

**PROGRAMAS CONTRA CONTINGENCIAS HIDRÁULICAS
POR ORGANISMOS DE CUENCA PARA LAS PRINCIPALES
CIUDADES DEL PAÍS (ETAPA 2)**

PROGRAMA
Zapotlán el Grande, Jalisco



PROGRAMA CONTRA CONTINGENCIAS
HIDRÁULICAS PARA LA ZONA URBANA DE
ZAPOTLÁN EL GRANDE, JALISCO

**ESTUDIO REALIZADO POR LA COORDINACIÓN DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS
DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD, 2016**

**ELABORADO PARA LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
AL AMPARO DEL CONVENIO DE COLABORACIÓN NO. 2016-B08-B08-GB-09-RF-AD-A-CC-0003**

IMPRESO EN LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD



1	INTRODUCCIÓN	1
2	GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIENTES	2
2.1	La perspectiva a largo plazo	3
2.1.1	Insuficiencia en los recursos para la subsistencia de la población	3
2.1.2	Aceleración en el crecimiento demográfico	3
2.1.3	La variabilidad del clima y el cambio climático	4
2.1.4	Identificación de riesgos.....	4
2.1.5	Garantizar un enfoque participativo de los diferentes actores de la sociedad.....	4
2.2	Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas	5
2.3	Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos	7
2.3.1	Declaración de Desastre de Acuerdo con el FONDEN.....	8
2.3.2	Declaración de Desastre de Acuerdo con el FOPREDEN	10
2.3.3	Marco Legal del FONDEN y FOPREDEN	12
2.3.4	Elementos Normativos y de Apoyo	13
2.3.5	Diagnóstico	13
2.3.6	Estrategias.....	14
2.4	Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil.....	15
2.4.1	Planes de control de inundaciones.....	15
2.4.2	Planes de protección civil.....	15
2.4.3	Leyes aplicables	16
2.5	Instituciones involucradas en la gestión de crecidas	19
2.5.1	Internacionales.....	19
2.5.2	Nacionales	20
2.5.3	Regionales (Organismo de Cuenca)	21
2.5.4	Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana.....	22
3	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA Y DE LAS ZONAS INUNDABLES	25
3.1	Identificación de zonas potencialmente inundables.....	27
3.2	Socioeconómica.....	27
3.2.1	Aspectos demográficos.....	27
3.2.2	Marginación por localidad	28

3.2.3	Economía.....	30
3.3	Fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca	32
3.3.1	Fisiografía	32
3.3.2	Relieve.....	34
3.3.3	Áreas naturales protegidas	35
3.3.4	Uso de suelo	36
3.3.5	Climas.....	37
3.3.6	Temperatura	39
3.3.7	Precipitación	39
3.3.8	Regiones hidrológicas.....	40
3.3.9	Humedales.....	41
3.4	Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación	42
3.4.1	Cauces.....	42
3.4.1	Pendientes.....	43
3.4.2	Geología	44
3.4.3	Degradación.....	46
3.4.4	Edafología.....	47
3.5	Descripción de inundaciones históricas relevantes	49
3.6	Obras de Protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes.	57
3.6.1	Red de monitoreo meteorológico	57
3.6.2	Equipos de Medición.....	58
3.6.3	Sistema de Alerta Temprana (SAT)	59
3.6.4	Sistema de Alerta Temprana (SIAT - CT).....	64
3.6.5	Infraestructura para el control de avenidas	67
3.6.6	Acciones no estructurales	68
3.6.6.1	Protocolo para la atención de emergencias por inundaciones.....	68
3.6.6.2	Plan Operacional de Lluvias y Ciclones 2016	69
4	DIAGNÓSTICO DE LAS ZONAS INUNDABLES	70
4.1	Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas	71
4.2	Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana.....	73
4.2.1	Modelo de pronósticos de avenidas	74
4.3	Funcionabilidad de las acciones estructurales y no estructurales.....	76

4.4	Identificación de los actores sociales involucrados en la gestión de crecidas.....	77
4.5	Identificación de la vulnerabilidad de las inundaciones	78
4.6	Identificación y análisis de la coordinación entre instituciones involucradas en la gestión de crecidas	80
BIBLIOGRAFÍA		82

