

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA

PROGRAMA NACIONAL CONTRA CONTINGEN-  
CIAS HIDRÁULICAS

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA XII  
PENÍNSULA DE YUCATÁN



# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Gestión integrada de crecientes</b> .....	<b>15</b>
2.1	La perspectiva a largo plazo .....	16
2.1.1	Generalidades .....	16
2.1.2	Cambios esperados por efectos del cambio climático .....	16
2.2	Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas .....	22
2.2.1	Marco jurídico del Organismo de Cuenca Península de Yucatán en materia de inundaciones .....	23
2.3	Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos.....	26
2.4	Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil.....	29
2.5	Instituciones involucradas en la gestión de crecidas.....	31
2.5.1	Federales.....	38
2.5.2	Estatales .....	38
2.5.3	Municipales .....	38
2.5.4	Internacionales .....	38
<b>3</b>	<b>Caracterización de la cuenca y de las zonas inundables</b> .....	<b>41</b>
3.1	Identificación de zonas potencialmente inundables.....	41
3.1.1	Yucatán.....	41
3.1.2	Campeche .....	43
3.1.3	Quintana Roo.....	53
3.2	Socioeconómica.....	58
3.2.1	Datos socioeconómicos .....	58
3.2.1	Producto Interno Bruto PIB.....	60
3.3	Fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca.....	63
3.3.1	Territorio .....	63
3.3.2	Regiones hidrológicas.....	64
3.3.3	Precipitación.....	67
3.3.4	Estaciones meteorológicas .....	69
3.3.5	Uso del suelo.....	72
3.3.6	Humedales .....	75
3.3.7	Acuíferos .....	76
3.3.8	Zonas agrícolas .....	78
3.3.9	Cultivos en la región .....	79

3.3.10	Distritos de riego .....	79
3.3.11	Distrito de Temporal Tecnificado.....	80
3.4	Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación.....	80
3.4.1	Relieve .....	80
3.4.2	Cauces.....	81
3.4.3	Cuerpos de agua.....	83
3.5	Descripción de inundaciones históricas relevantes.....	85
3.5.1	Inundaciones históricas a nivel municipal.....	86
3.6	Obras de protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes .....	89
3.6.1	Principales obras hidráulicas existentes en la región.....	89
3.6.2	Principales acciones no estructurales existentes .....	91
3.7	Identificación de actividades productivas actuales en las planicies de inundación.....	91
<b>4</b>	<b>Diagnóstico de las zonas inundables.....</b>	<b>95</b>
4.1	Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.....	97
4.1.1	Estaciones convencionales.....	97
4.1.2	Estaciones hidrométricas.....	97
4.1.3	Observatorios meteorológicos .....	98
4.1.4	Radares .....	99
4.1.5	Estaciones automáticas .....	100
4.1.6	Estaciones de radiosondeo.....	101
4.2	Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana .....	102
4.3	Funcionalidad de las acciones estructurales y no estructurales existentes.....	105
4.3.1	Equipos para atención de emergencias.....	105
4.3.2	Yucatán.....	106
4.3.3	Campeche .....	107
4.3.4	Quintana Roo.....	107
4.4	Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas.....	108
4.5	Identificación de la vulnerabilidad a las inundaciones .....	108
4.5.1	Índice de vulnerabilidad.....	109
4.5.2	Valor del Producto Interno Bruto (PIB) en zonas inundables .....	112
4.5.3	Zonas inundables con su respectivo valor de PIB .....	114
4.6	Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la atención de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.....	116
4.6.1	Programa de acción de urgencias epidemiológicas y desastres.....	120

4.6.2	Corresponsabilidad interinstitucional en la atención de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.....	121
<b>5</b>	<b>Evaluación De Riesgos De Inundación.....</b>	<b>123</b>
5.1	Estimación del riesgo.....	123
5.1.1	Aplicación de la metodología a nivel nacional .....	124
5.2	Cuenca piloto, Río Palizada.....	126
5.3	Evaluación del riesgo preliminar de inundación con información disponible .....	132
5.3.1	Aplicación de la metodología en la cuenca piloto .....	132
<b>6</b>	<b>Propuesta de medidas para disminuir los daños .....</b>	<b>135</b>
6.1	Medidas no estructurales .....	136
6.1.1	Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.....	138
6.1.2	Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	140
6.1.3	Medidas de restauración fluvial.....	140
6.1.4	Medidas de protección civil.....	141
6.1.5	Medidas de ordenación territorial y urbanismo.....	142
6.1.6	Medidas de mejora del drenaje natural.....	143
6.1.7	Estandarización de protocolos.....	144
6.1.8	Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones .....	144
6.1.9	Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes .....	146
6.1.10	Medidas de operación de embalses aguas arriba.....	148
6.1.11	Medidas para mejorar la gestión de crecidas.....	149
6.2	Medidas estructurales .....	160
6.2.1	Obras de control de avenidas y drenaje pluvial.....	160
6.2.2	Medidas de restauración fluvial.....	161
6.2.3	Medidas de mejora del drenaje natural en las zonas de inundación.....	162
<b>7</b>	<b>Pre-dimensionamiento y estimación preliminar del costo de las medidas y su financiamiento .....</b>	<b>163</b>
<b>8</b>	<b>Programación de acciones a corto, mediano y largo plazos.....</b>	<b>165</b>
8.1	Medidas no estructurales .....	165
8.2	Medidas estructurales .....	166
<b>9</b>	<b>Esquema de seguimiento de la ejecución del programa .....</b>	<b>169</b>
	<b>Glosario.....</b>	<b>173</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>177</b>

**Anexo 1. Catálogo de proyectos.....179**

**Anexos digitales**

Anexo A. Tipos de inundaciones

Anexo B Vulnerabilidad socioeconómica

Anexo C. Relación de Sistemas Tropicales 1886-2007

Anexo D. Metodología para la estimación del Daño para viviendas en zona de inundación

Anexo E Metodología para la estimación del Daño Anual Esperado (DAE)

Anexo F. Inventario de estaciones meteorológicas de la región

Anexo G. Inventario de obras de protección existentes

Anexo H. Plan de comunicación

**Figuras**

Figura. 2.1 Riesgo por época de lluvias y ciclones tropicales .....20

Figura. 2.2 Proyecciones de precipitación para el periodo 2015-2039 en el escenario A1B.....20

Figura. 2.3. Proceso en paralelo del uso de los RCPs en la investigación de cambio climático y evaluación de impactos.....21

Figura. 2.2 Gestión integrada de crecidas .....25

Figura. 2.3 Gestión integrada de crecidas .....29

Figura. 2.4. Conceptualización del Sistema Nacional de Protección Civil.....32

Figura. 3.1 Municipios de Tekax y Tzucacab, Yucatán, que constituyen el “Cono Sur” .....42

