la masa de aire.

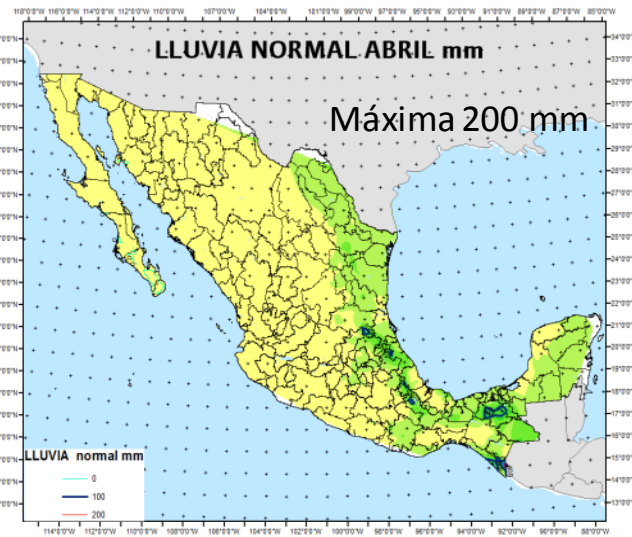
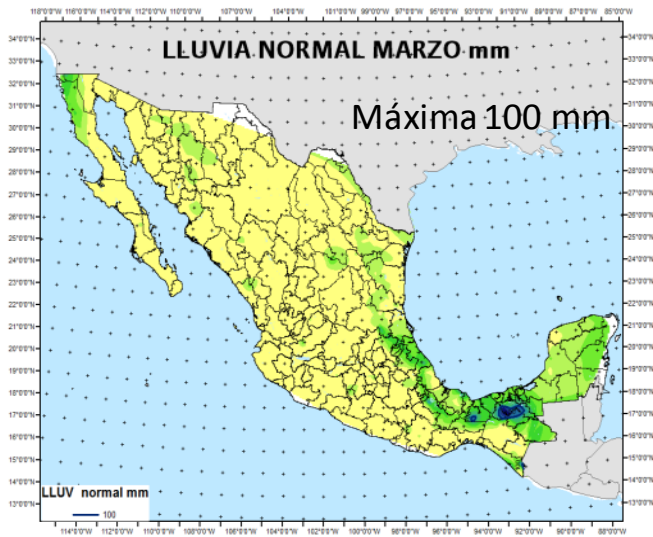
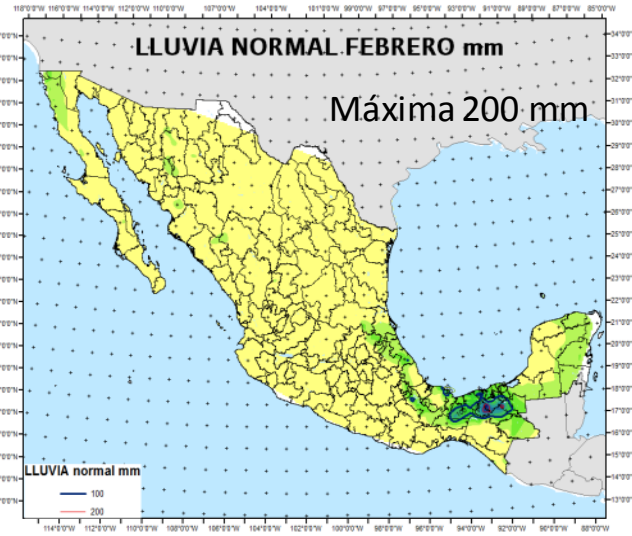
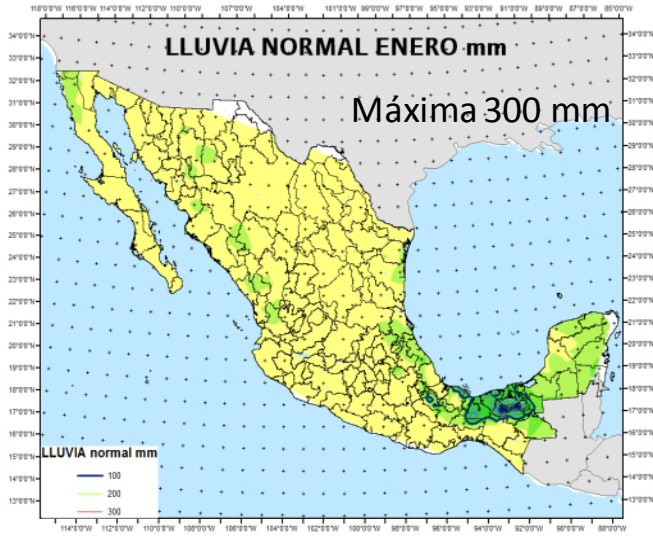
La severidad de una tormenta está determinada por su periodo de retorno y su duración. El daño potencial de la inundación depende también de la duración y período de retorno de la tormenta así como de las características de la cuenca y la humedad antecedente.

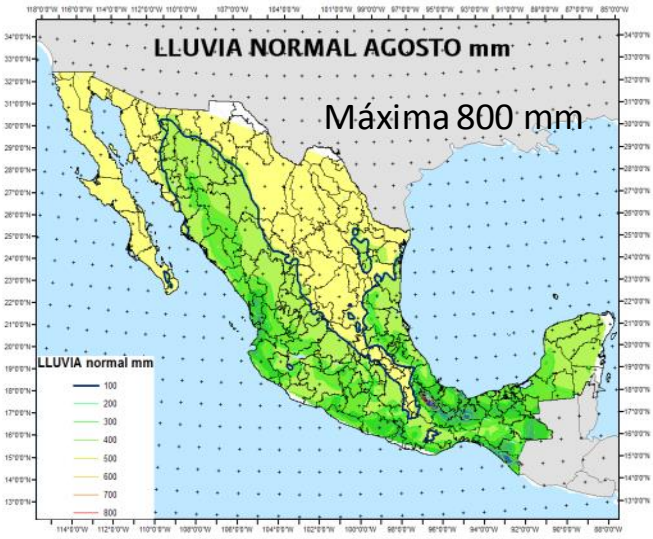
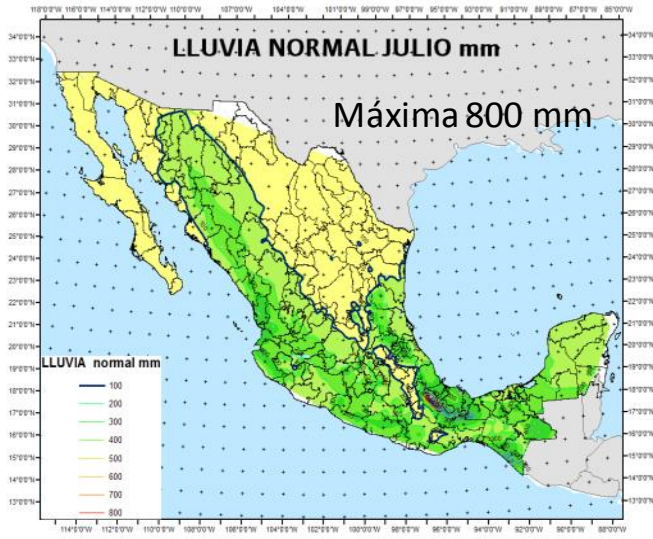
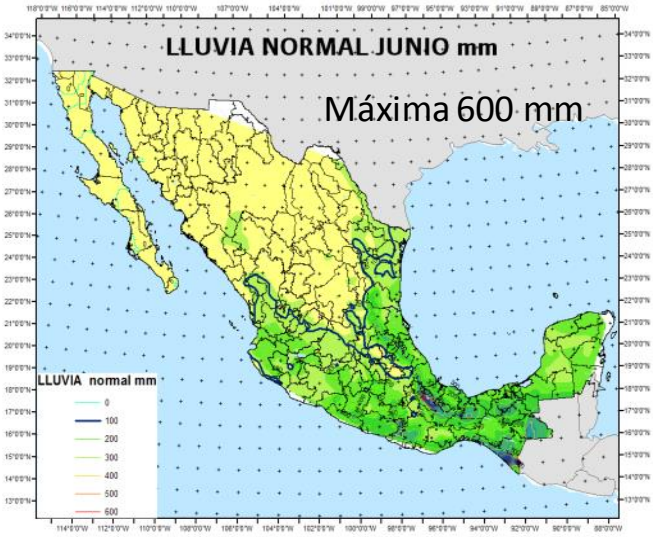
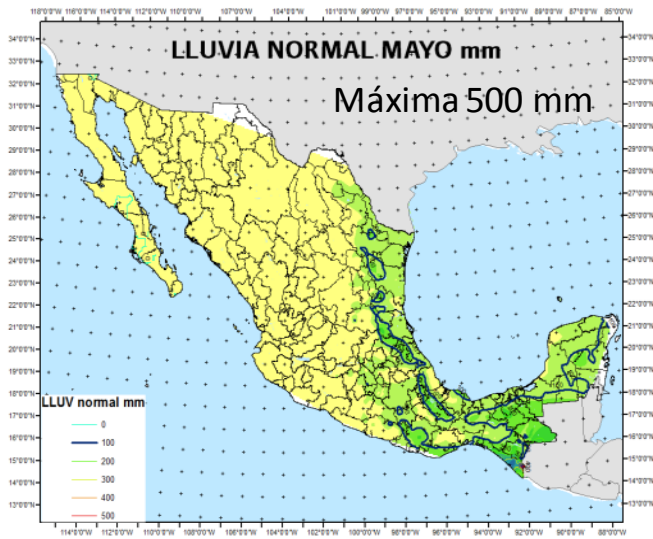
Para el periodo de 1961 a 1990 y con base en las normales climatológicas descritas en apartados anteriores, se calcularon las lluvias mensuales normales en todo el país, los resultados obtenidos se muestran en las si-

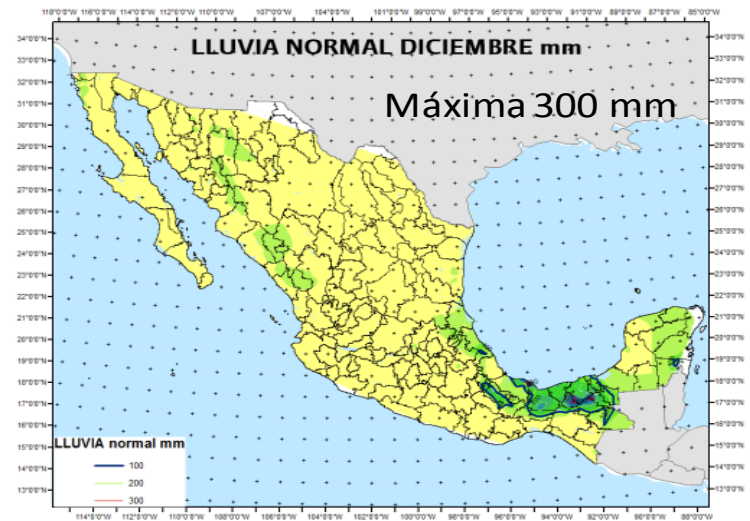
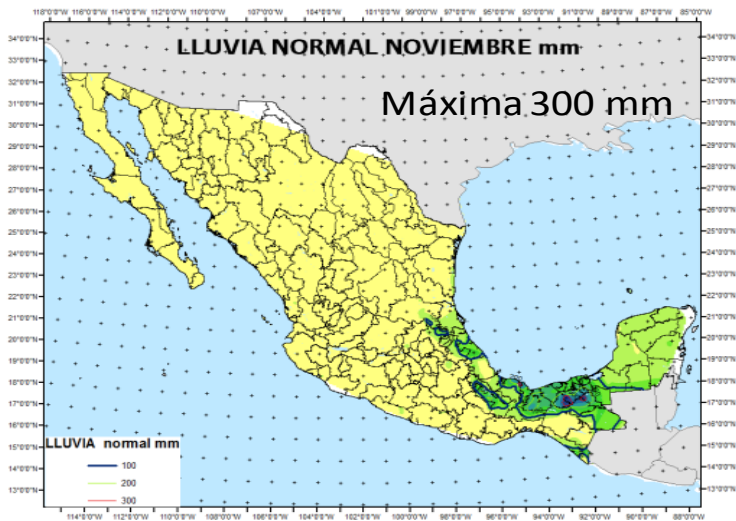
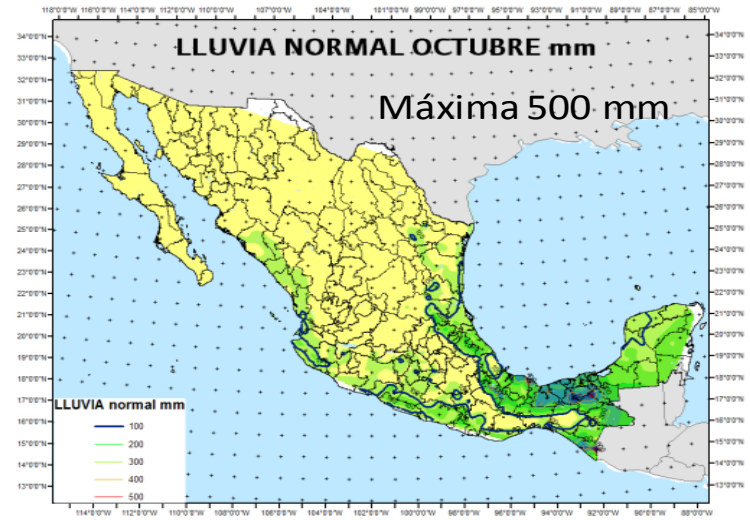
guientes figuras. En la figura 3-26, para los meses de mayo a octubre se muestra la ocurrencia de lluvia en la mayor parte del territorio, así como la cobertura de sur a noroeste conforme avanza la temporada húmeda. En cuanto a los meses más fríos, se percibe la presencia de lluvia principalmente al noroeste y en el litoral del Golfo de México. En el siguiente grupo de láminas se ilustra con mayor detalle las Isoyetas de cada mes y se anota el valor de la Isoyetas máxima. Los valores de lluvia confirman la ocurrencia de la temporada húmeda la cual va de junio a octubre, en la mayor parte del territorio.

Figura 3-26 Normales mensuales de lluvia.







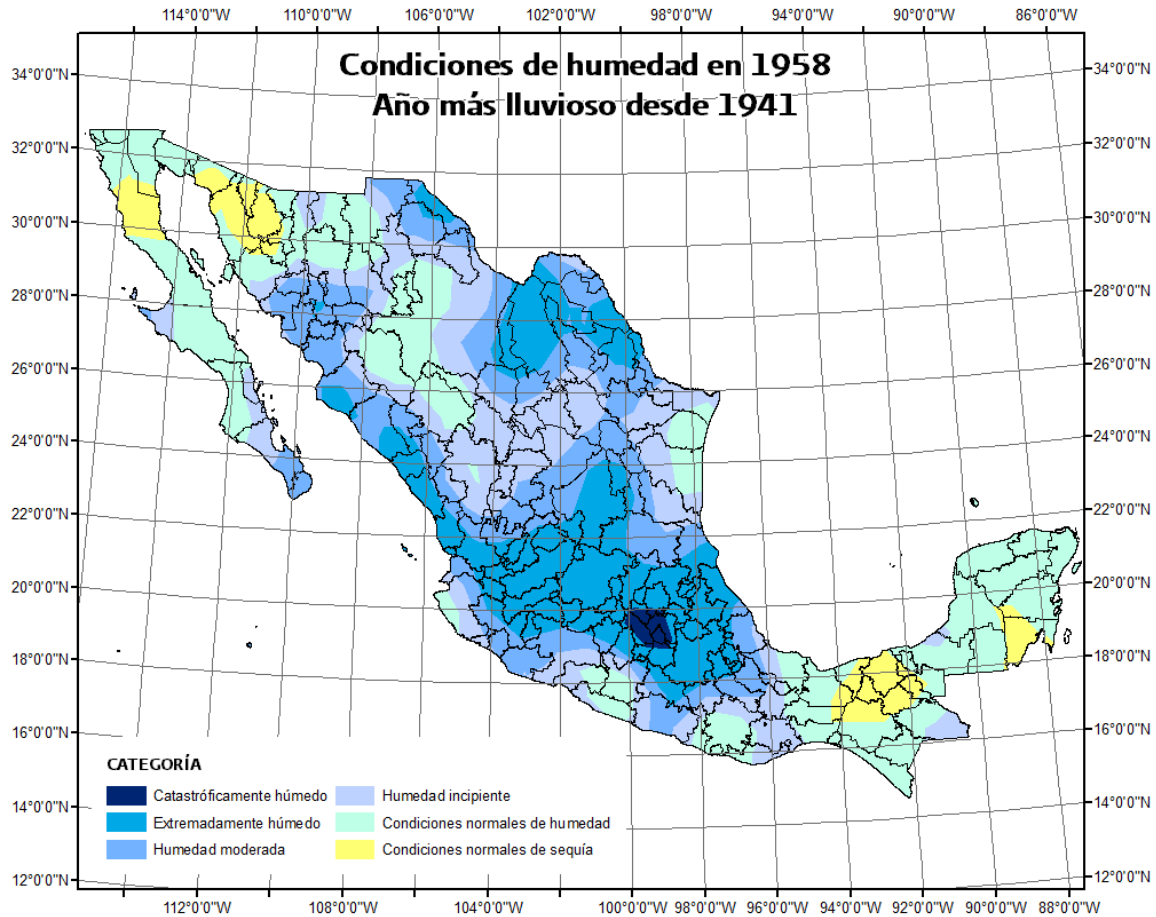


Fuente: Elaborado por el IMTA con información de CONAGUA.

De los registros de la lluvia anual del Servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA, se

considera el año de 1958 como el más húmedo desde 1941 (Figura 3-27).

Figura 3-27 Año más húmedo desde 1941.



Fuente: IMTA con datos de Agroasemex, S. A.

Desafortunadamente, los registros horarios de lluvia son muy escasos y sin control de calidad, por lo que generalmente se recurre a la información de lluvias registradas en 24 horas.

Lluvias máximas en 24 h. Se realizó un análisis con base en la información del CLICOM, para calcular las lluvias máximas en un

periodo de 24 h, dentro de la región, mediante los resultados obtenidos se permitió la identificación de la estación climatológica que registró la mayor lluvia en 24 h en la región, siendo esta la estación “Misantla” localizada en el municipio del mismo nombre. Esta registró una lámina de lluvia en 24 h de 834 mm, seguido de la estación Martínez de la Torre y Cosamaloapan (Tabla 3.17).

Tabla 3-17 Valores máximos de lluvia en 24 h.

Lluvia mm		Estación climatológica			
Lámina	Fecha	Clave	Nombre	Long	Lat.
834.0	21/09/1933	30108	Misantla	-96.83	19.93
794.0	03/09/1990	30102	Martínez de La Torre Dge	-97.05	20.07

Lluvia mm		Estación climatológica			
Lámina	Fecha	Clave	Nombre	Long	Lat.
690.0	10/07/1978	30031	Cosamaloapan Carpio(SMN)	-95.82	18.37
680.0	05/07/1977	30259	San José de Abajo	-96.77	18.75
620.0	27/07/1978	30031	Cosamaloapan Carpio(SMN)	-95.82	18.37
612.0	29/07/1933	21032	Cuetzalan del Progreso	-97.52	20.03
586.0	04/08/1997	30033	Coyamé	-95.02	18.43
575.0	14/08/1980	30032	Coscomatepec Bravo (SMN)	-97.03	19.07
515.3	25/08/1981	20029	Sta. María Chilchotla	-96.82	18.25
513.7	24/08/1981	20029	Sta. María Chilchotla	-96.82	18.25
505.1	12/09/1992	30011	Ángel R. Cabada	-95.47	18.63
500.0	29/07/1972	30022	Catemaco	-95.10	18.42
480.0	31/07/1923	30146	San Andrés Tuxtla	-95.22	18.45
480.0	17/06/1974	30048	El Copital	-96.20	18.95
460.0	18/09/1986	30213	Martínez de La Torre	-97.05	20.07
435.0	27/07/1968	30011	Ángel R. Cabada	-95.47	18.63
434.0	21/08/1968	30011	Ángel R. Cabada	-95.47	18.63
433.0	13/05/1954	30163	Soledad Doblado	-96.42	19.05
429.0	09/07/1956	20014	Cantón	-96.28	18.02
426.0	28/09/1955	30146	San Andrés Tuxtla	-95.22	18.45
425.0	12/10/1978	30031	Cosamaloapan Carpio(SMN)	-95.82	18.37
415.8	22/09/1991	30033	Coyame	-95.02	18.43
415.0	11/09/1979	20080	Ocotlán de Morelos	-96.67	17.80
412.0	22/09/1944	21032	Cuetzalan del Progreso	-97.52	20.03
412.0	12/09/1990	30102	Martínez de La Torre Dge	-97.05	20.07
410.0	27/06/1971	30182	Tierra Blanca	-96.35	18.45
410.0	03/10/1999	30358	Hueytepec	-96.98	20.37

Fuente: IMTA con datos del CLICOM.

3.5.3 Inundaciones históricas

La ubicación geográfica y variabilidad topográfica le permite a esta región ser la segunda más importante en todo el país en drenaje natural beneficiando diversos sectores productivos como lo son la agricultura y ganadería. Sin embargo, también la hacen vulnerable al impacto de diversos eventos hidrometeorológicos como frentes fríos, depresiones tropicales, tormentas y por supuesto huracanes, los cuales llegan a propiciar inundaciones y en consecuencia daños a la población. Esta región es una de las regiones con el mayor índice de impacto, un tema

que requiere especial atención, en la región se presentan en promedio 15 eventos ciclónicos al año algunos propiciando severos daños (Semarnat, 2011). Dentro de los Diagnósticos de Vulnerabilidad de los Estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla así como el Programa Veracruzano de Protección Civil recopiló la información de los eventos que han afectado la región en los últimos años, se enlistan en la siguiente tabla las zonas y municipios afectados, en el caso del Estado de Veracruz el número dentro del paréntesis indica el número de municipios declarados zona de desastre.

Tabla 3-18 Eventos que han afectado la región.

Huracán	Categoría	Fecha	Zonas y Municipios Afectados		
			Veracruz	Puebla	Oaxaca
Bret	Tormenta Tropical	Junio 29, 2005	Tecolutla	Tetela de Ocampo, Tlatlauquitepec, Teziutlan, Xicotepec de Juárez, Chignahuapan, Venustiano Carranza, Ahuazotepec, Metlatoyuca	
Gert	Tormenta Tropical	Julio 25, 2005	Norte de Tamiahua		
José	Tormenta Tropical	Agosto 23, 2005	Nautla	Tetela de Ocampo, Tlatlauquitepec, Teziutlan, Xicotepec de Juárez, Chignahuapan, Venustiano Carranza, Ahuazotepec, Metlatoyuca	
Stan	1	Octubre 4, 2005	Los Tuxtlas	Tetela de Ocampo, Tlatlauquitepec, Teziutlan, Xicotepec de Juárez, Chignahuapan, Venustiano Carranza, Ahuazotepec, Metlatoyuca	
Dean	1	Agosto 22, 2007	Tecolutla (66)	Región Norte del Estado	
Lorenzo	1	Sep. 28, 2007	Tecolutla (12)		
Marco	Tormenta Tropical	Octubre 7, 2008	Nautla		
Karl	3	Sep. 17, 2010	La Antigua (92)	Sierra Negra	
Mathew, remanentes	Tormenta Tropical	Sep. 24 al 27, 2010	Cuencas del Papaloapan y Coatzacoalcos (48)		80
Arlene	Tormenta Tropical	Junio 30, 2011	Tamiahua (62)	Región Norte y Sureste del estado	
Harvey	Tormenta Tropical	Agosto 22, 2011	Alvarado	Región Norte y Sureste del estado	5
Nate	Tormenta Tropical	Sep. 11, 2011	Tecolutla-Nautla	Región Norte y Sureste del estado	
Ernesto	Tormenta Tropical	Agosto 9, 2012	Coatzacoalcos (143)	Región Sur del Estado	134
Helen	Tormenta Tropical	Agosto 18, 2012	Pueblo Viejo-Tampico Alto		
Barry	Tormenta Tropical	Junio 20, 2013	Actopan (76)		

Fuente: Diagnostico de Vulnerabilidad de Ver., Pué., Oax. y Programa Veracruzano de Protección Civil 2011-2016.

3.5.4 Ciclonés tropicales en tierra

Todos los años México se ve afectado por los ciclones tropicales, tanto en las costas del Pacífico como en las del Golfo de México y el Caribe, comprende un área desde la línea de costa hasta una elevación de 1,000 msnm, que a su vez comprende una franja que va de los 50 a los 250 km (CE-

NAPRED)³. En ocasiones las bandas nubosas de los ciclones también originan tormentas severas en zonas de mayor elevación.

Las áreas afectadas regularmente abarcan más del 60% del territorio nacional. Se reporta que en México, entre mayo y noviem-

³ CENAPRED, Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. México, 2001.

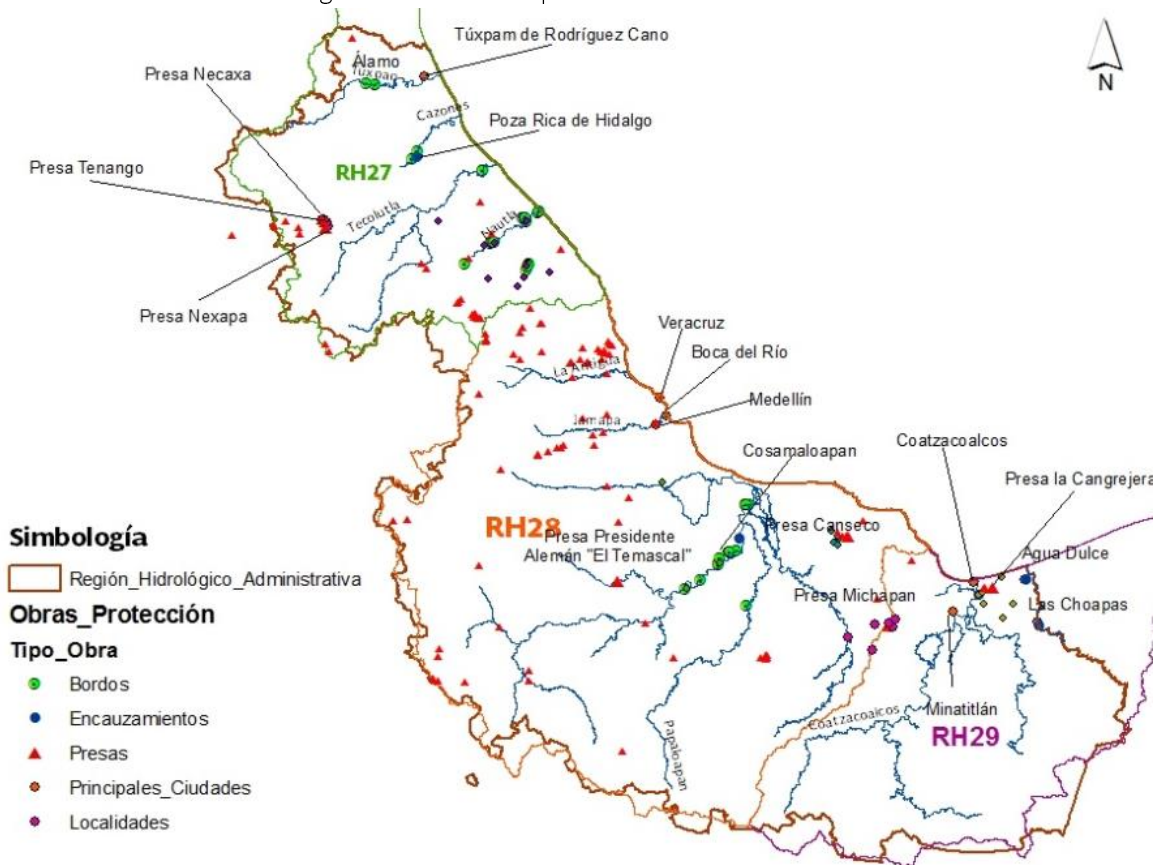
bre, se presentan 25 ciclones en promedio con vientos mayores de 63 km/h, de los cuales aproximadamente 15 ocurren en el océano Pacífico y 10 en el Atlántico. De éstos, anualmente cuatro ciclones (dos del Pacífico y dos del Atlántico) inciden a menos de 100 km del territorio nacional. En la tabla 3.17 del Anexo II, se muestran los ciclones que han impactado la región en el periodo de 1933-2005.

3.6 Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes

Se cuenta con 139 obras de protección, 44 presas de almacenamiento, 52 presas deri-

vadoras, 1 presa para el control de avenidas, 2 presas fuera de uso y 2 presas de regulación o con cambio de régimen, también dentro de la región se cuentan con 32 bordos de protección y seis encauzamientos (Figura 3-28). El inventario de presas fue proporcionado por el OCGC, en cuanto a las demás obras se obtuvo la información consultando el Inventario Nacional de Obras de Protección Contra Inundaciones en Cauces Naturales (INOPCI) (SEMARNAT, 2008).

Figura 3-28 Obras de protección en la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado a partir del OCGC e INOPCI.

En la Sierra Norte, en el municipio de Jopala, se construyó un muro de gaviones con longitud de 0.3km, para protección de las poblaciones de Patla y Chicontla (Diagnostico de Vulnerabilidad del Estado de Puebla. Conagua, 2013). A continuación se describen de manera general los aprovechamientos hidráulicos de las cuencas que drenan al Estado de Veracruz y desembocan al Golfo de México (extraído de Pereyra y Pérez, 2005).

Cuenca del río Tuxpan

En la cuenca del río Tuxpan sólo se ha construido un vaso de almacenamiento, que es la presa La Mesilla, sobre el río Chiflón, afluente del Vinazco.

Cuenca del Río Cazones

En la parte alta de la cuenca del río Cazones sobre el arroyo Chaltecontla, se localiza la presa Los Reyes cuyo almacenamiento se integra a los de la presa Laguna y Planta Texcapa, del Sistema Necaxa, dentro de la cuenca del río Tecolutla. Esta integración se lleva a cabo por medio del túnel Tlalcoyunga y del canal Texcapa a la planta hidroeléctrica Texcapa, cuya capacidad de generación es de 5 650 kW. Sobre el río La Trinidad se localiza la planta hidroeléctrica del mismo nombre, construida en 1908 por la compañía Eléctrica de Hidalgo, para abastecer las minas existentes en la región, así como poblados vecinos. La capacidad de generación de esta planta es de 1 800 kW.

Cuenca del río Tecolutla

En la cuenca del río Tecolutla que es una cuenca controlada en donde están construidos los primeros aprovechamientos hidráulicos de importancia en nuestro país, se encuentra el sistema hidroeléctrico Necaxa sobre el río del que lleva su nombre. Este sistema está integrado por tres divisiones: la primera está formada por los vasos altos, en la parte alta de la cuenca del río Cazones sobre el arroyo Chaltecontla, como son Los Reyes, Laguna y Planta Texcapa. En la segunda división se localiza la presa Acatlán que se ubica al oriente de la población de Huachinango, Puebla. En cuanto a la tercera

división ésta integrada principalmente por las presas Necaxa, Tenango y Nexapa. La integración de las presas de las cuencas Necaxa-Tecolutla se lleva a cabo por medio del túnel Tlalcoyunga y del canal Texcapa a la planta hidroeléctrica Texcapa.

Cuenca del Río Nautla

En la cuenca del río Nautla los escurrimientos son aprovechados por la Comisión Federal de Electricidad para generar energía eléctrica a través de las siguientes plantas hidroeléctricas.

- a) Las Minas, localizada junto al pueblo del mismo nombre, aprovecha las aguas de los arroyos que forman los ríos Trinidad y Minas, tiene una capacidad de 14 400 kW.
- b) El Encanto, localizada a un kilómetro aguas arriba de la confluencia de los ríos Bobo y Tomata, aprovecha las aguas de este último, tiene una capacidad de 10 000 kW.
- c) Altotonga, localizada en el pueblo de Altotonga, utiliza las aguas del río que lleva el mismo nombre, la energía se utiliza para abastecer parcialmente a la población local, su capacidad instalada es de 3 000 kW.

Cuenca del Río Actopan

En la parte alta de la cuenca del río Actopan, específicamente sobre el arroyo Almolonga, se sitúa una captación y presa derivadora en los manantiales conocidos como El Nacimiento, los cuales son aprovechados para regar 350 hectáreas. También, en la parte alta, sobre el arroyo Miradores existe un vaso de almacenamiento conocido como presa Miradores, con capacidad de 1.24 millones de metros cúbicos, cuyas aguas son aprovechadas para regar aproximadamente 150 hectáreas. En la parte baja de la cuenca y por derivación de la corriente, se aprovechan las aguas del río Actopan para regar 10,000 hectáreas que constituyen parte del distrito de riego 035 La Antigua.

En la parte alta de la cuenca, sobre el río Naolinco, se encuentra una planta hidroeléctrica que tiene una capacidad instalada de 30 kW la cual es aprovechada para el consumo doméstico de algunas familias del mismo poblado.

Cuenca del Río La Antigua

En las márgenes del río La Antigua se sitúa el distrito de riego 035 que lleva el mismo nombre, y que tiene una superficie de 14 000 ha distribuidas en los municipios de La Antigua, Úrsulo Galván, Puente Nacional, Manlio Favio Altamirano y Paso de Ovejas; el aprovechamiento se realiza a través de un canal de derivación que transporta 14 m³/s, y un dren que tiene una capacidad de 8 m³/s.

Cuenca del Río Jamapa

En la parte alta de la cuenca, específicamente sobre el río Atoyac, se sitúa la presa derivadora Santa Anita que abastece el sistema de riego El Potrero. Actualmente existe el acueducto Veracruz-El Tejar, que conduce agua desde el lugar denominado El Tejar, sobre el río Jamapa, a la ciudad de Veracruz para uso doméstico (Islas y Pereyra, 1990).

Cuenca del Río Papaloapan

Como parte del programa de desarrollo integral de la cuenca del Papaloapan, la Comisión del Papaloapan (26 de febrero de 1947-4 de noviembre de 1986) realizó distintas obras, entre las que sobresale la presa Miguel Alemán Valdez (inaugurada en 1958). Esta presa está localizada sobre el río Tonto, en el sitio denominado Temascal; tiene una capacidad de almacenamiento de 8,000 millones de metros cúbicos, siendo la segunda más grande del país después de la presa La Angostura, que tiene una capacidad de 18,000 millones de metros cúbicos, localizada en Chiapas sobre el río Grijalva. La presa Miguel Alemán se construyó para controlar las avenidas del río Tonto, generar

energía hidroeléctrica, mejorar la navegación del río Papaloapan y para control de azolves. Entre la década de los años setenta y ochenta se construyó la presa Cerro de Oro, sobre el río Santo Domingo, aguas abajo de su confluencia con el río Usila, también llamada Miguel de la Madrid, la cual sirve para generar energía eléctrica, controlar avenidas y el azolve que arrastra el río Santo Domingo, el cual es el 60% del total que transporta el río Papaloapan. La capacidad de almacenamiento de esta presa es de 5,380 millones de metros cúbicos, la tercera más grande del país.

En la subcuenca del río Salado, uno de los principales afluentes del río Santo Domingo, se construyeron una serie de presas derivadoras y canales que permiten aprovechar para riego, al máximo, los escasos recursos hidráulicos de esa zona, que es la más árida de toda la cuenca del Papaloapan, su precipitación media anual fluctúa entre 220 y 800 mm (Pereyra, 1985).

Para protección de áreas productivas se han realizado obras en los municipios de Cosamaloapan, Chacaltianguis, Otatitlán y Ayotzintepec. Las obras para protección a centros de población fueron realizadas en los municipios de Tres Valles, Cosamaloapan, Carlos A. Carrillo, Acula, Chacaltianguis, José Azueta y Tlacotalpan. Mediante acciones de protección a centros de población y a áreas productivas se logró proteger a 11,417 habitantes de 2007 a 2010, así como 3,373 hectáreas, lo que permitió mejorar la seguridad de la población en riesgo y disminuir la pérdida de vidas humanas y bienes materiales. Sin embargo, ante la presencia recurrente de fenómenos meteorológicos extremos, como fueron el huracán Karl y la tormenta tropical Matthew en 2010, las obras de protección contra inundaciones en la RHA X GC resultaron ser limitadas con respecto a la magnitud de los problemas que se registraron.

Cuenca del Río Coatzacoalcos

A pesar del gran potencial hidráulico de la cuenca, aún no se ha construido ninguna

obra hidráulica que permita aprovechar los recursos. Por ejemplo, aguas abajo de la confluencia del río Jaltepec con el Coatzacoalcos, se presentan las últimas condiciones propicias para instalar un vaso de almacenamiento, que podría ser aprovechado para generar energía eléctrica. Con este motivo, 7 km aguas arriba de la confluencia citada anteriormente, funciona, desde febrero de 1953, la estación hidrométrica Las Perlas, donde además de monitorear el escurrimiento se toman muestras de azolves desde 1955.