TABLAS

Tabla 3-1 Sectores con mayor valor agregado censal bruto en el municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	31
Tabla 3-2 Unidades económicas en la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.	32
Tabla 3-3 Cobertura de uso de suelo y vegetación de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.	36
Tabla 3-4 Tipos de Geología de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.	45
Tabla 3-5 Tipos de Degradación de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.....	47
Tabla 3-6 Cobertura edafológica de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal. ...	48
Tabla 3-7 Inundaciones históricas de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	49
Tabla 3-8 Estaciones de monitoreo en el Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico.....	57
Tabla 3-9 Equipos de Medición con el que se cuenta en el Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico.	58
Tabla 3-10 Características de los colectores. (Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales., 16 de febrero de 2016).....	67
Tabla 4-1 Estaciones de monitoreo en la cuenca de aportación de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.	72
Tabla 4-2 Tipos de estaciones hidrometeorológicas.....	72
Tabla 4-3 Densidad mínima que debe de tener una red de estaciones hidrométricas (WMO).....	73
Tabla 4-4 Áreas o Instituciones involucradas la gestión de crecidas.	77
Tabla 4-5 Índice de severidad (Resistencia al vuelco).....	79
Tabla 4-6 Matriz de análisis de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.....	81

FIGURAS

Figura 3-1 Localización general de la zona urbana y cuenca de aportación, de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	25
Figura 3-2 Localización del sistema hidrológico de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.	26
Figura 3-3 Identificación de zonas potencialmente inundables en el área urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco, asociadas a un periodo de retorno de 100 años.	27
Figura 3-4 Distribución espacial de las localidades en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.	28
Figura 3-5 Grado de marginación en las localidades de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.....	29
Figura 3-6 Grado de marginación por localidad en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.	29
Figura 3-7 Fisiografía en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.	33
Figura 3-8 Rangos de relieve en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco. ..	34
Figura 3-9 Área natural protegida (Volcán Nevado de Colima) en la cuenca de la zona urbana .	35
Figura 3-10 Uso de suelo y vegetación en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	37
Figura 3-11 Clima en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	38
Figura 3-12 Temperatura media anual en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	39
Figura 3-13 Precipitación media anual en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	40
Figura 3-14 Localización de la RH de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.	41
Figura 3-15 Parte del Humedal de la Laguna de Zapotlán, en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	42
Figura 3-16 Hidrografía en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.	43
Figura 3-17 Pendientes en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.	44
Figura 3-18 Geología en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.	45
Figura 3-19 Degradación en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	46
Figura 3-20 Edafología en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.....	48
Figura 3-21 Daños ocasionados por el Huracán Jova, en varios municipios de Jalisco. (http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/800455.html).....	50

Figura 3-22 Vialidades afectadas por la tormenta tropical Manuel, en Zapotlán el Grande, Jalisco. (http://limpiemoselsalto.blogspot.mx/2013/09/inundacion_1753.html).	51
Figura 3-23 Fuerte tromba que azotó la tarde del 31 de julio de 2014, en Zapotlán el Grande. (http://enfoqueinforma.blogspot.mx/2014/07/tromba-inunda-ciudad-guzman-jal.html).	51
Figura 3-24 Cuantiosos daños provocados por el Huracán Patricia, en su paso por el Valle de Zapotlán y la zona urbana de Zapotlán el Grande (http://elsur.webhost4life.com/noticias_guzman.aspx?idnoticia=100368)	52
Figura 3-25 Zonas de inundación identificadas en la zona urbana. Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande”, (Zapotlán El Grande, 2016).	53
Figura 3-26. Zonas susceptibles de inundación por canal hidráulico e insuficiencia de	54
Figura 3-27. Zonas de inundación Tr 10 años. Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande”, (Zapotlán El Grande, 2016).	55
Figura 3-28. Zonas de inundación Tr 50 años. Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande”, (Zapotlán El Grande, 2016).	55
Figura 3-29. Zonas de inundación Tr 100 años. Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande”, (Zapotlán El Grande, 2016).	56
Figura 3-30. Líneas y Polígonos de zonas susceptibles a inundaciones, registradas en el municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco. (http://sitel.jalisco.gob.mx/riesgos)	57
Figura 3-31 Formato de Boletín Hidrometeorológico, emitido por CONAGUA para diferentes municipios del estado de Jalisco.	61
Figura 3-32 Formato de Registro de Lluvias extraordinarias, emitido por CONAGUA para diferentes municipios del estado de Jalisco.	63
Figura 3-33 Seguimiento de Escalas en Ríos, con base a los incrementos de lluvia.	63
Figura 3-34 Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Fase de Acercamiento.	65
Figura 3-35 Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Fase de Alejamiento.	66
Figura 3-36 Ubicación de los canales, presas de tratamiento y colectores asociados a la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco. (Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales., 16 de febrero de 2016).....	67
Figura 4-1 Índice de peligro por inundación a nivel municipal en la República Mexicana.	70
Figura 4-2 Estaciones Hidrométricas y Climatológicas de la cuenca de aportación de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.	71
Figura 4-3 Red de canales y colectores de Zapotlán el Grande, (Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales., 16 de febrero de 2016).	76