Figura. 3.2 Asentamientos humanos con riesgo alto de inundación.....43

Figura. 3.3 Rio Palizada, 30-10-2010 .....43

Figura. 3.4 Zonas identificadas como inundables .....44

Figura. 3.5 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....45

Figura 3.6 Zonas identificadas como inundables .....47

Figura 3.7 Zonas identificadas como inundables, Ignacio Zaragoza .....47

Figura. 3.8 Zonas identificadas como inundables .....48

Figura. 3.9 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....48

Figura. 3.10 Zonas identificadas como inundables .....49

Figura. 3.11 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....50

Figura. 3.12 Zonas identificadas como inundables .....52

Figura. 3.13 Zonas identificadas como inundables .....52

Figura. 3.14 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....53

Figura. 3.15 Asentamientos humanos ubicados en las márgenes del río.....54

Figura. 3.16 Localidades urbanas y rurales .....58

Figura. 3.17 Grado de marginación a nivel municipal.....	60
Figura. 3.18 Municipios con su respectivo valor de PIB.....	61
Figura. 3.19 Ubicación de la RHA XII.....	63
Figura. 3.20 Regiones hidrológicas.....	64
Figura. 3.21 Cuencas hidrológicas.....	65
Figura. 3.22 Precipitación media anual.....	68
Figura. 3.23 estaciones hidrométricas.....	70
Figura. 3.24 Estaciones meteorológicas existentes en la región.....	71
Figura. 3.25 Observatorios, radares y estaciones de radiosondeo.....	72
Figura. 3.26 Uso de suelo.....	75
Figura. 3.27 Humedales.....	76
Figura. 3.28 Acuíferos.....	77
Figura. 3.29 Zonas agrícolas.....	78
Figura. 3.30 Distritos de riego.....	79
Figura. 3.31Relieve.....	81
Figura. 3.32Ríos y lagunas principales.....	84
Figura. 3.33 Trayectoria de tormentas tropicales.....	87
Figura. 3.34 Municipios en donde se han emitido declaratorias por Cenapred.....	88
Figura. 3.35 Zonas agrícolas potencialmente inundables.....	91
Figura. 3.36 Localidades ubicadas en zonas potencialmente inundables.....	92
Figura. 4.1 Zonas vulnerables a fenómenos meteorológicos.....	96
Figura. 4.2 Observatorios meteorológicos con problemas de operación.....	98
Figura. 4.3 Radares con deficiente operación.....	100
Figura. 4.4 Estaciones climatológicas que presentan problemas.....	101
Figura. 4.5 Estaciones de radiosondeo con problemas en la operación.....	102
Figura. 4.6 Interfaz del Sistema Estatal de alerta por Ríos, Campeche.....	104
Figura. 4.7 Interfaz del Sistema Estatal, Quintana Roo.....	105
Figura. 4.8 Zonas potencialmente inundables.....	109
Figura. 4.9 Municipios que presentan mayor vulnerabilidad social, análisis regional.....	111
Figura. 4.10 Índice de vulnerabilidad a nivel localidad.....	112
Figura. 4.11 Zonas inundables con su respectivo valor de PIB.....	113
Figura. 4.12 Zonas inundables con su respectivo valor de PIB.....	115
Figura. 5.1 Curvas tipo de daños en zonas habitacionales.....	125
Figura. 5.2 AGEB y Zona inundables de Agrosemex.....	126
Figura. 5.3 Ubicación de la zona de estudio.....	127

Figura. 5.4 Ríos y cuerpos de agua.....	128
Figura. 5.5 Localidades identificadas con riesgo de inundación.....	129
Figura. 5.6 Precipitación.....	130
Figura. 5.7 Estaciones meteorológicas, Palizada.....	131
Figura. 5.8 Ejemplo de raster por severidad del daño en zona de inundación.....	133
Figura. 5.9 Ejemplo de separación de severidades, aplicado a la zona piloto Palizada.....	133
Figura. 6.1 Clasificación de medidas e instrumentos de Olfert y Schanze (2007) .....	135
Figura. 6.2 Clasificación de medidas no estructurales de Parker (2007) .....	136
Figura. 6.3 Relación costo-beneficio de opciones de gestión de inundaciones .....	137
Figura. 6.4 Ubicación de la zona de estudio.....	143
Figura. 6.5 Lista de aseguradoras y tipos de seguro.....	148
Figura. 6.6 Enfoque.....	154
Figura. 9.1 Programa de seguimiento de proyectos .....	170
Figura. 9.2 Gestión Integrada de Crecidas (GIC).....	170
Figura. 9.3 Programa de ejecución de medidas no estructurales .....	171
Figura. 9.4 Programa de ejecución de medidas estructurales .....	172

## Tablas

Tabla 2.1 Ejemplos de posibles impactos del cambio climático por efecto de la alteración de los fenómenos atmosféricos y climáticos extremos, basados en proyecciones hasta mediados o finales del siglo XXI .....	18
Tabla 2.2 Nuevos escenarios RCPs.....	21
Tabla 2.1 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil.....	30
Tabla 2.2 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil.....	32
Tabla 3.1 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Cono Sur Yucatán .....	41
Tabla 3.2 Zonas afectadas por inundaciones .....	42
Tabla 3.3 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Palizada .....	44
Tabla 3.4 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Candelaria .....	45
Tabla 3.5 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Candelaria .....	49
Tabla 3.6 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Mamantel .....	50
Tabla 3.7 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Chumpán .....	51
Tabla 3.8 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Quintana Roo.....	53
Tabla 3.9 Zonas afectadas por inundaciones .....	55
Tabla 3.10 Distribución de la población por estado y características sociales .....	59
Tabla 3.11 Distribución de la población por estado y características sociales .....	59

Tabla 3.12 Distribución de la población por región hidrológica.....	59
Tabla 3.13 Clasificación de la marginación por cantidad de municipios.....	60
Tabla 3.14. Principales sectores de actividad, Yucatán.....	61
Tabla 3.15. Principales sectores de actividad, Campeche.....	62
Tabla 3.16. Principales sectores de actividad, Quintana Roo.....	62
Tabla 3.17 Extensión territorial por estados.....	63
Tabla 3.18 Extensión territorial por estados.....	64
Tabla 3.19 Datos de disponibilidad.....	67
Tabla 3.20 Estaciones hidrométricas.....	69
Tabla 3.21 Red meteorológica del estado de Campeche.....	70
Tabla 3.22 Distribución de usos de suelo.....	72
Tabla 3.23 Distribución de usos de suelo por Región Hidrológica.....	73
Tabla 3.24 Zonas agrícolas de temporal y riego.....	78
Tabla 3.25 Cultivos representativos de la región.....	79
Tabla 3.26 Información de los DTT.....	80
Tabla 3.27 Características de las principales corrientes superficiales de la Región.....	82
Tabla 3.28 Huracanes que han impactado en la región.....	85
Tabla 3.29 Municipios con eventos registrados.....	86
Tabla 3.30 Tipos de eventos registrados en la región.....	88
Tabla 3.31 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Yucatán.....	89
Tabla 3.32 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Campeche.....	89
Tabla 3.33 Acueducto existente en el estado de Campeche.....	90
Tabla 3.34 Infraestructura para el control de avenidas existente en el estado de Quintana Roo.....	90
Tabla 3.35 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Campeche.....	92
Tabla 3.36 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Quintana Roo.....	92
Tabla 3.37 Localidades ubicadas en zonas potenciales de inundación, Yucatán.....	93
Tabla 4.1 Estaciones que presentan problemas en Campeche.....	97
Tabla 4.2 Estaciones que presentan problemas en la región.....	98
Tabla 4.3 Observatorios meteorológicos que presentan problemas en la región.....	99
Tabla 4.4 Radares que presentan problemas en la región.....	99
Tabla 4.5 Estaciones automáticas que presentan problemas en la región.....	100
Tabla 4.6 Estaciones de radiosondeo que presentan problemas en la región.....	101
Tabla 4.7 Fase de acercamiento - Parte delantera del Ciclón.....	103
Tabla 4.8 Fase de alejamiento - parte trasera del Ciclón.....	103
Tabla 4.9 Equipo existente para la atención d emergencias.....	106