Cuenca del Río Tonalá

No obstante la importancia de este río, no ha sido posible instalar una obra hidráulica que permita aprovechar los recursos hídricos

Acueductos: En la RHA X GC se tienen registrados tres acueductos. El acueducto Río Huitzilapan-Xalapa abastece la ciudad de Xalapa, Ver. El acueducto Uxpanapa-La Cangrejera abastece a 22 industrias del sur del estado de Veracruz. El acueducto Yurivia-Coatzacoalcos y Minatitlán abastece a las ciudades del mismo nombre (Tabla 3-19).

Tabla 3-19 Acueductos

Consejo de Cuenca	Acueducto	Longitud (km)	Caudal de diseño (l/s)	Año de Terminación	Abastece	Responsable de la operación
Ríos Tuxpan al Jamapa	Río Huitzilapan-Xalapa	55	1,000	2000	Ciudad de Xalapa de Enríquez, Ver.	Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa (CMAS)
Río Coatzacoalcos	Uxpanapa-La Cangrejera	40	20,000	1985	22 industrias en la parte sur del estado de Veracruz	CONAGUA
	Yurivia-Coatzacoalcos y Minatitlán	64	2 000	1987	Coatzacoalcos y Minatitlán, Ver. río Ocotál y Tizizapa.	Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Coatzacoalcos.

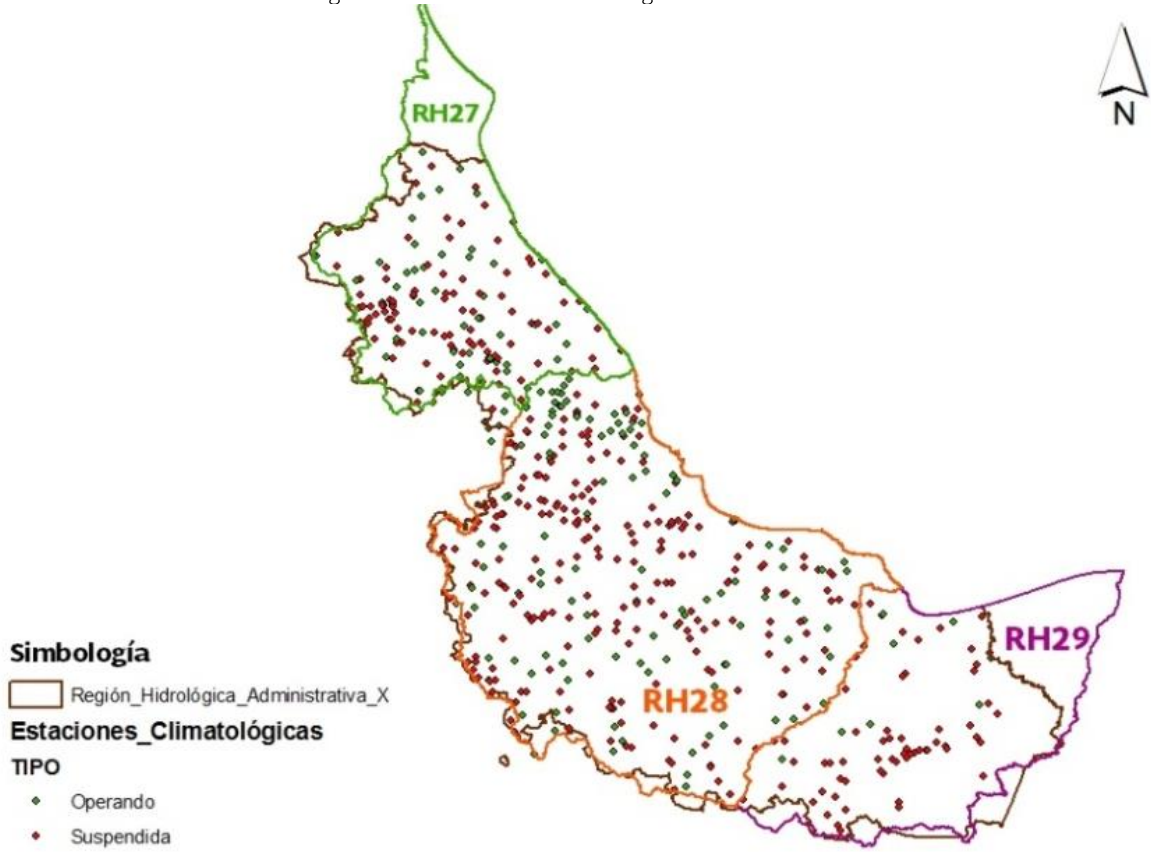
Fuente: IMTA. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana, 2008.

Acciones no estructurales

Estaciones Climatológicas. El Sistema Meteorológico Nacional (SMN) tenía en 2009 un catálogo de 609 estaciones meteorológicas en la RHA X GC, a 2010 se tenían registros de 612 estaciones meteorológicas activas. Sin embargo, el Organismo de Cuenca

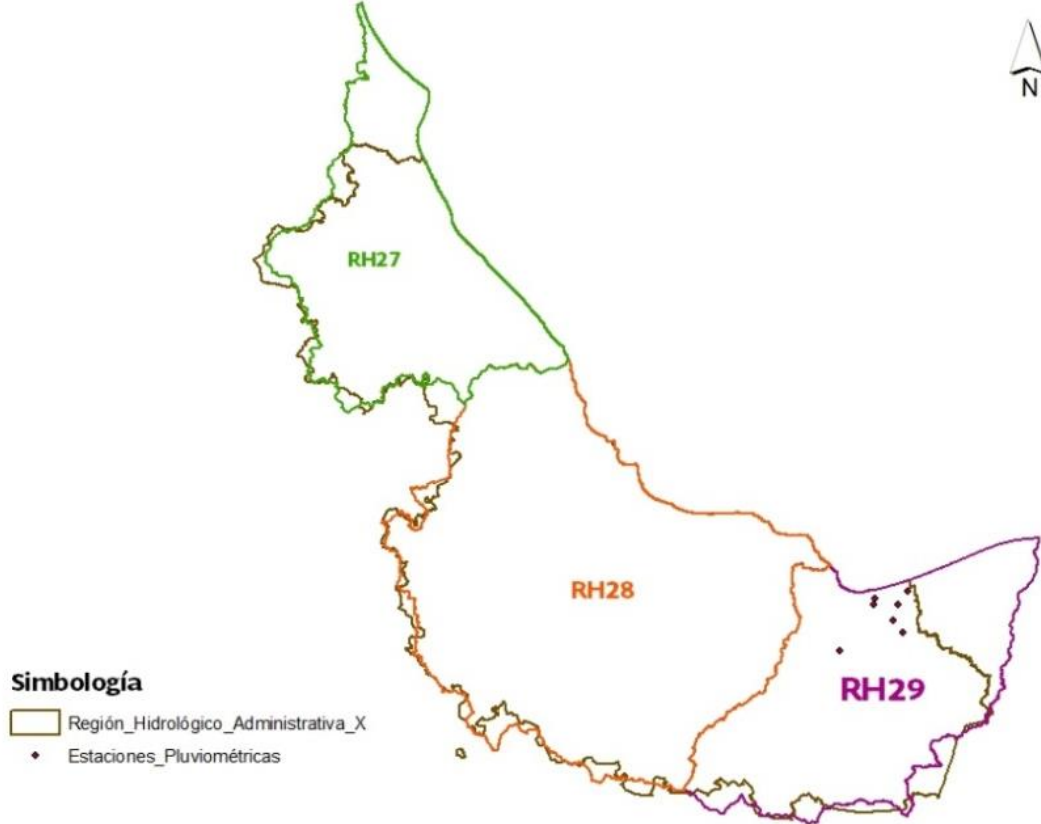
Golfo Centro tiene registradas hasta la fecha un total de 590 estaciones climatológicas, 177 estaciones están activas las restantes han dejado de operar por diversos factores (Fig3-29). Asimismo, se tienen registrados 7 pluviómetros localizados en el Consejo de Cuenca del Río Coatzacoalcos (Fig. 3-30).

Figura 3-29 Estaciones meteorológicas en la RHA X GC



Fuente: IMTA. Elaborado con información del Organismo de Cuenca Golfo Centro.

Figura 3-30 Pluviómetros en la RHA X GC

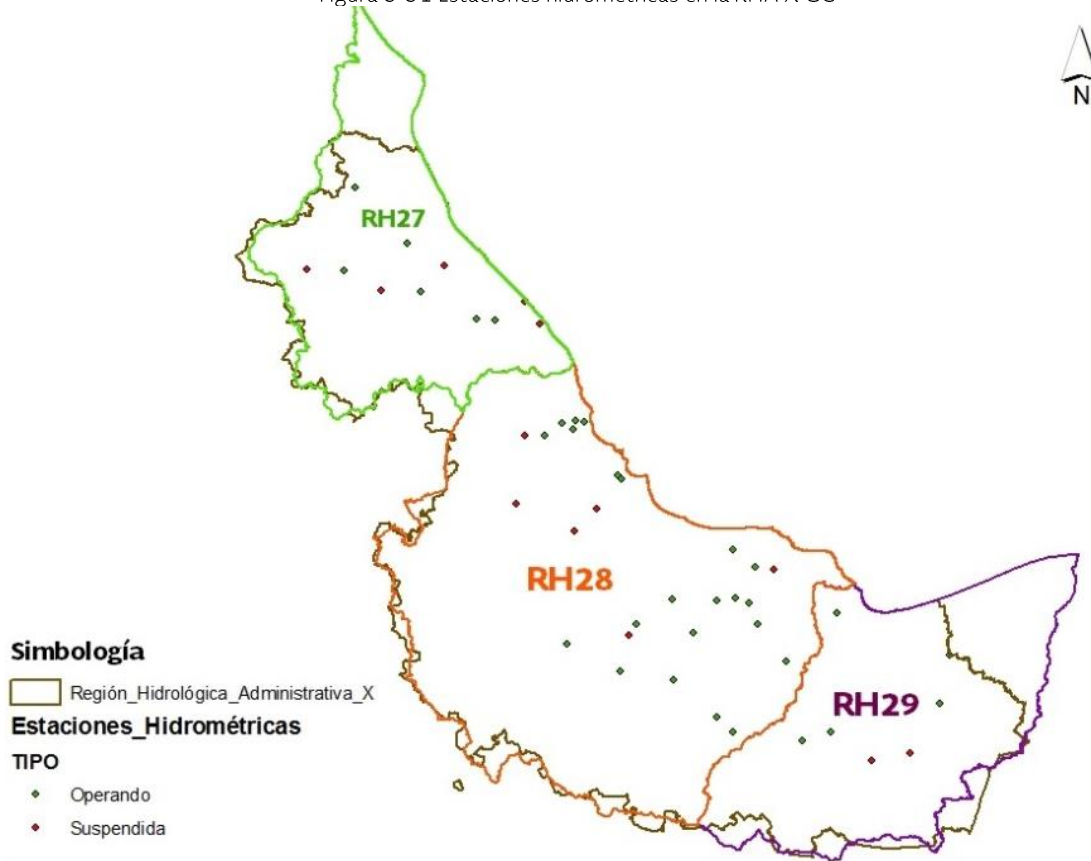


Fuente: IMTA. Elaborado con información del Organismo de Cuenca Golfo Centro.

Estaciones Hidrométricas. El Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BAN-DAS), tenía en 2006 un catálogo de 99 estaciones hidrométricas en la RHA X GC. Para 2010 se tiene otras 21 estaciones registradas, lo que hace un total de 120 estaciones.

Sin embargo, el OCGC tiene un registro actual de 46 estaciones, con un total de 33 estaciones operando y 13 estaciones suspendidas por factores que se detallan en el siguiente capítulo (Figura 3-31).

Figura 3-31 Estaciones hidrométricas en la RHA X GC



Fuente: IMTA, Con información del Organismo de Cuenca Golfo Centro.

Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana. El pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana son medidas no estructurales que constituyen elementos de planificación y preparación, que son consideradas antes de que ocurran las crecidas. En la RHA X GC se implementan estas acciones en la cuenca del río Apulco que es afluente del río Tecolutla. El sistema consiste en observar la precipitación de tres estaciones climatológicas (Zacapoxtla, Cuetzalan y Ayotoxco) y los niveles de la presa La So-

ledad, cuando aquellas alcanzan 100 mm en 24 horas generan escurrimientos que causan desbordamientos en la parte baja de la cuenca. La presa es operada con base en el funcionamiento del vaso, el cual consiste en medir el caudal de entrada al embalse y descargar una cantidad similar de agua por medio de extracción por turbina y por apertura de compuertas. El nivel de emergencia es cuando el vaso alcanza una altura de 803 msnm, (Tabla 3-20).

Tabla 3-20 Nivel de emergencia presa "La Soledad"

Caudal de desfogue (m ³ /s)	Nivel de emergencia	Afectaciones
200-600	Alerta	Sin afectaciones
600-1,000	Leve	Sin afectaciones
1,000-1,500	Moderada	Leves afectaciones en las márgenes del río Apulco
>1,500	Severa	Afectaciones en las localidades de Buenavista, Paso del Jardín, Ejido Colonia Morelos, El Chacal y Paso

En cualquier condición de nivel de emergencia, la CFE encargada de la operación de la presa, emite el comunicado al Organismo de Cuenca a fin de coordinar el aviso a la población civil a través de protección civil de los estados de Puebla y Veracruz. El tiempo de concentración a la primera localidad en riesgo es entre cinco y seis horas.

Las poblaciones marginales aguas abajo de la presa con riesgo de inundación son Buenavista con 1 293 habitantes, Paso del Jardín con 386 habitantes, Ejido Colonia Morelos con 176 habitantes, El Chacal con 1 206

habitantes y Paso del Palmar con 281 habitantes.

Alerta Gris. El Centro de Estudios y Pronósticos Meteorológicos (CECPM) de la Secretaría de Protección Civil, emite la Alerta Gris con un tiempo mínimo de 5 días previos a la probabilidad de incidencia de un agente perturbador en Veracruz (como lluvias severas, frentes fríos, nortes, suradas, que no están consideradas por el SIAT CT), mediante la emisión de boletines por intervalos no menores a 24 horas entre uno y otro (Figura 3-32).

Figura 3-32 Ejemplo de boletín de Alerta Gris



Fuente: <http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/>

Durante el tiempo de duración de la Alerta Gris los integrantes del CEPC se mantienen informados, mediante los boletines que emi-

te el Centro Estatal de Comunicaciones (CECOM) de la Secretaría de Protección Civil y

realizan las tareas previamente definidas que a cada uno correspondan.

La Coordinación General de Comunicación Social (CS) emite comunicados de prensa a partir de la emisión de la Alerta Gris, con el fin de informar y orientar a la población sobre las medidas preventivas y de protección existentes y que deban adoptarse ante la presencia y probable incidencia del fenómeno hidrometeorológico sobre territorio veracruzano (PC, 2012-2013).

El Estado de Veracruz ha tenido que desarrollar esta alerta de prevención ya que el Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT-CT), no considera fenómenos que afectan severamente a la región como los frentes fríos por ejemplo los cuales no entran en las escalas de ciclones tropicales Saffir-Simpson y de Circulación (SEGOB, 2013) las cuales se tienen implementadas en este sistema a nivel nacional. Gracias a los beneficios que ha traído a la población veracruzana esta será adaptada a escala nacional porque es un ejemplo de prevención, informó el coordinador general del SMN de la CONAGUA, Juan Manuel Caballero González. Al inaugurar el 22 Congreso Mexicano de Meteorología y el séptimo Congreso Internacional de Meteorología, el servidor público reconoció la capacidad de respuesta y el trabajo coordinado que realizó el Sistema de Protección Civil de Veracruz ante el impacto de Ingrid, en septiembre del año en curso (Periódico La Jornada. Martes 5 de noviembre de 2013, p. 12. <http://www.jornada.unam.mx/2013/11/05/politica/012n3pol>).

Protocolos de operación. La RHA X GC, cuenta con un Protocolo de Alerta para Condiciones Meteorológicas e Hidrológicas Severas realizado a nivel nacional por la CONAGUA a nivel central y que ha sido adecuado por el Organismo de Cuenca Golfo Centro, coordinadamente con las Direcciones Locales de Veracruz y Puebla.

El protocolo inicia con un comunicado de la Subdirección General Técnica a la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos

(GASIR) donde se instruye la revisión y preparación de las actividades requeridas para la temporada de lluvias. A su vez La GASIR avisa a los Organismos de Cuenca y direcciones locales sobre la revisión de los puntos críticos y niveles de almacenamiento en presas, esta actividad concluye con la aprobación del protocolo de atención de emergencias de las Direcciones Locales.

Posteriormente, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el Servicio Meteorológico Regional y las Áreas Meteorológicas en forma participativa emiten un diagnóstico meteorológico realizado comparando varios modelos matemáticos (MM5, WRF, GFS y NAM). Se analizan los umbrales de daños para cada una de las zonas de riesgo, y se toma la decisión de emitir una nota especial que corresponde a la fase uno, o se continúa en estado de modelación.

La fase uno consiste en realizar vigilancia hidrometeorológica o de las condiciones climáticas severas que corresponda manteniendo la comunicación ente las diferentes áreas correspondientes de la CONAGUA y la Secretaría de Gobernación Si se mantiene el tiempo severo y/o tendencias ascendentes en umbrales de precipitación se pasa a la fase dos.

La fase dos, activa la condición de emergencia, en donde se emiten avisos meteorológicos y se establece vigilancia meteorológica e hidrométrica en las presas. Monitoreando las estaciones climatológicas cercanas a ríos y presas, se prevé la posibilidad de superar el umbral de desbordamiento y se emite la fase tres.

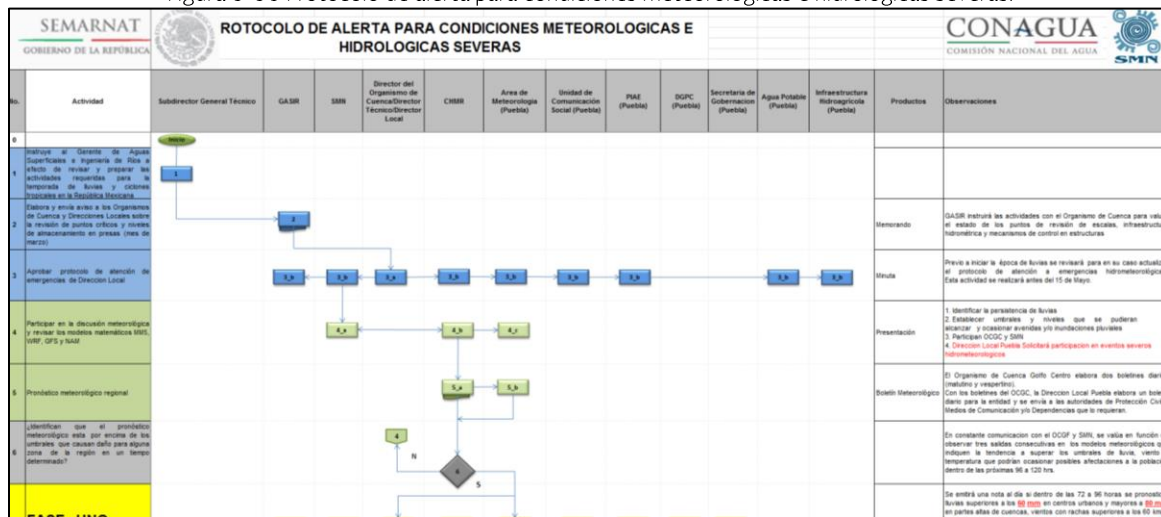
En la fase tres, se comunica vía correo electrónico a Protección Civil Estatal la tendencia de superar los umbrales críticos, así como la evolución en la capacidad de almacenamiento de presas. En relación al sistema de presas se vigilará su evolución de acuerdo a su porcentaje de almacenamiento y las políticas de operación. Se convocará a reunión extraordinaria con el distrito de riego 030, brigada de PIAE y áreas específicas de las Direcciones Locales para determinar acciones. La Direc-

ción General de Atención de Emergencias de Protección Civil de los Gobiernos Estatales renviará el aviso a las Direcciones Municipales de Protección Civil afectadas. El Departamento Regional de Hidrometría de CFE apoya con las observaciones del sistema Necaxa y de las presas Miguel De la Madrid y Miguel Alemán. Se implementa la logística para la atención a la población afectada. Protección Civil emite reporte de daños al Gobernador y a los integrantes del Consejo

Estatal en cuanto a personas afectadas e infraestructura afectada y evaluación preliminar de daños a la misma.

Finalmente el protocolo establece la operación acciones de saneamiento básico, reparación de infraestructura afectada e Integra las estadísticas de los eventos hidrometeorológicos en la jurisdicción de la Dirección Local y el Organismo de Cuenca (Figura 3-33).

Figura 3-33 Protocolo de alerta para condiciones meteorológicas e hidrológicas severas.



Fuente: CONAGUA, Dirección Local Puebla

3.6 Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación Producción agrícola

La economía agrícola regional está sustentada en dos distritos de riego: el 035 La Antigua y el 082 Río Blanco localizados en el estado de Veracruz, la superficie dominada de cada uno es de 72,560 ha y 54,841 ha respectivamente, en estos se producen 2,209 millones de toneladas de cosecha al año.

Se cuenta también, con cuatro Distritos de Temporal Tecnificado con una superficie de 198 mil ha. El número estimado de Unidades

de Riego es de 1,328 (681 organizadas y 647 sin organizar), con una superficie dominada solo de las unidades de riego organizadas (2005-2006) de 73,576 ha, con un rendimiento de 28.9 ton/ha.

Los cultivos principales que se establecen en el DR 082 con rendimientos superiores a la media general son: caña de azúcar, maíz, pasto, arroz, chile verde, jitomate y pepino, los frutales como la toronja, piña, papaya y limón, entre todos, con una lámina media de 66 cm y una eficiencia global estimada en un 35%. Según el Plan Director del DR 035, el aprovechamiento del agua para riego se hace con una eficiencia global estimada en 32.5%, en el DR 082 la eficiencia global es de 28%, esta situación genera demanda adicional de agua para riego, circunstancia que complementa negativamente la eficien-

cia en el uso de las aguas subterráneas y de los recursos hídricos para el sector primario y las actividades relacionadas. La superficie total sembrada en el año 2009 fue de 1.8 millones de hectáreas. El cultivo principal fue maíz grano con 760,741 hectáreas, seguido de la caña de azúcar con 13 millones de toneladas con ingresos de 4,956 millones de pesos (Tabla 3-21).

Al cierre del 2009, las superficies sembradas se estimaron en 1.8 millones de hectáreas. El cultivo con mayores extensiones fue el maíz

grano con 760,741 hectáreas (41%). Le sigue en importancia el cultivo de pastos con 207,473 hectáreas (11%). El resto de los cultivos: caña de azúcar, café cereza, naranja, frijol, cebada grano, mango, piña y sorgo grano ocupan 658,656 ha (48%).

Las superficie cosechada fue de 1.7 millones de hectáreas y la máxima producción física fue de 29.58 millones de toneladas, las ventas de estos cultivos ascendieron a 24,562 millones de pesos.

Tabla 3-21 Superficie Sembrada y Cosechada X Golfo Centro (Incluye riego, temporal y perennes 2009)

Cultivo	Superficie Sembrada (ha)	Superficie (%)	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Valor de la Producción (miles de \$)
Maíz Grano	760,741.0	41	664,500.4	1,367,893.2	4,359,792.5
Pastos	207,473.7	11	202,671.5	5,965,791.6	1,595,163.2
Caña de Azúcar	205,077.6	11	204,333.6	13,045,680.0	4,956,514.1
Café Cereza	178,334.0	10	178,134.0	483,295.4	1,945,054.1
Naranja	149,399.2	8	149,234.0	1,874,278.2	1,584,216.8
Frijol	40,457.2	2	31,779.8	20,085.9	277,658.2
Cebada Grano	32,047.8	2	20,173.4	34,074.9	95,596.4
Mango	28,755.7	2	27,788.1	272,367.4	581,309.2
Piña	24,585.0	1	13,890.0	670,628.0	1,743,371.0
Sorgo Grano	21,292.6	1	21,282.0	84,468.6	204,869.2
Resumen Regional Total	1,868,850.1	100	1,725,318.3	29,584,255.4	24,562,580.0

Fuente: IMTA, 2010, elaboración propia con información de SIAP-SAGARPA 2009, Estadísticas Agrícolas.

Sector Industrial

La industria manufacturera, como parte importante del crecimiento económico de la Región Hidrológica Administrativa X, requiere de agua suficiente como materia prima básica, por lo que al agua extraída se refiere, es importante tener en cuenta cuál es la productividad del agua.

El valor industrial añadido (o número de unidades producidas o su equivalente en dinero) por unidad de agua utilizada varía según la Región del país de que se trate para la industria manufacturera, dependiendo del valor del producto y del valor conferido al agua empleada en el proceso. En la Región X, las industrias manufactureras más productivas con relación la extracción de agua del sector secundario, (Tabla 3-22).

Tabla 3-22 Ramas de Industria manufacturera más productivas y consumidoras de agua de la Región X

Industria	Producción Bruta (miles de \$)	Contribución (%)	Extracción (m ³ /año)	Contribución (%)
Minería	145,448	0.0	41,672	0.0
Extracción de petróleo y gas	4,441	0.001	4,573	0.001
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	96,812,047	40.4	88,217,703	23.5
Elaboración de azúcar	2,363,534	0.9	28,969,084	7.7
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	5,067,639	2.1	8,662,055	2.3
Industria de la madera y productos de	4,102,842	1.7	9,275,169	2.4

Industria	Producción Bruta (miles de \$)	Contribución (%)	Extracción (m ³ /año)	Contribución (%)
madera				
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	3,975,278	1.6	13,030,549	3.4
Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plástico	7,955,786	3.3	27,785,844	7.4
Refinación de petróleo	7,792	0.003	7,646	0.002
Productos de minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón	6,727,830	2.8	20,466,641	5.4
Industrias metálicas básicas	20,876,664	8.7	47,258,093	12.6
Productos metálicos, maquinaria y equipo	6,365,072	2.6	4,503,171	1.2
Otras industrias manufactureras	84,700,338	35.4	126,879,907	33.8
Total	39,104,711	100.0	75,102,107	100.0

Fuente: IMTA, 2010, elaboración propia con información de INEGI, 2004, Censos Económicos

De la tabla anterior se nota que en la industria de la Región destacan por su mayor extracción de agua: Otras Industrias Manufactureras y la de Alimentos, Bebidas y Tabaco, con una extracción de más de 126 y 88 hectómetros cúbicos anuales, respectivamente, lo que representa conjuntamente el 57.4% del volumen de agua para uso industrial en la Región.

Le sigue en orden de importancia la industria Metálica Básica con el 12.6% del total extraído por la industria. Con una extracción de más de 28, 27 y 20 hectómetros cúbicos anuales, están la industria Azucarera, la industria Química y la de Productos no Metálicos, respectivamente, con 20.6% en conjunto, de la extracción total de agua para uso industrial en la Región.

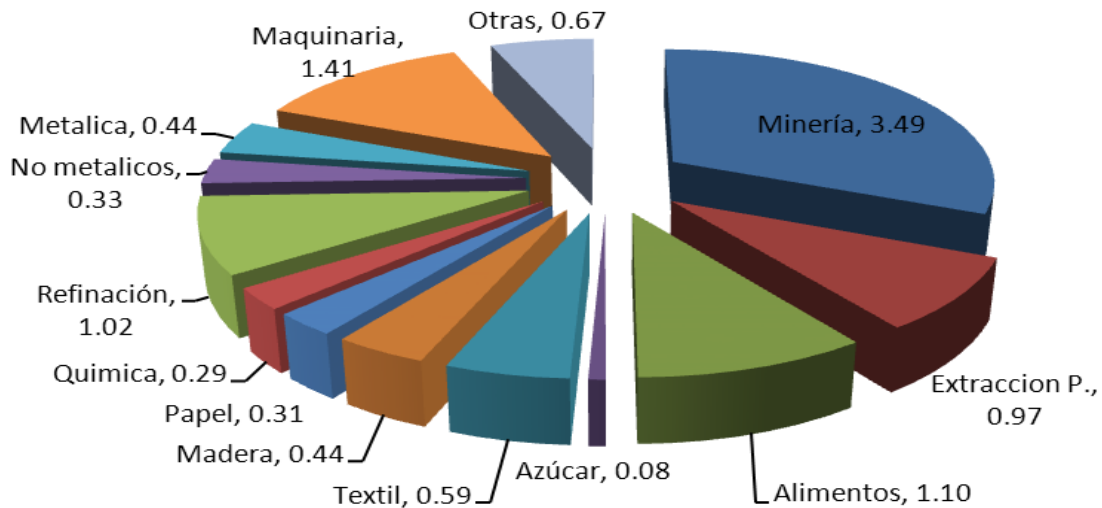
Por el contrario, las tres que menos extraen agua son la de Extracción de Petróleo y Gas,

la de Refinación de Petróleo, y la Minería con 0.01% en conjunto, de la extracción total de agua para uso industrial en la Región.

Las industrias que más destacan por el valor de su producción son la Alimenticia y Otras Industrias Manufactureras, con 96,812 y 84,700 millones de pesos anuales, respectivamente, lo que representa conjuntamente el 76% del valor de la producción bruta de la industria manufacturera de la Región. En orden de importancia, con 8.7% del valor de la producción bruta de la Región, están las Industrias Metálicas Básicas. Las restantes diez industrias contribuyen, en conjunto, a la producción industrial regional con 15.4%.

Con los volúmenes de agua extraídos por la industria manufacturera y el valor de la producción bruta se calcula la productividad del agua por rama industrial (Figura 3-34).

Figura 3-34 Productividad del agua para uso industrial de la Región X, (Miles de \$/m³)



Fuente: IMTA, 2010, con información de Tabla 3.21

La industria de la Región, con mayor productividad es la Minería con 3,490 pesos por metro cúbico; las de productividad mayor a los 1,000 pesos por metro cúbico son: la Maquinaria y Equipo, la de Alimentos, Bebidas y Tabaco, y la de Refinación de Petróleo; el resto tiene una productividad menor a 1,000 pesos por metro cúbico.

Es de notar que Otras Industrias Manufactureras tiene una productividad de sólo 670 pesos por metro cúbico de agua, pero es la industria que más extrae agua en esta Región con casi el 34% del total industrial en la Región.

4 Diagnóstico de las zonas Inundables

La problemática de inundaciones detectada en la RHA X GC es mayormente provocada por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos concurrentes de la zona. En promedio la afectan 45 frentes fríos entre septiembre y mayo, un número similar de ondas tropicales cruzan Veracruz entre junio a noviembre. Pero aun cuando la ocurrencia de lluvia en la región es abundante (precipitación media anual 1,945 mm 2.5 veces mayor que la precipitación media anual nacional, las lluvias de verano en los meses de junio a octubre son las de mayor relevancia ya que es en estos meses cuando se presentan ciclones y ondas tropicales provocando una precipitación media mensual de 187.1 mm en el mes de octubre hasta 305.7 mm en el mes de septiembre (SEMARNAT, 2011).

Sin embargo, la condición de no respetar las zonas federales ni el ordenamiento territorial y ecológico invadiendo cauces naturales de ríos y arroyos, provoca que la población de la región se encuentre en riesgo de sufrir afectaciones a su persona y a sus bienes patrimoniales ante la presencia de inundaciones causadas por lluvias derivadas de ciclones y huracanes.

Al analizar las características fisiográficas, meteorológicas, hidrológicas y geomorfológicas de la RHA X GC, se observa que las inundaciones a lo largo de la región se comportan de diferente manera, debido a la variación de estas características dentro de la misma región. En el norte, donde se ubica el Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa, las pendientes del terreno son de medianamente a fuertemente inclinadas formando ríos de respuesta rápida, en consecuencia, el nivel del agua de estos ríos aumenta de manera abrupta llegando a velocidades considerables en un tiempo muy corto. Debido a esta situación la evacuación de la población se dificulta y el tiempo de

respuesta se acorta llegando a ser menor a 7 horas.

En el consejo de cuenca del Rio Papaloapan, zona centro de la región, la situación es similar para los ríos Grande, Salado y Blanco ya que estos se caracterizan por ser ríos de respuesta rápida, sin embargo la mayor parte del terreno en este consejo de cuenca es de pendientes bajas a zonas de planicie, esta característica provoca que el escurrimiento de estos ríos disminuya su velocidad al llegar a la zona baja del Papaloapan y al ser un área con mayor amplitud que las llanuras del norte de la región, el aumento en el nivel del agua es paulatino, incrementando el tiempo de respuesta de la población hasta por 24 horas.

En la zona sur de la región, en el consejo de cuenca del Rio Coatzacoalcos, la situación es similar a la parte baja del Papaloapan, al ser zonas de pendiente baja y de planicies, al generarse una inundación el incremento en el nivel del agua es muy lento debido a que los ríos adyacentes son de respuesta lenta permitiendo un amplio tiempo de respuesta a la población ante un evento de esta naturaleza.

Dentro del “Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces Federales del Estado de Veracruz” (Semarnat, 2011) se identificaron sitios de alto riesgo, estos se describen a continuación.

Cauce del Rio Tuxpan

El Organismo de Cuenca Golfo Centro tiene identificados hasta el momento 28 sitios de alto riesgo, 6 en el Municipio de Temapache y 22 en el Municipio de Tuxpan. La vulnerabilidad de estos sitios es resultado directo de las altas precipitaciones de la cuenca y la fuerte erosión en la zona montañosa, que provocan desbordamientos de los drenes, arroyos y ríos muy caudalosos que son afluentes del Río Tuxpan.

Zona de riesgo de la Ciudad de Álamo, Municipio de Tempache

La ciudad de Álamo por el Norte está limitada por el río Pantepec y es atravesada por los drenes La Tortuga y Oro Verde así como por el arroyo El Ídolo, que descargan en el río Pantepec, a continuación se describe la problemática en estos los cuerpos de agua.

Análisis de la zona de riesgo del “Dren La Tortuga”. Además de los asentamientos irregulares localizados en el dren, se presentan azolvamientos a causa de la basura que se arroja a su cauce y a la falta de limpieza del mismo (Figura 4-1).

Figura 4-1 Asentamientos en el cauce del dren La Tortuga.

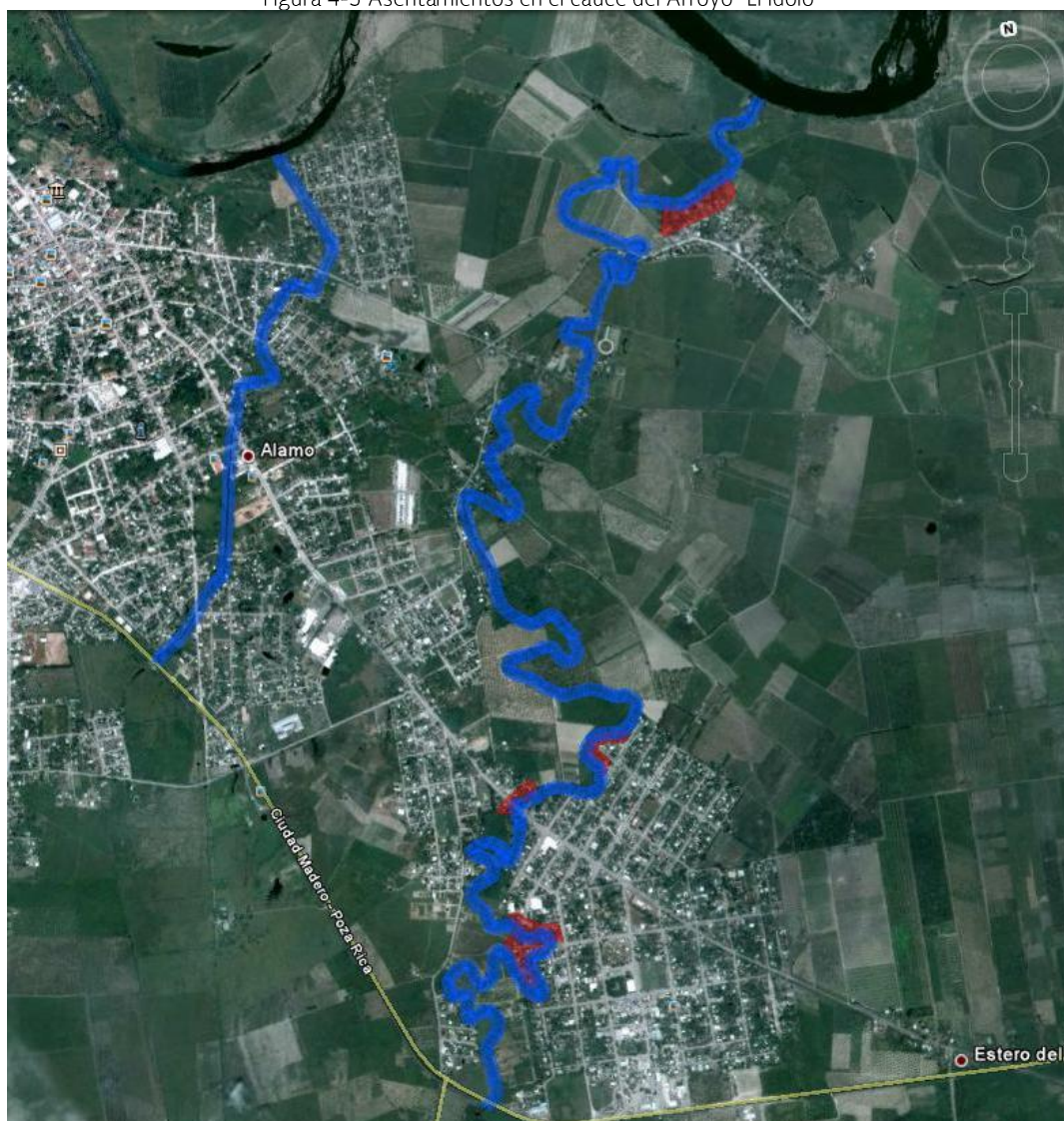


Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Análisis de la zona de riesgo del “Dren Oro Verde”. El Dren tiene un desarrollo de aproximadamente 3 Km y es el que mayor riesgo por inundación representa para la ciudad de Álamo, debido a que atraviesa 11 colonias de la ciudad (Figura 4-2). El dren presenta una severa contaminación por descargas que

son vertidas en él así como una gran cantidad de azolves, los cuales reducen el área hidráulica del cauce. Se ha construido, no sólo en los taludes, sino en el cauce mismo, con la contemplación de anteriores autoridades municipales.