Figura 4-4 Nomograma original de la relación tirante (y) vs velocidad (V). (http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure_25_Hazard_DIA.pdf , 2007).....	78
Figura 4-5 Nomograma para determinar la resistencia al vuelco.	79
Figura 4-6 Mapa de severidad asociado al periodo de retorno de 100 años, Zapotlán el Grande, Jalisco.....	80

1 INTRODUCCIÓN

El Programa Contra Contingencias Hidráulicas para 23 zonas urbanas del país, que lleva a cabo la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), tiene como objetivo principal la formulación de un documento que identifique, prevenga, de atención y controle las inundaciones de la zona urbana, mediante una investigación entre dependencias inmersas en la atención antes, durante y después de la contingencia hidráulica, además de trabajos técnicos-especializados y de acciones gubernamentales.

En este Programa, se han identificado los conceptos de la gestión integrada de crecientes, basados en las incidencias de inundaciones debidas a cambios climáticos y antropogénicos, además de conocer las acciones y efectos que dichos eventos han generado, para cada zona urbana. De igual manera, se hizo una revisión sobre las políticas y estrategias en México, para determinar los procedimientos aplicables para la declaración de desastres, de acuerdo con el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN). Aunado a lo anterior, se revisaron las leyes estatales e instituciones involucradas en contingencias hidráulicas, correspondientes a cada zona urbana.

Se incluyó la caracterización de la cuenca de la zona urbana desde el punto de vista físico, climático e hidrológico, incluyendo la información de las inundaciones que se han presentado en la zona; además de identificar y definir obras de protección contra inundaciones y acciones estructurales existentes.

Por su parte, la investigación con los Organismos de Cuenca, ha permitido conocer la estructura y organización, con la que actualmente se cuenta para el monitoreo y vigilancia de las variables meteorológicas, para el pronóstico de avenidas, para los Sistemas de Alerta Temprana, así como evaluar la funcionabilidad de las acciones estructurales y no estructurales, propuestas.

En este mismo sentido, se ha establecido la participación de los diferentes actores sociales y la coordinación que guardan las diversas instituciones involucradas para la atención de las contingencias hidráulicas.

En el desarrollo de la investigación de campo, los trabajos técnicos permitieron visualizar y evaluar de manera general las condiciones de infraestructura hidráulica y pluvial con las que cuenta cada zona urbana, y, por ende, ubicar las zonas con riesgos por inundación y el nivel de riesgos esperados, los cuales se tomaron como base en el planteamiento de las medidas estructurales y no estructurales, como acciones para la disminución de daños.

Como complemento a los Programas contra Contingencias Hidráulicas, se realizará el dimensionamiento y estimación de costos de las acciones propuestas, de tipo estructural o no estructural, así el planteamiento para su financiamiento. Para cada medida planteada, se programarán las acciones a corto, mediano y largo plazo.

2 GESTIÓN INTEGRADA DE CRECIENTES

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) nació en octubre de 1945, es una organización de Estados soberanos que entre otras cosas apoya al progreso económico y social y para ello ha creado a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como organismo especializado y portavoz autorizado en cuestiones relacionadas con el tiempo, clima y agua. Además coordina las actividades relacionadas a los servicios meteorológicos e hidrológicos de 187 países y territorios¹.

Adicionalmente, en 1996 se creó la Asociación Mundial para el Agua por sus siglas en inglés GWP (*Global Water Partnership*), con el objetivo de fomentar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), es una red internacional abierta a todas las organizaciones que tienen que ver con la gestión de los recursos hídricos.