Tabla 4.10 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Yucatán.....	106
Tabla 4.11 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Campeche.....	107
Tabla 4.12 Infraestructura que presentan problemas en el estado de Quintana Roo.....	107
Tabla 4.13. Áreas potencialmente inundables de las regiones hidrológicas .....	108
Tabla 4.14 Asignación de pesos a los índices para el cálculo de la vulnerabilidad .....	110
Tabla 4.15. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación.....	113
Tabla 4.16. Valor del PIB en municipios con áreas de más del 30% de inundación, Yucatán.....	115
Tabla 4.17 Grupos de trabajo por estado en caso de presentarse situaciones de emergencia...	119
Tabla 4.18. Corresponsabilidad interinstitucional .....	121
Tabla 5.1. Daños económicos en la Península de Yucatán.....	126
Tabla 5.2 Listado de municipios considerados en riesgo de inundación, Río Palizada .....	128
Tabla 5.3 Infraestructura orientada a protección de centros de población y zonas productivas	131
Tabla 5.4 Daños y habitantes en riesgo en la Península de Yucatán (método por AGEB).....	134
Tabla 5.5 Daños y habitantes en riesgo en la Península de Yucatán (método por localidades)..	134
Tabla 5.6 Daños en diferentes sectores en la Península de Yucatán.....	134
Tabla 6.1. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.....	140
Tabla 6.2. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	140
Tabla 6.3. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de protección civil.....	142
Tabla 6.4. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de ordenación territorial y urbanismo .....	143
Tabla 6.5. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas para propiciar la participación social en la formación de una cultura de prevención contra inundaciones.....	145
Tabla 6.6. Medios y canales de comunicación.....	145
Tabla 6.7. Datos básicos requeridos para la contratación de un seguro.....	146
Tabla 6.8. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas consideradas para promover el aseguramiento frente a inundaciones sobre personas y bienes.....	147
Tabla 6.9. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas de operación de llanuras de inundación.....	149
Tabla 6.10. Grupos de actores de acuerdo a su papel en el MIRH .....	150
Tabla 6.11. Medios y canales de comunicación .....	152
Tabla 6.12. Matriz del plan de comunicación.....	153
Tabla 6.13. PREVISIÓN (Análisis de contexto, Evaluación de riesgo).....	155
Tabla 6.14. PREVENCIÓN (Difusión de programas y planes, Educación y Desarrollo de capacidades) .....	155
Tabla 6.15. RESPUESTA (Preparación, Respuesta y Rehabilitación).....	157

Tabla 6.16. RECUPERACIÓN (Recuperación, Reducción del riesgo, Mejora de políticas de desarrollo).....	158
Tabla 6.17. Porcentajes de reducción de daño de la medida: Medidas para mejorar la gestión de crecidas.....	160
Tabla 6.18. Obras prioritarias y urgentes para la prevención de afectaciones por lluvia, para 2014 .....	160
Tabla 6.19. Bordos que requieren mantenimiento periódico.....	161
Tabla 6.20. Equipo de atención de emergencia faltante.....	162
Tabla 7.1. Costos estimados por proyecto.....	163
Tabla 8.1. Programación de medidas no estructurales, río Palizada .....	165
Tabla 8.2. Programación de medidas estructurales, río Palizada .....	166



## 1 Introducción

El 14 de enero del 2013 en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Presidente de la República Mexicana instruyó a su gabinete poner en marcha el programa Nacional de prevención contra contingencias hidráulicas (PRONACH) para proteger a la población, a sus bienes y zonas productivas de inundaciones y de igual forma solicitó a otras dependencias del Gobierno de la República a sumarse a este programa, la Conagua ha procedido a la formulación de los programas de medidas de prevención y mitigación contra inundaciones para cada organismo de cuenca. Para ello la Subdirección General Técnica ha convenido con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) hacer la formulación de los programas para cada organismo del país.

Este programa tiene una visión integral sobre la gestión eficiente del agua, contempla la ejecución de acciones medioambientales, de planeación urbana, prevención, alertamiento temprano y protocolos de emergencia, elementos y estrategias necesarias para evitar

la pérdida de vidas humanas ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos.

El Programa de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas para el Organismo de Cuenca Noroeste 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.

Dicho documento presenta la caracterización de la región considerando los aspectos económicos, sociales y ambientales; así como los diferentes peligros y riesgos a los que se encuentra expuesta la ciudadanía de acuerdo a la zona en la que habita y que deben tomarse en cuenta para lograr proponer las acciones que ayuden a la mitigación o prevención de los daños causados por los fenómenos hidrometeorológicos y los responsables de la ejecución de los mismos.





## 2 Gestión integrada de crecientes

La gestión integrada de crecientes (GIC) es un proceso que promueve un enfoque integrado, y no fragmentado, en materia de gestión de crecientes. Integra el desarrollo de los recursos de suelos y aguas de una cuenca fluvial en el marco de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), y tiene como finalidad maximizar los beneficios netos de las planicies de inundación y reducir al mínimo las pérdidas de vidas causadas por las inundaciones. En todo el mundo hay escasez de buenos suelos, en particular de tierras de labranza, y de recursos hídricos. Las tierras cultivables más productivas se encuentran en las llanuras de inundación, por lo tanto a la hora de poner en práctica políticas destinadas a maximizar el uso eficiente de los recursos de la cuenca fluvial tomada en su conjunto, deberán redoblarse los esfuerzos para mantener o aumentar la productividad de las planicies de inundación. Esto significa, que se debe promover el uso de las planicies de inundación con usos productivos (agrícola, acuícola, turístico, etc.) Además, como los estuarios coinciden parcialmente con la cuenca fluvial y la zona costera, es importante lograr la integración de la gestión de la zona costera en el plan de gestión integrada de crecientes.

Por otra parte, no es posible olvidar las pérdidas de vidas ni los daños materiales causados por las inundaciones. Considerar las crecidas como problemas aislados casi siempre produce un enfoque fragmentario y localizado. La gestión integrada de crecientes supone adoptar un punto de vista totalmente diferente del enfoque tradicional fragmentado que se aplicaba a la gestión de crecidas.

La característica esencial de la gestión integrada de crecientes es la integración, expresada simultáneamente de diversas maneras: una apropiada combinación de estrategias, puntos de intervención, tipos de intervención (es decir, estructurales y no estructurales), a corto o a largo plazo, y un enfoque participativo y transparente en cuanto a la toma de decisiones sobre todo en lo que se refiere a la integración institucional y a la manera en

que se toman decisiones dentro de una determinada estructura institucional. Por consiguiente en un plan de gestión integrada de crecientes se debe tomar en cuenta los cinco elementos esenciales siguientes, que se derivan lógicamente en el marco de la gestión integrada de los recursos hídricos:

- Gestión del ciclo hidrológico en su conjunto
- Gestión integrada de la tierra y las aguas
- Adopción de una combinación de estrategias óptima
- Garantía de un enfoque participativo
- Adopción de enfoques de gestión integrada de los riesgos

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

Plantear los problemas de la gestión de crecidas en forma aislada resulta necesariamente en un enfoque limitado y poco sistemático. La gestión integrada de crecientes procura cambiar el paradigma del enfoque fragmentado tradicional y fomenta la utilización eficiente de los recursos de la cuenca fluvial como un todo, empleando estrategias para mantener o aumentar la productividad de las llanuras de inundación, al tiempo que se adoptan medidas de protección contra las

pérdidas causadas por las inundaciones. Aplicar una gestión integrada de los recursos hídricos para conseguir un desarrollo sostenible tiene como objetivo mejorar, de forma duradera, las condiciones de vida de todos los habitantes en un entorno que goce de equilibrio, seguridad y libertad de elección.

Este tipo de gestión requiere integrar los sistemas naturales y humanos así como los de la gestión de tierras y la explotación de recursos hídricos. Tanto el crecimiento demográfico como el crecimiento económico ejercen mucha presión sobre los recursos naturales de un sistema. En las llanuras inundables, la creciente presión demográfica y el incremento de las actividades económicas, tales como la construcción de edificios e infraestructuras, están aumentando el riesgo de futuras inundaciones. En muchos casos, las llanuras inundables ofrecen, en teoría, excelentes oportunidades para ganarse fácilmente el sustento. En los países en desarrollo con economías principalmente agrícolas, la seguridad alimentaria es sinónimo de seguridad de los medios de subsistencia.

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

## **2.1 La perspectiva a largo plazo**

Para visualizar una perspectiva a largo plazo es importante conocer las estimaciones de largo plazo sobre la intensidad y severidad de inundaciones en el territorio nacional principalmente debido al incremento en la vulnerabilidad y al cambio climático.