Figura 4-3 Asentamientos en el cauce del Arroyo "El Ídolo"



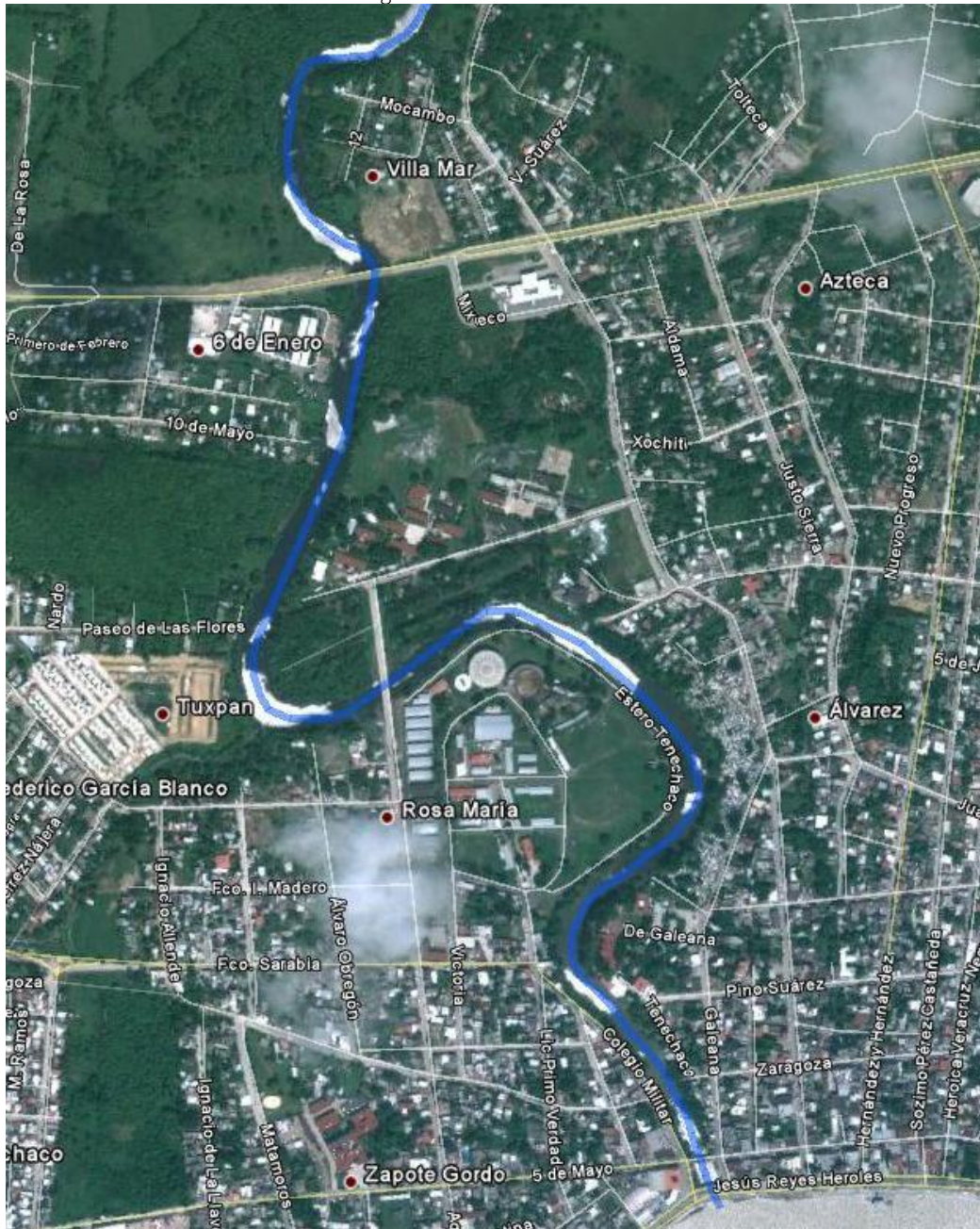
Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Zona de riesgo de la Ciudad de Tuxpan.

Está asentada en la margen izquierda del Rio Tuxpan, la cruzan el Canal Tenechaco, el colector Adolfo López Mateos, varias zanjas, canales, drenes y colectores de aguas negras. Por estos cuerpos, 32 colonias se ven afectadas por inundación.

Análisis de la zona de riesgo del Estero Tenechaco. El Estero cuenta con una longitud de 3,858 m. Afecta a 4 colonias que se ubican en sus márgenes; se sitúan en sitios bajos sin drenaje natural; la mayoría de las viviendas ahí asentadas son de tipo popular construidas de madera y lámina, ocupan parte de la zona federal; sin embargo en muchos casos la gente desconoce que se trata de zonas federales (Figura 4-4).

Figura 4-4 Estero Tenechaco

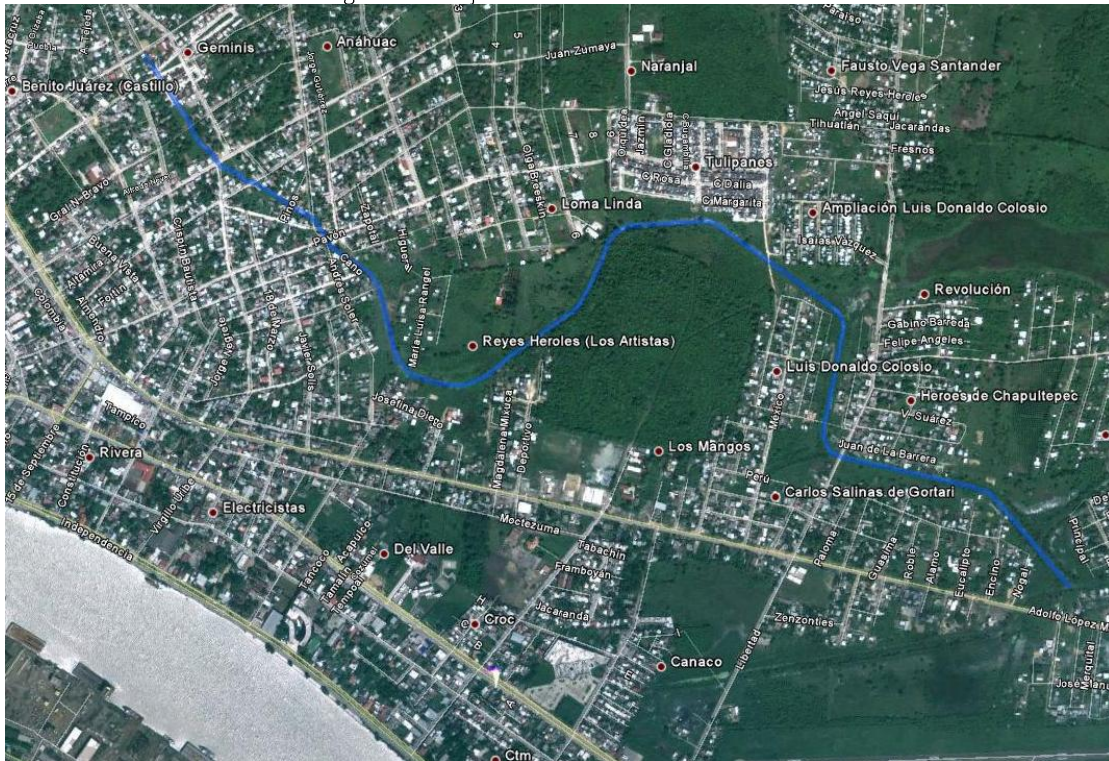


Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011

Análisis de la zona de riesgo del Estero La Calzada, Canal de Aguas Negras, Zanja 16 de Septiembre y Pavón y Zanja El Lirio. El Estero La Calzada se encuentra en la parte este de la ciudad de Tuxpan, en él se vierten aguas negras provenientes de la ciudad de Tuxpan. En sus márgenes proliferan cons-

trucciones irregulares, cuando existe la creciente del Rio Tuxpan, es muy lento su desalojo de agua (Figura 4-5). El Canal de Aguas Negras se sitúa en la parte noreste de la ciudad de Tuxpan, cuenta con una longitud de 3,409 m y como su nombre lo dice conduce aguas negras y pluviales de la zona

Figura 4-6 Zanja el Lirio atraviesa la zona urbana



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Estero Palma Sola este se sitúa en la parte sur de la ciudad de Tuxpan, presenta problemas de azolvamiento y vegetación descontrolada en sus márgenes.

En general los canales de desagüe han sido invadidos por el crecimiento urbano como en muchos otros municipios, por falta de control y sin planeación urbana. Las lluvias locales originan graves problemas por la insuficiencia del drenaje pluvial y cuando se presentan desbordamientos del río o de los esteros, la población sufre de inundaciones, se generan cierres a la circulación vehicular y peatonal de manera local. En los canales a cielo abierto se presentan azolves y la proli-

feración de vegetación sin control así como viviendas asentadas en sus márgenes.

Análisis de la zona de riesgo del Río Tuxpan. Este río se cruza a un costado la ciudad de Tuxpan, es decir la ciudad se fue desarrollando en las márgenes de este, lo que genera mayor riesgo en cuanto a inundaciones, el principal problema que dificulta el afluente del río es su azolve particularmente en la zona que se ubica enfrente de la localidad de Santiago de la Peña (Figura 4-7). Es continua la invasión incontrolada en la zona del malecón, con frecuentes construcciones sin permisos en zona federal; pero con autorizaciones de las autoridades municipales.

Figura 4-7 Río Tuxpan



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Cauce del río Cazones

En el OC se han identificado hasta hoy 34 sitios de alto riesgo, en el Municipio de Poza Rica, se ubican asentamientos irregulares en zona federal con viviendas y accesorias establecidas en taludes y aún en el mismo lecho de los cuerpos receptores. Las viviendas asentadas están construidas con muros de block, tabique o de madera; y techos de láminas ya sea de cartón asfáltico o galvanizadas, aunque también se construyen con techos de palma, todas ellas propensas al colapso por desbordamientos o inundaciones; aunque también existen casas formalmente construidas estructuralmente hablando.

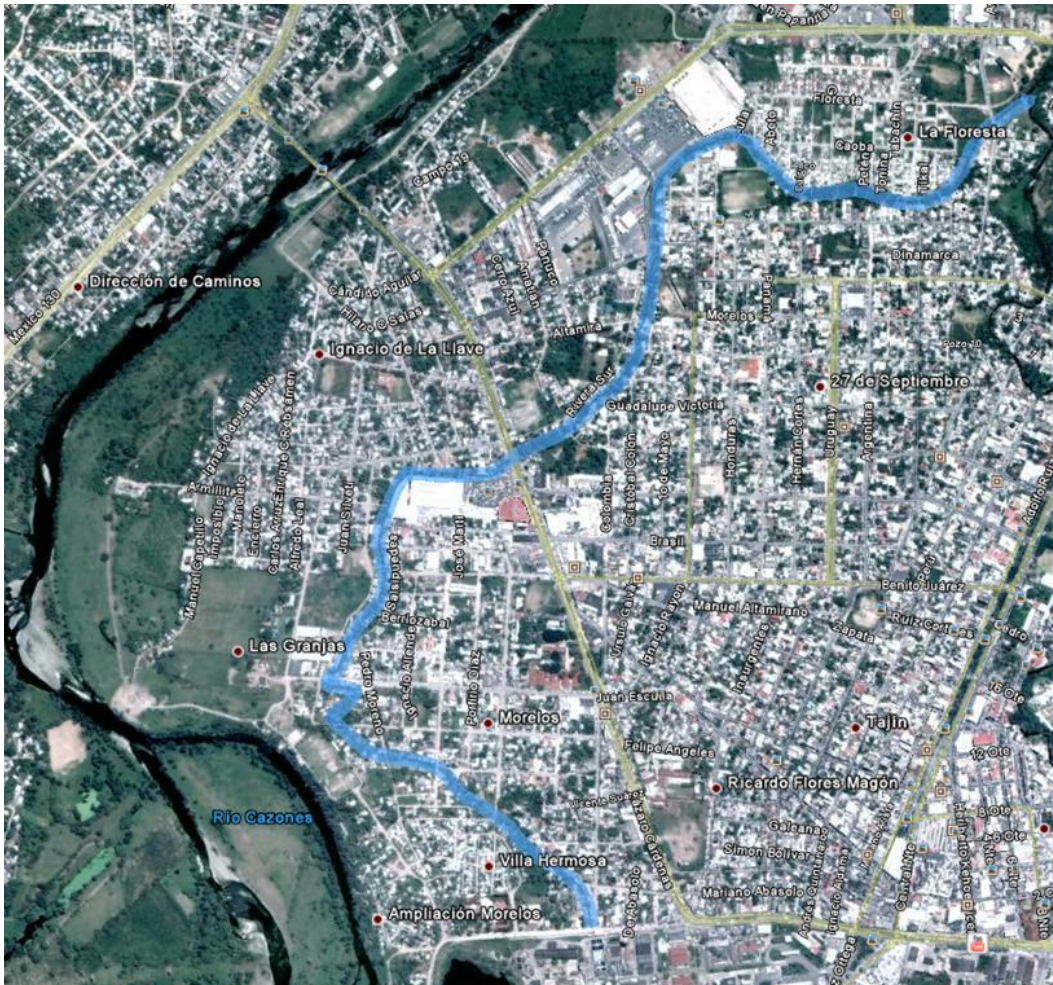
La ciudad de Poza Rica, es atravesada por 5 arroyos: El Hueleque, Salsipuedes, La Jícara, El Mollejón y Arroyo Cocineros. A estos se vierten basura, residuos de construcción, aguas negras y pluviales y sus zonas federa-

les y lechos están invadidos por construcciones permanentes en varias colonias, las poblaciones que mayor riesgo de afectación presentan son el Hueleque y Salsipuedes.

Análisis de los asentamientos ubicados en la margen del arroyo “Salsipuedes”. El arroyo nace en el área de las instalaciones de PEMEX, tiene una longitud de 3,800 metros.

Además de ser la cloaca de la ciudad, el arroyo presenta una pendiente baja, el ancho de su cauce varía entre 3 y 12 metros con la presencia de meandros, la mayor parte de su recorrido se encuentran sus márgenes completamente invadidos limitado por construcciones principalmente de tipo habitacional. La zona de confluencia con el arroyo el Hueleque es especialmente crítica, dado que este último conduce un caudal superior y presenta tirantes mayores, lo que provoca un efecto de remanso en el arroyo (Figura 4.8).

Figura 4-8 Viviendas ubicadas en las márgenes del arroyo Salsipuedes de la colonia Morelos

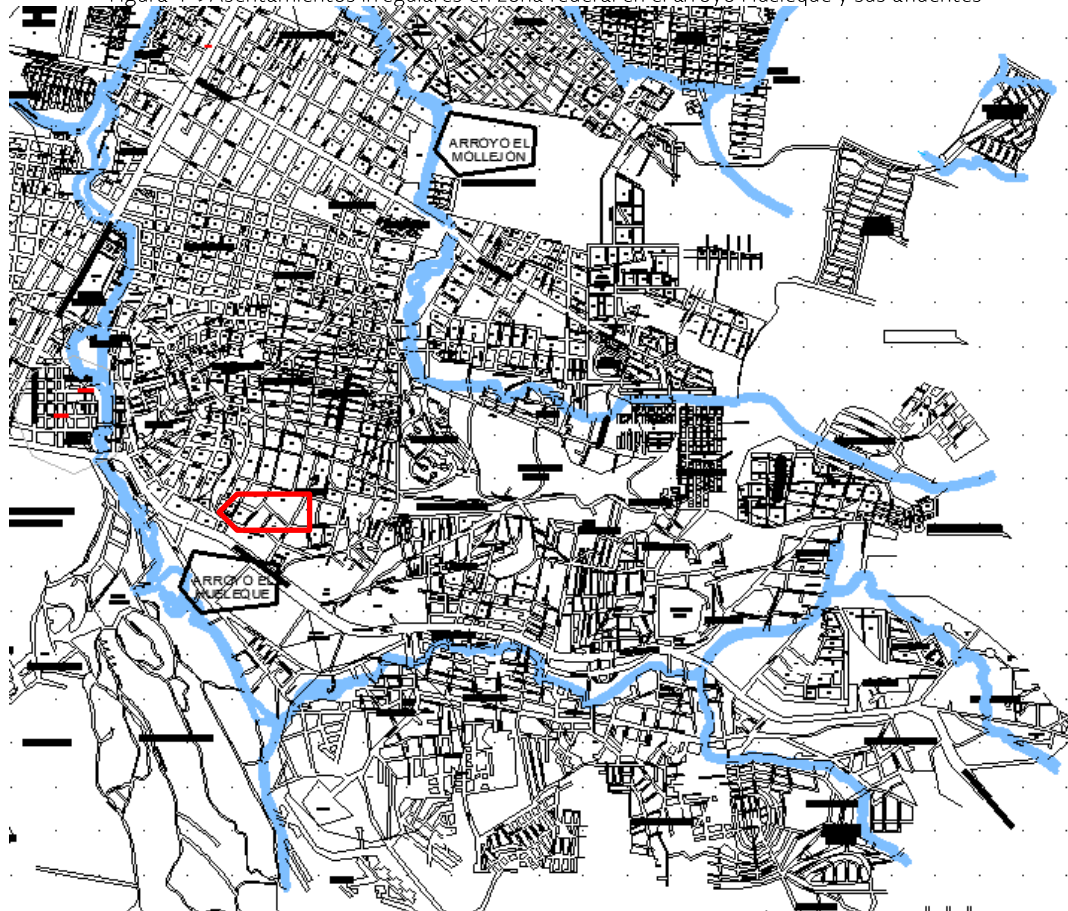


Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Análisis de la zona de riesgo del arroyo “Hueleque”. Este arroyo nace en la zona sureste de la ciudad de Poza Rica y se desarrolla en una longitud de 11,331 metros. Debido a su fuerte pendiente, en época de lluvias alcanza niveles superiores a los tres metros en un tiempo muy corto, en estos casos tiende muy fácilmente al desbordamiento y a origi-

nar inundaciones que afectan a la ciudadanía. Como en la mayoría de los casos el arroyo presenta azolves y basura en su cauce, además de la proliferación de viviendas construidas en zona federal no delimitada e inclusive en el propio lecho del arroyo (Figura 4-9).

Figura 4-9 Asentamientos irregulares en zona federal en el arroyo Hueleque y sus afluentes



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Cauce del Río Jamapa – Cotaxtla

Se han identificado 30 sitios de alto riesgo a lo largo de este cauce, 10 en el Municipio de Veracruz, 9 en el Municipio de Boca del Río y 11 en el Municipio de Medellín de Bravo. El riesgo en estos sitios se debe al crecimiento incontrolado de asentamientos irregulares en zona federal, al amparo de autoridades municipales y estatales, al permitir el crecimiento inmoderado y carente de planeación urbana en los tres municipios conurbados, exterminando las lagunas que regulaban los escurrimientos naturales, al transformarlas en fraccionamientos o colonias, mediante los rellenos de esos cuerpos receptores, ya que estos captaban naturalmente las anomalías que presentaban el río Jamapa y el arroyo Moreno.

Existen algunas lagunas que son consideradas como zonas de riesgo debido a la presencia de asentamientos irregulares en su periferia, por ejemplo: La Olmeca, Tarimoya, Caballerizas, Caracol entre otras. Mención aparte merecen los Fraccionamientos Floresta y Flores del Valle, que por su ubicación tan cercana al Canal de la Zamorana, son fraccionamientos que prácticamente todos los años sufren inundaciones.

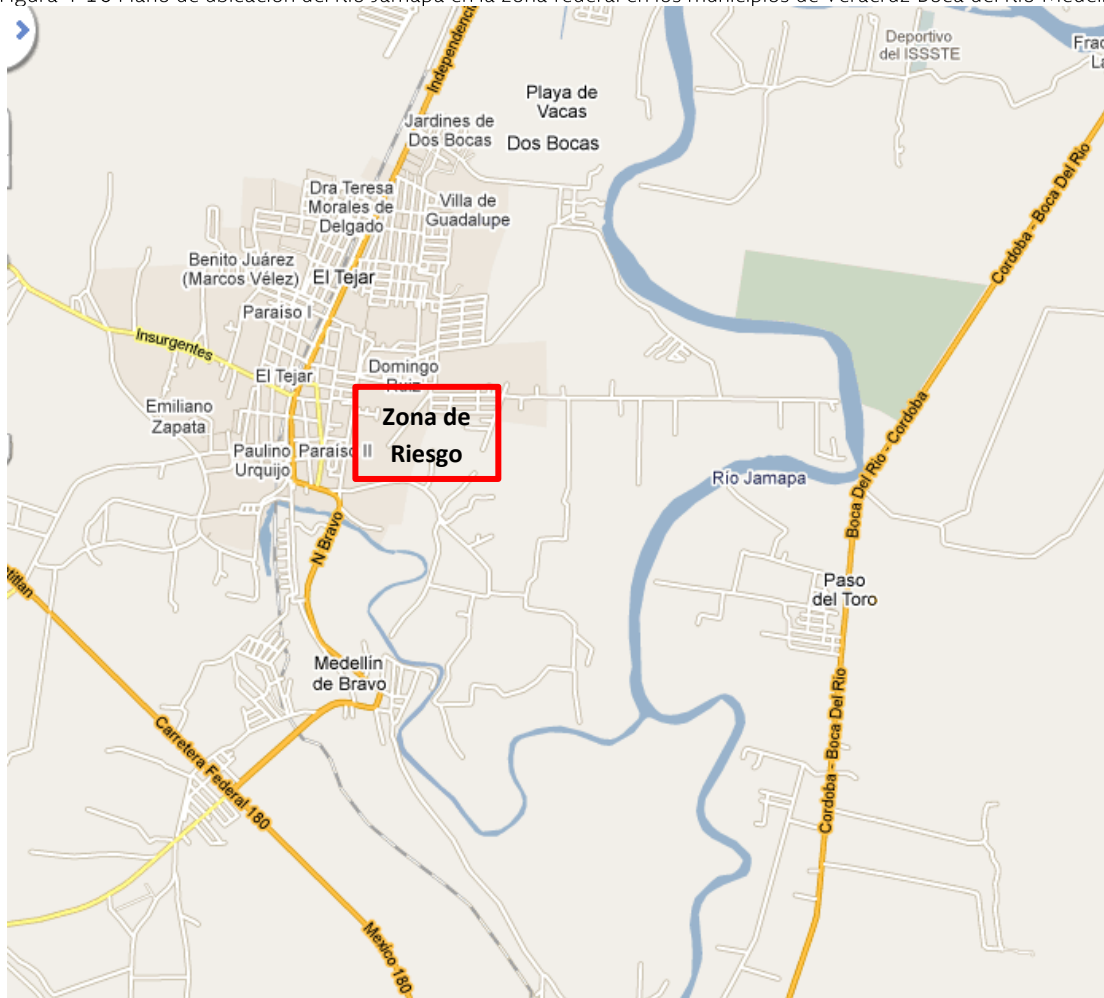
Zona de Riesgo de las Ciudades de Veracruz, Boca del Río y Medellín de Bravo.

Análisis de la zona de riesgo de las márgenes del río Jamapa. Las zonas inundadas registradas en el año de 2010 en la zona metropolitana Veracruz-Boca del Río-Medellín de Bravo, fueron las que se ubican en el tramo comprendido entre la zona conurbada desde

la salida de Veracruz a la localidad de Medellín de Bravo (Figura 4-10), esto debido a las unidades habitacionales que han crecido sin control, invadiendo las zonas naturales de regulación lagunar, que mantenían el equilibrio con del sistema natural. Como conse-

cuencia, las precipitaciones y los escurrimientos pluviales, al igual que el agua desbordada de los ríos Jamapa, Cotaxtla y el arroyo Moreno, ocasionaron las inundaciones históricamente más grandes registradas en la zona.

Figura 4-10 Plano de ubicación del Río Jamapa en la zona federal en los municipios de Veracruz-Boca del Río-Medellín



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Cuenca del Río Papaloapan

El OC tiene identificados actualmente 10 áreas de asentamientos irregulares en zonas federales no delimitadas del río Papaloapan en el Municipio de Cosamaloapan. Son viviendas y establecimientos comerciales que se encuentran en zonas bajas, en muchos casos, son construcciones permanentes de

concreto, de cualquier forma, todas ellas están propensas al colapso por los desbordamientos frecuentes que se han presentado en los últimos años y que han derivado en inundaciones.

Las precipitaciones en la Cuenca alta del Papaloapan, así como la operación de las Presas Cerro de Oro y Temazcal, provocan

grandes avenidas que afectan a su paso importantes núcleos de población, entre ellos el Municipio de Cosamaloapan.

Zona de Riesgo de la Ciudad de Cosamaloapan

La zona de riesgo más importante de la Ciudad de Cosamaloapan, la margen izquierda

del río Papaloapan, la cual está invadida por crecimiento urbano (Figura 4-11), lo que aumenta el riesgo por inundación como las ocurridas por los efectos del huracán Karl y la tormenta tropical Mathew en septiembre del año pasado. Sin embargo, las inundaciones son frecuentes y anualmente afectan la zona centro de la ciudad.

Figura 4-11 Río Papaloapan a la altura de Cosamaloapan.



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Cauce del Río Coatzacoalcos

El OC ha identificado 29 áreas de asentamientos irregulares en zonas federales del río Coatzacoalcos, 21 en la ciudad de Coatzacoalcos y 8 en la ciudad de Minatitlán. Estos sitios tienen alto riesgo de inundación por la presencia de avenidas extraordinarias que afectarían a la población asentada irregularmente, con infraestructura que va desde estructuras rústica hasta permanentes. Zona de Riesgo de la Ciudad de Coatzacoalcos.

Análisis de la zona de riesgo del río Coatzacoalcos. La ciudad y puerto del río se ubica al norte del Istmo de Tehuantepec, sobre la margen izquierda del río Coatzacoalcos, casi en su desembocadura, esta ciudad recibe las descargas de los ríos Calzadas y Uxpanapa, los cuales afectan a las Colonias Coatzacoalcos y Ampliación Coatzacoalcos; que forman parte de un asentamiento irregular ubicado en zona federal entre un canal que descarga al río y la zona de manglares de estos afluentes (Figura 4-12).

Figura 4-12 Margen Izquierda del Río Coatzacoalcos, en el municipio de Coatzacoalcos



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Análisis de la zona de riesgo del río Calzadas. El río es un afluente del río Coatzacoalcos, nace en la vertiente oriental de la Sierra de San Andrés Tuxtla, a 1400 msnm y baja de norte a sur y después corre de occidente a oriente para unirse al Río Coatzacoalcos a 4 km de su desembocadura. El río Calzadas afecta a varias

colonias localizadas en la confluencia con el río Coatzacoalcos por su margen izquierda. La problemática fundamental son los asentamientos irregulares en zonas federales y aumenta, debido a la existencia de drenes naturales y los canales a cielo abierto que descargan al Río Calzadas (Figura 4-13).

Zona de Riesgo de la Ciudad de Minatitlán

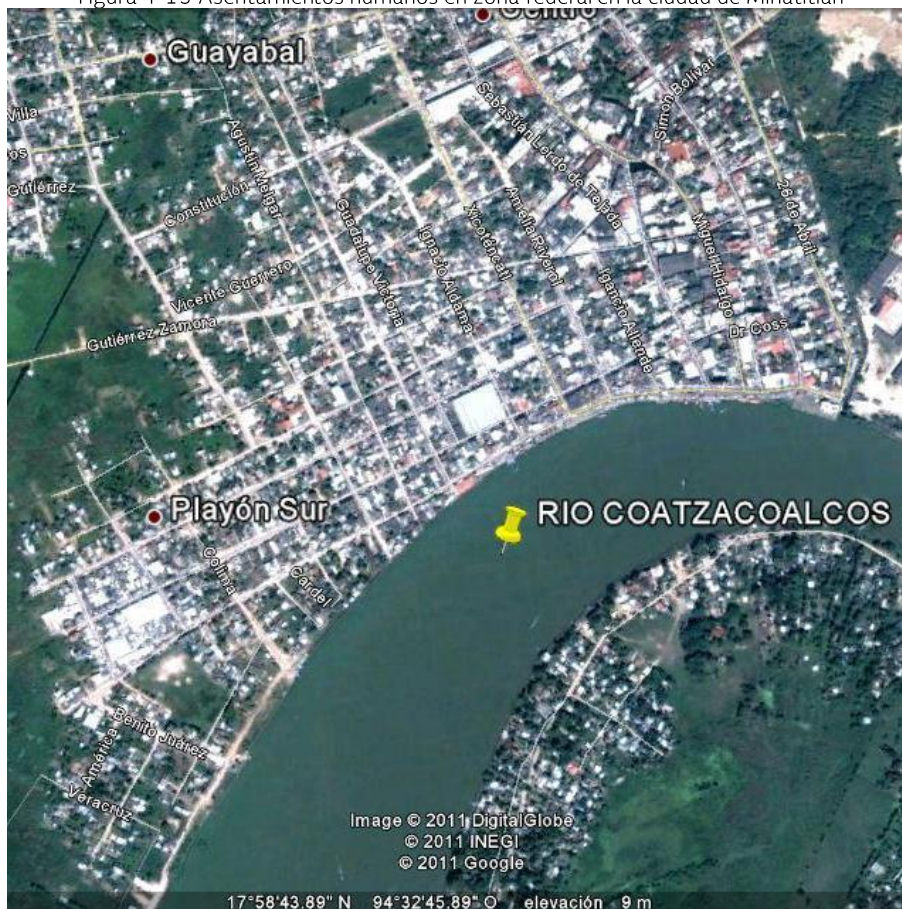
La ciudad de Minatitlán, cabecera del municipio del mismo nombre, se extiende sobre la margen izquierda del río Coatzacoalcos, se establece entre las altitudes extremas de 5 y 400 m. La franja paralela al cauce del río es prácticamente zona federal, aunque no delimitada. Se trata de más de 5 kilómetros de longitud.

Análisis de riesgo de la margen izquierda del río Coatzacoalcos, en Cd. De Minatitlán. Las precipitaciones intensas que se registran en la Cuenca alta del Río Coatzacoalcos, princi-

palmente en la Sierra de Oaxaca, provocan avenidas de consideración, afectando a la zona federal de la cabecera municipal de Minatitlán y sus comunidades (Figura 4-15). Las afectaciones en la cabecera municipal impactan directamente las actividades comerciales, sociales y culturales entre otras.

Las constantes avenidas del río Coatzacoalcos, han destruido en algunas partes y deteriorado en otras el muro de contención que protege a la Ciudad. También los sistemas de drenaje se ven saturados de basura, que en temporada de lluvias, trae consigo problemas de inundación en las partes bajas de la ciudad.

Figura 4-15 Asentamientos humanos en zona federal en la ciudad de Minatitlán



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

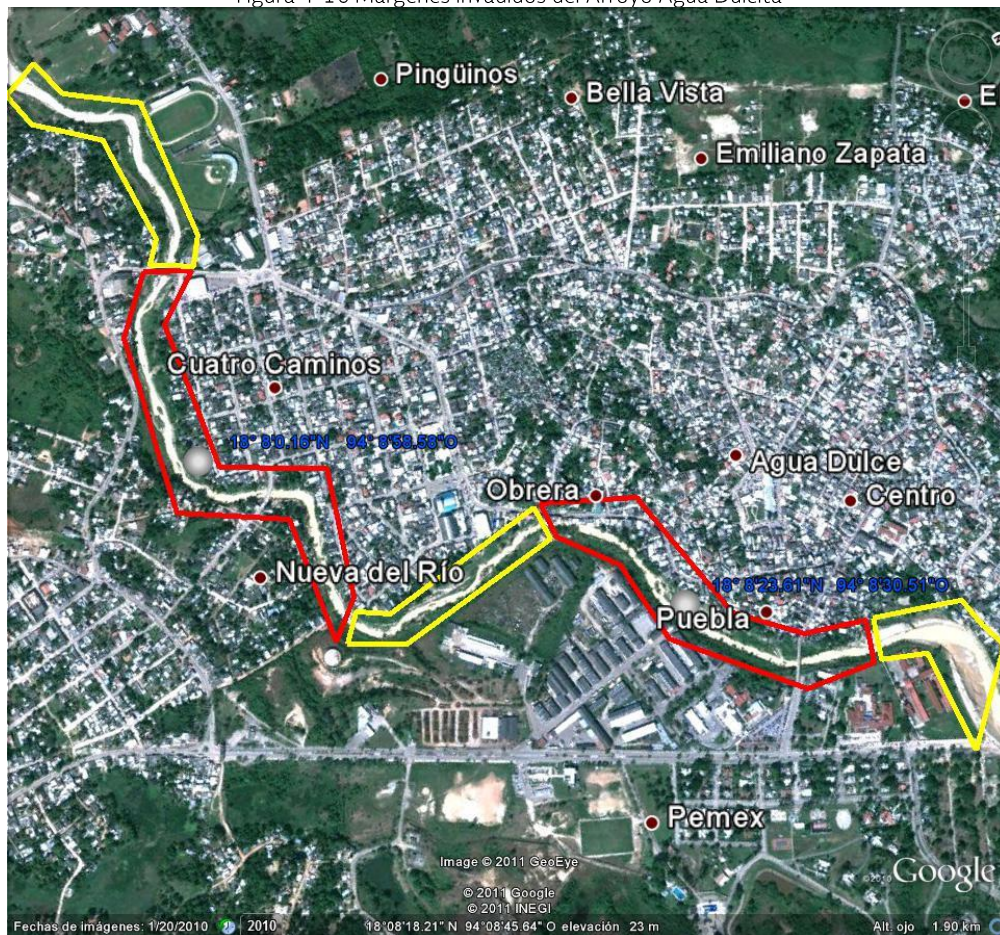
Cauce del Río Tonalá

Se han identificado 24 áreas de asentamientos irregulares en zonas federales no delimitadas del río Tonalá, 15 en la ciudad de Agua Dulce y 9 en la ciudad de Las Choapas. Estos sitios tienen alto riesgo de inundación por la presencia de avenidas extraordinarias que afectan a la población asentada irregularmente. Las viviendas distribuidas en la zona federal son muy variadas, tanto por sus materiales como por su número, algunas construidas con muros de tabique o block y losas de concreto y en los sitios más precarios, con madera y techumbres de cartón asfáltico y palma las cuales resultan más vulnerables.