Por iniciativa conjunta entre la OMM y la GWP, los esfuerzos en el tema hídrico se materializan mediante el Programa Asociado de Gestión de Crecientes, que se conoce por su sigla en inglés como APFM (*Associated Programme on Flood Management*) y fomenta el concepto de gestión integrada de crecidas, como un enfoque en materia de gestión de crecidas².

Uno de los avances de la APFM es reconocer que la problemática de las inundaciones se presenta en todo el mundo y bajo este punto de vista se logra la edición del documento; Gestión Integrada de Crecidas (GIC), el cual es una *Guía y caso de estudio*, compuesto como un compendio referido a la temática de las inundaciones, en donde se caracterizan las distintas tipologías y conceptos de riesgo³.

Esta Guía, sigue las perspectivas basadas en la óptica de la Gestión Integrada de Crecientes (GIC) y los conceptos de la OMM y del APFM, por lo que, dentro de este enfoque repasa brevemente las medidas existentes de intervención y los pasos a seguir para la formulación de Planes de la GIC. Además, brevemente presentan los lineamientos para el desarrollo de la legislación para la GIC y para la delimitación de áreas de riesgo hídrico.

Este documento conceptualiza la GIC dentro de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) y describe la interacción entre el proceso de desarrollo y las crecidas. Además, presenta las distintas opciones tradicionales en materia de gestión de crecidas desde la perspectiva de la GIC e identifica los principales desafíos que afrontan los responsables de la toma de decisiones y los administradores de zonas inundables, describiendo después los principios y requisitos más importantes de la GIC.

El documento conceptual va seguido de una serie de documentos adicionales que tratan con más detalle los diferentes aspectos de la GIC, con el fin de ayudar a dichos administradores y responsables de la toma de decisiones en la aplicación del concepto³.

¹ http://www.apfm.info/publications/policy/ifm_env_aspects/Environmental_Aspects_of_IFM_Sp.pdf

² <http://hispagua.cedex.es/documentacion/recurso/57794>

³ PAOLI (et. al., 2015); Report EUR 27493 ES; Gestión Integrada de Crecidas, Guía y caso de estudio, 2015; Publications Office of the European Union; ISBN: 978-92-79-52199-7 (print), 978-92-79-52198-0 (pdf)

2.1 La perspectiva a largo plazo

El Programa Asociado de Gestión de Crecidas (APFM), tiene como misión, ayudar a los países a llevar a cabo una gestión integral de las crecidas en el marco general de la gestión integrada de recursos hídricos, realizando actividades que maximicen los beneficios netos de los recursos hídricos y reduzcan al mínimo la pérdida de vidas humanas y medios de subsistencia por causa de las crecidas, logrando un equilibrio entre las necesidades en materia de desarrollo, necesidades ambientales y riesgos.

La estrategia para alcanzar la misión, se basa mas no se limita a la realización de las siguientes actividades:

- Proporcionar apoyo a la adopción de un método integrado de gestión de crecidas
- Fomentar la promoción y creación de elementos que permitan la gestión integrada de crecidas (herramientas, formación, material de presentación)
- Otorgar apoyo a la realización de trabajos de campo
- Proveer de asesoramiento estratégico sobre la gestión de crecidas a través de su servicio de asistencia

Las actividades anteriormente mencionadas, forman parte de un proceso de mejora continua, el cual deberá enfrentar los desafíos que implica la evolución de los sistemas a largo plazo, para alcanzar su objetivo. Destacando los siguientes, dentro de los retos a largo plazo más importantes a vencer:

2.1.1 Insuficiencia en los recursos para la subsistencia de la población

El crecimiento demográfico y económico ejerce una presión considerable sobre los recursos naturales de un sistema. Ante esta situación, la riqueza del suelo de las llanuras inundables representa una excelente oportunidad para ganarse fácilmente el sustento. La competencia por acceder a los limitados recursos puede obligar a la población a ocupar las llanuras inundables.

2.1.2 Aceleración en el crecimiento demográfico

La población rural, tiene su principal sustento en la agricultura. Esta actividad depende de condiciones del medio ambiente que son difíciles de predecir e imposibles de controlar. En tiempos de sequías, crecidas o pérdida de cosechas, la supervivencia en la zona es difícil, lo que obliga a los pobladores rurales a migrar a zonas urbanas.