### **2.1.1 Generalidades**

La composición natural de gases en la atmósfera terrestre hace posible que en la Tierra existan condiciones habitables óptimas para el desarrollo de sistemas bióticos, tales como la fauna y flora. Sin embargo, en años recientes dicha composición ha sido afectada por el acelerado crecimiento demográfico e industrial. Por ejemplo, se estima que en la actualidad la emisión anual de contaminantes como el Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) se ha cuadruplicado en relación al 1950 (Landa et al., 2010). Sin embargo, como consecuencia de las actividades antropogénicas existen también otros gases importantes que contribuyen al cambio climático, tales como el Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) e Hidrofluorocarbonos (HFC). En su conjunto, estos contaminantes se denominan Gases de Efecto Invernadero (GEI) y su concentración excesiva en la atmósfera origina que la atmósfera retenga una mayor cantidad de humedad. Lo anterior finalmente altera el comportamiento del ciclo hidrológico, modificando los patrones naturales de precipitación.

### **2.1.2 Cambios esperados por efectos del cambio climático**

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.

La variación en los regímenes de precipitación ha sido identificada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) 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. Sin embargo, no siempre un incremento de lluvias intensas se traduce en aumento en caudales y por tanto en un incremento en el riesgo de inundaciones. Aspectos como los cambios en el uso del suelo, véase la deforestación, la construcción, el diseño y la operación de la infraestructura hidráulica pueden hacer que lluvias intensas se conviertan en inundaciones de mayor o menor magnitud y es aquí donde el factor humano interviene.

El cambio climático denota cambio en el estado del clima debido tanto a la variabilidad natural como a la atribuida por la actividad humana. Para entender las interacciones complejas del sistema climático, ecosistemas, y actividades humanas y condiciones, la comunidad científica a nivel mundial desarrolla y usa escenarios globales. Estos escenarios proporcionan descripciones admisibles sobre lo que podría suceder en el futuro en varios sectores clave –socioeconómico, tecnológico y condiciones ambientales, emisiones de gases de invernadero y aerosoles, y clima- (Moss et al, 2010).

Se han venido utilizando escenarios, conocidos como escenarios IEE, para explorar los futuros desarrollos en el ambiente socioeconómico global con referencia especial en el aumento de los gases de efecto de invernadero (GEI). Los escenarios se entienden como proyecciones de un futuro potencial basado en aspectos cuantificables claros y lógicos, y además sirven como base para los modelos de simulación climática bajo condiciones de calentamiento global (Sánchez et al, 2011).

La familia de escenarios son (Sánchez et al, 2011):

A1: Es una familia de escenarios que considera un mundo futuro de rápido crecimiento económico y de población que alcanza un pico a mediados del siglo y declina posteriormente con la introducción de tecnologías eficientes.

A2. Una familia de escenarios que considera un mundo muy heterogéneo con incremento constante en la población y crecimiento regional más fragmentado y lento que los otros escenarios.

B1. Familia de escenarios en un mundo convergente con la misma población que A1 pero con cambios rápidos en estructuras económicas orientadas hacia una economía de servicios con reducciones en intensidad material y la introducción de tecnologías limpias y eficientes.

B2. Familia de escenarios que considera un mundo en el que se pone énfasis en soluciones económicas, sociales y ambientales de manera local con incrementos constantes en la población (pero menor que A2) con desarrollo económico intermedio.

De estas familias de escenarios, el IPCC eligió seis grupos para análisis: un grupo de cada familia A2, B1 y B2, y tres grupos de la familia A1 caracterizando desarrollos alternativos de energía: A1F1 (usos intensivo de combustibles fósiles), A1T (uso predominante no fósil) y A1B (uso balanceado entre fuentes de energía), (Sánchez et al 2011).

En el informe del IPCC (IPCC, 2010) se señala lo siguiente sobre los escenarios descritos anteriormente:

- Los escenarios contribuyen en el análisis de cambio climático, incluyendo modelación climática y la evaluación de impactos, adaptación y mitigación.
- La posibilidad de que cualquier ruta de emisión ocurra como se describe en los escenarios es altamente incierta.
- En los escenarios descritos anteriormente no hay algún efecto de cambio climático futuro por emisiones de biosfera y energía que se haya considerado.

De los resultados del análisis del impacto de cambio climático, basado en los escenarios IEEE, relacionados directa o indirectamente con inundaciones a escala regional, se encuentran los siguientes (IPCC, 2007):

- *muy probablemente* aumentará la frecuencia de los valores extremos cálidos, de las olas de calor y de las precipitaciones intensas.
- *probablemente* aumentará la intensidad de los ciclones tropicales; menor confianza en que disminuya el número de ciclones tropicales en términos mundiales.
- desplazamiento hacia los polos de las trayectorias de las tempestades extratropicales, con los consiguientes cambios de las pautas de viento, precipitación y temperatura.
- *muy probablemente* aumentarán las precipitaciones en latitudes altas, y *probablemente* disminuirán en la mayoría de las regiones terrestres sub-

tropicales, como continuación de las tendencias recientemente observadas.

- Con un *grado de confianza alto* las proyecciones indican que, hacia mediados del siglo, la escorrentía fluvial anual y la disponibilidad de agua aumentarán en latitudes altas (y en ciertas áreas lluviosas tropicales) y disminuirán en algunas regiones secas en latitudes medias y en los trópicos.

Otro resultado es la alteración de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, sumada al aumento del nivel del mar, que tendrán previsiblemente efectos extremadamente adversos sobre los sistemas naturales y humanos (IPCC, 2007).

En la tabla 2.1 se muestran ejemplos de posibles impactos del cambio climático por efecto de la alteración de los fenómenos atmosféricos y climáticos extremos.

Tabla 2.1 Ejemplos de posibles impactos del cambio climático por efecto de la alteración de los fenómenos atmosféricos y climáticos extremos, basados en proyecciones hasta mediados o finales del siglo XXI

Fenómenos y dirección de la tendencia	Probabilidad de las tendencias futuras de las proyecciones para el siglo XXI basadas en escenarios IEEE	Ejemplos de impactos de gran magnitud proyectados por sectores			
		Agricultura, silvicultura y ecosistemas	Recursos hídricos	Salud humana	Industria, asentamientos y sociedad
Episodios de precipitación intensa. Aumento de la frecuencia en la mayoría de las regiones.	<i>Muy probable</i>	Daños a los cultivos; erosión de los suelos, incapacidad para cultivar las tierras por anegamiento de los suelos.	Efectos adversos sobre la calidad del agua superficial y subterránea; contaminación de los suministros hídricos; posiblemente, menor escasez de agua.	Mayor riesgo de defunciones, lesiones e infecciones y de enfermedades respiratorias y de la piel.	Alteración de los asentamientos, del comercio, del transporte y de las sociedades por efecto de las crecidas: presiones sobre las infraestructuras urbanas y rurales; pérdida de bienes.

Fenómenos y dirección de la tendencia	Probabilidad de las tendencias futuras de las proyecciones para el siglo XXI basadas en escenarios IEEE	Ejemplos de impactos de gran magnitud proyectados por sectores			
		Agricultura, silvicultura y ecosistemas	Recursos hídricos	Salud humana	Industria, asentamientos y sociedad
Aumento de la intensidad de los ciclones tropicales	<i>Probable</i>	Daños a los cultivos; descuajamiento (arrancar de raíz) de árboles; daños a los arrecifes de coral.	Cortes de corriente eléctrica causantes de alteraciones del suministro hídrico público.	Mayor riesgo de defunciones, lesiones, y enfermedades transmitidas por el agua y por los alimentos; trastornos de estrés post-traumático.	Alteraciones por efecto de las crecidas y vientos fuertes; denegación de cobertura de riesgos por las aseguradoras privadas en áreas vulnerables, posibles migraciones de la población, pérdida de bienes.