Zona de Riesgo de la Ciudad de Agua Dulce

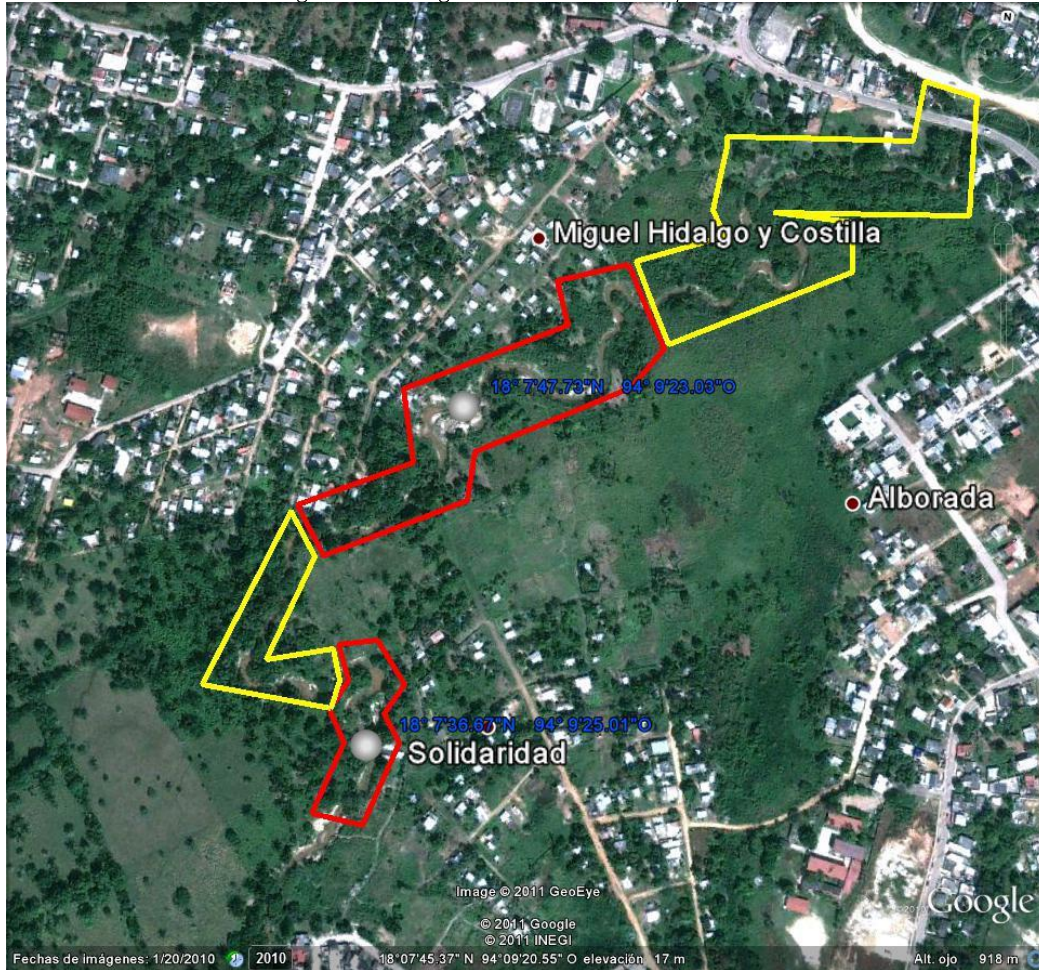
Agua Dulce, es la cabecera del municipio con el mismo nombre y se ubica sobre la margen izquierda del río Tonalá. La ciudad es cruzada por los arroyos Agua Dulcita y El Burro y cuenta con una amplia zona pantanosa. Análisis de la zona de riesgo de los arroyos Agua Dulcita y El Burro. En estos arroyos en el área de pantano, se encuentran asentadas varias colonias en zona federal susceptibles a constantes afectaciones (Figura 4-16; Figura 4-17). La vulnerabilidad a las inundaciones aumenta con el flujo de los vientos de la zona montañosa que desembocan en los arroyos en la época de lluvias y por la acción de ciclones o tormentas tropicales.

Figura 4-16 Márgenes invadidos del Arroyo Agua Dulcita



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Figura 4-17 Márgenes invadidos del Arroyo El Burro



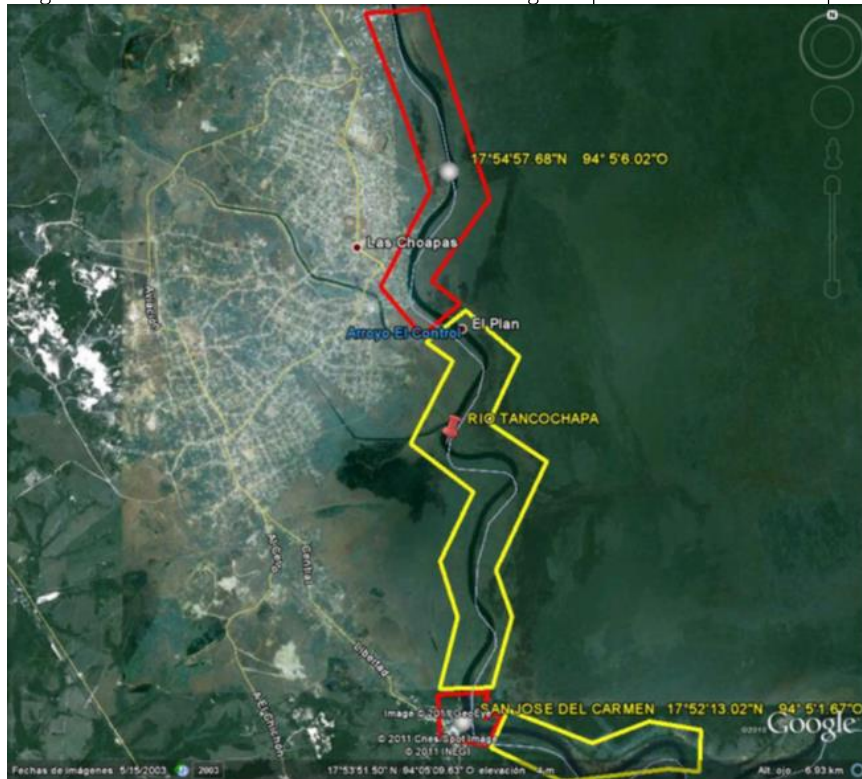
Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Zona de Riesgo de la Ciudad de Las Choapas

La ciudad de Las Choapas, es la cabecera del municipio con el mismo nombre y se ubica sobre la margen izquierda del río Tonalá. La

ciudad es cruzada por los arroyos El Control, Mascachile, Chomberos y El Rabón, que también son afluentes del río Tancochapa y que provocan serios problemas de inundación a los asentamientos irregulares de colonias ubicadas en ambas márgenes de éstos (Figura 4-18; Figura 4-19).

Figura 4-18 Colonias asentadas en zona federal margen izquierda del Río Tancochapa



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

Figura 4-19 Margen izquierda y derecha de los Arroyos El Control, Mascachile y Rabón



Fuente: Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales, Conagua, 2011.

4.1. Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

Disponer de una red de monitoreo adecuada, obras estructurales operando en buenas condiciones, modelos hidrológico-hidráulicos, sistemas de alerta temprana, personal capacitado, herramientas o mecanismos para transferir información a los diferentes actores involucrados en la gestión de crecidas, identificar los ámbitos de injerencia, atribuciones, así como las acciones que llevan a cabo las instituciones frente a las inundaciones, resolvería en gran medida la problemática descrita anteriormente, al proporcionar a los tomadores de decisión información precisa y contundente.

La Organización Meteorológica Mundial mediante la Guía de Prácticas Hidrológicas Vol.1, reconoce la dificultad de proponer a nivel mundial la densidad de una red climatológica debido a diversos factores como lo son; la densidad poblacional, situación socio-

económica y fisiográfica de cada región. Sin embargo y para tener una orientación de manera general se recomiendan valores mínimos de densidad de estaciones para 6 diferentes regiones fisiográficas (OMM, 2011). Aunque la RHA XGC está conformada por regiones de costa, montaña, planicie interior y áreas urbanas, se eligió aplicar los valores de la región fisiográfica de montaña para los estados de Oaxaca, Puebla e Hidalgo ya que es esta fisiografía de los estados la que pertenece a la RHA X, en cuanto al estado de Veracruz, aunque también está conformado por una fisiografía montañosa la mayor parte del territorio está conformada por pendientes planas(38.6%), así que se eligió esta región fisiográfica, planicie interior, para hacer el cálculo de la densidad en esta entidad federativa (Tabla 4-1). Para calcular el número de estaciones faltantes dentro de cada estado se tomaron en cuenta solo las estaciones activas (Tabla 4-2).

Tabla 4-1 Valores mínimos densidad de estaciones (superficie, en km² por estación)

Región Fisiográfica	Precipitación	Flujo Fluvial
Planicie Interior+	575 km ²	1875 km ²
Montaña *	250 km ²	1000 km ²

Fuente: OMM, 2011

Tabla 4-2 Densidad de estaciones recomendada por la OMM

Entidad Federativa	Área dentro de la RHA (km ²)	Estaciones Climatológicas suspendidas	Estaciones Climatológicas Activas	Adecuada red meteorológica	Estaciones Hidrométricas suspendidas	Estaciones Hidrométricas Activas	Adecuada red hidrométrica
Veracruz	57,151.21	222	94	Faltan 5 (99)	11	28	Faltan 2 (30)
Oaxaca*	32,165.48	107	39	Faltan 90 (128)	1	4	Faltan 28 (32)
Puebla*	14,040.70	81	42	Faltan 14 (56)	0	1	Faltan 13 (14)
Hidalgo*	1,104.14	3	2	Faltan 2 (4)	1	0	Falta 1 (1)

Fuente: IMTA a través de OMM, 2011.

Nota: Entre paréntesis, número de estaciones recomendadas. Los símbolos * y + región fisiográfica aplicada al estado

De acuerdo con la recomendación de la OMM, ningún estado cumple con el número

mínimo de estaciones climatológicas e hidrométricas dentro de la región. Sin embargo

para todos los estados en caso de reactivar sus estaciones climatológicas actualmente suspendidas estarían cubriendo la recomendación de la OMM, al igual que Veracruz e Hidalgo con sus estaciones hidrométricas pero para los estados de Oaxaca y Puebla aun reactivando sus estaciones hidrométricas no cumplirían con el mínimo de estaciones recomendadas.

Aunque esta organización nos da una idea general del número mínimo de estaciones que se deberían de tener en una región cuando no se tienen directrices que lo señalen y con el objeto de cubrir las necesidades de información acerca de determinados usos del agua, también se debe de considerar la calidad de la información que arrojan las estaciones y si estas están funcionando completa o parcialmente. Es por eso que a continuación se presenta y se describe la situación actual por entidad federativa que

guarda la región con respecto al monitoreo y vigilancia de las variables hidrometeorológicas, esto con información proporcionada por el OCGC.

4.1.1 Estaciones Climatológicas

Hidalgo. En la parte del Estado de Hidalgo que se encuentra dentro de la Región Hidrológico-Administrativa X, se localizan 5 estaciones climatológicas, de estas, tres, ubicadas en la cuenca del Rio Cazonos se encuentran suspendidas, se desconocen los motivos y no se tiene una fecha próxima de apertura (Tabla 4-3). Las otras dos estaciones se localizan en la cuenca del Rio Tuxpan, la estación ubicada en el municipio de Huehuetla es una estación automática mientras que la ubicada en el municipio de Tenango de la Noria es convencional, ninguna de ellas proporciona un reporte diario, y no se menciona en el inventario, si sus datos cumplen o no con la calidad de información de la norma de la OMM (Tabla 4-4).

Tabla 4-3 Estaciones Climatológicas suspendidas presentes en la RHA X GC localizadas en el Edo. de Hidalgo.

No	Nombre	Municipio	Operador	Cuenca	Causas
1	Acaxochitlan	Acaxochitlan	CONAGUA-DGE	Cazonos	Se desconoce y no se indica fecha probable de alta
2	Agua Blanca	Agua Blanca	CONAGUA		
3	C.E.R.P. Acaxochitlan	Acaxochitlan	CONAGUA-DGE		

Fuente: OCGC, 2013

Tabla 4-4 Estaciones Climatológicas en operación presentes en la RHA X GC localizadas en el Edo. de Hidalgo.

No	Nombre	Municipio	Operador	Cuenca
1	Huehuetla	Huehuetla	CONAGUA-DGE	Tuxpan
2	Tenango De Doria	Tenango De Doria	CONAGUA-SMN	Tuxpan

Fuente: OCGC, 2013

Puebla. Para el Estado de Puebla el OCGC tiene identificadas un total de 123 estaciones climatológicas, de las cuales solo 42 están operando actualmente y 81 de estas se encuentran en un estado actual de suspensión, de estas últimas, en 40 se desconocen los motivos, en 38 el motivo de suspensión es por reestructuración de personal,

mientras que en la estación “Nexapa” es por falta de equipo y para las estaciones “El Rosario” y “Zacapoaxtla” no se menciona ningún motivo solo que están fuera de servicio (Anexo III).

Para las 42 estaciones operando actualmente solo el 48% cumplen con la calidad de

información de la norma de la OMM, el 40% no cumple con la calidad y en el 12% no se menciona si cumplen o no. Las tablas elaboradas para este análisis se encuentran en el Anexo III de este capítulo ya que por su extensión se eligió no incluir dentro del documento, pero en estas tablas se pueden consultar más detalles de las estaciones como son: sus nombres, municipios en los que están localizadas, las dependencias que las operan y las causas de la suspensión de cada una.

Oaxaca. En el Estado de Oaxaca el OCGC reconoce un total de 146 estaciones climatológicas de las cuales, 107 se encuentran suspendidas, en 89 de estas se desconocen los motivos, en 15 los motivos de suspensión son; por reestructuración y/o retiro de personal y/o por falta de personal y/o de equipo, dos estaciones han sido suspendidas por la existencia de estaciones automáticas, estas son operadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), una de ellas se localiza en la presa de Cerro de Oro en el municipio de San Lucas Ojitlán y la otra se localiza en el municipio de San Miguel Soyaltepec, en cuanto la estación San Ildefonso Villa Alta no se menciona ningún motivo de suspensión (Tabla 4, Anexo III).

En cuanto a las 39 estaciones en operación, más de la mitad (59%) no cumplen con la calidad de la información señalada en la norma de la OMM pero el 41% si cumple con la calidad señalada en esta norma. Al igual que en el Estado de Puebla, se pueden consultar las tablas con la información de las estaciones en el Anexo III.

Veracruz. Es en el Estado de Veracruz donde se tiene registrada la mayor cantidad de estaciones climatológicas de toda la región. El Organismo de Cuenca Golfo Centro tiene en su base de datos un número total de 316 estaciones. De las cuales desafortunadamente el 70% (222) están suspendidas, los motivos se resumen en: la reestructuración del personal, la falta de terreno, falta de equipo, retiro de personal pero en la mayoría de estas los motivos son desconocidos. Sin embargo, las estaciones de “Orizaba”, “Jala-

pa de Enríquez” y “Minatitlán” no se encuentran suspendidas, las dos primeras han sido reemplazadas por estaciones automáticas y lo que es más, se tienen en operación dos observatorios meteorológicos en estos sitios, con lo que respecta a la última estación solo fue reubicada en Cosoleacaque (Ver detalles en la Tabla 5, Anexo III).

Las 94 estaciones climatológicas presentes en la RHA X GC localizadas dentro de este Estado, se encuentran en condiciones regulares (falta capacitación del personal, la veleta presenta fallas, hace falta equipo y falta la rehabilitación de la malla de algunas estaciones), el 64% del total no cumplen con la calidad de información de la norma de la OMM, solo el 32% lo hace y del 4% de estas no se tiene el registro de su cumplimiento o no con la norma (Anexo III).

4.1.2 Estaciones Hidrométricas

Hidalgo. En el Estado de Hidalgo el OCGC tiene registrada solo una estación hidrométrica dentro de la RHA X GC, esta se encuentra suspendida por reestructuración de personal y no se tiene el registro de la fecha de su apertura. La estación “La Laguna” se localiza en el municipio de Acaxochitlán en la cuenca del Río Tecolutla y es operada por la CFE.

Puebla. La situación es similar en el Estado de Puebla, solo se tiene una estación hidrométrica en la región, pero a diferencia del Estado anterior, esta se encuentra en operación, sin embargo, le hace falta equipo de aforo y la calidad de la información no cumple con la norma de la OMM. La estación “Ávila Camacho” se localiza en el municipio de Xicotepec de Juárez en la cuenca del Río Cazonos y es operada por la Comisión Nacional del Agua.

Oaxaca. El Organismo de Cuenca tiene registradas dentro de la región 5 estaciones hidrométricas localizadas en el Estado de Oaxaca. Solo la estación “Tuxtepec” se encuentra suspendida, se desconocen los motivos al igual que la fecha de apertura, esta estación se localiza en el municipio de San

Juan B. Tuxtepec en la cuenca del Río Papaloapan y es operada por la CONAGUA.

En cuanto a las 4 estaciones en operación (Tabla 4-5), en la estación “Santo Domingo”

que es de reciente activación, no se indica si la información cumple o no con la norma de la OMM, mientras que las otras tres se conoce que no cumplen con esta y que les falta dotarlas de equipo de aforo.

Tabla 4-5 Estaciones Hidrométricas en operación presentes en la RHA X Edo. de Oaxaca.

No	Nombre	Municipio	Operador	Cuenca
1	María Lombardo	San Juan Cotzocon	CONAGUA	Papaloapan
2	Papaloapan	San Juan Tuxtepec	CONAGUA	Papaloapan
3	Santo Domingo	Jalapa De Díaz	CFE	Papaloapan
4	Sta. María Jacatepec	Sta. María Jacatepec	CONAGUA	Papaloapan

Fuente: OCGC, 2013

Veracruz. El estado de Veracruz presenta el mayor número de estaciones hidrométricas dentro de la región con un total de 39 estaciones, de las cuales solo 11 se encuentran suspendidas, los motivos de suspensión para cada una se encuentran en la tabla siguiente (Tabla 4-6). Para las 28 estaciones en ope-

ración, todas llevan a cabo un reporte diario de las condiciones de los ríos, sin embargo ninguna cumple con la calidad de la información de la norma de la OMM, en resumen les hace falta mantenimiento y equipo de aforo así como la instalación de una nueva escala (Tabla 4-7).

Tabla 4-6 Estaciones Hidrométricas suspendidas presentes en la RHA X GC localizadas en el Edo. de Veracruz.

No	Nombre	Municipio	Operador	Cuenca	Causas
1	Camelpro	Cotaxtla	CONAGUA	Papaloapan	Retiro de personal (Este año se instalará un sensor de nivel y lluvia automáticos en la estación Capulines)
2	Capulines	Cotaxtla		Jamapa Cotaxtla	
3	Cedillo	Hidalgotitlan			
4	Coyutla	Coyutla	CFE	Tecolutla	Por reestructuración de personal
5	El Raudal	Nautla	CONAGUA	Nautla	Retiro de Personal
6	El Remolino	Papantla	CFE	Tecolutla	Por reestructuración de personal (Este año se instalará un sensor de nivel automático en la estación Jalcomulco)
7	Jalcomulco	Jalcomulco		La Antigua	
8	Rio Grande	Uxpanapa	CONAGUA	Coatzacoalcos	Retiro de personal
9	Santa Anita	Atoyac		Jamapa-Cotaxtla	
10	Sihuapan	San Andrés Tuxtla		Papaloapan	
11	Vega De Alatorre	Vega De Alatorre		Colipa	Retiro del trabajador

Fuente: OCGC, 2013

Tabla 4-7 Estaciones Hidrométricas en operación presentes en la RHA X GC localizadas en el Edo. de Veracruz.

No	Nombre	Municipio	Operador	Cuenca
1	Actopan	Actopan	CONAGUA	Actopan
2	Ángel R. Cabada	Ángel R Cabada		Papaloapan

No	Nombre	Municipio	Operador	Cuenca
3	Azueta	José Azueta		Papaloapan
4	Cardel	La Antigua		La Antigua
5	Carrizal	Apazapan	CONAGUA	La Antigua (este año se instalará un sensor de nivel y lluvia automáticos)
6	Chacaltianguis	Chacaltianguis	CONAGUA	Papaloapan
7	Cuatotolapan	Hueyapan De Ocampo	CONAGUA	Papaloapan
8	El Naranjillo	Úrsulo Galván	CONAGUA	Actopan
9	El Tejar	Medellín De Bravo	CONAGUA	Jamapa-Cotaxtla (este año se instalará un sensor de nivel y lluvia automáticos)
10	Espinal	Espinal	CONAGUA	Tecolutla
11	Garro	Isla	CONAGUA	Papaloapan
12	Ídolos	Actopan	CONAGUA	Actopan
13	Jesús Carranza	Jesús Carranza	CONAGUA	Coatzacoalcos
14	La Ceibilla	Isla	CONAGUA	Papaloapan
15	La Lana	Playa Vicente	CONAGUA	Papaloapan
16	Las Perlas	Jesús Carranza	CONAGUA	Coatzacoalcos
17	Lauchapan	San Andrés Tuxtla	CONAGUA	Papaloapan
18	Libertad	Misantla	CONAGUA	Nautla
19	Martínez De La Torre	Martínez De La Torre	CONAGUA	Nautla
20	Minzapan	Mecayapan	CONAGUA	Coatzacoalcos
21	Paso Del Toro	Medellín De Bravo	CONAGUA	Jamapa-Cotaxtla (este año se instalará un sensor de nivel y lluvia automáticos)
22	Poza Rica	Poza Rica	CONAGUA	Cazones (este año se instalará un sensor de nivel y lluvia automáticos)
23	Puente Grande	Santiago Tuxtla	CONAGUA	Papaloapan
24	San José Chilapa	Playa Vicente	CONAGUA	Papaloapan
25	San José Del Carmen	Las Choapas	CONAGUA	Tonalá
26	San Juan Evangelista	San Juan Evangelista	CONAGUA	Papaloapan
27	Sombrerete	Álamo Temapache	CONAGUA	Tuxpan
28	Tierra Morada	Las Choapas	CONAGUA	Coatzacoalcos

Fuente: OCGC, 2013

4.1.3 Observatorios Meteorológicos

El OCGC, tiene bajo su jurisdicción 4 observatorios meteorológicos: Observatorio de Coatzacoalcos, Observatorio de Orizaba, Observatorio de Tuxpan, Observatorio de Veracruz y el Observatorio de Xalapa. Se desconoce su situación actual.

El observatorio de Coatzacoalcos, Orizaba y Tuxpan solo presentan una gráfica con la precipitación diaria para el periodo de 1982 a 2009. El Observatorio de Veracruz y el de Xalapa presentan tres gráficas mostrando la precipitación diaria, temperatura máxima y mínima para el periodo de 1921 a 2010.

4.1.4 Pluviómetros

Se tienen registrados un total de 7 pluviómetros en toda la región hidrológico-administrativa, el total de ellos se encuentran dentro del Estado de Veracruz y son operados por la CONAGUA, todos operando actualmente con un reporte diario pero sin

cumplir con la calidad de información que se requiere para cumplir con la norma de la OMM, además falta dotarles de equipo para tener una estación climática completa (Tabla 4-8).

Tabla 4-8 Pluviómetros localizados en la RHA X GC localizados en 7 Provincias

No	Nombre	Municipio	Cuenca
1	Agua Dulce	Agua Dulce	Tonalá
2	Hidalgotitlan	Hidalgotitlan	Coatzacoalcos
3	Madisa	Agua Dulce	Tonalá
4	Nanchital	Nanchital	Coatzacoalcos
5	PB1	Las Choapas	Coatzacoalcos
6	PB2	Moloacán	Coatzacoalcos
7	PB3	Coatzacoalcos	Coatzacoalcos

Fuente: OCGC, 2013

4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

En la RHA X GC el pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana implementadas en la cuenca del río Apulco afluente del río Tecolutla, se basa en observar la precipitación de tres estaciones climatológicas (Zapcoaxtla, Cuetzalan y Ayotoxco) y los niveles de la presa La Soledad y en cualquier condición de nivel de emergencia, la CFE emite el comunicado al Organismo de Cuenca a fin de coordinar el aviso a la población civil a través de protección civil de los estados de Puebla y Veracruz. El tiempo de concentración a la primera localidad en riesgo es entre cinco y seis horas. Sin embargo hace falta reforzar este sistema con modelos matemáticos (MM5, WRF, GFS, NAM), que nos ayuden a generar datos sinópticos, imágenes de Radar Ecos y precipitaciones. Con estos datos se pueda realizar un análisis (diagnóstico) de la atmósfera en ese instante y formular un pronóstico Meteorológico (GASIR, CONAGUA, SMN). Asimismo, realizar modelos de cuenca haciendo uso de plataformas (Mike 21, flood 2D, IBER, etc.) de

simulación que nos permitan los realizar pronósticos de avenidas en la cuenca.

Los sistemas de alerta temprana que se tienen en la RHA X GC están basados en pronósticos meteorológicos, realizados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el Servicio Hidrometeorológico Regional (SHMR) y el Observatorio Meteorológico de Protección Civil del estado de Veracruz. Sin embargo para el Estado de Veracruz, la alerta gris para prevención de contingencias causadas por fenómenos meteorológicos es muy tan exitoso es un sistema que solo se tiene implementado en esta entidad federativa, para su activación se consideran eventos como los frentes fríos y nortes (eventos que no considera la SIAT-CT a nivel nacional), los cuales causan severos daños en la población.

4.3 Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales

Acciones estructurales

Por su alta vulnerabilidad, la Región Hidrológico-Administrativa X Golfo Centro requiere

de una gran infraestructura de protección a centros de población y áreas productivas, así como el mantenimiento de las mismas.

Aunque hace falta un diagnóstico de todas las obras de infraestructura, para determinar las inversiones de rehabilitación y mantenimiento que se requieran. Se cuenta con información de la situación de operación actual de todas las presas que se localizan dentro de la región, se conoce que la presa Presidente Miguel Alemán y la presa Miguel de la Madrid se encuentran en buenas condiciones de operación y funcionamiento (Diagnostico de Vulnerabilidad del Estado de Veracruz, OCGC). Sin embargo, revisando la información contenida en el Inventario Nacional de Obras de Protección Contra Inundaciones (INOPCI), se pudo conocer el estado actual de los 32 bordos de protección y de los 6 encauzamientos que se presentan en la región.

De los 32 bordos de protección presentes en la zona, 12 se localizan en el rio Papaloapan, 10 en el Rio Nautla, 2 en los Rio Cazonas, Tecolutla y Misantla y uno en los Ríos Pan-tepec, Vinazco, Bobos y Tesechoacán. Del total, solo 19 se encuentran en buen estado, 6 en situación regular y 2 en mal estado

presentando erosión y tramos colapsados, de los 32 bordos, 5 de ellos se desconoce su situación actual. Las malas condiciones de los bordos y su funcionamiento regular se deben principalmente a la falta de mantenimiento, lo que ha llevado al deterioro de las obras y al azolve de las mismas. El total de la población beneficiada por estos bordos es de 158,245 habitantes (existen 4 bordos de los que se desconoce la población beneficiada). Para mayores detalles acerca de la situación específica de operación de los bordos se coloca en el Anexo IV una tabla con información correspondiente.

Dentro del Inventario Nacional también se identificaron 6 encauzamientos dentro de la región. Dos de ellos se encuentran en el rio Nautla, uno en el Rio Cazonas y tres en los arroyos Aguadulcita, Golapa, El Control y Mascachile. En cuanto a su estado de operación actual, tres de ellos se encuentran en buen estado aunque con algunos detalles de mantenimiento por obstrucciones, los otros tres encauzamientos su funcionamiento es regular, esto se debe principalmente a la falta de mantenimiento lo que está generando acumulación de azolve y basura. La población total beneficiada por estas obras es de 133,697 habitantes (Tabla 4-9).

Tabla 4-9 Encauzamientos dentro de la RHA X GC– Estado actual

No	Nombre Obra	Rio	Población Beneficiada	Estado Actual	Problemas	Observaciones
1	Rectificación Arroyo Aguadulcita	Arroyo Aguadulcita	816	REGULAR		Rectificación y desazolve de 1300 m. del arroyo Aguadulcita, en el tramo del puente El Abulón al puente Sembrador.
2	Rectificación Arroyo Gopalapa	Arroyo Gopalapa	1050	REGULAR	Generación de azolves	Rectificación y desazolve de 3000 m. del arroyo Gopalapa.
3	Rectificación y desazolve de los arroyos Salsipuedes, Hueleque, Mollejón y del Maíz y batería de 6 espigones	Río Cazonas	80000	BUENO	Acumulación de azolve y basura	Rectificación y desazolve de los arroyos de los arroyos Salsipuedes (1320 m.) Hueleque (2100 m.) Mollejón (920 m.) y del Maíz (172 m.) batería de 6 espigones

No	Nombre Obra	Rio	Población Beneficiada	Estado Actual	Problemas	Observaciones
	sobre la margen derecha del río Cazones					sobre la margen derecha del río Cazones.
4	Corte del Meandro	Río Nautla	28291	BUENO	Retención de palizada en el vado	Se encuentra en condiciones muy óptimas y funcionales. Algunos detalles de mantenimiento por obstrucciones.
5	Rectificación y desazolve de los arroyos el Control y Mascachile	Arroyos El Control y Mascachile	21240	REGULAR		Rectificación y desazolve de 5110 m. en los arroyos El Control (3250m.) y Mascachile (1860 m.)
6	Desazolve Estero San Rafael	Estero, Río Nautla	2300	BUENO	Evitar inundaciones a la población y a las vías de comunicación	Rectificación del estero San Rafael y corte del meandro en río Nautla para formación de una canal de 340 m. de longitud por 60 m. de ancho.

Fuente: IMTA, con base en INOPCI

La infraestructura de prevención y control de inundaciones con que cuenta la región es mínima. Hace falta protección en centros de población con mayor grado de vulnerabilidad como; muros de concreto, espigones, bordos de protección y bordos de protección marginales las cuales se requieren en las diferentes cuencas ubicadas en la región (Diagnostico de Vulnerabilidad de los Edos. De Veracruz, Puebla y Oaxaca CONAGUA, 2013). El organismo de cuenca tiene identificada la siguiente problemática en cuanto a la capacidad de respuesta ante contingencias con respecto a las acciones estructurales:

1. Se debe continuar con los estudios integrales de la cuenca del río Papaloapan que den como resultado acciones estructurales para mitigación de daños por inundación.
2. Falta revisar las obras de captación de los sistemas de agua potable asentadas en las riberas de los ríos para protegerlos de avenidas extraordinarias.
3. Falta realizar la limpieza y desazolve de drenes y ríos en los tramos que cruzan centros de población.

4. Falta construir sistemas de drenaje pluvial, principalmente en las cabeceras municipales.
5. Falta que el gobierno y los municipios antes de cada temporada de lluvias realicen la limpieza y desazolve de los drenes pluviales y canales de las ciudades y localidades antes que comience la temporada de lluvias.

Acciones no estructurales

Existe en la RHA X los sistemas de alerta temprana están basados en pronósticos meteorológicos, (SMN, SHMR y OMPC) y la alerta gris, mismos que son utilizados en la prevención de contingencias causadas por fenómenos meteorológicos.

Actualmente las estaciones climatológicas e hidrométricas son convencionales; los registros se hacen de manera manual y se transmite mediante radio o teléfono, que ante eventos meteorológicos severos suelen verse afectados y consecuentemente se pierde la transmisión de los datos, provocando con ello una limitada acción de alertamiento. En

las partes altas de las cuencas se carece de información no se tiene infraestructura de medición, lo que ocasiona que no se tengan elementos que apoyen en la toma de decisiones ante estos fenómenos.

Es necesario contar con una red de medición climatológica automática con transmisión satelital, para obtener información básica y se pueda realizar los diagnósticos y emisión de la alertas de manera confiable y oportuna ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos severos, evitando la pérdida de vidas humanas y daños a la población.

Asimismo, se requiere instalar equipos de medición de nivel de los ríos en los municipios más vulnerables con la finalidad de que puedan alertar de manera directa a sus habitantes, en especial para cada río de respuesta rápida en el que se establezca un protocolo de alertamiento para el seguimiento y vigilancia de la avenida; en tal protocolo deberán estar incluidos todos los municipios que se ubiquen en la corriente, las actividades serían asignadas de municipios aguas arriba hacia municipios aguas abajo.

Por otra parte, de acuerdo a una regionalización realizada por el Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuario, en Veracruz se contabilizan en alrededor de 5 000 ríos pequeños o arroyos por los cuales prácticamente transita un tercio del total de agua superficial que escurre a nivel nacional. Dentro de estos ríos se encuentran los ríos Pantepec, Vinazco, Cazonas, Tecolutla, Nautla, Actopan, Jamapa Cotaxtla y Valle Nacional, que se ubican en zonas donde la pendiente es pronunciada y que de manera inmediata el agua de lluvia es transportada a su parte baja, en algunos casos esto ocurre en menos de 7 horas, lo que hace necesario un sistema completo de alerta temprana, en donde se tenga una red de estaciones meteorológicas automáticas, un pronóstico meteorológico, un pronóstico de avenidas y un sistema de transferencia de datos y de comunicación tanto interinstitucional como a las localidades en zonas de riesgo.

La participación social es un elemento esencial en el sistema de alertamiento, para lo cual se deben establecer los canales de comunicación en los tres niveles de gobierno y a su vez a los habitantes de las localidades ubicadas en zonas de riesgo. Se debe integrar un protocolo de alertamiento para al menos los municipios con mayor riesgo.

Dentro de los diagnósticos de vulnerabilidad de los tres estados antes mencionados, se ha identificado de manera general la problemática que sufre la región en cuanto acciones no estructurales, esta se enlista a continuación:

1. Hace falta un programa en los tres niveles de Gobierno donde se participe activamente en el mantenimiento de las obras existentes con objeto de rehabilitarlas y mantenerlas en óptimas condiciones.
2. Falta que los municipios más vulnerables instalen sus propios sitios de medición de nivel de los ríos, en especial los de respuesta rápida en el que se establezca un protocolo de alertamiento para el seguimiento y vigilancia de la avenida.
3. No existe comunicación entre los municipios que se encuentran aguas arriba con los que se encuentran aguas abajo, los equipos de radio que se tenían para estos fines han desaparecido tras los cambios de administración política.
4. Falta delimitar las zonas inundables adyacentes a las localidades que se ubican a las orillas de ríos o arroyos con el fin de evitar asentamientos en zona federal.
5. Falta implementar programas para la reubicación de los asentamientos humanos que se ubican en zonas de alto riesgo por inundación.
6. Implementar programas para reforestar y evitar la deforestación
7. Falta un programa de limpieza y desazolve de los drenajes pluviales de las ciudades, incluyendo los canales que cruzan las localidades que ante lluvias importantes producen desbordamientos
8. Falta un programa que instruya que en todos los municipios que tienen problemas por inundación se establezcan guar-

días las 24 horas durante toda la temporada de lluvias con el fin de que haya alguien que reciba los avisos de alertamiento y este a su vez pueda hacerlo llegar a la población del municipio correspondiente

9. Falta elevar la capacidad técnica de respuesta a las emergencias
10. Faltan estaciones climatológicas e hidrométricas dentro de la región así como personal para operar las estaciones nuevas y las existentes.
11. Falta la revisión y actualización de los protocolos estatales de alertamiento ante contingencias hidrometeorológicas, en coordinación con todas las dependencias e instancias involucradas, garantizando su difusión y aplicación en caso de ser necesario.

En el estado de Veracruz se cuenta con un Atlas Municipal de Riesgos que ha sido calificado por CENAPRED en un nivel básico, ya que cumple con los términos de presentación espacial de los fenómenos. Sin embargo, hace *“falta profundizar en el nivel de representación de los peligros y sobre vulnerabilidad y riesgo tuj”* Dir. Gral. CENAPRED. Este Atlas ha sido distribuido a todos los municipios como una plataforma común que ayude a la población a conocer los peligros y las medidas que debe tomar en caso de una emergencia y como una herramienta clave para la toma de decisiones en cuanto a la planeación urbana y ordenamiento territorial (<http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/>).

4.4 Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas

La Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz ha identificado las dependencias y organismos participantes en caso de emergencia por la presencia de lluvias y ciclones en el estado, aunque el tipo de injerencia y la participación de la dependencia misma dependerá del grado y tipo de afectación, se tiene una lista base de todas las

instituciones involucradas, se mencionan a continuación (PC, 2013).

Dependencias Federales

- Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesca
- Secretaría de la Defensa Nacional
- VI Región Militar
- 19ª. Zona Militar
- 26ª. Zona Militar
- VIII Región Militar
- 29ª. Zona Militar
- Secretaría de Marina-Armada de México
- Tercera Zona Naval
- Sector Naval Tuxpan
- Sector Naval Coatzacoalcos
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- Secretaría de Desarrollo Social
- Sistema de Distribuidoras Conasupo, S.A. de C.V. (DICONSA)
- Leche Industrializada Conasupo, S.A. de C.V. (LICONSA)
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- Comisión Nacional del Agua
- Universidad Veracruzana.

Dependencias Estatales

- Secretaría de Protección Civil
- Secretaría de Seguridad Pública
- Subsecretaría de Protección Civil
- Subsecretaría de Seguridad Pública
- Dirección General de Tránsito y Transporte
- Dirección General de Aeronáutica del Estado
- Instituto de Policía Auxiliar (IPAX)
- Secretaría de Finanzas y Planeación
- Secretaría de Comunicaciones del Estado
- Dirección General de Caminos Rurales
- Dirección General de Carreteras Estatales
- Dirección General de Telecomunicaciones
- Junta Estatal de Caminos
- Maquinaria de Veracruz
- Contraloría General del Estado

- Secretaría de Educación de Veracruz
- Colegio de Bachilleres del Estado de Veracruz (COBAEV)
- Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE)
- Secretaria de Desarrollo Social y Medio Ambiente
- Dirección General de la Comisión del Agua del Estado de Veracruz
- Dirección General del Inventario de Depresión Rasgo-Estado (IDERE)
- Dirección General de Obras Públicas
- Dirección General de Patrimonio del Estado
- Consejo Estatal del Medio Ambiente
- Procuraduría General de Justicia
- Secretaría de Desarrollo Económico
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
- Instituto Mexicano del Seguro Social
- Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO)
- Secretaría de Economía
- Comisión Federal de Electricidad
- Servicios de Salud de Veracruz
- Petróleos Mexicanos
- Caminos y Puentes Federales (CAPUFE)
- Comisión Reguladora de la Tenencia de la Tierra
- Policía Federal Preventiva
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CONADEPI)
- Capitanías de Puerto
- Sistema Estatal del Desarrollo Integral de la Familia
- Dirección General de Comunicación Social

Municipios

- 212 Ayuntamientos
- Direcciones Municipales de Protección Civil
- Dependencias y Organismos integrantes de los Sistemas Municipales de Protección Civil.