En este contexto, el crecimiento de la población urbana pasó del 13% en el año 1900, a 49% en el año 2005. Es probable que esta cifra alcance el 57% en el año 2025 y llegue a ser cerca del 70% en el año 2050 (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, 2007).

El crecimiento demográfico y la migración hacia asentamientos urbanos espontáneos en las llanuras inundables de los países en desarrollo aumentan la vulnerabilidad a las inundaciones de los sectores más pobres de la sociedad.

El hecho de que una gran proporción del crecimiento urbano se concentre en áreas de litoral intensifica en esas poblaciones el espectro de una vulnerabilidad cada vez mayor a las crecidas, que se ve agudizada por el cambio climático, cuyo efecto aumenta el peligro de inundaciones.

2.1.3 La variabilidad del clima y el cambio climático

El probable incremento de la intensidad de los ciclones tropicales conlleva un aumento similar en la intensidad de los episodios de precipitaciones. El grado de incidencia de este tipo de eventos, se encuentra en función de la ubicación de centros poblacionales, se prevé que en la mayoría de las zonas del trópico y de latitudes medias o altas el incremento de las precipitaciones violentas sea mayor que el de la media (Bates y otros, 2008).

Se identifica entonces la posibilidad 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 (Trenberth y otros, 2003).

Dentro de los estados de mayor vulnerabilidad de la república mexicana destaca Oaxaca, Colima, Jalisco, Sinaloa, Yucatán, Tabasco, Veracruz, Chiapas, Guerrero y Michoacán. Se estima también un incremento en el nivel medio del mar mundial, a medida que la temperatura del planeta aumente. Esta situación se traduce en inundaciones de las tierras bajas, mayor erosión costera, alteración de la amplitud de las mareas de los ríos y bahías, mayor intrusión de agua salada en los estuarios y acuíferos de agua dulce. Con el fin de determinar hacia dónde se encamina el desarrollo humano y qué consecuencias tendrá sobre el cambio climático, es necesario proyectar escenarios de desarrollo, tomar medidas en consecuencia y reducir la vulnerabilidad de la población ante eventos climáticos por medio de una mayor y mejor preparación que incluye la construcción de infraestructura hidráulica de protección.

Esto será posible mediante el estudio de zonas con un mayor detalle, en donde se evalúe y analicen los riesgos 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 peligro,
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
4. Establecer vínculos de colaboración entre los científicos que desarrollan los diferentes modelos predictivos.

2.1.4 Identificación de riesgos

Las acciones puestas en práctica para evitar inundaciones, se asocian con riesgos a que la medida falle. De esta forma, no existe protección alguna que elimine en su totalidad el riesgo de sufrir este tipo de evento o normas de protección contra avenidas máximas probables que puedan excluir las inexactitudes inherentes al cálculo del alcance de posibles crecidas intensas. La gestión de riesgos de crecidas deberá tomar en consideración la posibilidad de esos fallos, identificar cómo pueden ocurrir y prever cómo se puede hacer frente a estos sucesos.

2.1.5 Garantizar un enfoque participativo de los diferentes actores de la sociedad

En una cuenca la apropiación de beneficios del uso y control de los recursos hídricos puede ser privada y/o pública, mientras que la preservación de los mismos es un bien común y por ello los

costos deben ser afrontados por el conjunto de la sociedad. Específicamente para el caso de inundaciones los impactos se producen en terrenos que son de dominio privado y público y los daños que se producen deben ser afrontados por los propios afectados y por la sociedad en su conjunto. También las propuestas de ciertas medidas de emergencia o definitivas afectan intereses privados o generan a menudo conflictos, la resolución debe disponer de los mecanismos aptos para la participación de todos los actores sociales involucrados. Por ello resulta imprescindible desarrollar las acciones a largo plazo, necesarias para:

- Asegurar la implementación de planes de gestión integrada de crecientes con pleno apoyo del público
- Asegurar la sostenibilidad de los planes y las decisiones asociadas
- Construir un consenso y apoyo público a las opciones de gestión de crecidas seleccionadas
- Construir el compromiso de los involucrados

El éxito de la Gestión Integrada de Crecientes dependerá, en gran parte, de la manera en la que los diferentes actores de la sociedad enfrenten los retos que se presenta a largo plazo.