En México se elaboró el Atlas de Vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático en donde se presenta un mapa de riesgo ante la temporada de lluvias y ciclones tropicales en cada uno de los estados de la república mexicana (Semarnat, 2010). Este mapa se elabora calculando un índice de riesgo numérico que combina factores de amenaza (considerando dos categorías: precipitación durante la temporada ciclónica y el impacto de los ciclones, con un factor ponderado de 50% para cada categoría) y vulnerabilidad (considerando tres categorías: densidad de población, marginación y el PIB, con factores de peso de 50%, 25% y 25% respectivamente). El rango del índice de riesgo va desde 1 hasta 8, y se ha identificado al estado de Chihuahua como el de menor riesgo con un índice de 1.77, mientras que el estado con mayor riesgo es Veracruz con 6.98. Los índices en las entidades federativas, que comprenden la Región, ante la temporada de lluvias y ciclones tropicales son: Guerrero 6.50 y Oaxaca 5.74 que representan índices bajos con respecto al valor más alto del país.

Por otro lado para tener una estimación de los peligros futuros ante lluvias y ciclones tropicales en el escenario climático A1B, con el apoyo de resultados del modelo climático japonés de alta resolución, se calcularon las anomalías de precipitación sobre la república mexicana para los periodos 2015-2039 y 2075-2099 para el período de referencia (1979-2003). Los resultados muestran que regiones costeras de México (especialmente las que colindan con el Océano Pacífico) son susceptibles de un aumento en la precipitación durante la temporada de lluvias y ciclones tropicales, mientras que amplias zonas del interior muestran una disminución. Específicamente para el periodo 2015-2039, figura 2, las anomalías positivas se observan en Chiapas, Oaxaca, 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 (Semarnat, 2010).

Figura. 2.1 Riesgo por época de lluvias y ciclones tropicales

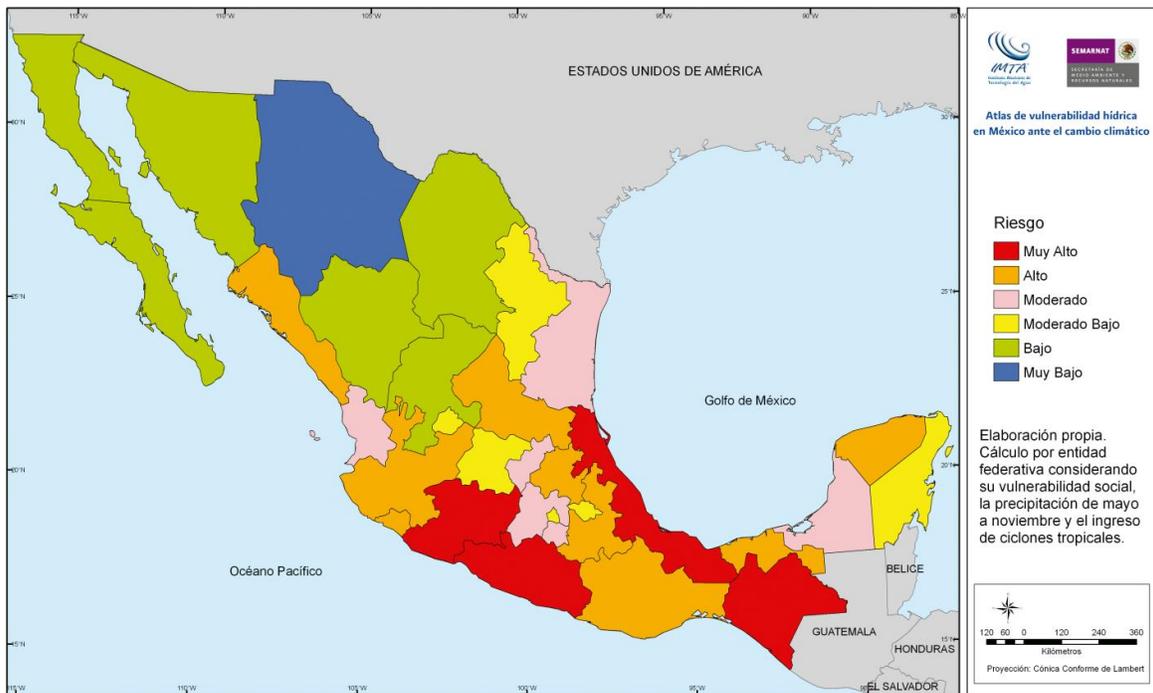
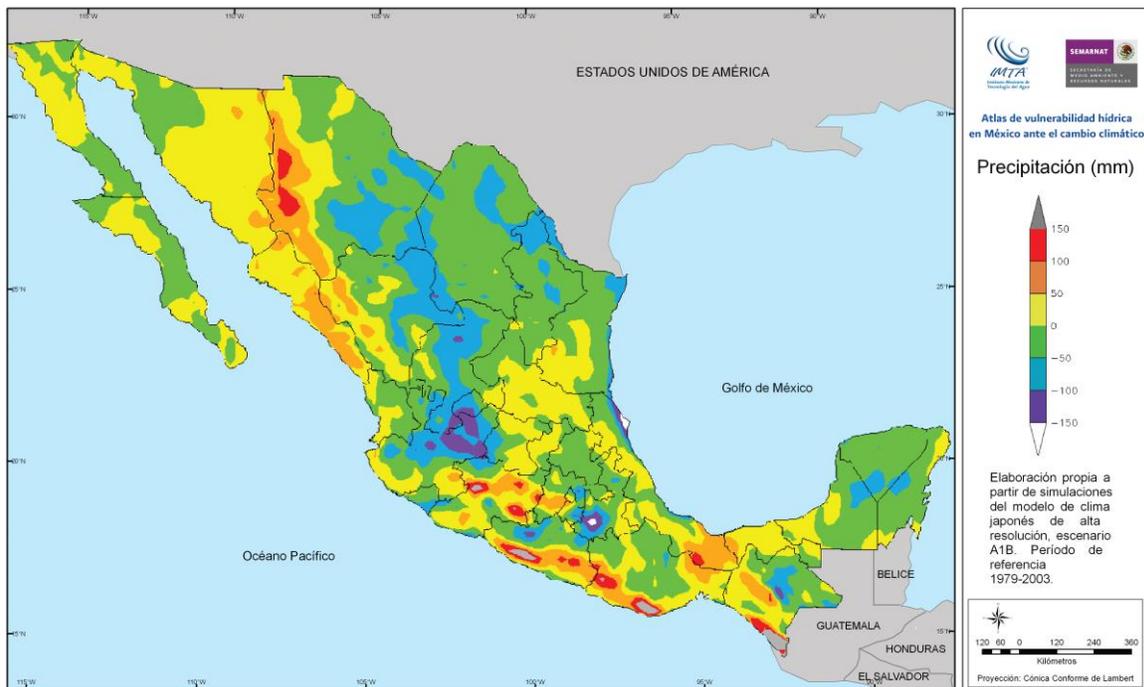


Figura. 2.2 Proyecciones de precipitación para el periodo 2015-2039 en el escenario A1B



Fuente: Semarnat, 2010.

Es importante mencionar que actualmente se están utilizando nuevos escenarios. Moss et al (2010) describe los nuevos escenarios

basados en valores de radiación solar y etiquetados como RCPs (Representative Concentration Pathways)

Tabla 2.2 Nuevos escenarios RCPs

Nombre	Forzamiento radiativo <sup>A</sup>	Concentración ppm <sup>B</sup>
RCP8.5	>8.5 W/m <sup>2</sup> en 2100	>1,370 emisiones equivalentes de CO <sub>2</sub> en 2100
RCP6.0	~6 W/m <sup>2</sup> estable después de 2100	~850 emisiones equivalentes de CO <sub>2</sub> (estable después de 2100)
RCP4.5	~4.5 W/m <sup>2</sup> estable después de 2100	~650 emisiones equivalentes de CO <sub>2</sub> (estable después de 2100)
RCP2.6	Pico en ~3 W/m <sup>2</sup> antes de 2100 y entonces decrece	Pico en ~490 emisiones equivalentes de CO <sub>2</sub> , antes de 2100 y entonces decrece

Fuente: Moss et al, 2010.