Sector Privado

- Federación de Cámaras Nacionales de Comercio
- Cámara Nacional de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados, A.C.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
- Cámara de la Industria de la Radio y Televisión
- Asociación de Gasolineros del Estado de Veracruz
- Asociación de Industriales del Estado de Veracruz, A.C.
- Asociación de Gaseros del Estado de Veracruz
- Radiotelevisión de Veracruz
- Asociación de Hoteles y Moteles, A.C.
- Asociación de Periodistas, A.C. en el Estado
- Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales (ADRA)
- Colegios de Ingenieros y Arquitectos

Voluntarios

- H. Cuerpos de Bomberos
- Delegación Estatal de la Cruz Roja Mexicana
- Delegación Estatal de la Cruz Ámbar, A.C.
- Comisión Nacional de Emergencia
- Club de Radioaficionados del Estado de Veracruz. Las principales atribuciones y acciones de las instituciones involucradas en el plan de emergencia en la fase de auxilio son las siguientes (PC, 2013):

Alertamiento. La Comisión Nacional del Agua es la encargada de realizar el monitoreo hidrometeorológico, de emitir el pronósticos del tiempo meteorológico, de realizar los alertamientos por tormentas severas y de la vigilancia de la trayectoria de los huracanes.

Una vez emitido el reporte de la Comisión, se valora el nivel de la emergencia y se alerta de manera oportuna a las dependencias participantes del Plan a través de la Subsecretaría de Protección Civil; la cual alertará a los órganos municipales de Protección Civil, mediante comunicado vía la red estatal de radiocomunicación y por escrito vía fax.

Evaluación de Daños. Se realiza la evaluación de los daños humanos, materiales, infraestructura, productivos y al medio ambiente, así como de las necesidades prioritarias de la población afectada; con la finalidad de proporcionar la información obtenida a las dependencias responsables para canalizar los apoyos de manera inmediata.

Coordinación de la Emergencia. De acuerdo a la evaluación inicial de la emergencia se determinará si se instala el Centro Estatal de Operaciones o se continúa operando con el nivel Municipal.

Si la emergencia es mayor se instalara el Centro Estatal de Operaciones el cual es presidido por el Gobernador del Estado y conformado por los titulares de las dependencias participantes del Plan. El Centro Estatal de Operaciones verificará y coordinará el desarrollo operativo del Plan.

Seguridad. La Secretaria de la Defensa Nacional, Secretaria de Marina, Secretaria de Seguridad Pública y la Policía Municipal en sus diferentes ámbitos de competencia brindaran la seguridad física de la población afectada, sus bienes, así como a la infraestructura y servicios estratégicos.

Búsqueda, Salvamento y Asistencia. Con el apoyo de grupos voluntarios de la zona, así como con grupos especializados de emergencias se realizarán las actividades iniciales de búsqueda, rescate y evacuación de la población afectada; concentrándolos o reubicándolos en albergues o en casas de familiares que no resultaron afectados.

Servicios Estratégicos, Equipamiento y Bienes. En base a la evaluación de daños y análisis de necesidades inicial se realizarán las labores de rehabilitación prioritarias a los servicios estratégicos (sistema de agua potable, luz, teléfono, carreteras, puentes, etc.), con la participación de las dependencias que tengan esta responsabilidad en los niveles Municipal, Estatal y Federal. Con la finalidad de que la población afectada pueda recibir los suministros de apoyo lo más pron-

to posible y que sus actividades diarias se puedan restablecer en un periodo corto.

Salud. La Secretaria de Salud en coordinación con las Dependencias Federales (IMSS, ISSSTE) implementara sus actividades de saneamiento básico (cloración de pozos, fumigación, instalación de plantas potabilizadoras de agua para consumo humano, etc.), así como la atención médica y la vigilancia de enfermedades epidemiológicas causadas como consecuencia del desastre.

Aprovisionamiento. En base a la evaluación de daños y análisis de necesidades inicial se solicitaran a los organismos o dependencias (DIF, DICONSA, LICONSA, SALUD, SEDENA, PROTECCIÓN CIVIL) los apoyos y suministros básicos de subsistencia para que de manera prioritaria se puedan distribuir entre la población afectada.

Comunicación Social de Emergencia. El Centro Estatal de Operaciones será el responsable de emitir los reportes a través de la Dirección General de Comunicación Social del Gobierno del Estado, con la finalidad de que se difundan en los medios masivos de comunicación para que orienten a la población afectada y a la ciudadanía en general, sobre la situación y evolución de la emergencia, así como del estado y la localización de personas que resultaron afectadas.

Reconstrucción inicial y vuelta a la normalidad. Se establecen las estrategias o programas sociales para la reconstrucción de la infraestructura dañada (carreteras, caminos de terracería, puentes, red de agua potable, luz, teléfono), edificios públicos (escuelas, mercados, oficinas públicas, etc.) así como la vivienda de la población afectada.

El subprograma de Auxilio a la población también se aplica en temporada invernal. El la figura 4-20, se ilustra la matriz de distribución de funciones del programa incluyendo las diez etapas que lo conforman y el sector responsable o corresponsable de cada función y en la figura 4-21, se observa el flujo-grama de funciones del programa.

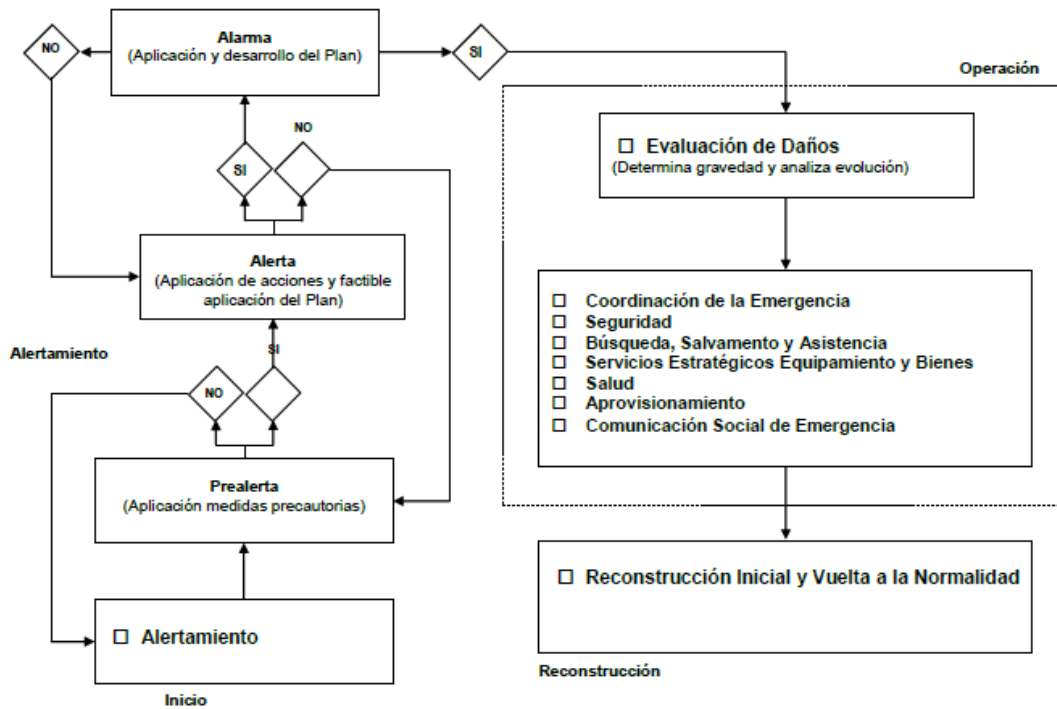
Figura 4-20 Matriz de Distribución de Funciones en el Subprograma de Auxilio

Responsable Funciones		Sector																																	
		Público Estatal												M	Sector Público Federal								Social												
Núm.	Funciones	COU	SPC	CS	SEFIPLAN	SEV	SEDECOP	SECOM	SEDESOL	SEDARPA	SSA	PGJ	CG	DIF	SSP	H. Ayto.	SEDENA	SM-AM	SAGARPA	SEMARNAP	CFE	PEMEX	CONAGUA	SEDESOL	SSA	SCT	SRE	SG	CDI	CRUZ ROJA	CRUZ AMBAR	BOMBEROS	Radioa	Voluntarios	
I.	Alertamiento		R	C			C									C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C					C		
II.	Evaluación de Daños	R	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			C	C	C	C	C		
III.	Coordinación de la Emergencia	R	R	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	□	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			C						
IV.	Seguridad											C			C	C	C									C		C							
V.	Búsqueda Salvamento y Asistencia		R		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			C	C	C	C	C		
VI.	Servs. Estratégicos Equip. y Bienes						R	C								C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				C	C	C	C			
VII.	Salud									R			C			C	C	C							C				C	C	C				
VIII.	Aprovisionamiento		R								C	C	C			C	C	C						C	C					C	C	C			
IX.	Comunicación Social de Emergencia	R		C			C	C								C										C	C	C						C	
X.	Reconstrucción Inicial y Vuelta a la Normalidad				R	C	C	R	R	C	C	C	C	C		C			C	C	C	C	C	C	C	C			C	C	C	C			

R = Responsable C = Corresponsable

Fuente: Plan Estatal de Protección Civil Temporada Invernal 2012 – 2013, Protección Civil Veracruz

Figura 4-2.1 Flujograma de Funciones en el Subprograma de Auxilio



Fuente: Plan Estatal de Protección Civil Temporada Invernal 2012 – 2013, Protección Civil Veracruz

La primera autoridad en darle atención a la población ante una inundación es el Presidente Municipal, sin embargo es altamente común que ellos no tengan ninguna clase de capacitación para reaccionar a este tipo de eventos, no obstante la Secretaria de Protección Civil del Edo. de Veracruz con la aprobación de la nueva Ley de Protección Civil y Reducción de Riesgos de Desastre aprobada en Junio de este año, menciona la importancia de la capacitación de este personaje al igual que todos los involucrados en este tipo de emergencias. Pero falta la aplicación de la misma y su extensión a los demás estados.

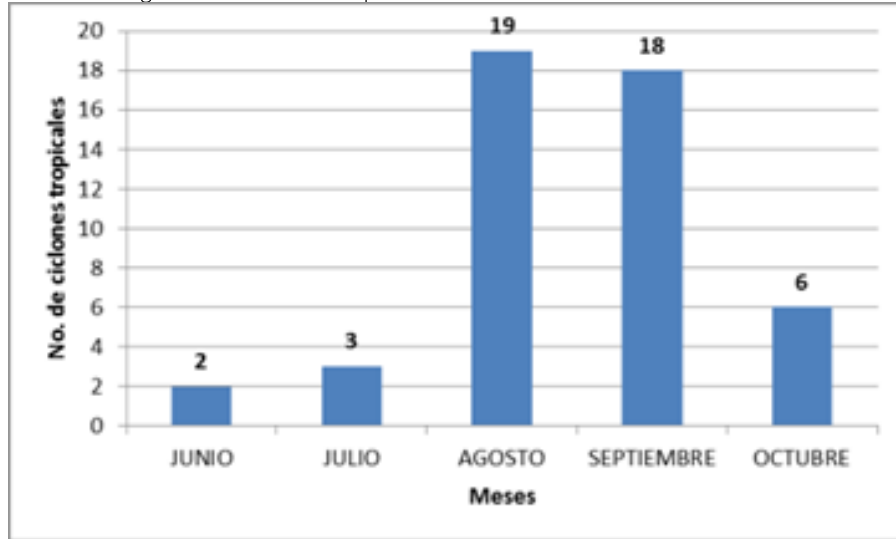
Los recursos son escasos y en algunas ocasiones se ha tenido que elegir apoyar a los municipios más afectados sobre los menos para que todo el apoyo logre tener un impacto benéfico en la población en lugar de dividirlo y no tener ningún avance.

4.5 Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones

El Estado de Veracruz, está expuesto cada año a diferentes fenómenos atmosféricos, cada año el paso sucesivo de ondas tropicales y la interacción de éstas con los frentes fríos provocan en mayor o menor grado afectaciones por inundaciones. También en el estado se presentan sistemas de tormentas locales que suelen acompañarse por fuertes chubascos, granizo, actividad eléctrica y rachas de viento.

De acuerdo con la clasificación del Servicio Meteorológico Nacional el Estado tiene un periodo de recurrencia de impactos por ciclón tropical de 1.74 años en promedio, con este periodo de recurrencia se puede colocar como zona de alto riesgo de impacto de este tipo de meteoros. La mayor frecuencia de impacto se tiene en los meses de agosto y septiembre (Figura 4-22).

Figura 4-22 Distribución promedio mensual de frecuencia de ciclones



Fuente: OCGC, 2013

Por otra parte, desde un punto de vista hidrológico el estado de Veracruz prácticamente produce un tercio del total de agua superficial que escurre a nivel nacional. El escurrimiento a través de ríos o arroyos, de respuesta rápida y lenta, pone en condiciones de riego casi el total de la planicie Veracruzana. Asimismo, se tiene que, por diversas razones, los pueblos se asientan a las márgenes de los ríos y arroyos y se identifica un poco más de un millón doscientos mil habitantes en zonas susceptibles de inundación de acuerdo con el Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz, de la Secretaría de Protección Civil publicado en el 2003.

Otro problema recurrente es debido al crecimiento urbano que ocasiona la invasión de zonas naturalmente inundables modificando los ecosistemas, sin dejar de lado el problema de la deforestación, la alteración de la

red de drenaje, etc.; además, esto es aunado al cambio climático que de acuerdo con las previsiones tenderá a originar una mayor frecuencia e intensidad de los huracanes.

Para conocer, la vulnerabilidad de la Región ante las inundaciones se determina, de manera preliminar, un índice de vulnerabilidad socioeconómica por municipio y se sobrepone al índice de peligro municipal que CENAPRED (IP_Cenapred) presente en el Atlas Nacional de Riesgos.

El cálculo del índice de vulnerabilidad se basa en la conceptualización de Cotler y Saavedra, 2010 (Tabla 4-10), que presenta las variables que se deben considerar para asignar niveles de la vulnerabilidad de la población que reside en las localidades susceptibles de inundaciones y en las áreas con inestabilidad de laderas en las cuencas hidrológicas.

Tabla 4-10 Variables consideradas para construir el índice de vulnerabilidad

Dimensión	Indicador	Parámetro (variable)	Escala	Enfoque
Económica	Ingresos	Ingreso per cápita: población que recibe hasta un salario mínimo; y población que recibe de 1 a 3 salarios mínimos mensuales.	Localidad	Fragilidad
Social	Composición sociodemográfica	Cantidad de población expuesta.	Localidad	Exposición
		Dependencia infancia y vejez (población menor de 6 años y mayor a	Localidad	Exposición Resiliencia

Dimensión	Indicador	Parámetro (variable)	Escala	Enfoque
		70 años).		
	Nivel de escolaridad	Nivel de escolaridad: población sin primaria y población analfabeta	Localidad	Fragilidad Resiliencia
	Acceso a salud	Población derechohabiente.	Localidad	Resiliencia
Conectividad	Comunicaciones	Medios existentes en la vivienda: Televisión, radio, teléfono.	Localidad	Resiliencia
Físicas	Condiciones materiales de la vivienda	Materiales predominantes en la vivienda: piso, muros.	Localidad	Exposición
		Conexión a servicios públicos: agua, drenaje.	Localidad	Exposición

Fuente: Cotler y Saavedra, 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México, Diagnóstico y Priorización. INE.

Seleccionando la información del ITER 2010 del INEGI que representa variables similares a las presentadas en la tabla anterior, se determina un índice de vulnerabilidad

(I_VUL) que resulta de sumar el índice de cada una de las variables consideradas, de la siguiente manera:

$$I_{VUL} = \frac{I_{POBTOT}_i}{9} + \frac{I_{PEI}_i}{9} + \frac{I_{VPH_S_SERV}_i}{9} + \frac{I_{VPH_PISOTI}_i}{9} + \frac{I_{P_0A4_60YMA}_i}{9} + \frac{I_{GRAPRONOES}_i}{9} + \frac{I_{PSINDER}_i}{9} + \frac{I_{VPH_SINBIEN}_i}{9} + \frac{I_{PCON_LIM}_i}{9}$$

Nota: El índice de cada variable se divide entre nueve por ser este el número de variables consideradas y para asignarles el mismo peso a cada una. Los índices oscilan en un rango de 0 a 1.

Tabla 4-11 Variables utilizadas en la estimación del Índice de vulnerabilidad en la Región.

Variable		Estimación
Clave	Nombre	
I_POBTOT	Población total	$I_{POBTOT}_i = \frac{POBTOT_i - POBTOT_{min}}{POBTOT_{max} - POBTOT_{min}}$ <p>POBTOT: Población total (Este dato en la fuente original representa a la población expuesta a las inundaciones).</p>
I_PEI	Población económicamente inactiva	$I_{PEI}_i = 1 - \frac{PEA_i}{POBTOT_i}$ <p>PEA: Población Económicamente Activa</p>
I_VPH_S_SERV	Viviendas particulares habitadas que no tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.	$I_{VPH_S_SERV}_i = 1 - \frac{VPH_C_SERV_i}{VPH_i}$ <p>VPH_C_SERV: Viviendas particulares habitadas que tienen luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje.</p> <p>VPH: Viviendas particulares habitadas.</p>
I_VPH_PISOTI	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra.	$I_{VPH_PISOTI}_i = \frac{VPH_PISOTI_i}{VPH_i}$

Variable		Estimación
Clave	Nombre	
I_P_OA4_60YMAS	Población menor a 5 años y mayor a 60 años.	$I_{P_OA4_60YMAS}_i = \frac{P_{OA4_60YMAS}_i}{POBTOT_i}$
I_GRAPRONOES	Grado promedio de no escolaridad en un rango de 0 a 1.	$I_{GRAPRONOES} = 1 - \frac{GRAPROES_i - GRAPROES_{min}}{GRAPROES_{max} - GRAPROES_{min}}$ <p>GRAPROES: 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.</p>
I_PSINDER	Población sin derecho a servicios de salud.	$I_{PSINDER}_i = \frac{PSINDER_i}{POBTOT_i}$
I_VPH_SINBIEN	Viviendas particulares habitadas que no disponen de radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet.	$I_{VPH_SINBIEN}_i = \frac{VPH_SINBIEN_i}{VPH_i}$
I_VPH_PCON_LIM	Personas que tienen dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana.	$I_{PCON_LIM}_i = \frac{PCON_LIM_i}{POBTOT_i}$

La metodología utilizada se describe en el Anexo V.

El CENAPRED define como peligro la frecuencia y magnitud de un evento meteorológico, así mismo se tienen registros históricos de las áreas afectadas por las inundaciones, hay que adicionar que no se cuenta con eventos registrados en todos los municipios, por lo que existen "vacíos" en la base de datos. Para definir el peligro de un municipio se tomó en cuenta la ocurrencia de decesos y el monto de los daños generados por el evento, de tal suerte que surge la clasificación siguiente (CENAPRED, 2012):

Peligro y Efectos

Alta:

- Decesos

- Daños extraordinarios
- Asentamientos irregulares en cauces, planicies de inundación o aguas abajo de presas o bordos

Media:

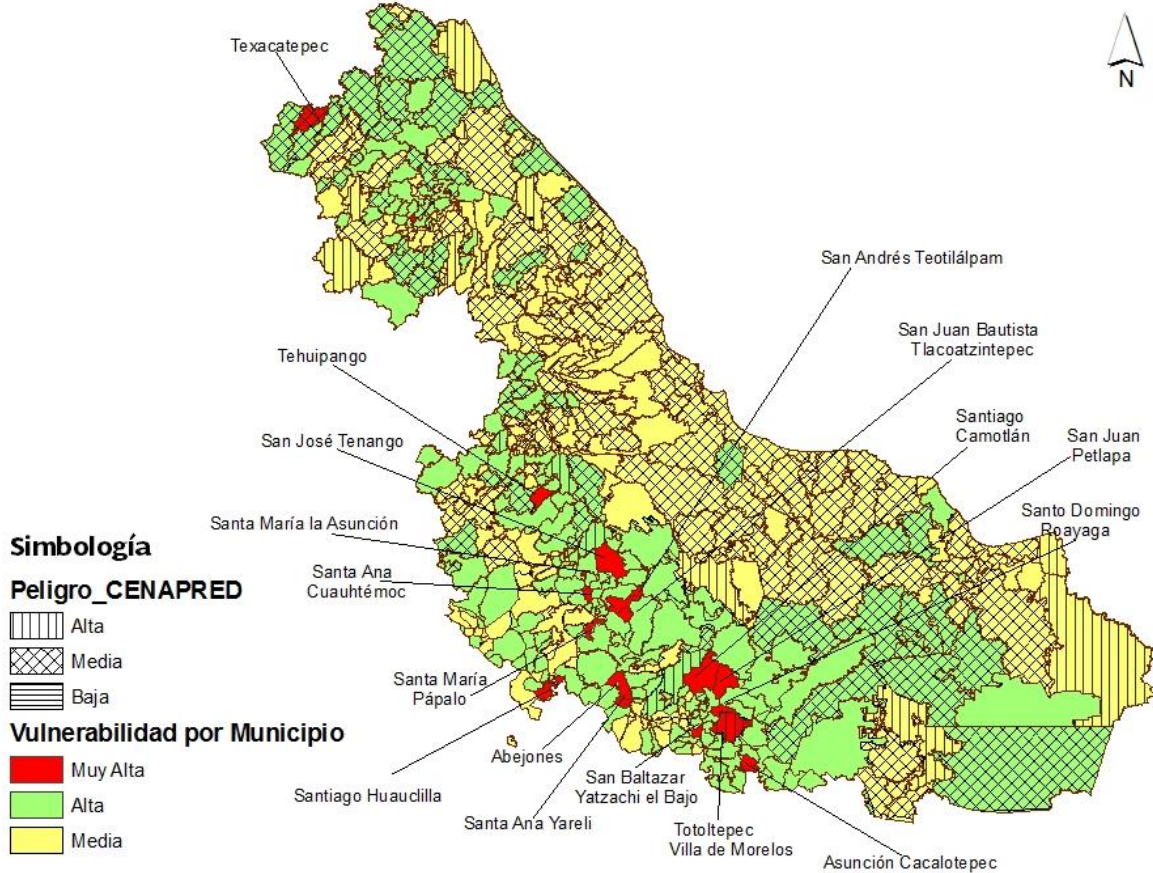
- Sin decesos
- Daños moderados

Baja:

- No hay asentamientos irregulares
- Sistema de drenaje eficiente
- Daños mínimos

Por otro lado, la vulnerabilidad está definida en función de variables socioeconómicas representadas por el índice de marginación. Al comparar estos dos análisis se concluye que se tienen municipios con una primera aproximación del riesgo (Figura 4-23).

Figura 4-23 Índice Peligro-Vulnerabilidad



Fuente: IMTA con información del CENAPRED e INEGI

La planicie de inundación está definida como una vulnerabilidad socioeconómica media (color amarillo), así mismo, se tienen índices de peligro medio (achurado cuadrícula), se define esta zona como de riesgo medio. En la zona serrana se encontró una vulnerabilidad socioeconómica alta (color verde) y aunque en algunos municipios no se tienen eventos registrados (sin achurado), también se pueden encontrar tanto en el norte como en el sur de la región municipios con un peligro medio (achurado cuadrícula, Figura 4.21).

Sin embargo dentro de los 445 municipios que conforman la región, solo 17 de ellos presentaron una vulnerabilidad socioeconómica muy alta (color rojo) y solo dos de ellos coinciden con un peligro medio (achurado cuadrícula) y alto (achurado líneas verticales), Texacatepec y Totontepec Villa de Morelos respectivamente, siendo en este último

donde se han registrado decesos a causa de estos eventos. Cabe mencionar que dentro de los municipios con registros históricos de áreas afectadas por las inundaciones, no se encontró un solo municipio con un peligro bajo (achurado líneas horizontales), es decir municipios donde no se tengan asentamientos irregulares, donde tengan un sistema de drenaje eficiente y donde se tengan daños mínimos a causa de las inundaciones aún no se tienen registrados dentro de la región.

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

La adopción de un enfoque que enfatiza la prevención, la disminución y mitigación del riesgo, exige la participación de una amplitud de actores en el proceso de la comunicación.

Es deseable que la comunicación cubra todas las etapas de la gestión integral del riesgo desde la prevención hasta la reconstrucción y que fluya de manera horizontal (entre sectores e instituciones) y vertical (de los niveles federales de gobierno hasta la población). Debe, además, ser multidireccional y tener un camino de ida y vuelta.

Para lograr una comunicación ordenada y eficaz es preciso identificar con claridad el papel y la responsabilidad de cada actor (o grupo de actores) y los canales de coordinación y colaboración entre ellos. En principio pueden identificarse seis grandes grupos como sigue:

- Organismos gubernamentales
- Instituciones científicas y académicas
- Sector privado
- Medios de comunicación
- Organizaciones civiles
- Población

A la vez, al interior de cada grupo pueden ubicarse diferentes áreas de actuación y responsabilidad y diversos niveles o ámbitos de influencia, (Tabla 4-12).

Tabla 4-12 Grupos de actores de acuerdo a su papel en la GIRH

Grandes Grupos	Responsabilidades /rol actuales y factibles
Organismos gubernamentales: <ul style="list-style-type: none"> • Organismos Federales • Organismos Estatales • Organismos Municipales • Autoridades locales (agente municipal) 	Intervienen directamente en la administración de los recursos hídricos y la protección civil relacionados con la GIRH. Intervienen o pueden intervenir en las actividades de previsión, prevención, respuesta y reconstrucción de la GIRH.
Instituciones científicas y académicas: <ul style="list-style-type: none"> • Universidades nacionales, estatales y regionales • Centros de investigación, asociaciones y redes • Escuelas técnicas y de nivel medio • Escuelas de educación básica 	Contribuyen a la generación, divulgación de conocimiento para la GIRH (estudios, mapas de riesgo, proyectos). Participan en la formación y capacitación relacionadas con la GIRH dentro y fuera de las instituciones académicas y escolares.
Sector privado: <ul style="list-style-type: none"> • Empresas • Fundaciones • Asociaciones gremiales y cámaras 	Realizan contribuciones económicas y en especie para atención de desastre. Llevan a cabo acciones para la restauración de las actividades económicas que les competen. Son potenciales aliados en todas las etapas de la GIRH tanto en la comunicación como en las tareas de emergencia (transporte, aprovisionamiento, rescate).
Medios de comunicación: <ul style="list-style-type: none"> • Medios masivos (radio y televisión) 	Divulgan información proporcionada por las instituciones competentes sobre situaciones de riesgo y de desastre.

Grandes Grupos	Responsabilidades /rol actuales y factibles
nacional y estatal <ul style="list-style-type: none"> • Medios locales y comunitarios (radios, perifoneo, voceo) • Comunicación grupal e interpersonal 	Documentan la situación de la población afectada y recogen opiniones de diversos actores y personas Contribuyen (o pueden hacerlo) a difundir información a personas aisladas o con recursos comunicativos limitados, podrían establecer flujos de información sobre las necesidades y visiones de la población afectada hacia las instituciones.
<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones civiles • OSC • Fundaciones • Grupos sociales (deportivos, iglesia, culturales) 	Contribuyen a la generación del conocimiento regional y local. Son potenciales intermediarios en la comunicación de “abajo hacia arriba” sobre las necesidades y propuestas de las poblaciones en riesgo y/o afectadas. Desarrollan metodologías y proyectos para la acción comunitaria y la incidencia en instituciones y programas públicos en diversos niveles.
Población: <ul style="list-style-type: none"> • Asambleas comunitarias • Organizaciones y comités vecinales y comunitarias • Grupos asociados a actividades y servicios comunitarios (clínicas, escuelas) • Población no organizada 	Son las personas afectadas (o potenciales) a quienes se dirigen las medidas de todo el proceso de la GIRH. Son actores principales de las medidas de autoprotección y participantes con las instituciones públicas responsables de todas las actividades de la GIRH. Son potenciales emisores de información esencial para orientar a las instituciones responsables sobre las necesidades y la eficiencia de las acciones de la GIRH.

En el caso de los riesgos hídricos resulta indispensable conocer las responsabilidades de las instituciones encargadas de la administración de los recursos hídricos y de protección civil, especialmente lo relativo a la generación y difusión de información esencial para el manejo de riesgos hídricos. Para el establecimiento de programas y acciones de comunicación, en cualquier ámbito y nivel, es crucial familiarizarse con los protocolos establecidos para las emergencias y desastres pues en ellos se establecen las rutas que debe seguir la información para poner en marcha los sistemas de alerta, de protección

y auxilio de la población. Adicionalmente, instituciones como el Centro Nacional de Prevención de Desastres cuentan como un acervo de material educativo y de difusión muy útil y disponible para alimentar los programas y acciones de comunicación en los tiempos de “normalidad”, o dicho de otro modo, durante las etapas de prevención y preparación (Anexo 6).

En la tabla 2-2 se presenta una matriz de funciones que se sugiere debe asumir cada institución para garantizar la eficiencia y eficacia de actividades y recursos económicos.

Tabla 4-13 Instituciones involucradas y su funcionalidad

Funciones Dependencias	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y bienes	Salud pública	Suministro de provisiones	Vigilancia obras hidráulicas	Evaluación de daños
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC)		Cr	R	R			Cr					
Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)	Cr											R
Secretaría Nacional de Seguridad			Cr	Cr		R				Cr		Cr
Policía federal				Cr	Cr	Cr						
SEMARNAT	Cr		Cr	Cr				CT			Cr	
Comisión Nacional del Agua	R		Cr	Cr							R	Cr
Coordinación General de Comunicación Social		R	Cr	Cr								
SEDENA	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr		Cr
SAGARPA			Cr	Cr	Cr			Cr				Cr
SCT	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr			Cr		Cr		Cr
Teléfonos de México								Cr				Cr
Aeropuertos y servicios auxiliares				Cr				Cr				Cr
SEP				Cr			Cr					Cr
SE			Cr	Cr				Cr		Cr		Cr
Comisión Federal de Electricidad				Cr	Cr			Cr				Cr
SECTUR				Cr	Cr		Cr					Cr
Subsecretaría de Turismo				Cr								Cr
PGJE				Cr	Cr	Cr	Cr					Cr
SSA			Cr	Cr			Cr	Cr	CT	Cr		Cr
Secretaría de Salud			Cr	Cr				Cr	R			Cr
IMSS				Cr			Cr		Cr	Cr		Cr
ISSSTE				Cr			Cr		Cr	Cr		Cr
SEDESOL			Cr	Cr	Cr		Cr	CT		Cr		Cr
Secretaría de Desarrollo Rural			Cr	Cr	Cr			Cr				Cr
Distribuidora e Impulsora Comercial Conasupo, S.A.				Cr				Cr		Cr		
Secretaría de Desarrollo Social Estatal			Cr	Cr	Cr		Cr	R		Cr		Cr
Desarrollo Integral de la Familia			Cr	Cr			R		Cr	Cr		
SECRETARÍA DE FINANZAS			Cr	Cr						Cr		Cr
Secretaría de Administración			Cr	Cr						R		Cr
ORGANISMOS DESCENTRALIZADOS Y A.C.												

Funciones / Dependencias	Alertamiento	Comunicación social de la emergencia	Coordinación de la emergencia	Planes de emergencia	Evacuación, búsqueda y rescate	Seguridad pública	Asistencia social y albergues	Servicios estratégicos, equipamiento y bienes	Salud pública	Suministro de provisiones	Vigilancia obras hidráulicas	Evaluación de daños
Universidades				Cr			Cr			Cr		Cr
Medios de comunicación	Cr	Cr		Cr								
Cruz roja				Cr	Cr				Cr	Cr		
Bomberos				Cr	Cr							
Club social				Cr			Cr					
Grupos Voluntarios				Cr			Cr			Cr		

CE: Coordinador Ejecutivo. **CT:** Coordinador Técnico. **R:** Responsable. **Cr:** Corresponsable.

5 Evaluación de riesgos de Inundación

En el presente capítulo se hace una evaluación de riesgo de inundación para lo cual se presentan algunos términos que tienen significado e importancia en el ámbito de diagnóstico de riesgos, en el contexto del Sistema Nacional de Protección Civil en México.

Los conceptos amenaza, riesgo y vulnerabilidad han ido evolucionando en los últimos años de visiones centradas principalmente en el estudio de los fenómenos naturales y físicos hacia su articulación con los sistemas sociales (Aragón-Durand, 2008). Son términos que se han ido precisando, debatiendo e incluso ampliando, sobre todo a partir de los debates y propuestas en torno al cambio climático. De este modo, los fenómenos peligrosos o las amenazas no se conciben solo como de origen natural sino también asociados a las actividades humanas y se define de la siguiente manera:

Peligro o Amenaza (P): Se definen como la probabilidad de que ocurra un fenómeno de cierta intensidad (natural o humano), en un lugar específico y durante un periodo de tiempo determinado. Se han clasificado en tres tipos (CISP-CRIC-TN, 2005).

- **Amenazas o peligros naturales.** Efectos propios de la dinámica de la naturaleza y en su ocurrencia no hay responsabilidad de los seres humanos y, por tanto, la sociedad no está en capacidad práctica de evitar que se produzcan. En el caso de las amenazas hidrometeorológicas están los huracanes, las tormentas tropicales, los tornados, granizadas, sequías, inundaciones, etc.
- **Amenazas o peligros socio-naturales:** Se trata de amenazas aparentemente naturales tales como inundaciones, sequías o deslizamientos pero que en algunos casos son provocadas por la deforestación, el manejo inapropiado de los suelos, la desecación de zonas inundables y pantanosas o la construcción de obras de infraestructura sin precauciones ambientales.

- **Amenazas o peligros antrópicos:** Atribuibles a la acción humana sobre el medio ambiente y sobre el entorno físico y social de una comunidad. Ponen en grave peligro la integridad física y la calidad de vida de las personas, por ejemplo la contaminación, el manejo inadecuado de sustancias tóxicas, etc.

El riesgo no existe *per se* sino que se encuentra directamente asociado con el grado de exposición (de una comunidad, un grupo social, una persona) a un peligro o amenaza, ya sea de origen natural, socio-natural o antrópico y se define como:

Exposición (E). Se define grado de exposición a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio considerado y que es factible sea dañado por el evento.

Vulnerabilidad (V). Es la capacidad de resistencia de diferentes actores o grupos sociales frente a un fenómeno. Esta capacidad (o la falta de ella) determina la vulnerabilidad de un elemento o grupo de elementos expuestos a la amenaza. La vulnerabilidad se expresa como una probabilidad del daño.

Riesgo (R): Se refiere a la probabilidad de sufrir consecuencias negativas (daños, pérdidas) de tipo económico, social y ambiental frente a la ocurrencia de un fenómeno peligroso.

P y V son probabilidades, si E puede expresarse en términos monetarios, R resulta igual a la fracción del costo total de los sistemas expuestos que se espera sea afectada por el evento en cuestión.

Debido a la escasez de información es frecuente representar el peligro en términos solamente cuantitativos, como bajo, mediano o alto. Por ello, es conveniente recurrir a una formulación probabilística, como sigue:



La forma más común de representar el carácter probabilístico del fenómeno es en términos de un período de retorno (o de recurrencia), que es el lapso que en promedio transcurre entre la ocurrencia de fenómenos de cierta intensidad. Los estudios para determinar las probabilidades de ocurrencia de distintos fenómenos se basan principalmente en las estadísticas que se tiene sobre la incidencia de los mismos.

El concepto período de retorno en términos probabilísticos no implica que el proceso sea cíclico, o sea que deba siempre transcurrir cierto tiempo para que el evento se repita. Un periodo de retorno de 100 años para cierto evento significa, por ejemplo, que en 500 años de los que hay datos históricos, el evento en cuestión se ha presentado cinco veces, pero que en un caso pudieron haber

transcurrido 10 años entre un evento y el siguiente y en otro caso 200 años.

En este capítulo se evalúan daños por inundación en zonas habitacionales, donde el peligro o amenaza está en función de la inundación es decir del tirante o profundidad de la inundación, cuya probabilidad de ocurrencia está dado por el periodo de retorno y la vulnerabilidad está dada por el tipo de vivienda (bienes expuestos) y el índice de marginación de la zona inundada.

5.1 Evaluación del riesgo preliminar de inundación con información disponible

El riesgo asumido en este Programa está representado de la siguiente manera, Escurder et all (2010):



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 habitacio-

nales 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:

- Delimitación de la zona de inundación.
- Definición de la probabilidad de ocurrencia del evento (inverso del periodo de retorno), para los cuales será evaluado el daño.

- 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.
- Selección de curvas de daño (urbanas, agrícolas, etc.) mismas que relacionan tirante o duración de la inundación con los daños económicos.
- 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.
- Determinación del Daño Anual Esperado (DAE).

$$\overline{DAE} = \sum_i^k D_i \cdot \Delta P_i$$

$$D_i = \frac{D(P_i - 1) + D(P_i)}{2}$$

$$\Delta P_i = |P_i - P_{i-1}|$$

Donde D_i es el daño promedio de dos eventos de probabilidad de excedencia i , ΔP_i es el intervalo de probabilidad entre las probabilidades de excedencia de ambos eventos.

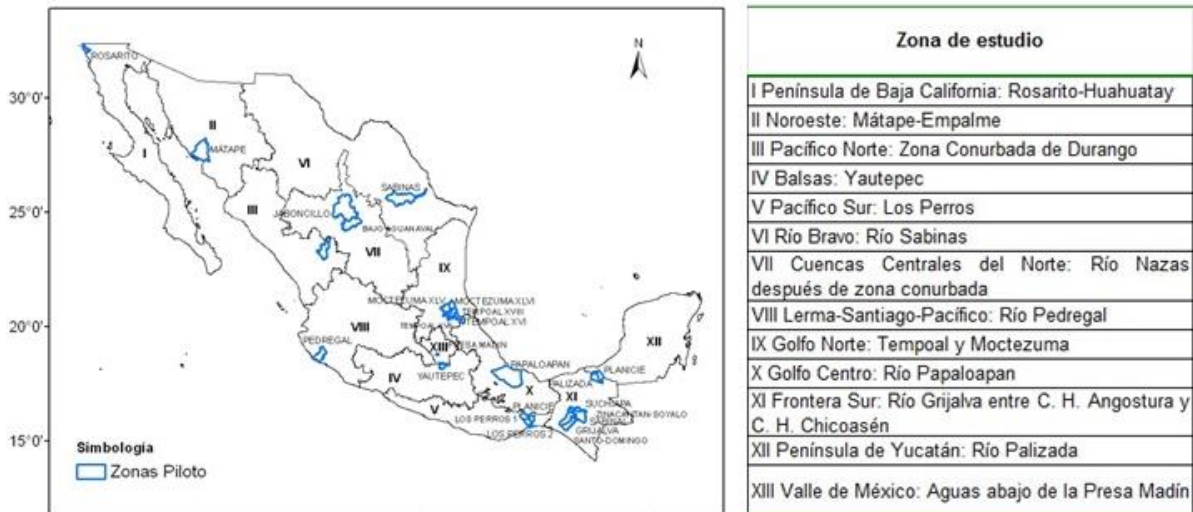
La estimación del riesgo en términos de daños por año resulta importante en la toma de decisiones cuando se presenta la cantidad total del daño esperado considerando más de un evento de inundación, lo que permite construir curvas de daño-probabilidad para una zona o región. De tal manera que el área 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):

5.2 Aplicación de la metodología a nivel nacional

Para aplicar la metodología con el procedimiento antes descrito, son necesarios los siguientes insumos:

Polígono que delimita la zona de inundación. Es el área donde se estimarán los daños, que corresponde a las zonas piloto por Región Hidrológico Administrativa (figura 5-1).

Figura 5-1 Ubicación espacial de las zonas piloto.



Modelo digital de elevaciones usado por el ANRI-PC. Es el continuo de elevaciones escala 1:50,000 del INEGI con una resolu-

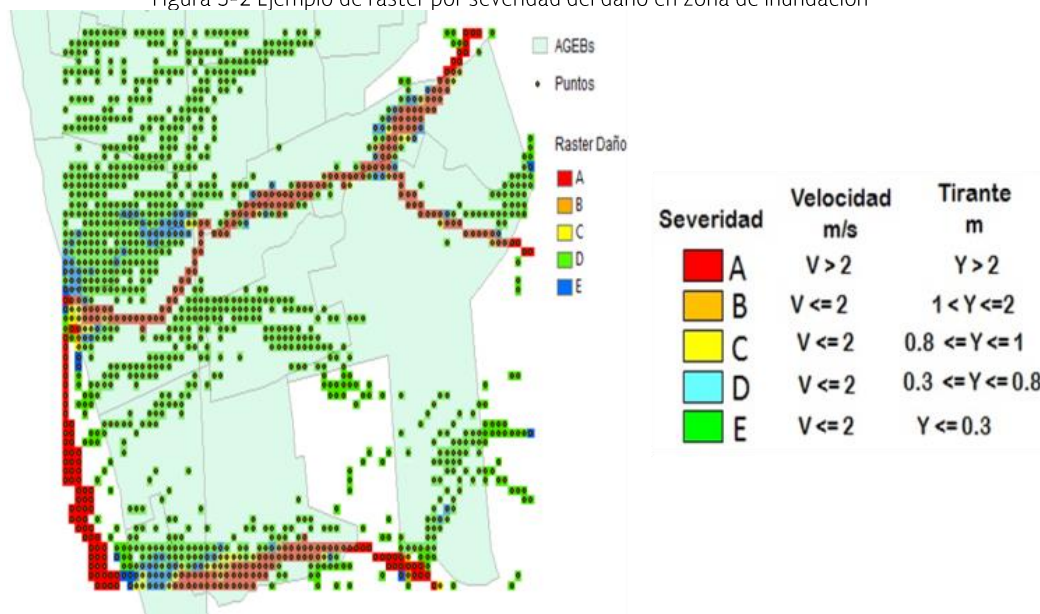
ción de 50 x 50 m y es utilizado para las zonas piloto. El ANRI-PC tiene integrado el modelo SRTM (Shuttle Radar Topography)

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.

Áreas Geostatísticas Básicas (AGEB). Constituyen la unidad básica del Marco Geostatístico Nacional, de donde se obtiene el conjunto de índices de marginación existentes en la zona de inundación.

Tirante, velocidad y severidad de la zona de inundación. Proporcionados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) estimados con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster. La severidad sigue los criterios establecidos en la denominada curva de Dorrigo, con base en la cual se tiene la siguiente clasificación de severidad del daño, asociada a letras y colores (figura 5-2):

Figura 5-2 Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación



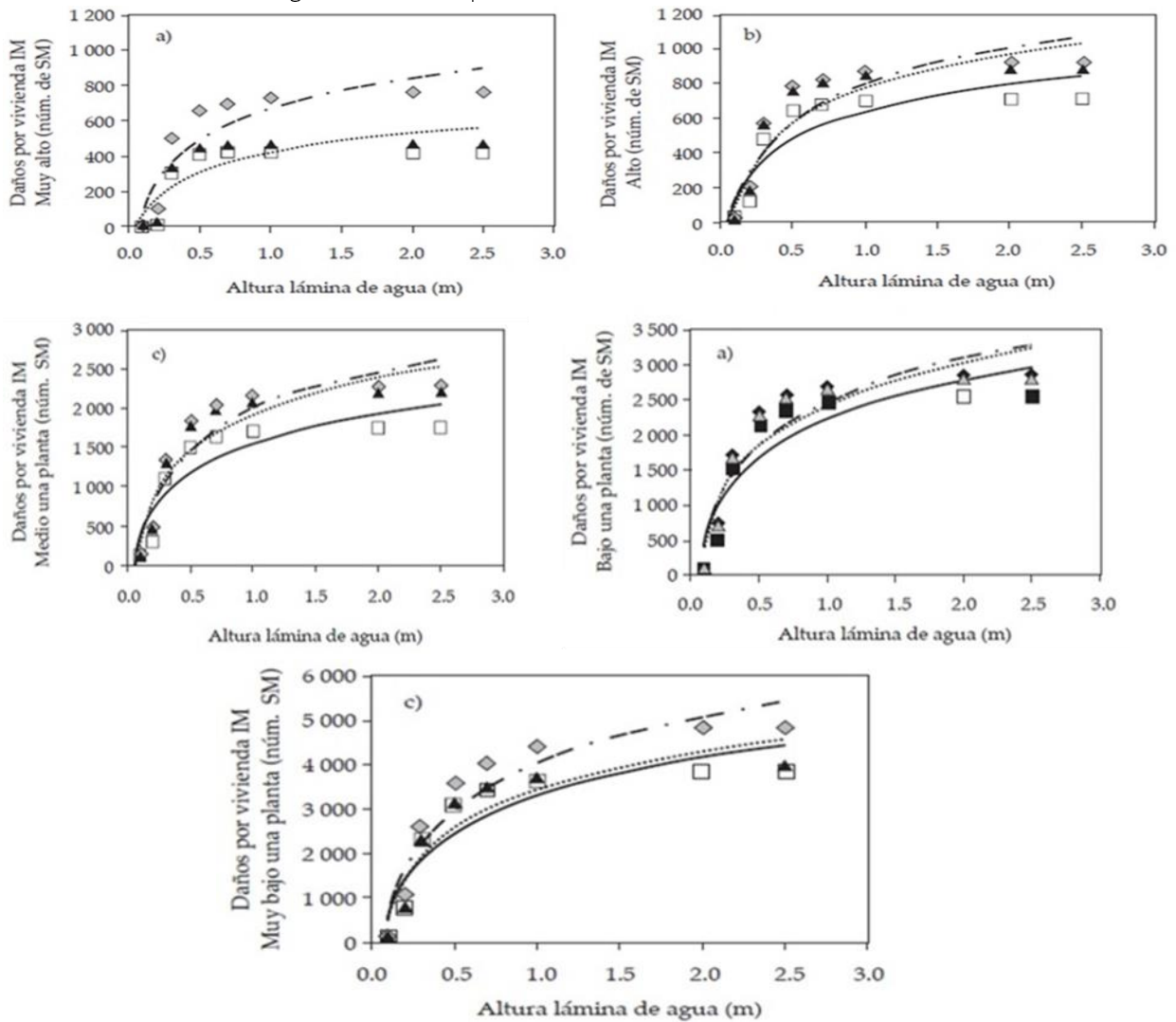
Fuente. Elaborada con información del II-UNAM.

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 AGEBs 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 5-3).

Figura 5-3 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales.



Cálculo de los daños económicos

Con base en la previa definición del cálculo del riesgo, éste fue calculado a través del ANRI-PC con base en los insumos anteriores.

En el caso de las curvas de daño, estas pueden ser expresadas de manera matemática con la siguiente ecuación:

$$\text{No. SMG} = a \cdot \ln(h) + b$$

Dónde:

- No. SMG Es el número de salarios mínimos generales
- h Es el valor de la lámina de agua (tirante)
- a y b Constantes que dependen del índice de marginación

De manera que el valor monetario o daño para cada una de las viviendas en la zona piloto, es el número de salarios mínimos multiplicado por el valor actual del salario mínimo. Se obtiene un monto económico de los daños de la zona piloto, para dos grupos de datos. El primero sin

tomar en cuenta la severidad para cada uno de los cinco periodos de retorno considerados por el estudio. El segundo grupo, consiste en separar cada una de las severidades (A, B, C, D, E) de la zona de estudio y estimar el daño para cada severidad. Para este segundo grupo de datos, se calcula también el monto económico del daño estimado por índice de marginación presente en la zona de inundación.

Finalmente, pueden presentarse las condiciones de que la zona de inundación no tenga cruce con AGEB, por lo que se llevará a cabo la estimación considerando información por localidad.

Estimación del Daño Anual Esperado (DAE)

El Daño Anual Esperado (DAE) se obtiene mediante la fórmula (Meyer et al 2012):

$$\bar{d} = \sum_{i=1}^k D[i] \times \Delta P_i \quad \bar{d} = \text{Daño Anual Esperado}$$

Con:

$$D[i] = \frac{D(P_i - 1) + D(P_i)}{2}$$

$$D[i] = \text{Daño medio de dos eventos de daño } D[P_1 - i] \text{ and } D[P_i]$$

$$\Delta P_i = |P_i - P_{i-1}|$$

$\Delta P_i =$ probabilidad del intervalo entre las probabilidades excedentes de dos eventos

En el Anexo VI se describe completamente la metodología seguida para estimar el daño en zonas habitacionales por período de retorno de una zona de inundación, ilustradas con un ejemplo de aplicación, así como su Daño Anual Esperado (DAE).

Para el cálculo de daños se realizaron los siguientes procesos:

- De los polígonos de inundación asociados a un período de retorno de 40 años, procedentes de Agroasemex se llevó a cabo la eliminación de polígonos. Se descartaron aquellos que no cruzaran con AGEBS ni con áreas agrícolas.
- Se estimó para cada polígono una altura de agua (tirante), utilizando el MED del terreno y el método de promedios móviles para asignarle a cada celda del raster un valor de tirante, restando ambas cotas de elevación. Este proceso fue realizado en procesamiento "batch".

Del cálculo nacional se obtuvo el daño total para la República Mexicana por un monto de 179,334 millones de pesos, para la Región X Golfo Centro con un área inundada estimada en 3.195 km² el daño total es de 2,269 millones de pesos.

Tabla 5-1. Daño anual esperado Agroasemex con Tr 40

RHA X	Daños (\$)
Área AGEB en Zona Inundación	3,195,405,861.39
Viviendas	51,577.55
Población	192,763.07
Mínimo	\$1,993,328,083.31
Máximo	\$2,480,597,730.23
Probable	\$2,269,204,290.91

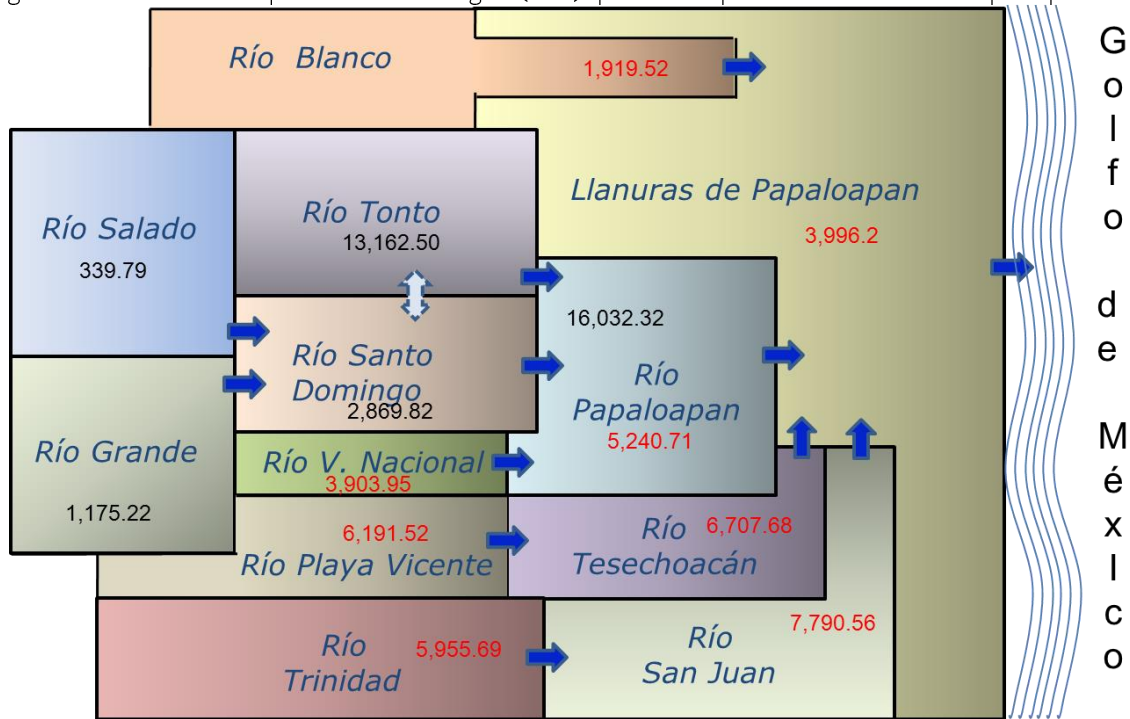
5.3 Aplicación de la metodología en la cuenca piloto

Dentro del Programa Nacional de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas, el organismo de cuenca Golfo Centro ha seleccionado una cuenca en específico con el fin de que el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), implemente modelos matemáticos con el objetivo de conocer los mapas de peligro para un periodo de retorno de 1, 2, 10, 50 y 100 años por inundaciones pluviales y fluviales.

Esta cuenca llamada en adelante “cuenca piloto” se encuentra dentro del consejo de cuenca del Río Papaloapan, sin embargo dentro del estudio no se considera toda la cuenca del río Papaloapan (46 517 km²), sino la parte más baja, la zona de las llanuras

de inundación (15 000 km²). Con el fin de conocer la problemática de la cuenca piloto, se consultó el estudio de disponibilidad de aguas superficiales de cuencas hidrológicas que forman parte del Papaloapan (OCGC, 2008), y se pudo identificar que dentro de la cuenca se tiene un escurrimiento total no controlado de 25,654.67 hm³ (61%), proveniente de los ríos Blanco, Valle Nacional, Papaloapan, Playa Vicente, Tesechoacán, Trinidad, San Juan y el propio escurrimiento de las llanuras del Papaloapan, el escurrimiento generado por cada río se muestra en la siguiente figura, el escurrimiento controlado se encuentra en números de color negro mientras que los escurrimientos no controlados se presentan en color rojo. Los ríos Salgado, Tonto, Grande y Santo Domingo, se encuentran controlados por las presas Miguel de la Madrid y Miguel Alemán (flecha bidireccional color blanco, figura 5-4).

Figura 5-4. Escurrimiento por cuenca hidrológica (hm³) que forman parte de la cuenca del Papaloapan



Fuente: OCGC, 2008

Una vez identificado el tamaño en la problemática de escurrimiento dentro de la

cuenca, se identificaron las obras de protección y estaciones hidrométricas presentes en

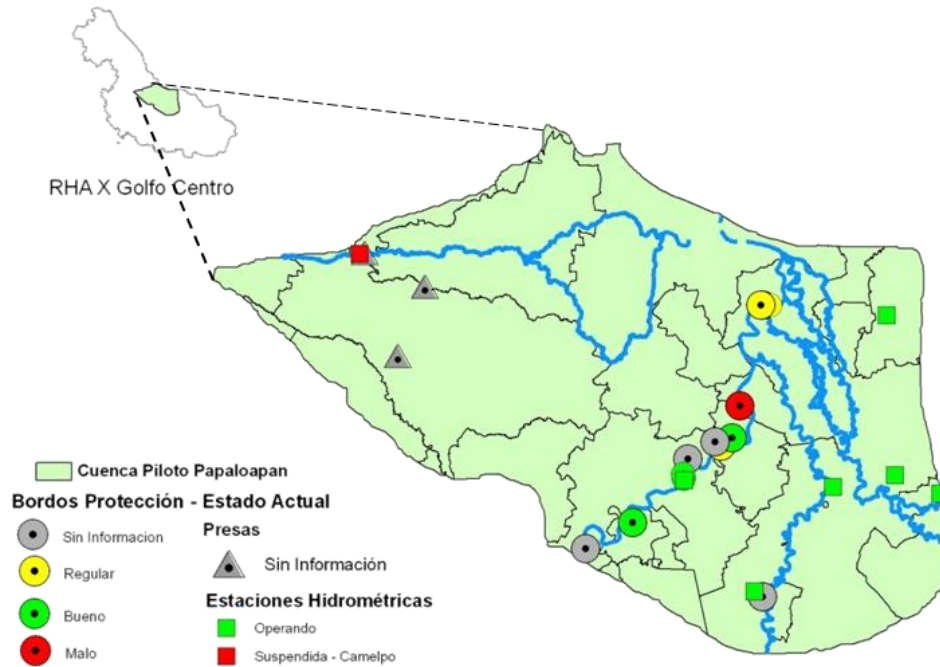
la cuenca piloto así como su situación actual, mediante el INOPCI y la información proporcionada por organismo de cuenca. Se lograron reconocer las siguientes tres presas, La Cebadilla II (Almacenamiento), Otapa (Derivadora) y Camelpo (Derivadora), esta última localizada en el río Blanco, como se mencionó antes no se tiene información acerca de su funcionamiento.

En cuanto a las estaciones hidrométricas, se identificaron solo siete dentro de la cuenca; Azueta (Río Tesechoacán), Lauchapan, (Río San Juan), Garro (Río Tesechoacán), Chacaltianguis (Río Papaloapan), La Ceibilla (Río

San Juan), Ángel R. Cabada (Río Tecolapa) y Camelpo (Río Blanco), de las cuales se encuentran operando las seis primeras mientras que la última, localizada en el río Blanco se encuentra suspendida por retiro de personal.

Los trece bordos de protección localizados en la cuenca piloto, cuatro de ellos se encuentran en estado regular, cuatro en buen estado, cuatro no se tiene información y solo uno localizado en la localidad de Amatitlán, se encuentra en mal estado, presentando erosión causada por el río y algunos tramos colapsados (Figura 5-5).

Figura 5-5. Cuenca Piloto Obras de protección – Estado Actual



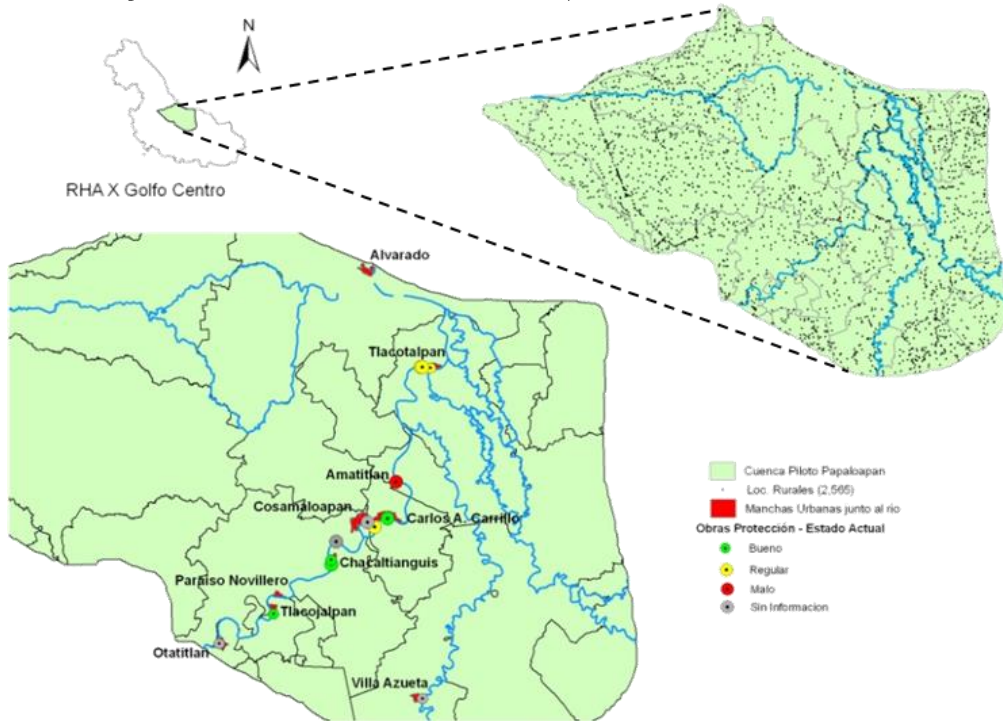
Fuente: IMTA, con información del INOPCI y OCGC.

En cuanto a la población localizada en esta cuenca se identificaron un total de 540 857 habitantes y un total de 2 594 localidades urbanas y rurales. El total de localidades rurales (< 2500 habitantes) dentro de la cuenca piloto es de 2 565 y tan solo 29 localidades urbanas (> 2500 habitantes). De las localidades urbanas presentes en la cuenca, se identificaron nueve localizadas a orillas del río Papaloapan (Alvarado,

Tlacotalpan, Amatitlán, Cosamaloapan, Carlos A. Carrillo, Chacaltianguis, Paraíso Novillero, Tlacojalpan y Otatitlan), y una a orillas del río Tesechoacán (Villa Azueta). El total de la población localizada a orillas del río Papaloapan es de 95 881 habitantes mientras que la población localizada a orillas del río Tesechoacán es de 6 754 habitantes, dando como resultado 102 635 habitantes

con riesgo de inundación dentro de la cuenca piloto (Figura 5-6).

Figura 5-6. Cuenca Piloto - Localidades Rurales y urbanas localizadas a orillas del río.

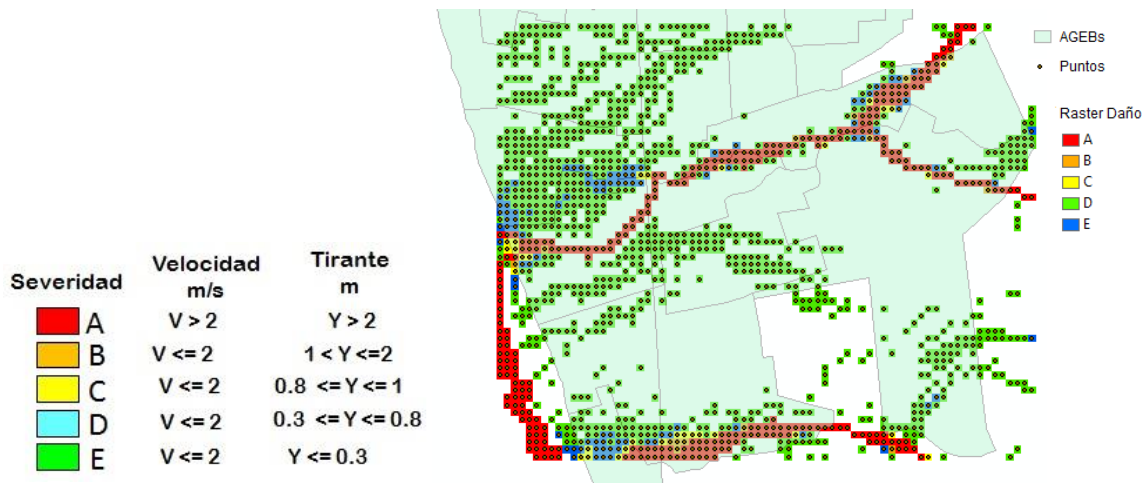


Fuente: IMTA, con información de INEGI, 2010

Para aplicar la metodología, es necesario hacer las siguientes precisiones relacionadas con los insumos y cálculos:

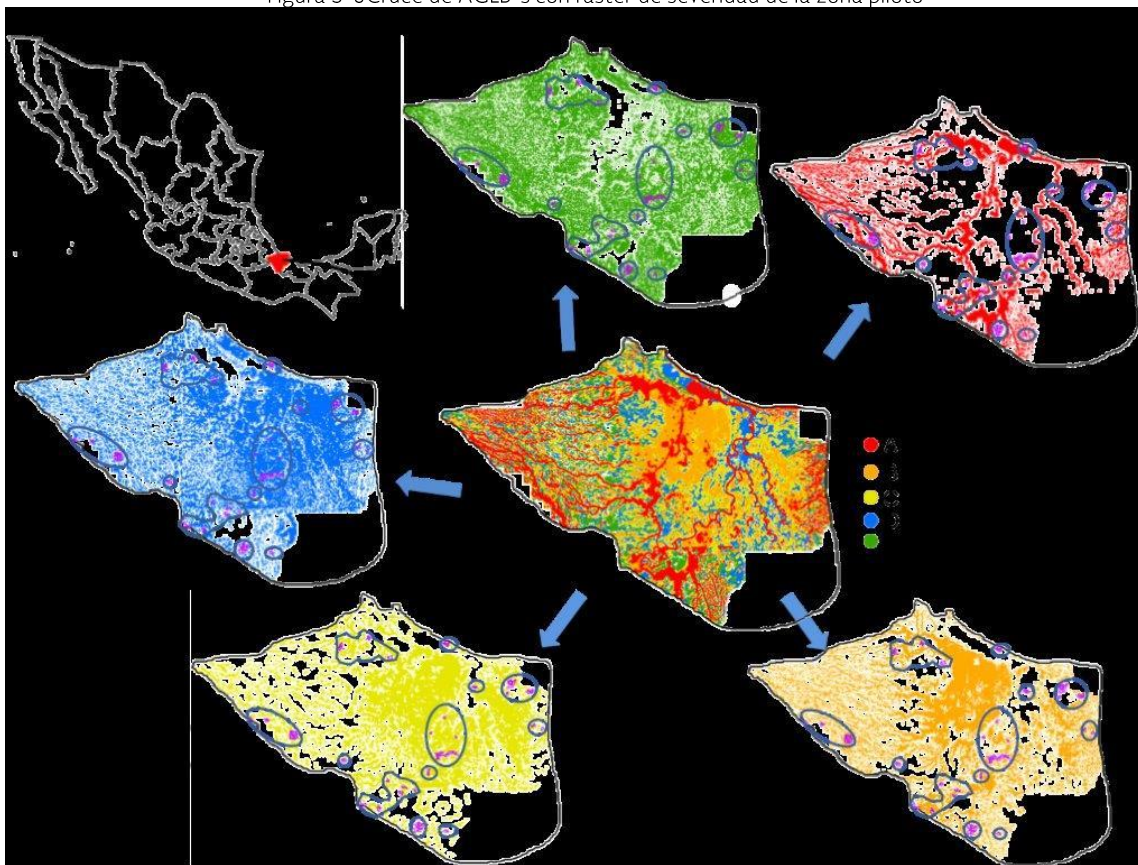
- El polígono que delimita la zona de inundación corresponde a la zona piloto.
- Es importante señalar que en caso de encontrar zonas de inundación que no crucen con AGEB, se llevará a cabo la estimación considerando información a nivel localidad.
- El tirante, velocidad y severidad de la zona de inundación son proporcionados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) estimados con base en modelos hidrológicos-hidráulicos en formato raster. La severidad sigue los criterios establecidos en la denominada curva de Dorrigo, en la cual se tiene la siguiente clasificación de severidad del daño, asociada a letras y colores:

Figura 5-7. Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación



Fuente. Elaborada con información del II-UNAM.

Figura 5-8. Cruce de AGEB's con raster de severidad de la zona piloto



El valor económico de los daños se calcula para dos grupos de datos; el primero sin tomar en cuenta la severidad para cada uno de los cinco periodos de retorno considerados por el estudio (2, 5, 10, 50 y 100 años); y el segundo, separando cada una de las severidades (A, B, C, D, E) para estimar el daño por severidad. Para este segundo grupo, se calcula también el monto económico del daño estimado por índice de marginación presente en la zona de inundación.

Estimación del Daño Anual Esperado (DAE).

El DAE para la cuenca piloto resulta del orden de \$500 millones y su distribución por severidad se muestra en la tabla 5-2. Además, se han estimado 470,097 habitantes en riesgo. Las probabilidades consideradas en el DAE son 1/2, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100.

Tabla 5-2. Daños y habitantes en riesgo, por severidades

Concepto	Severidad f (velocidad y altura de agua)					Total
	A: Rojo	B: Naranja	C: Amarillo	D: Azul	E: Verde	
Habitantes en riesgo	16,581.00	38,842.00	17,316.00	213,719.00	146,363.00	470,097.00
Daños (\$)	41,313,283.0	76,270,630.0	24,143,009.2	246,482,840.2	111,075,365.7	499,285,128.1

6 Propuesta de medidas para disminuir los daños

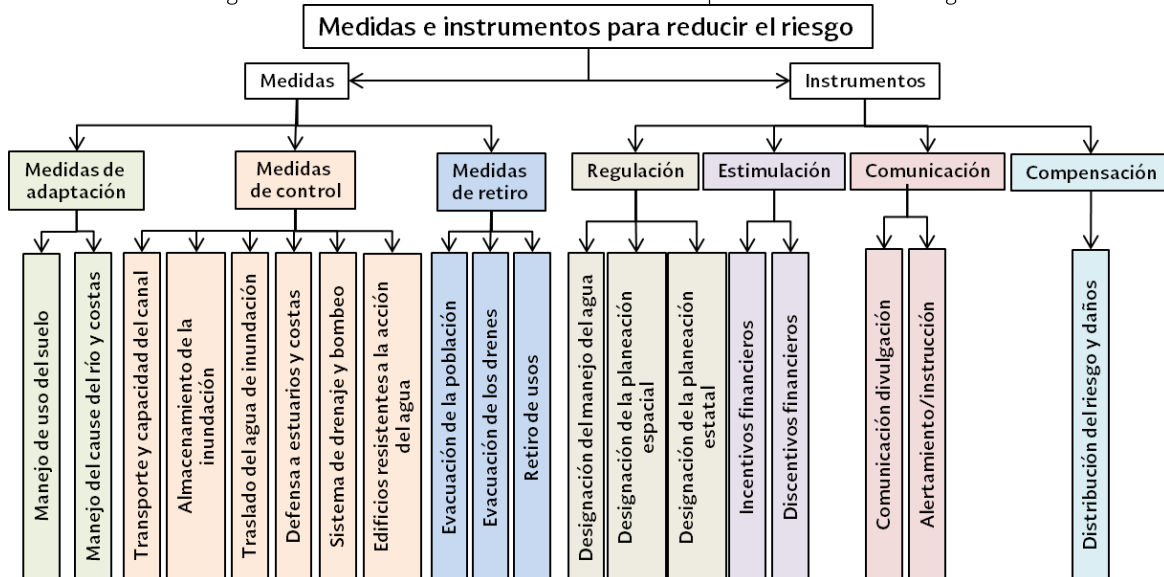
La problemática que prevalece en la en la RHA X GC fue identificada en el diagnóstico (Capítulo IV). Las medidas para mitigar el riesgo incluyen medidas estructurales y no estructurales. En Schanze J. et al (2008) se define a las medidas estructurales (MS) como intervenciones basadas en obras de ingeniería 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).

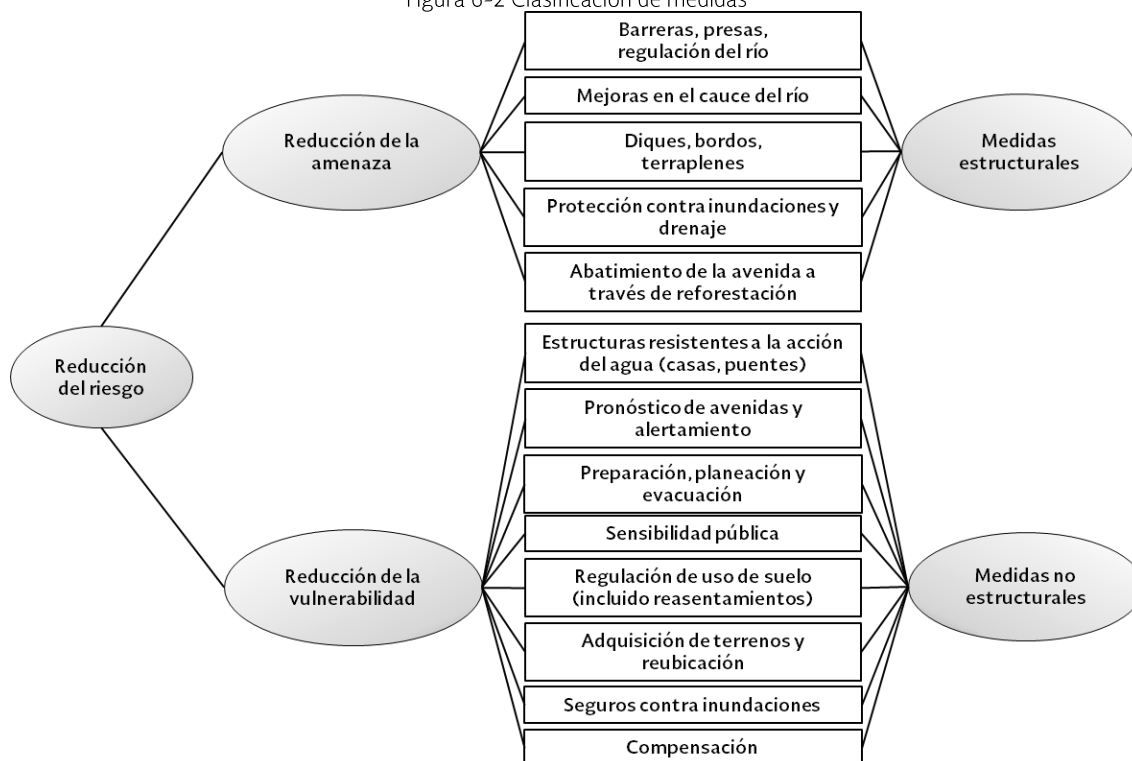
A continuación se presentan dos diagramas de clasificación de medidas, en donde se observa, por un lado la diferencia de nombrar a las MNS como instrumentos.

Figura 6-1 Clasificación de medidas e instrumentos para la reducción del riesgo



Fuente: Schanze J. et al (2008))

Figura 6-2 Clasificación de medidas



Fuente: Schanze J. et al (2008)

6.1 Medidas estructurales

Las medidas estructurales se refieren a la intervención física mediante el desarrollo o refuerzo de obras de ingeniería. Los eventos de remoción en masa tienen la ventaja de que pueden ser intervenidos directamente; por lo cual es factible la reducción de la amenaza y la reducción de la vulnerabilidad. Intervención directa de la amenaza o vulnerabilidad para impedir la ocurrencia del fenómeno o controlar los efectos del mismo. En la zona piloto la cuenca del río Papaloapan, se ha construido infraestructura de control de avenidas y drenaje pluvial como bordos de protección, sobreelevación de los mismos, muros de protección y estabilización de taludes.