A. Forzamiento radiativo es una medida de la influencia que tiene un factor en alterar el balance de entrada y salida de energía en el sistema tierra-atmósfera. B. partes por millón

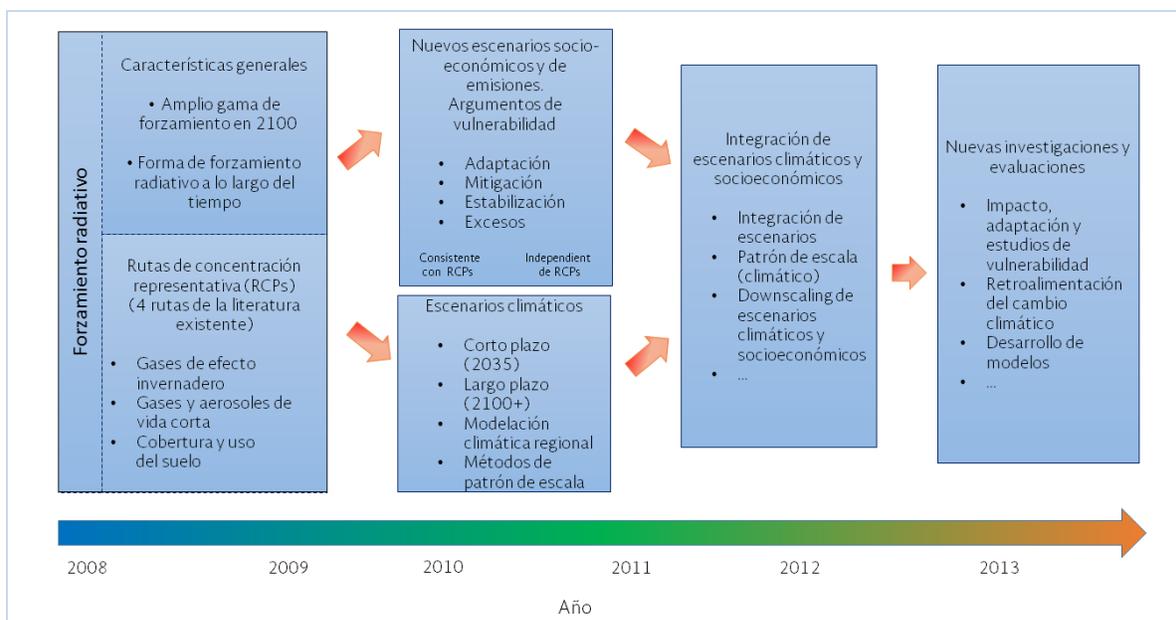
La figura describe el proceso (en paralelo) del uso de los nuevos escenarios en las investigaciones de cambio climático futuro y evaluaciones de los impactos. Con estos RCPs se generan series de tiempo de emisio-

nes y concentraciones de gases de efecto invernadero, aerosoles, así como de cambios en el uso y cobertura del suelo. Estas series de tiempo van a ser las entradas para obtener escenarios climáticos a corto plazo (2035), Largo plazo (2100+) y modelación climática regional. Estos escenarios se van a integrar con escenarios socioeconómicos (desarrollados al mismo tiempo que los climáticos), los cuales pueden considerar o no los RCPs.

Esta integración ayudará a identificar la gama de diferentes futuros tecnológicos, socioeconómicos y políticos que produciría una ruta de concentración particular, y la magnitud del cambio climático. Usando los escenarios integrados se explorará entre otras cosas la adaptación y mitigación a través de la investigación con hipótesis coherentes para obtener información sobre los costos, beneficios y riesgos de diferentes climas futuros, políticas y rutas de desarrollo socio-económico.

Parece fácil el proceso pero el ensamble resulta complejo y más aún si los resultados de la integración se quieren utilizar como referencia en la toma de decisiones.

Figura. 2.3. Proceso en paralelo del uso de los RCPs en la investigación de cambio climático y evaluación de impactos.



Fuente: Moss et al, 2010.

En México, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) con la participación de otras instituciones (IMTA, CICESE y CCA-UNAM) ya publican mapas de proyecciones de precipitación con los nuevos escenarios.

Las proyecciones de cambio climático conocidas hasta ahora en el País, relacionadas directa o indirectamente con inundaciones indican incrementos en la precipitación y en la ocurrencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos, por lo que es necesario tomar medidas de mitigación (para reducir emisiones) y de adaptación (acciones que faciliten la respuesta a nuevas condiciones de clima). La mayor parte de las medidas que se pueden tomar frente a las inundaciones, 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 proceso 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.

Asimismo 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: 1. Hacer la evaluación a escala municipal. 2. 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 aun cuando sean zonas relativamente libres de inundación. 3. 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.

## 2.2 Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas

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 el siguiente objetivo:

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

En estos 13 documentos se proponen cuatro estrategias: una con medidas estructurales y

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

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

### **2.2.1 Marco jurídico del Organismo de Cuenca Península de Yucatán en materia de inundaciones**

El marco jurídico de la gestión de las inundaciones o crecidas, en México y por ende en el *Organismo de Cuenca Península de Yucatán* y en los Estados que lo conforman, están integrados por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, diversas leyes reglamentos y decretos federales, tratados internacionales y organismos internacionales, leyes, reglamentos y decretos estatales y por el conjunto de reglamentos municipales, todos estos instrumentos jurídicos interrelacionadas entre sí, son la base sobre la cual las dependencias Federales, Estatales y

Municipales elaboran programas, proyectos y realizan acciones encaminadas a proteger a la población, a sus bienes y cultivos, así como a la infraestructura pública de los daños que les pudiera causar un incremento en el nivel del agua de los ríos o de la presentación de fenómenos meteorológicos.

En este apartado se analiza cada una de las leyes de protección civil de cada Entidad Federativa, así como de algunos reglamentos municipales, (en forma representativa) con el objeto de verificar si efectivamente están homologadas y están acorde a las disposiciones que se señalan en la Ley General de Protección Civil, Ley General de Asentamientos Humanos (Federal) y en sus constituciones políticas estatales. El propósito del presente estudio jurídico en materia de las inundaciones o de crecidas de acuerdo a las legislaciones de la Federación, los Estados y de los Municipios, en materia de protección civil y de asentamientos humanos, es detectar la problemática, la inconsistencia entre una y otra disposición legal e incluso los regímenes Ejidales y Comunales y los poblados indígenas o etnias en nuestro país y en específico en los Estados que forman parte del Organismo de Cuenca Península de Yucatán.