6.1.1 Obras de control de avenidas y drenaje pluvial

Las obras realizadas fueron para atender las inundaciones ocasionadas por los fenómenos meteorológicos de los últimos años, en particular las ocasionadas por la tormenta tropical Matthew en 2010. En este año en 2011 se realizaron inversiones del orden de los \$66 millones en proyectos ejecutivos, solo en esta cuenca (Tabla 6-1). En ese mismo año los proyectos construidos fueron por un monto de \$ 634 millones, (Tabla 6-2).

Tabla 6-1. Inversión de proyectos ejecutivos.

Proyecto	Municipio	Monto contratado (mdp)	Avance físico (%)
Proyecto ejecutivo del bordo de protección margen izquierda del río Tesechoacán y la autopista Cosamaloapan-Acayucan	José Azueta	\$ 1.15	100
Proyecto ejecutivo de la construcción del muro de contención y estabilización de la margen izquierda del río Tesechoacán localidad de Tesechoacán	José Azueta	\$ 1.08	100
Proyecto ejecutivo de la sobreelevación del bordo en la margen izquierda del río Papaloapan, en la localidad de San Gerónimo	Tlacotalpan	\$ 0.78	100
Proyecto ejecutivo de la reconstrucción y sobreelevación del bordo en la margen izquierda del río Papaloapan en las localidades de Acula y La Guadalupe	Tlacotalpan	\$ 1.69	100
Proyecto ejecutivo de la limpieza y desazolve del dren colector del DTT 003 Tesechoacán y ampliación de las obras de protección sobre la margen izquierda del río Las Margaritas	Carlos A. Carrillo, José Azueta, Chacaltianguis y Catemaco	\$ 3.62	87
Proyecto ejecutivo de la limpieza y desazolve en el río San Agustín y río Papaloapan	Tlacotalpan	\$ 2.73	100
Proyectos ejecutivos de obras de protección en el río Papaloapan en la localidad de Paso Nacional, Paraíso Novillero, Paso Chacaltianguis y San Francisco Oyosontle.	Alvarado y Cosamaloapan	\$ 3.35	100
Estudio de nivelación y bancos en los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos		\$ 15.97	36
Estudio topográfico en los ríos Papaloapan, Obispo, San Juan Evangelista y Tesechoacán.		\$ 11.64	31
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización y ampliación de la protección en la margen derecha del río Papaloapan en la localidad de Chacaltianguis	Chacaltianguis	\$ 1.55	100
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización de la protección en el río Papaloapan en la localidad de Playa Vaca, Venustiano Carranza y Carlos A. Carrillo	Cosamaloapan y Carlos A. Carrillo	\$ 2.66	100
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización de la margen izquierda del río Papaloapan en la localidad de Amatitlán, en la margen derecha en la localidad de Ambrosio Alcalde y en el río Tesechoacán en la margen izquierda en las localidades de Curazao, Las Cadenas y Villa Azueta	José Azueta	\$ 3.42	99
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización en la margen derecha del río Papaloapan en la localidad de Tomo Largo y en la margen izquierda de El Saladero.	Chacaltianguis y Cosamaloapan	\$ 1.51	100
Proyecto ejecutivo de las obras de reconstrucción y estabilización en la margen izquierda del río Papaloapan en la localidad de Conejo Blanco.	Tlacotalpan	\$ 0.72	100
Proyecto ejecutivo de las obras de reconstrucción y estabilización en la margen derecha del río Papaloapan en la localidad de Linda Vista y en la margen	Alvarado	\$ 2.76	100

Proyecto	Municipio	Monto contratado (mdp)	Avance físico (%)
izquierda en la localidad de Los Amates y El Nacaste.			
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización en el río Tesechoacán en la localidad de Las Garzas, El Garro y las Hojas.	Isla y José Azueta	\$ 2.05	96
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización en la margen derecha del río Tesechoacán en la localidad de Tenejapan y en la margen izquierda en la localidad de Cujuliapan	José Azueta	\$ 1.34	100
Proyecto ejecutivo de las obras de protección y estabilización en el río San Juan en la localidad de La Lima y San Juan Evangelista	San Juan Evangelista	\$ 1.60	100
Actualización del estudio y de las propuestas de solución para el control de inundaciones en la cuenca baja del río Papaloapan	Varios	\$ 6.20	22
Total		\$ 65.84	

Informe de Avances FONDEN Veracruz, Evento "Matthew" 2011

Tabla 6-2. Inversión en proyectos construidos

Proyecto	Municipio	Monto contratado (mdp)	Avance físico (%)
Construcción del bordo de protección margen izquierda del río Tesechoacán entre la localidad de Tesechoacán y la autopista Cosamaloapan-Acayucan	José Azueta	\$ 163.08	85
Construcción del muro de contención y estabilización de la margen izquierda del río Tesechoacán localidad de Tesechoacán	José Azueta	\$ 143.14	88
Ejecución de las obras de protección del río Las Pozas en la localidad del Cocuite, Tlaxicoyan y Colonia Ejidal	Tlaxicoyan	\$ 15.72	100
Reconstrucción y sobreelevación del bordo en la margen izquierda del río Papaloapan, en la localidad de San Gerónimo	Tlacotalpan	\$ 39.11	100
Reconstrucción y sobreelevación del bordo en la margen izquierda del río Papaloapan en las localidades de Acula y La Guadalupe	Tlacotalpan	\$ 208.29	95
Limpieza y desazolve del dren colector del DTT 003 Tesechoacán y ampliación de las obras de protección sobre la margen izquierda del río Las Margaritas	Carlos A. Carrillo, José Azueta y Chacaltianguis	\$ 23.09	41
Obras de protección en el río Papaloapan en la localidad de Paraíso Novillero y Paso Chacaltianguis.	Cosamaloapan	\$ 29.96	35
Supervisión técnica de la obras	José Azueta, Tlaxicoyan Tlacotalpan y Acula	\$ 7.80	
Supervisión técnica de la obras	Chacaltianguis	\$ 1.15	

Proyecto	Municipio	Monto contratado (mdp)	Avance físico (%)
Supervisión técnica de la obras	Carlos A. Carrillo, José Azueta y Chacalatianguis	\$ 3.02	
Total		\$ 634.37	

Informe de Avances FONDEN Veracruz, Evento "Matthew" 2011

Para la construcción de las obras para el resto de los proyectos ejecutivos se estima una inversión del orden de los \$1,930 millo-

nes y algunos de ellos iniciaron su realización en el 2012, (tabla 6.3).

Tabla 6-3. Inversión estimada en el año 2012

Proyecto	Municipio	Monto contratado (mdp)	Avance físico (%)
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización y ampliación de la protección en la margen derecha del río Papaloapan en la localidad de Chacalatianguis	Chacalatianguis	\$ 180.00	N/D
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización de la protección en el río Papaloapan en la localidad de Playa Vaca, Venustiano Carranza y Carlos A. Carrillo	Carlos A. Carrillo	\$ 295.00	N/D
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización de la margen izquierda del río Papaloapan en la localidad de Aamatitlán, en la margen derecha en la localidad de Ambrosio Alcalde y en el río Tesechacán en la margen izquierda en la localidad de Curazao, Las Cadenas y Villa Azueta.	José Azueta	\$ 360.00	N/D
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización en la margen derecha del río Papaloapan en la localidad de Tomo Largo y en la margen izquierda de El Saladero.	Tamalín	\$ 198.00	N/D
Proyecto ejecutivo de las obras de reconstrucción y estabilización en la margen izquierda del río Papaloapan en la localidad de Conejo Blanco.	Alvarado	\$ 45.00	N/D
Proyecto ejecutivo de las obras de reconstrucción y estabilización en la margen derecha del río Papaloapan en la localidad de linda Vista y en la margen izquierda en la localidad de Los Amates y El Nacaste.	Tlacotalpan	\$ 315.00	N/D
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización en el río Tesechoacán en la localidad de Las Garzas, El Garro y Las Hojas.	Isla	\$ 160.00	N/D
Proyecto ejecutivo de las obras de estabilización en la margen derecha del río Tesechoacán en la localidad de Tenejapan y en la margen izquierda en la localidad de Cujuliapan	José Azueta	\$ 175.00	N/D
Proyecto ejecutivo de las obras de protección y estabilización en el río San Juan en la localidad de La Lima y San Juan Evangelista	San Juan Evangelista	\$ 190.00	N/D

Proyecto	Municipio	Monto contratado (mdp)	Avance físico (%)
Supervisión técnica de la obras	José Azueta, Tlaxiaco y Tlacotalpan y Acula	\$ 7.80	
Supervisión técnica de la obras	Chacaltianguis	\$ 1.15	
Supervisión técnica de la obras	Carlos A. Carrillo, José Azueta y Chacaltianguis	\$ 3.02	
Total		\$ 1,929.96	

En el año 2012, considerando las inversiones anteriores hicieron un total de \$ 2,159 millones y en este año se programó una inver-

sión de \$3,375 millones para el año 2012 con recursos del FONDEN (Tabla 6-4).

Tabla 6-4. Inversión estimada en el año 2012

Proyecto	Inversión (mdp)		
	Anterior al 2012	2012	Total
Atender la emergencia en 28 municipios del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, para minimizar riesgos de inundación en localidades de la cuenca de río Blanco.	\$159.00	\$ 371.00	\$ 530.00
Atender la emergencia en 127 municipios, 32 del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y 95 del Estado de Oaxaca, para minimizar riesgos de inundación en localidades de la cuenca del río Papaloapan.	\$1,000.00	\$1,500.00	\$ 2,500.00
Atender la emergencia en 127 municipios, 32 del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y 95 del Estado de Oaxaca, para minimizar riesgos de inundación en localidades de la cuenca del río Papaloapan.	\$1,000.00	\$1,500.00	\$ 2,500.00
Delimitación de zonas federales.	\$ 0.22	\$ 0.88	\$ 1.10
Complementar Estudio Integral para la protección contra inundaciones de la cuenca del Río Blanco	\$ -	\$ 3.56	\$ 3.56
	2,159.22	3,375.44	\$ 5,534.66

Fuente: CONAGUA; Programa de acciones y proyectos para la sustentabilidad hídrica. Visión 2030, Estado de Veracruz. 2011.

6.1.2 Medidas de restauración fluvial

La restauración hidráulica es una medida que permite la recuperación de la capacidad de conducción de los cauces y llanuras de inundación, en este sentido las medidas de restauración fluvial en cauces y zonas de inun-

dación están orientadas en primera instancia a la limpieza del río, en donde se propone lograr reducir la rugosidad o resistencia al flujo al retirar malezas y en algunos casos, árboles que nacen dentro de los cauces y que modifican su funcionamiento, una segunda opción en la restauración necesaria

por la reducción del espacio fluvial, es el dragado para los casos en los que una gran cantidad de sedimentos fueron depositados, dichos sedimentos no tienen un gran impacto en el cambio de la rugosidad, pero modifican las características geométricas impactando también en el factor de conducción y produciendo una disminución de la capacidad de conducción, todo esto tanto en los cauces, como en las llanuras de inundación.

6.1.3 Medidas de mejora del drenaje natural en las zonas de inundación

Se aplican estas medidas en los casos en los que la restauración o el drenaje natural no sea suficiente, cuando el drenaje transversal e infraestructuras o la ocupación de zonas federales en cauces y planicies de inundación obstaculizan el flujo y en otros casos en los que se requiera mejora del drenaje para evitar la acumulación de agua y posibles inundaciones. Estas medidas consisten en los siguientes pasos:

1^{er} paso: Realizar simulación del flujo en las redes de ríos con llanuras de inundación para evaluar la problemática asociada con la capacidad del cauce. Todas las simulaciones deben ser calibradas ajustando las condiciones iniciales, condiciones de frontera y ajustes que representen el proceso de inundación.

2^o paso: Posterior a la calibración y de acuerdo con la problemática, se decidirá para cada caso que tipo de rehabilitación debe ser aplicada, entre las obras que se pueden ejecutar están:

- Rectificación de cauces
- Desazolve, dragado y limpieza de cauces
- Desocupación y desalojo de construcciones dentro de los cauces y de la zona federal
- Construcción de bordos contra inundaciones, terraplenes, espigones y estructuras de control de inundaciones
- Construcción de presas para control de avenidas
- Construcción de presas de derivación y control para casos de confluencias

- Instalación de compuertas de control, compuertas tipo charnela
- Reubicación de infraestructura de otros sectores como tuberías de gas y de petróleo
- Cambio de bordos por puentes alargados
- Colocación de estructuras de control de flujo sobre bordos que no pueden ser retirados, como alcantarillas y puentes en puntos de control

En los casos de estructuras hidráulicas construidas para el control de inundaciones que obstaculizan el flujo de regreso de la zona de inundación, proponer adecuaciones para permitir el flujo de ingreso una vez que las avenidas terminen.

6.2 Medidas no estructurales

Es importante el esfuerzo que se ha hecho en inversiones en la implementación de medidas estructurales (MNS) que han reducido el impacto de las inundaciones sin embargo no se debe restar importancia a las medidas no estructurales que en circunstancias críticas pueden tener mayor impacto en salvar vidas, haciendo participe a la población previamente informada con programas de información regionalizados haciendo uso de pronósticos de avenidas y sistemas de alertamiento temprano utilizando registros confiables obtenidos mediante una red de monitoreo y vigilancia.

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:

6.2.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.

El OCGC, apoyados con información de la red de monitoreo estatal y con la información procedente del Radar Meteorológico Alvarado, se realiza una vigilancia de variables meteorológicas en toda la región, generando información para ser enviada a Protección Civil estatal. Esta medida es importante para salvaguardar la integridad de las personas, no impacta en la reducción de daños.

6.2.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.

Se recomienda evaluar la actualización del Sistema de Alerta Temprana localizado en la parte de la cuenca en el estado de Puebla. De la misma manera que la anterior medida, esta es importante para salvaguardar la integridad de las personas, sin impactar en la reducción de daños.

6.2.3 Medidas de protección civil

Se debe evaluar la eficacia de los planes de emergencia con los que cuenta la región con el fin de asegurar que la población tenga el conocimiento adecuado del riesgo, la consecuencia de la inundación y de los procedimientos de evacuación; en aras de fortalecer la capacidad de la población de actuar previamente y con oportunidad ante los eventos meteorológicos, siguiendo los protocolos que concreten en la materialización de la emergencia y el desastre, la recuperación y la reconstrucción.

Esta medida debe evitar la construcción de infraestructura y asentamientos humanos en zonas inundables. Para esto se requiere contar con la normatividad que limite los usos de suelo y el tipo de edificación en zonas de elevado riesgo de inundación. Además, se debe supervisar que no se modifique la red

de drenaje natural. Por otro lado, debe quedar establecido que si se presentan nuevos asentamientos en zonas perfectamente señaladas de alto riesgo, los daños derivados por las consecuencias de las inundaciones deberán ser cubiertos por la población. Se esperaría que el ordenamiento territorial redujera en 100% los daños, sin embargo la vigilancia no será suficiente para garantizar la prohibición de nuevos asentamientos, por lo que se consideran porcentajes de reducción de daños menores a 80%.

Estandarización de protocolos

La secretaría de Protección Civil del estado de Veracruz ha realizado una importante labor en cuanto a protocolos dentro de la gestión integral del riesgo, se identificaron ocho protocolos en donde se definen objetivos, entes responsables y corresponsables, descripción de tareas y las acciones propias de cada protocolo enlistados a continuación:

- Protocolo de Identificación de Riesgos y Peligros
- Protocolo de Previsión
- Protocolo de Prevención
- Protocolo de Mitigación
- Protocolo de Preparación
- Protocolo de Auxilio “Atención de la Emergencia”
- Protocolo de Recuperación
- Protocolo de Reconstrucción

Cada uno de los protocolos se puede consultar en el documento “Programa para la Gestión y Reducción del Riesgo de Desastres Ante la Temporada de Lluvias y Ciclones Tropicales 2013 en Estado de Veracruz.

6.2.5 Participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones.

La comunicación adecuada de la población puede reducirse notablemente la consecuencia de la inundación (principalmente en

número de víctimas) gracias a los procedimientos eficaces de evacuación considerando dos grupos de medidas de comunicación (Escuder et al., 2010):

- Comunicación general a la población en materia de riesgo de inundación
- 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.

Propuesta de un Plan de Comunicación a la población. Para el diseño del plan de comunicación conviene el diseño de una matriz, que presente en forma horizontal los contenidos, 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 (Fig.6.3).

Figura 6-3. Plan de comunicación, 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 MIRH				Rutas de evacuación, albergues, servicios de emergencia				Declaratoria de desastres y condiciones de acceso al FONDEN			

Objetivos

Objetivo 1. Hacer de la comunicación una herramienta de educación, concientización y generación de capacidades de la población para la GIC.

Objetivo 2. 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.

Objetivo 3. Generar canales de comunicación multidireccional.

Objetivo 4. Apoyar la coordinación interinstitucional y de otros actores.

Objetivo 5. Hacer del proceso de comunicación una herramienta de retroalimentación y aprendizaje continuo.

En el Anexo VI se presenta los detalles del plan de participación social.6.2.6 Promover

el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes.

La rápida recuperación tras la inundación es fundamental y requiere de la existencia de esquemas apropiados de indemnización y seguros. Un sistema de seguros adecuado puede reducir notablemente las consecuencias indirectas de la inundación, de modo que las pérdidas económicas pueden cubrirse rápidamente para restablecer la situación previa. En países desarrollados, las aseguradoras son el principal mecanismo para financiar las pérdidas producidas por una catástrofe, como en un evento de inundación, asignando cuotas superiores a las propiedades ubicadas en zonas potencialmente inundables para obtener compensaciones tras la inundación, *Escuder et all.*, 2010.

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 all.*, 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 all.*, 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.

Mortimer (2011) enumera nueve recomendaciones para mejorar el papel de las aseguradoras en la construcción de la resiliencia de

desastres a nivel nacional, de las cuales siete podrían ser analizados y, en su caso, adoptados para el caso mexicano:

- Desarrollar asociaciones entre el sector privado y público que eduque a los individuos sobre riesgo, la mitigación y el valor del aseguramiento
- Fomentar el sector de los seguros con la ayuda del gobierno para expandir el rango de los productos ofrecidos a los consumidores
- Establecer foros entre la industria de seguros y el gobierno para analizar programas que promuevan la resiliencia en las comunidades
- Implementar reformas de impuestos para los seguros
- Asegurar que los mecanismos de financiamiento para la emergencia sean sostenibles y equitativos
- Considerar los acuerdos mutuos, particularmente aquellos para reducir el problema del peligro moral en la asistencia de desastres
- Integrar los esfuerzos de mitigación con los fondos de ayuda para el desastre para reducir la exposición al riesgo tanto para los individuos como para las comunidades y las compañías de seguros

Para el pago de la prima del seguro por inundación por lluvia las aseguradoras en México se manejan dos conceptos el primero es el de inundación por lluvias; este es el cubrimiento temporal accidental del suelo por agua de lluvia a consecuencia de la inusual y rápida acumulación o desplazamiento de agua originados por lluvias extraordinarias que cumplan con cualquiera de los siguientes hechos: Que las lluvias alcancen por lo menos el 85% del promedio ponderado de los máximos de la zona de ocurrencia en los últimos diez años, de acuerdo con el procedimiento publicado por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (A.M.I.S.), medido en la estación meteorológica más cercana, certificada ésta por el Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua, o que los bienes asegurados se encuentren dentro de una zona inundada

que haya cubierto por lo menos una hectárea.

6.2.7 Medidas de operación de embalses aguas arriba

En la Cuenca alta del Papaloapan, se localizan las presas Cerro de Oro (Miguel De la Madrid) y Temascal (Miguel Alemán Valdez). Esta última presa está localizada sobre el río Tonto, en el sitio del mismo nombre Temascal; tiene una capacidad de almacenamiento de 8 000 millones de metros cúbicos, siendo la segunda más grande del país. Fue inaugurada en 1958 y construida para controlar las avenidas del río Tonto, generar energía hidroeléctrica, mejorar la navegación del río Papaloapan y para control de azolves.

La presa Cerro de Oro fue construida entre la década de los setenta y ochenta sobre el río Santo Domingo, Fue construida para generar energía eléctrica, controlar avenidas y el azolve que arrastra el río Santo Domingo, el cual es el 60% del total que transporta el río Papaloapan. La capacidad de almacenamiento de esta presa es de 5 380 millones de metros cúbicos, la tercera más grande del país.

De manera conjunta se tiene una capacidad de almacenamiento de 13 380 m³, sin embargo ante eventos críticos de precipitación

durante eventos meteorológicos en los que se tiene la necesidad de desfogar caudales importantes provocando avenidas que impactan a su paso importantes núcleos de población. Por tanto, es importante establecer políticas de operación que estén vinculadas a pronósticos meteorológicos basados en modelos matemáticos, inciso 4.2.

6.2.8 Medidas para mejorar la gestión de crecidas.

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.

Aspectos legales. Dentro del ámbito legal se propone la modificación a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley General de Protección Civil, Ley de Aguas Nacionales y el código Penal Federal, (Tabla 6-5).

Tabla 6-5 Propuestas de modificación en la legislación

Instrumento	Artículos	Observaciones	Ámbito	Propuesta
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	4, 27 y 115	No está normado en la Constitución la figura de la protección civil	Federal	Elevar a rango constitucional la figura de protección civil en la materia de inundaciones
Ley General de Protección Civil	Transitorios Séptimo y Octavo	Las Autoridades Estatales y Municipales deberán adecuar su marco normativo a las disposiciones de la LGPC, la mayoría de estos no han dado cumplimiento, por lo que se observa atraso.	Federal	Se recomienda que se solicite a las Autoridades Estatales y Municipales la adecuación de su marco normativo para que den cumplimiento a dichos transitorios de la LGPC
Constitución Política de los Estados Unidos	27	No se señala en la Constitución reubicación de asentamientos humanos	Federal	Elevar a rango constitucional la figura de reubicación de los asentamientos humanos

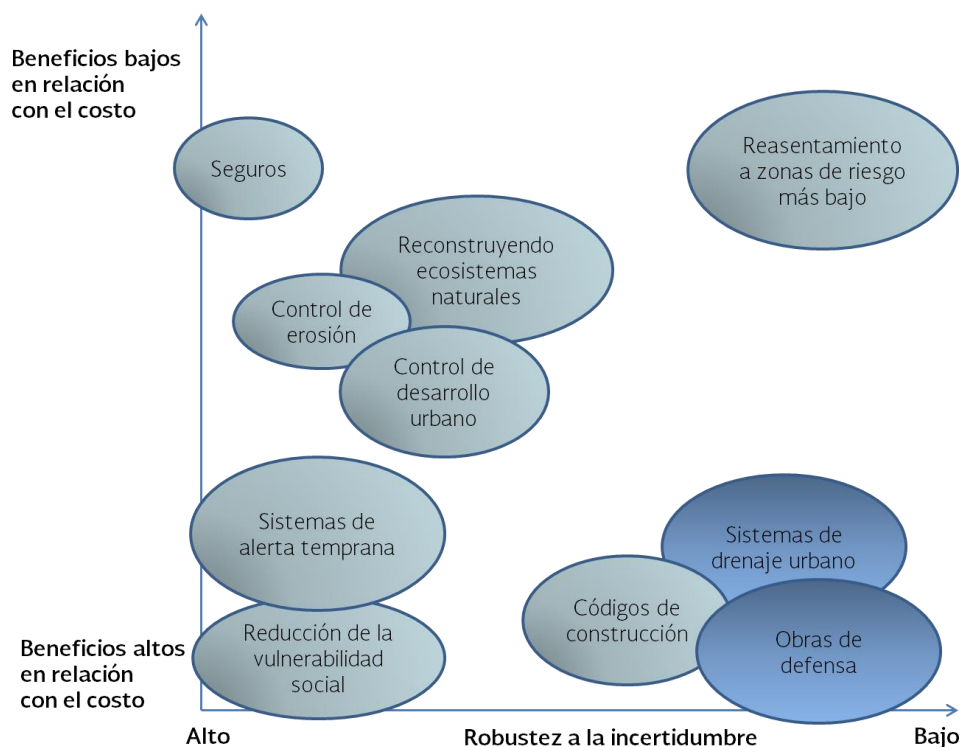
Instrumento	Artículos	Observaciones	Ámbito	Propuesta
Mexicanos				en zonas de alto riesgo
Reglamento Interior de la CONAGUA	13fXX, 73fXXIV, 79f XXVII, 82f XV	Se refieren a las atribuciones de cada área administrativa de la CONAGUA. Dichos artículos deben estar regulados en el Reglamento de la LAN	Federal	Se recomienda que dichos artículos se regulen en el Reglamento de la LAN
Ley de Aguas Nacionales	12BIS 1 párrafo tercero	No están reguladas las facultades tanto en el Reglamento como en la LAN	Federal	Se recomienda que se especifiquen dichas facultades tanto en la LAN como en su Reglamento, ya que carece de regulación dicha disposición.
Código Penal Federal	420, 421 y 424	No especifican como delito la autorización de asentamientos humanos en zonas de peligro de sufrir inundaciones	Federal	Reconocer como delito grave a quien autorice asentamientos humanos en zonas de peligro consideradas de inundaciones, ámbito Federal, Estatal y Municipal.

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 6-1.

La figura 6-4 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. 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 6-4 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones



Fuente: Jha et al (2011)

Tabla 6-6 Propuesta de Factores de reducción del Daño Anual Esperado

Medida	Explicación y/o fuente	FRD (Valor o rango), %
Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas	De acuerdo con Jhøbs et al (2011), es útil establecer ciertos niveles de agua (umbrales) y diferentes fases de alarma en los ríos aforados, para definir el grado de la inundación e implementar acciones. En la misma referencia, se recomienda que en ríos con área de captación pequeña se defina solamente una o dos fases de alarma, debido al tiempo tan corto que puede haber entre un nivel de alarma y otro. Además las fases de alarma deben estar vinculadas con registros de lluvia o pronóstico.	35-45
Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana (medida para contrarrestar el riesgo)	<ul style="list-style-type: none"> El pronóstico de avenidas y alertamiento (como base para la evacuación de "inventario") analizado en Inglaterra en la parte baja del río Thames, de acuerdo con la Agencia Ambiental, se reduce en una cantidad pequeña (8.5% si avisa con un tiempo de anticipación menor a 8 horas y 11% mayor a 8 horas) con respecto al Daño Anual Esperado, sin embargo estima que los beneficios de un alertamiento podrían aumentar a 16.6% si se tiene éxito en persuadir a más personas a responder y responder efectivamente a los avisos. Schanze et al (2008). El enfoque de esta medida es alertar a la población para que pueda mover sus bienes, sin embargo también permite al personal de emergencia prepararse para el manejo del evento, e incluye la operación de estructuras de control y de derivación para reducir los picos de la avenida. 	

Medida	Explicación y/o fuente	FRD (Valor o rango), %
	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo con Jhöbs et al (2011), los beneficios de un sistema de alerta temprana (SAT) son: proporcionar el tiempo suficiente para la evacuación. La información sistemática con anticipación y durante el evento, permite a los habitantes minimizar el volumen de agua que entra a su propiedad y reducir costos de daños significativamente en particular de su propio hogar y pertenencias. El SAT brinda la posibilidad de transferir las responsabilidades del estado a los individuos. También se señala que un SAT no logra mover o evacuar a toda la gente. • El pronóstico de avenidas y alertamiento, con un tiempo de aviso de 8 horas y duración de la inundación menor a 12 horas, puede reducir los daños potenciales entre un 38 a 48% en función de la altura de agua (cinco niveles de tirante: 0.1, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2 m). Se recomienda no reducir daños en alturas superiores a 1.2 m. Escuder et al (2010). • La reducción de daños económicos en Benaguasil, España, aplicando dos medidas no-estructurales: SAT más un Programa de educación a la población alcanza 32% para un periodo de retorno de 100 años, Jhöbs et al (2011). En una localidad del norte de España, se considera un porcentaje de reducción de daños de 25% al implantar un programa de formación a la población, con la finalidad de que tenga la capacidad de actuar ante la inundación impidiendo la entrada de agua en viviendas y locales, Escuder et al (2010). 	
Medidas de protección civil (labores de rescate, evacuación-movilización de gente)		
Medidas ordenación territorial (considera re-asentamientos) y urbanismo (considera normas de construcción)	<ul style="list-style-type: none"> • Los beneficios de una norma de construcción son más grandes donde el riesgo de inundación es más alto. Ranger y Garbett-Shiels (2011) • Comparando dos medidas: Normas de construcción con modernización de sistemas de drenaje, la primera tendría una reducción de daños más grande que la segunda. Ranger y Garbet-Sheils (2011). • Con respecto a la medida de re-asentamientos tiene beneficios bajos con respecto al costo y baja robustez a la incertidumbre, Jha et al (2011). • En Saxony, Alemania, se evaluó en términos de eficiencia un caso hipotético y se obtuvo una relación beneficio-costos menor de uno. El principal costo para una reubicación es el pago de indemnización a los propietarios de las tierras, Schanze et al (2008). A pesar de su poca eficiencia económica, en algunos casos se deberá aplicar. 	50-75
Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones (educar, comunicar, informar, sensibilizar)	<ul style="list-style-type: none"> • En Jha et al (2011) la medida de reducción de la vulnerabilidad social (mejorando la comunicación, educación, y sensibilización) es una opción “sin remordimiento” y alta robustez a la incertidumbre, por lo tanto tiene beneficios muy altos. En Colombia la estrategia de socialización de la prevención y la mitigación de riesgos y desastres que incluye capacitación y formación a funcionarios y comunidades, comunicación e información para la toma de decisiones y concientización ciudadana, sólo alcanza el 13% de eficacia. Incluso, existe una desigualdad en el avance de la implementación. Campos et al (2012). 	13

Medida	Explicación y/o fuente	FRD (Valor o rango), %
Marginación Alta	Propuesta IMTA.	15-30
Marginación Media y Baja	La reducción de daños económicos en Lodi, Italia, aplicando una medida un programa de educación a la población fue de 74% . Es importante señalar que la población (39,000 habitantes) tiene un nivel de educación Alto, Jhöbs et al (2011).	60-70
Promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes (reducir consecuencias indirectas de la inundación)	<ul style="list-style-type: none"> En Jhöbs et al (2011), se señala que hay una conexión entre el conocimiento de la gente relacionada con inundaciones, así como de la voluntad de contratar seguros, y la situación económica y nivel educativo. En la cuenca Arenys de Munt, en Cataluña, España, presentan a los actores responsables de esta medida. Por un lado, el Gobierno Estatal tiene que legislar nuevas normas de seguros y por otro, el municipio promover su adquisición, Jhöbs et al (2011). De acuerdo con Jha et al (2011) la medida de seguros tiene una robustez alta a la incertidumbre pero beneficios bajos con respecto a los costos. Sin embargo, como lo señala Jöbs et al (2011) es una medida importante durante la fase de recuperación. 	38
Marginación Alta	Se propone que el costo de los seguros los absorba el Estado (IMTA), asumiendo que sólo se recuperará el 60% de sus bienes.	60
Marginación Media y Baja	Se asume que un 40% de la población en riesgo con nivel educativo medio-bajo contrata un seguro, y este porcentaje es considerado en la reducción de daños.	40
Medidas para mejorar la gestión de crecidas (Contar con los instrumentos jurídicos-institucionales y/o herramientas para la implementación de las medidas.	La experiencia de Colombia (aproximadamente 12 años) en gestión del riesgo de desastres, su Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en el corto y mediano plazo alcanzo, en el periodo 2002-2009, una eficacia del 77% . Además, se señala que pese a la existencia de instrumentos normativos y de planificación, no se ha logrado consolidar una verdadera política de gestión del riesgo de desastres que se implemente de forma integral y articulada a la gestión pública. Campos et al (2012).	60-75

Dentro de las medidas no estructurales se considera la necesidad de crear una base de datos que contenga la cartera de proyectos única que se actualicen de manera recurrente, con la participación de manera estricta y coordinada de las Direcciones Locales, Organismos de Cuenca y la Dirección General de la CONAGUA a fin de evitar:

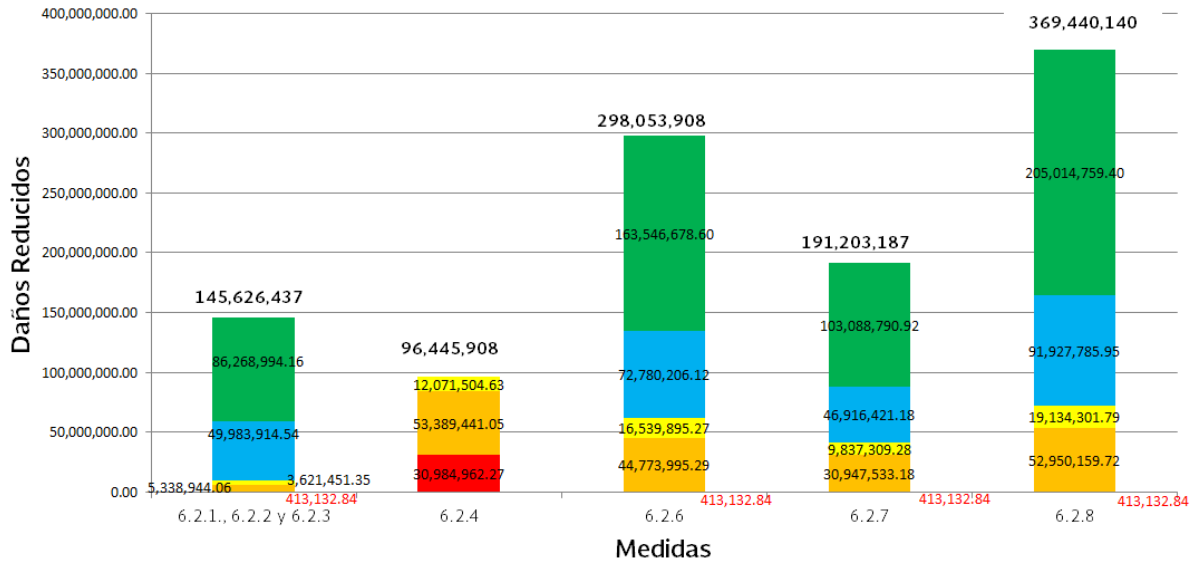
- Rezagos en la realización de proyectos
- Duplicidad de proyectos o bien de los estudios previos para la realización de los mismos
- Proyectos sin consensuar con los involucrados

- Proyectos que obedecen a intereses de grupos y no a las necesidades de la reducción del riesgo
- Entorpecer la gestión de recursos económicos ente la SHCP

Al aplicar los FRD se obtienen los resultados presentados en la figura 5-5, y se observa que la medida más robusta es la de gestión de crecidas, que reduce en un 74% los daños económicos, seguida de la participación social, con 60%, sin embargo como se menciona en la tabla anterior la ordenación territorial es una medida con bajos beneficios y costos altos por que se sugiere implementar la medida de monitoreo y SAT y combinarla con la reducción de la vulnerabilidad social e incluso considerar la medida de los seguros.

Figura 6-5 Daños reducidos al aplicar medidas no estructurales

- 6.2.1 a 6.1.3 Monitoreo,SAT,PC
- 6.2.4 Ordenamiento Territorial
- 6.2.6 Participación Social
- 6.2.7 Promover aseguramiento
- 6.2.8 Gestión de Crecidas



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

Las medidas identificadas para disminuir el daño provocado por las inundaciones en la Región, son costeadas a nivel de gran visión

posteriormente se priorizan y se identifican sus posibles fuentes de financiamiento.