También se analiza la figura del pago por concepto de indemnizaciones a los afectados por las inundaciones, en sus bienes muebles e inmuebles o la posibilidad de que se regule en forma concreta una póliza de seguros contra estos fenómenos; se propone implementar una cultura de la legalidad en la materia que nos ocupa, dado que ninguna disposición de carácter federal en la materia la señala, por otro lado homologar los aspectos normativos entre los tres niveles de gobierno mexicano o que sólo exista una sola Ley General de Protección Civil y una Ley General de Asentamientos Humanos para los tres órdenes de gobierno y se eliminen las disposiciones Estatales y Municipales en la materia con el fin de evitar duplicidad de funciones, todo esto en forma coordinada con apoyo en la disposición reconocida en nuestra Carta Magna como la concurrencia entre los tres órdenes de gobierno, igual en

materia de asentamientos humanos en todo el territorio nacional, dicho análisis arroja que existe un sistema de pre-alerta y alerta, se fomenta como bajar recursos económicos de la federación, además de definir claramente quien debería tener la facultad de declarar zona de desastre, declaración de incompetencia económica para afrontar estas contingencias de inundaciones o crecidas, *antes, durante y después* de ocurrido dichos fenómenos meteorológicos, prever en el Presupuesto de Egresos de la Federación de cada ejercicio fiscal correspondiente una partida presupuestal para el pago de indemnizaciones por estos eventos o una póliza de seguro, se recomienda que la rectoría en materia de protección civil la tenga el Ejecutivo Federal de manera que no se violen las disposiciones señaladas en el artículo 115 de nuestra Carta Magna, con apoyo en la figura de la concurrencia dado que las entidades federativas y municipios son incapaces de afrontar solos estos tipos de fenómenos meteorológicos.

Figura. 2.4 Gestión integrada de crecidas



Por otro lado se detecta que algunas entidades federativas y municipios no cuentan con el Atlas de Riesgo ni a nivel federal, por lo que se propone que los tres órdenes de gobierno en forma coordinada elaboren dicho Atlas y éstos sean reconocidos en la Ley General de Asentamientos Humanos y en la Ley General de Protección Civil, con el objeto de considerarlos para la toma de decisiones en la creación de nuevos centros de población, así como la reubicación de los mismos cuando estos estén asentados en zonas de posibles inundaciones indicadas por el Atlas. Estas disposiciones deberían ser de carácter obligatorio para los notarios públicos del país, cuando estos lleven a cabo el tiraje de las escrituras respectivas, igual para las instituciones de los tres órdenes de gobierno en materia de Registro Público de la Propiedad, por lo que se recomienda promover ante la población de la advertencia de adquirir o asentar alguna actividad comercial o habitacional en zonas de peligro de crecidas y de esta forma concientizar a la población y alcanzar una cultura de la legalidad, evitando se repitan daños humanos y materiales como hasta el día de hoy. Por último se deberían aplicar las disposiciones en materia administrativa, civil y penal a las personas responsables de aplicar las normas previas a autorizar nuevos centros públicos de población en la materia. Todo lo anterior ayudará

a realizar mejores políticas en la gestión de crecidas.

### Objetivo

Revisar el marco jurídico vigente en los niveles de gobiernos internacional, nacional, estatal y municipal, relacionado con las atribuciones, facultades, competencia del *Organismo de Cuenca Península de Yucatán* en materia de inundaciones o crecidas, con el fin de establecer si se cuenta con los instrumentos normativos suficientes o es necesario complementarlos para coadyuvar a la GIC durante las etapas: *antes, durante y después* derivado de la presentación de los fenómenos meteorológicos como en las inundaciones.

### Marco Jurídico 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 de la Comisión Nacional del Agua
- Comisión Intersecretarial para la atención de Sequías 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 (Yucatán, Campeche y Quintana Roo)
- Planes Estatales de Desarrollo de los Estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.
- Leyes Orgánicas Estatales y Municipales
- Manual para el Control de Inundaciones

### **2.3 Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos**

Los desastres naturales constituyen una fuente significativa de riesgo fiscal en países altamente expuestos a catástrofes naturales, presentando así pasivos contingentes de considerable magnitud para los Gobiernos de dichos países. La ausencia de mecanismos eficientes de preparación y atención de emergencias y de una adecuada planeación financiera para hacer frente a los desastres puede crear dificultades y demoras en la respuesta, lo que podría agravar las consecuencias en términos de pérdidas humanas y económicas. En estado de emergencia por desastres naturales, los gobiernos pueden verse obligados a utilizar fondos que habían sido previamente destinados a proyectos fundamentales de desarrollo económico, y esto, en el largo plazo, puede impactar negativamente el proceso de desarrollo y crecimiento económico.

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

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

El FONDEN fue originalmente creado como un programa dentro del Ramo 23 del presupuesto de egresos de la federación de 1996, y se hizo operacional en 1999 cuando se emitieron sus primeras reglas de operación. Los recursos del FONDEN originalmente se destinaban únicamente a la realización de

actividades ex post de rehabilitación y reconstrucción de (i) infraestructura pública de los tres órdenes de gobierno - federal, estatal y municipal; (ii) vivienda de la población de bajos ingresos; y (iii) ciertos elementos del medio ambiente, tales como selvas, áreas naturales protegidas, ríos, y lagunas.

En la actualidad, el FONDEN está compuesto por dos instrumentos presupuestarios complementarios: el Programa FONDEN para la reconstrucción y el programa fondo para la prevención de desastres naturales (FOPREDEN), y sus respectivos fideicomisos. El instrumento original, y aún el más importante del FONDEN es el Programa FONDEN para la reconstrucción. Sin embargo, en reconocimiento de la necesidad de promover el manejo proactivo del riesgo, el gobierno de México comenzó, a inicios de los años 2000, a asignar recursos específicamente destinados a actividades preventivas. Aunque los recursos para la prevención siguen siendo significativamente menor que para la reconstrucción, el gobierno mexicano continúa dirigiendo esfuerzos a la transición de un enfoque del financiamiento del riesgo post-desastre a la gestión del riesgo financiero ante los desastres. La ejecución de los recursos financieros de los 2 instrumentos del FONDEN (de reconstrucción y de prevención) se realiza a través del Fideicomiso FONDEN y del fideicomiso preventivo (FIPREDEN), cuya institución fiduciaria en ambos casos es BANNOBRAS, un banco de desarrollo del gobierno de México.

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

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

Consecutivamente, SEGOB remite el expediente a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y le solicita convoque a sesión del comité técnico del fideicomiso FONDEN para que éste autorice los recursos los cuales quedan etiquetados en el Fideicomiso FONDEN en una subcuenta específica por cada programa de reconstrucción. Los recursos son transferidos por BANNOBRAS (en su carácter de institución fiduciaria) de estas subcuentas a las empresas proveedoras de servicios de reconstrucción, previa presentación de las facturas de avance de la ejecución de las obras. Los recursos del FONDEN financian 100% los costos de reconstrucción de activos federales y 50 por ciento de los activos locales.

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

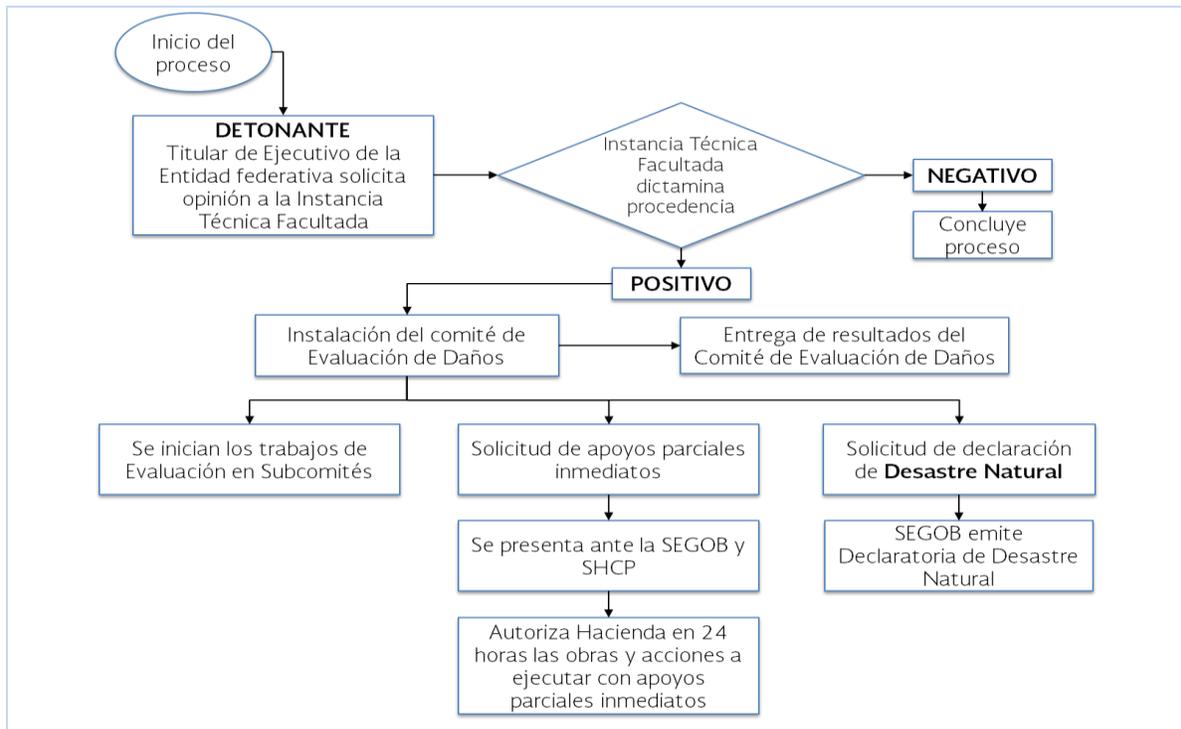
- La Entidad Federativa solicita, máximo en los tres días hábiles siguientes a la ocurrencia del Desastre Natural, a las Instancias Técnicas Facultadas (señaladas en el Art.5, fracción XX) que corroboren la ocurrencia del fenómeno natural perturbador (FNP).
- La Instancia Técnica Facultada máximo en 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.