Tabla 7-1 Costo y financiamiento de medidas estructurales y no estructurales

Medidas	Descripción	Costo (mdp)	Fuentes de financiamiento		
			Federal	Estatal	Municipal
Estructurales					
Servicio meteorológico	<ul style="list-style-type: none"> Actualización de la estación de radio-sondeo Creación del Centro Meteorológico e Hidrológico Regional Golfo Centro, inversiones posteriores a 2012 son para mantenimiento 	12.42	100%		
No estructurales					
Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas	Mantenimiento del radar, las estaciones hidrológicas y meteorológicas	17.0	100%		
Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana	Sistema de Alerta temprana y modelos meteorológico e hidrológicos de pronóstico	1.0	80%	15%	5%
Medidas de protección civil	Incluye costos de diseño: información, planeación y diseño, reuniones, comunicación, procesos de participación, negociaciones y solución de conflictos.	8.5	45%	40%	15%
Delimitación de zonas federales	Proyecto de obras y acciones para protección a centros de población y áreas productivas en las cuencas de los ríos Papaloapan	15.0	100%		
Medidas de ordenación territorial y urbanismo	Reubicar a 72,925* hab. Pagos de compensación a los propietarios si aplica, considerando valor de mercado de la propiedad correspondiente. Se considera un valor promedio de 250,000 pesos por propiedad (1,073* propiedades)	268.25	45%	40%	15%
Participación social en la prevención contra inundaciones	Incluye costos de diseño: información, planeación y diseño, reuniones, comunicación, procesos de participación, negociaciones y solución de conflictos. Se considera un valor promedio de 175,000 por año y vida útil de 15 años.	38.7	45%	40%	15%
Promover el aseguramiento frente a inundaciones	Existen 230,960** hab en riesgo. Se consideran 115,480.0 hab con índice de marginación Alto y Muy Alto. Póliza de seguro promedio de 650 dólares por año asegurando bienes y construcción (1,073***	136.0	45%	40%	15%

Medidas	Descripción	Costo (mdp)	Fuentes de financiamiento		
			Federal	Estatal	Municipal
	propiedades). Vida útil de 15 años				
Medidas para mejorar la gestión de crecidas	Incluye costos de implementación: instrumentos jurídicos y monitoreo.	2.0	100%		
Total		498.87			

*Fuente: CONAGUA, Diagnóstico de vulnerabilidad de Veracruz

**Fuente: CONAGUA, Programa de acciones y proyectos para la sustentabilidad hídrica

***Fuente: CONAGUA, Compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales

8 Programación de acciones a corto, mediano y largo plazos

Priorización de medidas

A pesar del bajo índice de impacto regional, el riesgo de inundaciones severas existe; no obstante, los recursos disponibles año con año resultan insuficientes para dar solución a todos los problemas, y por ello se hace necesario priorizar los requerimientos de acuerdo con los niveles de impacto que se tengan, a través de un índice de inversión-impacto, que permita calificar las afectaciones para poder optimizar los recursos disponibles. Para obtener el índice se consideraron cuatro aspectos fundamentales:

- Población afectada: el de mayor importancia relativa, ponderado por 3
- Densidad de población: el de mayor importancia relativa ponderado por 3
- Daños económicos: importancia media, ponderado por 2
- Superficie afectada: importancia menor, ponderado por 1

En conjunto con el Organismo de Cuenca se propuso la priorización para cada zona de inundación con apoyo de los resultados ob-

tenidos en el inciso 7.1, y se ordenaron las acciones propuestas tomado en cuenta:

- La prioridad social: población en riesgo
- Medidas no estructurales
- Medidas estructurales

En este proceso de jerarquización de medidas estructurales, el orden de implementación toma en cuenta:

- Proyectos que se encuentren en cartera de la SHCP.
- Medidas reactivas (p ej. planes de emergencia, ordenamiento territorial)
- Medidas con menor cantidad de restricciones.
- Medidas con mayor impacto en la reducción del riesgo.
- Medidas preventivas y correctivas.

Se establece un programa de implementación de medidas en el tiempo y su respectiva programación de inversiones para el periodo 2014–2030.

Tabla 8-1 Programa de ejecución de medidas estructurales (mdp)

Medidas	Año					Periodo		Total (mdp)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019-2024	2025-2030	
Estructurales								
Servicio meteorológico		2.03			2.05	4.0	4.0	12.08
No estructurales								
Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas	1	1	1	1	1	6.0	6.0	17.0
Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana	0.5	0.5						1.0
Medidas de protección civil	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3.0	3.0	8.5
Delimitación de zonas federales	3.5	3.5	-	-	2.0	4.0	2.0	15.0
Medidas de ordenación territorial y urbanismo		89.4	89.4	89.4				268.2

Medidas	Año					Periodo		Total (mdp)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019-2024	2025-2030	
Participación social en la prevención contra inundaciones		7.74	7.74	7.74	7.74	7.74		38.68
Promover el aseguramiento frente a inundaciones	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	48.0	48.0	136.0
Gestión de crecidas eficaz	1.0	1.0						2.0

* CONAGUA Diagnóstico de vulnerabilidad, 2012

- En conjunto con el OC se establecerán los periodos de ejecución de las medidas, las fechas de inicio de implementación deberán respetar el orden de priorización establecido en la sección Priorización de proyectos.
- La programación de inversiones se realizó en conjunto con el OC, los criterios establecidos podrán partir de proponer una programación lineal en el tiempo, es decir, el costo preliminar total obtenido en la sección anterior dividido entre el número de años que se implementa la medida.
- Con el paso anterior se obtiene la inversión anual para implementar la medida. Al concluir el tiempo de implementación se inicia la programación de costos por mantenimiento
- La programación de los costos por operación igualmente inicia una vez finalizado el tiempo por implementación de la medida, su programación se realizará anualmente, finalizará de acuerdo a su vida útil.

Se definió la programación en el tiempo de medidas y proyectos, así como sus respectivas inversiones anuales.

9 Esquema de seguimiento de la ejecución del programa

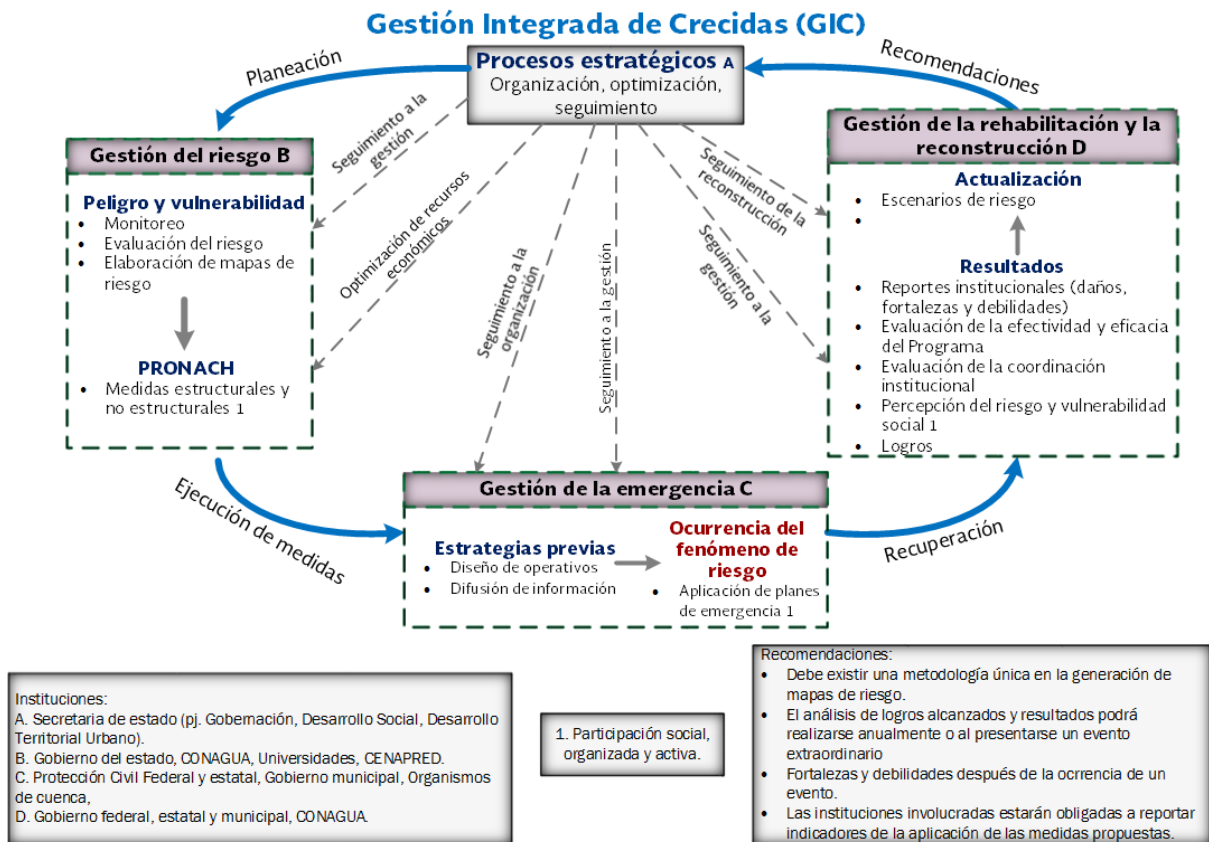
Se realizó una propuesta de esquema de seguimiento de la ejecución del Programa nacional de prevención contra contingencias hidráulicas para evaluar y replantear las medidas propuestas.

Debido a que el Programa Nacional de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas para el Organismo de Cuenca Golfo Centro se circunscribe bajo el enfoque de la Gestión Integrada de Crecidas (GIC), a continuación se presenta un esquema general en donde las intervenciones reductoras del riesgo de inundación (Medidas no estructurales y estructurales) quedan ubicadas dentro de todo

el proceso participativo tanto institucional como de la sociedad, y no sean acciones aisladas dentro de la gestión del riesgo.

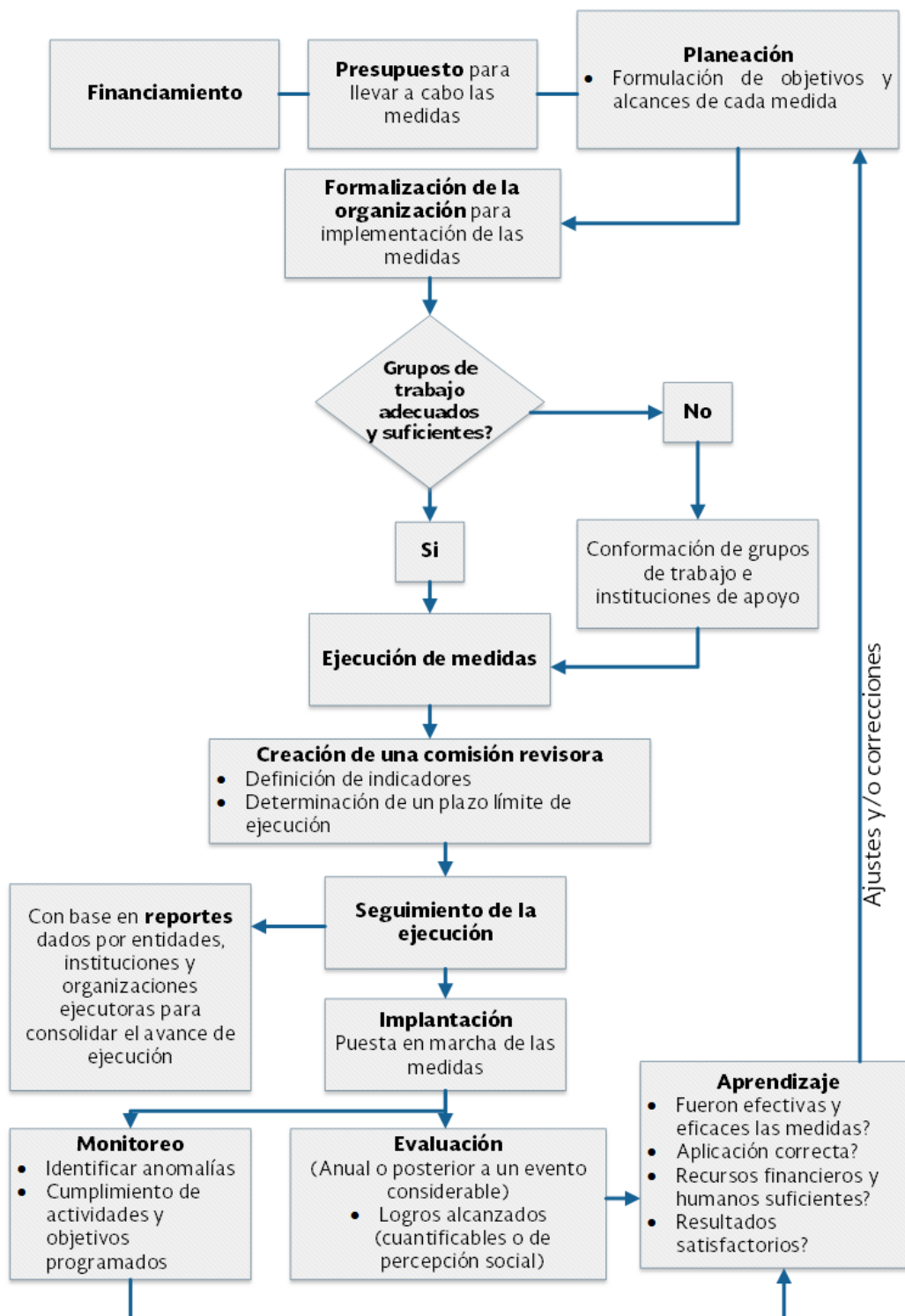
Por otro lado, debido a la poca experiencia que se tiene sobre la implementación de medidas no estructurales se propone un esquema de seguimiento para que su ejecución se encamine al cumplimiento de objetivos programados. Asimismo se incluye un diagrama que ilustra el seguimiento a una medida estructural, pero para fines prácticos, en este tipo de medidas, se puede hacer uso de alguna herramienta existente.

Figura 9-1 Esquema General de Gestión Integrada de Crecidas



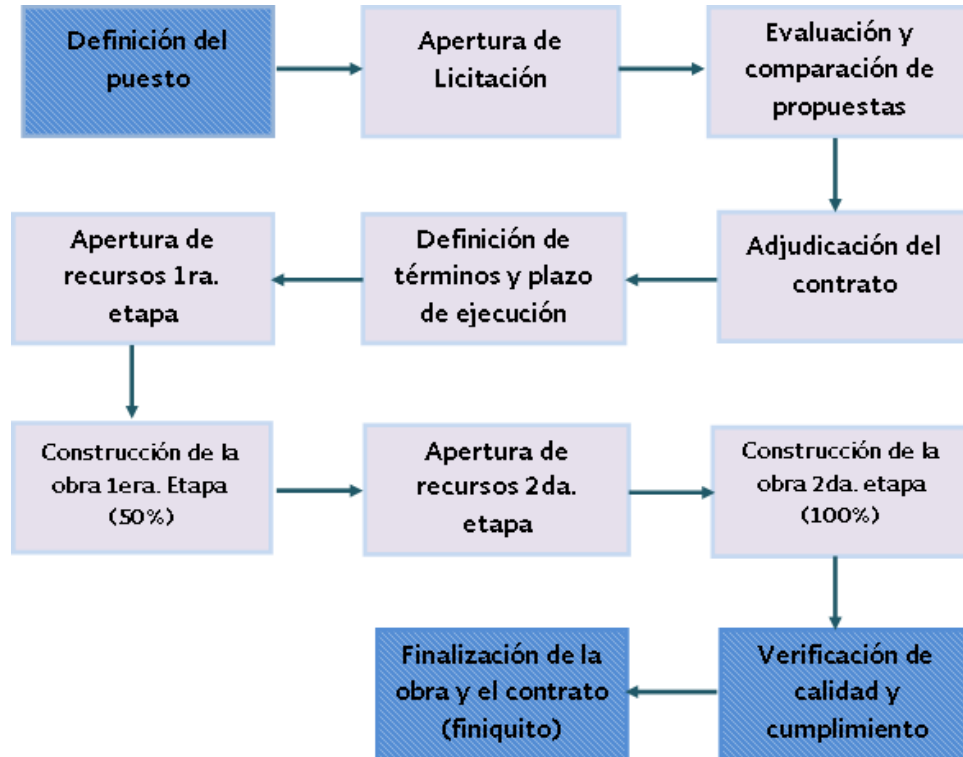
9.1 Programa de ejecución de medidas no estructurales

Figura 9-2 Programa de ejecución de medidas no estructurales



9.2 Programa de ejecución de medidas estructurales

Figura 9-3 Programa de ejecución de medidas estructurales



Siglas

AGEB	Área Geoestadística Básica
ANEAS	Asociación Nacional de Empresas de Agua y saneamiento
ANRI	Atlas Nacional de Riesgo por Inundación en México
APFM	Programa Asociado de Gestión de Inundaciones (siglas en inglés)
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
BPM	Bordo de protección marginal
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CICESE	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
CILA	Comisión Internacional de Límites y Aguas
CJEF	Consejería Jurídica del Ejecutivo federal
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y tecnología
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación
CORETT	Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra
COTAS	Comité Técnico de Aguas Subterráneas
CTOOH	Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas
DAE	Daño Anual Esperado
DGETI	Dirección General de Educación Tecnológica Industrial
DHA	Departamento de asuntos humanitarios (siglas en inglés)
DICONSA	Distribuidora de Conasupo
DIF	Desarrollo Integral de la Familia
DL	Dirección Local
DOF	Diario oficial de la Federación
DR	Distrito de Riego
EMA	Estación Meteorológica Automática
ESIME	Estación Sinóptica Meteorológica
FERROMEX	Ferrocarril Mexicano
FIPREDEN	Fideicomiso Preventivo
FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
FOPREDEN	Fondo para la Prevención de Desastres Naturales

FRD	Factor de Reducción de Daños
FNP	Fenómeno Natural Perturbador
GASIR	Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos
GIC	Gestión Integrada de Crecidas
GIRH	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
GPIAE	Gerencia de Protección a la Infraestructura y Atención de Emergencias
GWP	Asociación Mundial del Agua (Siglas en inglés)
ICHARM	Centro Internacional para la Gestión de los Desastres y Riesgos relacionados con el Agua
II-UNAM	Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
IMT	Instituto Mexicano del Transporte
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LGPC	Ley General de Protección Civil
MED	Modelo de Elevación Digital
MIRH	Manejo Integral de Recursos Hídricos
MNS	Medidas no estructurales (siglas en inglés)
MS	Medidas Estructurales (siglas en inglés)
OC	Organismo de Cuenca
OCGC	Organismo de Cuenca Golfo Centro
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONG	Organizaciones no gubernamentales
PBC	Península de Baja California
PC	Protección Civil
PEA	Población Económicamente Activa
PEMEX	Petróleos Mexicanos
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
RHA	Región hidrológico administrativa
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAH	Sistemas de Alerta Hidrometeorológica
SAT	Sistema de Alerta temprana
SAVER	Sistema de Análisis y Visualización para la Estimación de Riesgo
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SE	Secretaría de Economía
SECTUR	Secretaría de Turismo
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDENA	Secretaría de la Defensa Nacional
SEDENA	Secretaría de Defensa Nacional
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEGOB	Secretaría de Gobernación
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SEMARINA	Secretaria de Marina
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SEP	Secretaría de Educación Pública
SINA	Sistema Nacional de Información del Agua
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SRT	Shuttle Radar Topography
SSA	Secretaria de Salud
TELMEX	Teléfonos de México
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNEP	Programa ambiental de las Naciones Unidas (siglas en inglés)
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 su-

bre-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 macro-

territorial 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.

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 las 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 o 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 ámbito 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).

Proyectos

Proyectos estructurales				
Nombre	Tipo de obra	Ubicación		Costo estimado (mdp)
		Cuenca	Municipio	
Obra de protección contra inundaciones	Obra de Protección	Cuenca del río Cazones	Poza Rica	\$ 170.00
Proyecto ejecutivo Integral para la protección contra inundaciones	Proyecto ejecutivo	Cuenca del río Misantla	Misantla	\$ 1.50
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río Misantla	Misantla	\$ 94.00
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río Coatzacoalcos	Minatitlán	\$ 1,248.60
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río Nautla	San Rafael	\$ 31.23
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río Nautla	San Rafael	\$ 14.28
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río La Antigua	La Antigua	\$ 122.00
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río La Antigua	La Antigua	\$ 204.00
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río Papaloapan	Alvarado	\$ 67.25
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río Papaloapan	Tlacotalpan	\$ 50.00
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río Papaloapan	Cosamaloapan	\$ 63.20
Obra de protección contra inundaciones	Obra de protección	Cuenca del río Papaloapan	Amatitlán	\$ 55.62
Proyectos no estructurales				
Plan rector contra Inundaciones en el Estado de Veracruz	Plan maestro	Edo. Veracruz	Varios	\$ 10.00
Totales				\$ 2,131.68

Estaciones hidrométricas y climatológicas									
Estación	Clave	Tipo	Tipo de obra	Cuenca	Subcuenca	Municipio	Lat	Long	Costo (\$)
Ávila Camacho	27105	H	Estación en rehabilitación	Río Cazones	Río Cazones	Xicotepec de Juárez	20°23'15''	97°52'39''	\$430,000
Poza Rica	27002	H	Estación en rehabilitación	Río Cazones	Río Cazones	Poza Rica	20°32'27''	97°28'22''	\$430,000

Estaciones hidrométricas y climatológicas									
Estación	Clave	Tipo	Tipo de obra	Cuenca	Subcuenca	Municipio	Lat	Long	Costo (\$)
Espinal	27106	H	Estación en rehabilitación	Río Tecolutla	Río Tecolutla	Espinal	20°14'28"	97°23'49"	\$490,000
Libertad	27005	H	Estación en rehabilitación	Río Nautla	Río Bobos	Misantla	20°03'07"	96°55'03"	\$470,000
Ídolos	28111	H	Estación en rehabilitación	Río Actopan	Río Ídolos	Ídolos	19°24'20"	96°30'33"	\$470,000
Naranjillo	28108	H	Estación en rehabilitación	Río Actopan	Río Actopan	Úrsula Galván	19°24'21"	96°21'36"	\$480,000
Cardel	28003	H	Estación en rehabilitación	Río la Antigua	Río La Antigua	Cardel	19°21'44"	96°26'25"	\$530,000
El Tejar	28040	H	Estación en rehabilitación	Jamapa/Cotaxtla	Río Jamapa	Medellín	19°04'08"	96°09'30"	\$430,000
Garro	28136	H	Estación en rehabilitación	Río Papa-loapan	Río Tesechoacán	Isla	18°16'14"	95°33'25"	\$430,000
Lauchapan	28025	H	Estación en rehabilitación	Río Papa-loapan	Río San Juan	Santiago Tuxtla	18°15'00"	95°21'00"	\$490,000
Cuatotolapan	28015	H	Estación en rehabilitación	Río Papa-loapan	Río San Juan	Hueyapan de Ocampo	18°07'30"	95°18'03"	\$430,000
La Lana	28154	H	Estación en rehabilitación	Río Papa-loapan	Río San Juan	Playa Vicente	17°33'25"	95°35'15"	\$490,000
San Jose Chilapa	28143	H	Estación en rehabilitación	Río Papa-loapan	Río Tesechoacán	Playa Vicente	17°48'00"	95°51'20"	\$490,000
Jesus Carranza	29006	H	Estación en rehabilitación	Río Coatzacoalcos	Río Jaltepec	Jesus Carranza	17°23'30"	95°03'15"	\$430,000
San Jose Del Carmen	29010	H	Estación en rehabilitación	Río Tonalá	Río Tancochapa	Las Choapas	17°52'10"	94°05'00"	\$30,000
Presa El Moralillo	30465	HC	Estación propuesta	Tuxpan	Río Buenavista	Cerro Azul	21.178167	-97.797556	\$560,000
Sombrerete	30361	HC	Estación propuesta	Tuxpan	Río Pantepec	Temapache	20.886389	-97.801389	\$560,000
Tuxpan	30038	H	Estación propuesta	Tuxpan	Río Tuxpan	Tuxpan	20.947533	-97.401550	\$460,000
Huayacototla	30067	C	Estación propuesta	Tuxpan	Río Vinazco	Huayacototla	20.501667	-98.485556	\$460,000
Cazones		H	Estación propuesta			Cazones de Herrera	20.705800	-97.313417	\$460,000
Espinal	30058	HC	Estación propuesta	Tecolutla	Río Tecolutla	Espinal	20.241700	-97.398267	\$560,000
El Remolino	30055	HC	Estación propuesta	Tecolutla	Río Tecolutla	Papantla	20.399083	-97.240267	\$560,000
Gutiérrez Zamora	30371	HC	Estación propuesta	Tecolutla	Río Tecolutla	Gutiérrez Zamora	20.437917	-97.076500	\$560,000
La Libertad	30337	HC	Estación propuesta	Nautla	Río Bobos	Misantla	20.052919	-96.966669	\$560,000

Estaciones hidrométricas y climatológicas									
Estación	Clave	Tipo	Tipo de obra	Cuenca	Subcuenca	Municipio	Lat	Long	Costo (\$)
Martínez de la Torre	30102	HC	Estación propuesta	Nautla	Río Bobos	Martínez de la Torre	20.050306	-97.060083	\$560,000
San Rafael	30153	HC	Estación propuesta	Nautla	Río Nautla	San Rafael	20.187533	-96.869967	\$560,000
Tenochtitlan	30462	HC	Estación propuesta	Misantla y Colipa	Río Misantla	Tenochtitlan	19.818500	-96.914500	\$560,000
Misantla	30108	HC	Estación propuesta	Misantla y Colipa	Río Misantla	Misantla	19.922583	-96.854778	\$560,000
Juchique de Ferrer		HC	Estación propuesta			Juchique de Ferrer	19.839117	-96.701817	\$560,000
Zempoala	30199	H	Estación propuesta	Actopan	Río Actopan	Ursulo Galván	19.431283	-96.396389	\$460,000
Alto Lucero		C	Estación propuesta			Alto Lucero	19.622467	-96.734200	\$460,000
Naolinco	30114	C	Estación propuesta	Actopan	Río Cedeño	Naolinco	19.654528	-96.872167	\$460,000
Las Vigas	30211	C	Estación propuesta	Nautla	Río Bobos	Las Vigas de Ramírez	19.638167	-97.104472	\$460,000
Banderilla	30469	C	Estación propuesta	Actopan	Río Cedeño	Banderilla	19.589981	-96.954011	\$460,000
Coatepec	30026	C	Estación propuesta	La Antigua	Río Los Pescados	Coatepec	19.461922	-96.950778	\$460,000
Cuitlahuac	30037	C	Estación propuesta	Jamapa-Cotaxtla	Río Cotaxtla	Cuitlahuac	18.814972	-96.715389	\$460,000
Maltrata	30100	C	Estación propuesta	Papaloapan	Río Blanco	Maltrata	18.728833	-97.268417	\$460,000
Tehuipango	30174	C	Estación propuesta	Papaloapan	Río Tonto	Tehuipango	18.515097	-97.052919	\$460,000
Camelpe	30019	HC	Estación propuesta	Jamapa-Cotaxtla	Río Cotaxtla	Tierra Blanca	18.741100	-96.455900	\$560,000
Temascal	20152	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Río Tonto	San Miguel Soyaltepec	18.083333	-96.400000	\$560,000
Cerro de Oro	20014	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Río Santo Domingo	San Lucas Ojitlan	18.016667	-96.283333	\$560,000
Jacatepec	20042	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Río Valle Nacional	Santa María Jacatepec	17.866667	-96.200000	\$560,000
Humo Chico	20273	C	Estación propuesta	Papaloapan	Río Valle Nacional	Santiago Comaltepec	17.576128	-96.514083	\$460,000
Papaloapan	20084	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Río Papaloapan	San Juan Bautista Tuxtepec	18.159083	-96.083333	\$560,000
Chacaltianguis	30464	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Río San Juan	Chacaltianguis	18.300389	-95.844167	\$560,000
Carlos A. Carrillo	30314	H	Estación propuesta	Papaloapan	Río Papaloapan	Carlos A Carrillo	18.374100	-95.743506	\$460,000
Chilapa		HC	Estación propuesta			Playa Vicente	17.833167	-95.812033	\$560,000

Estaciones hidrométricas y climatológicas									
Estación	Clave	Tipo	Tipo de obra	Cuenca	Subcuenca	Municipio	Lat	Long	Costo (\$)
Azueta	30013	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Rio Tesechoacan	José Azueta	18.073972	-95.701806	\$560,000
Garro	30152	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Rio Tesechoacan	Isla	18.271250	-95.550000	\$560,000
La Lana		HC	Estación propuesta			Río Manso La lana	17.672167	-95.878333	\$560,000
María Lombardo	20506	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Rio Trinidad	San Juan Cotzocon	17.450000	-95.433056	\$560,000
San Juan Evangelista	30147	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Río Playa Vicente	San Juan Evangelista	17.882806	-95.700000	\$560,000
Cuatotolapan	30035	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Rio San Juan	Hueyapan de Ocampo	18.144917	-95.298139	\$560,000
La Ceibilla	30457	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Rio San Juan	Isla	18.229833	-95.445361	\$560,000
Lauchapan	30185	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Rio San Juan	San Andrés Tuxtla	18.240383	-95.352517	\$560,000
Angel R. Cabada	30011	HC	Estación propuesta	Papaloapan	Llanuras Del Papaloapan	Angel R Cabada	18.593861	-95.450750	\$560,000
Tlacotalpan	30183	H	Estación propuesta	Papaloapan	Llanuras Del Papaloapan	Tlacotalpan	18.611350	-95.660567	\$460,000
Catemaco	30204	C	Estación propuesta	Papaloapan	Rio San Juan	Catemaco	18.414972	-95.119056	\$460,000
La Carbonera		C	Estación propuesta			Santa Ana Teixtlahuaca	17.380194	-96.919056	\$460,000
Las Perlas	30090	HC	Estación propuesta	Coahuila	Alto Río Coahuila	Jesús Carranza	17.414833	-94.916333	\$560,000
Hidalgotitlán		HC	Estación propuesta			Hidalgotitlán	17.774567	-94.646500	\$560,000
Tierra Morada	30327	HC	Estación propuesta	Coahuila	Bajo Río Uxpampapa	Las Choapas	17.572917	-94.162167	\$560,000
Cerro de Nanchital		HC	Estación propuesta			Las Choapas	17.495283	-94.163317	\$560,000
Cuichapa		C	Estación propuesta			Moloacán	17.949417	-94.274317	\$460,000
Nanchital	30214	H	Estación propuesta	Coahuila	Río Huazuntlan	Nanchital	18.062983	-94.407200	\$460,000
Minatitlán	30107	H	Estación propuesta	Coahuila	Río Huazuntlan	Minatitlán	17.979367	-94.541833	\$460,000

Estaciones hidrométricas y climatológicas									
Estación	Clave	Tipo	Tipo de obra	Cuenca	Subcuenca	Municipio	Lat	Long	Costo (\$)
Calzadas		H	Estación propuesta			Coatza-coalcos	18.107133	-94.610983	\$460,000
San Jose del Carmen	30383	HC	Estación propuesta	Tonalá	Bajo Río Uxpapana	Las Choapas	17.868750	-94.084194	\$560,000
Las Choapas		H	Estación propuesta			Las Choapas	17.906600	-94.092283	\$460,000
Madisa		C	Estación propuesta			Agua Dulce	18.056917	-94.610983	\$460,000
Jesús Carranza	30224	HC	Estación propuesta	Coatza-coalcos	Alto Río Coatza-coalcos	Jesús Carranza	17.386222	-95.057444	\$560,000
La Cangrejera	30456	HC	Estación propuesta	Coatza-coalcos	Río Huazuntlan	Coatza-coalcos	18.106750	-94.332444	\$560,000
Total									\$36,140,000

Tipo de Obra	Costo (\$)
Estudio geohidrológico en los acuíferos : Orizaba-Córdoba y cuenca del río Papaloapan	\$ 1,400,000.00
Estudio geohidrológico de los acuíferos: Costera de Veracruz y Valle de Actopan	\$ 1,600,000.00
Terminación de la obra externa del Centro Hidrometeorológico Regional Boca del Río	\$ 3,800,000.00
Mantenimiento del edificio del Centro Hidrometeorológico Regional Boca del Río	\$ 500,000.00
Mantenimiento de 5 Observatorios, el Radar de Alvarado y Estación de Sondeo	\$ 1,500,000.00
Pago de servicios (luz, agua, teléfono, vigilancia y limpieza)	\$ 3,500,000.00
Total	\$ 12,300,000.00

Referencias

- CENAPRED (2004). Inundaciones. Serie Fascículos. Dirección de Investigación, Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos, México.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) 2012. Mapa de índice de peligro municipal por inundaciones. Consultado en 2013. Disponible en línea http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=190
- Comité Administrativo de Coordinación de las Naciones Unidas y Grupo interinstitucional para los recursos hídricos (ACC/ISGWR), 1992: Declaración de Dublín e Informe de la conferencia, Ginebra, ACC/ISGWR.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2011. Manual para el control de inundaciones. Disponible en línea http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=article&id=16499&Itemid=300064
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, 2002: Plan de Aplicación de Johannesburgo, publicaciones de las Naciones Unidas.
- FONDEN, 2012. El Fondo de Desastres Naturales en México – Una reseña. Disponible en línea http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Almacen/fonden_resumen_ejecutivo.pdf
- 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.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2000. INI-CONAPO. Estimaciones de la población indígena, a partir de la base de datos del XII Censo general de población y vivienda. Disponible en línea <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2000/default.aspx>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2012. Censo de Población y Vivienda. Disponible en línea <http://www.censo2010.org.mx/>
Educación. Disponible en línea http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/default.aspx?c=10395&s=est
- Isla, O. R. M. y D. Pereyra, 1990. Aspectos Físicos y Recursos Naturales del Estado de Veracruz III. Col. Textos Universitarios, Universidad Veracruzana, 29 pp.
- Ley de Aguas Nacionales. Disponible en línea <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16.pdf>

- Naciones Unidas, 1993: Programa 21: Cumbre de la Tierra – Programa de Acción de las Naciones Unidas, Río, publicaciones de las Naciones Unidas.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial), 2009. Gestión Integrada de Crecidas: Documento Conceptual. OMM-N°1047. Disponible en línea http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=article&id=411:-gestion-integrada-de-crecientes&catid=1313:proteccion-civil&Itemid=300064
- OMM (Organización Meteorológica Mundial), 2011. Guía de Prácticas Hidrológicas. Vol. I Hidrología – De la medición a la información hidrológica. OMM-N° 168. Consultada en 2013. Disponible en línea http://www.whycos.org/hwrp/guide/index_es.php
- OMM/UNESCO (1974). Glosario hidrológico internacional. VMO/OMM/BMO n°385. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Suiza.
- Pereyra D. 1985. Análisis de Tormentas y Avenidas de Diseño en Subcuencas del Río Papaloapan. Inf. Técnico para la SEP., Centro de Meteorología Aplicada de la Facultad de Física, Universidad Veracruzana, 75 pp.
- Pereyra D. y A. Pérez, 2005. Hidrología de superficie y precipitaciones intensas 2005 en el Estado de Veracruz. Inundaciones 2005 en el Estado de Veracruz. Departamento de Hidrometeorología de la Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana.
- PC (Protección Civil del Estado de Veracruz) 2012 – 2013. Plan Estatal de Protección Civil. Temporada Invernal 2012-2013.
- PC (Protección Civil del Estado de Veracruz) 2013. Dependencias y Organismos participantes. Consultado en 2013. Disponible en línea <http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/dependencias-y-organismos-participantes/>
- PC (Protección Civil del Estado de Veracruz) 2013. Funciones de las Dependencias y Organismos participantes en el Plan Durante La Fase De Auxilio. Consultado en 2013. Disponible en línea <http://www.veracruz.gob.mx/proteccioncivil/funciones-dependencias-y-organismos/>
- OCGC (CONAGUA Organismo de Cuenca Golfo Centro), 2008. Estudio de actualización de la disponibilidad media anual de las aguas superficiales de las cuencas hidrológicas del río Salado, río Grande, río Trinidad, río Valle Nacional, río Playa Vicente, río Santo Domingo, río Tonto, río Blanco, río San Juan, río Tesechoacán, río Papaloapan y Llanuras de Papaloapan, mismas que forman parte de la región hidrológica denominada Papaloapan. OCGC Dirección Técnica. Jefatura de Proyecto de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. Instituto Mexicano De Tecnología Del Agua (IMTA). Coordinación de Hidrología, Subcoordinación De Hidrología y Mecánica De Ríos.

- SEGOB (Secretaría de Gobernación). SIAT-CT Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Dirección General de Protección Civil Dirección de Administración de Emergencias. Consultada en 2013. Disponible en línea http://geografica.cenapred.unam.mx/DocumentosSIAT/SIAT_CT.pdf
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2008. Inventario Nacional de Obras de Protección contra Inundaciones en Cauces Naturales. Subdirección Gral. de Infraestructura Hidroagrícola. Gerencia de Distritos de Temporal Tecnificado. Subgerencia de Obras de Protección en Ríos. Comisión Nacional Del Agua
- CONAGUA, Compendio de Identificación de Asentamientos Humanos en Cauces Federales. Compendio Estado de Veracruz. Comisión Nacional del Agua. Organismo de Cuenca Golfo Centro, 2011.
- CONAGUA, Programa de acciones y proyectos para la sustentabilidad hídrica. Visión 2030, Estado de Veracruz, Organismo de Cuenca Golfo Centro, 2011.
- CONAGUA], Comisión Nacional del Agua, (2013), Atlas Nacional de Riesgos por inundaciones, <http://www.saver.gob.mx/ANRI/Manual/ManualANRI.pdf>
- CONAPO], AGEBS, 2005.
- 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.
- INEGI, 1], 2011, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/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/datosrelieve/continental/informacion.aspx?id=informacion>.

- 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
- INEGI, 5], Capa de población, Sistema de Integración Territorial (ITER 2010) demografía
- Meyer V. et al. (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.
- Salarios mínimos, 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
- [SINA], Capa de municipios, capa obtenida de <http://sisgrh.imta.mx/sina/login.aspx>
- CONAGUA. (2011). *Manual para el control de inundaciones*. México D.F.: CONAGUA.
- Saavedra, F. (2011). Vulnerabilidad de la población frente a inundaciones e inestabilidad de laderas. En H. Cotler, & F. Saavedra, *Las Cuencas Hidrográficas de México, Diagnóstico y Priorización*. INE.
- M.Coy. (2010). *Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América latina*. Población & Sociedad
- Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, *Programa para la Gestión y Reducción del Riesgo de Desastres Ante la Temporada de Lluvias y Ciclones Tropicales 2013 en Estado de Veracruz*, 2013.