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

Figura. 2.5 Gestión integrada de crecidas



Fuente: Protección Civil. FLOJUOGRAMA-FONDEM. [www.proteccioncivil.gob.mx](http://www.proteccioncivil.gob.mx)

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

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

En la Ley de Protección Civil se propone realizar una declaratoria de emergencia con el propósito de aplicar las medidas de apoyo para esas circunstancias. En algunas ocasiones no se le llama emergencias sino alerta o algún otro nombre, en otras ocasiones se denominan declaratorias de desastre que indican un nivel mayor de intensidad. Dos o tres de las leyes analizadas mencionan espe-

cíficamente a las inundaciones, pero sólo como parte de la clasificación de las emergencias hidrometeorológicas. Aunque algunas de las leyes mencionan los albergues, ninguna llega a plantear la ubicación de los mismos.

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

La Ley de Protección Civil vigente en el estado de Quintana Roo es interesante el análisis de la misma ya propone la contratación de seguros para la infraestructura contra los efectos de desastres, principalmente desastres naturales. Estos seguros serían complementarios a los que pudieran existir para proteger la infraestructura de algunos sectores como la CONAGUA, la Comisión Federal de Electricidad, etcétera.

Tabla 2.3 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil

Características	Campeche	Quintana Roo	Yucatán
Año de emisión	2002	2009	1999
Número de artículos	87	141	144
Artículos transitorios	4	8	3
Clasificación de riesgos			
Desastres tecnológicos			
Transfiere la primera responsabilidad al municipio	X	X	
Declaratoria de emergencia		X	X
Declaración estado de alerta	X	X	
Declaratoria de desastre	X		
Declaratoria de desastre natural			
Publicación de declaratoria de emergencia			
Publicación de declaratoria de desastre	X		
Declaratoria de fin de emergencia			X
Establece Protección Civil (PC) nivel estatal	X	X	X
Establece PC nivel municipal	X	X	X
Promotor de estudios e investigaciones	X	X	X
Promueve cultura de PC	X	X	X
Coordina apoyos externos nacionales e internacionales			
Coordinación con otras entidades			X
Reconoce grupos voluntarios	X	X	X
Registro de grupos voluntarios	X	X	X
Promueve capacitación en PC	X	X	X
Promueve realización de simulacros	X	X	X
Solicitud declaratoria de desastre ante Gobernación		X	
Establece existencia de albergues			
Integración Atlas de Riesgo a nivel estatal	X	X	X
Integración Atlas de Riesgo nivel municipal			X
Actualizar el Atlas de Riesgos			
Requisa			
Promueve difusión de programas de PC	X	X	X
Posibilidad de solicitar Plan DNIII-E			
Financiamiento institucional	X	X	X
Puede recibir donaciones			
Evaluación expost			
Catálogo de recursos humanos	X	X	X
Coordinar sistemas de comunicación	X	X	X
Revisar y opinar sobre asentamientos humanos irregulares			
Apoyos para reubicación			
Programas especiales de PC			
Cualquier persona puede denunciar riesgos	X	X	X
Promueve cultura de prevención			X
Elaboración de peritajes de causalidad			
Declaración de área de protección			
Los medios de comunicación obligados a difundir programas de PC	X		X

Características	Campeche	Quintana Roo	Yucatán
Fondo estatal o municipal para la atención de desastres			X
CONAGUA forma parte del consejo estatal			
Otras leyes que toquen temas de PC		X	
Posibilidad creación órganos especiales de PC para algún tipo de emergencia			
Programa de premios y estímulos de PC			
Edad mínima para director de PC			
Rutas de evacuación para discapacitados			
Las universidades son parte de PC			
Centro de operaciones móvil			
Policía ecológica			
Constancia de factibilidad PC para nuevos asentamientos			
Promueve lugares para construcción de viviendas seguras			
PC coordina al H. Cuerpo de Bomberos			
Establecimiento de centros de acopio			
Cuotas por servicios de PC			
Estudios para definir albergues en el estado			
Contratación de seguros contra desastres			
Invitación a los medios de comunicación a las sesiones del consejo estatal			
Carta de corresponsabilidad			
Requisitos de medidas de evacuación			
Centros regionales permanentes de PC			
Vigila destino final de desechos sólidos			
Autoridad para decidir ubicación de un refugio temporal			
Declaratoria de zonas de riesgo, para reubicación			

## 2.5 Instituciones involucradas en la gestión de crecidas

El manejo integral y sostenible del agua debe sustentarse en aspectos normativos y legales partiendo del concepto de ciclo del agua. El concepto de integralidad para el manejo del agua desde el punto de vista técnico-administrativo debe de considerar la disponibilidad del agua de la cuenca y las condiciones para preservar y mejorar su cantidad y calidad, pasando por la administración de los procesos desarrollados por los organismos operadores de agua potable y saneamiento para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución, para después pasar a la recolección de las

aguas residuales, transporte, tratamiento y disposición final. Por otro lado el manejo integral del agua genera una relación multidimensional de la gestión, como es la ambiental, la económica, la institucional, la tecnológica, la social y la política.

La *Ley General de protección Civil*, reconoce la figura de la Gestión Integrada de Riesgos, dicha gestión consiste en identificar, analizar, evaluar, control y reducción de los riesgos, en coordinación con los tres niveles de gobiernos, Federal, Estatal y Municipal, a través de la figura constitucional conocida como la concurrencia.

Figura. 2.6. Conceptualización del Sistema Nacional de Protección Civil



Es importante mencionar que el pasado mes de abril de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el ACUERDO por el que se crea la Comisión Intersecretarial para la Atención de Sequías e Inundaciones, el cual señala en el ARTÍCULO PRIMERO, que se

crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial para la atención de sequías e inundaciones, que tiene por objeto la coordinación de acciones entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en sus tres niveles, relativas al análisis de riesgos y la implementación de medidas de prevención y mitigación de fenómenos meteorológicos extraordinarios y los efectos que éstos generan, tales como sequías e inundaciones.

Como puede verse a través de esta Comisión el Gobierno Federal pretende lograr que todas las Secretarías involucradas, la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional del Agua trabajen de forma coordinada entre ellas y con los gobiernos estatales y municipales, en beneficio de la población.

Tabla 2.4 Matriz de análisis de la Ley de Protección Civil

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.