2.2 Políticas y estrategias de gestión integrada de crecidas

Las llanuras de inundación se encuentran normalmente expuestas a crecidas periódicas, las cuales aportan importantes recursos hídricos y tierras agrícolas fértiles, contribuyendo en gran medida a restablecer los humedales y recargar las aguas subterráneas, y desempeñan un papel importante en la agricultura y la pesca. Sin embargo, también pueden tener consecuencias negativas en la vida y los medios de subsistencia de los que se asientan en estas llanuras de inundación, en ocasiones con resultados catastróficos. Debido a que la Gestión Integrada de Crecidas se trata de un proceso que impulsa la coordinación de la gestión y el desarrollo de los recursos hídricos para obtener el máximo bienestar de forma equilibrada, es necesario establecer políticas, estrategias y lineamientos que permitan que este tipo de procesos se lleven a cabo de manera coordinada y eficiente. La legislación deberá desempeñar una función vital en la puesta en práctica eficaz de los métodos de gestión integrada escala regional, nacional e internacional.

En lo que respecta al ámbito nacional, se pueden apreciar acciones cuyo objetivo se encamina a la gestión integrada de crecidas, tales como el Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018 en donde se observan acciones como:

- Promover, consolidar y elaborar un Atlas de Riesgos a nivel federal, estatal y municipal, asegurando su homogeneidad
- 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 el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico
- Promover estudios y mecanismos tendientes a la transferencia de riesgos

- Promover el fortalecimiento de 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 Programa Nacional Hídrico y Programas Regionales Visión 2030 busca:

- Solución a los desafíos identificados
- Logro de sustentabilidad hídrica
- Impedir asentamientos humanos en zonas de riesgo
- Mitigar fenómenos que ocasionan riesgos ambientales
- Pronosticar y alertar a la población ante situaciones de emergencia
- Desarrollar una cultura de prevención.

Es importante que las acciones anteriormente planteadas, se vean reflejadas en las propuestas y decisiones de parte de las autoridades, de tal forma en que el marco normativo trabaje en beneficio de la sociedad. En el caso de la identificación de un riesgo, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos.

En lo que respecta a temas ambientales, la Gestión Integrada de Crecidas fomenta la adopción de un enfoque que consiste en evitar, reducir y atenuar los efectos negativos en el medio ambiente; el conocimiento científico de conceptos básicos acerca de la morfología y ecología de los ríos y sus planicies de inundación, y de cómo éstas dependen del régimen fluvial. El conocimiento y manejo de dicha información permitirá tener un mejor juicio de parte de las autoridades en el proceso de toma de decisiones dentro de un marco global que deberá contar con los elementos siguientes:

- Comprensión y análisis científicos
- Evaluación ambiental
- Análisis económico que tome en consideración el medio ambiente
- Participación de los interesados
- Manejo adaptativo
- Supervisión
- Mecanismos de apoyo

La legislación debe prever las consideraciones que se habrán de tener en cuenta en los diferentes procesos de adopción de decisiones y planificación, y los detalles de los procedimientos pertinentes a seguir. La función de un régimen jurídico relativo al aprovechamiento de los recursos terrestres e hídricos es clave para el éxito de la Gestión Integrada de Crecidas, y puede influir en el funcionamiento de muchos otros organismos que, de otra forma, podrían ver limitada su capacidad para adoptar programas de este tipo. Un marco jurídico sólido puede proteger y afianzar derechos e intereses que de otro modo podrían tener escasa o ninguna influencia en la adopción de decisiones, como es el caso de los sectores más pobres de la sociedad y las cuestiones relativas al medio ambiente. La falta de un marco jurídico apropiado complica significativamente la instauración de principios de responsabilidad y transparencia, adicional al hecho de que impide definir de manera

clara e inequívoca los derechos, atribuciones, obligaciones, y normas de desempeño de todos los agentes involucrados.

El marco jurídico de la gestión de las inundaciones o crecidas en México, están integrados por:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Leyes, reglamentos y decretos federales,
- Tratados internacionales y
- Organismos internacionales,
- Leyes, reglamentos y decretos estatales
- Reglamentos municipales.

Los instrumentos jurídicos anteriormente mencionados son la base sobre la cual las dependencias federales, estatales y municipales elaboran y diseñan programas, proyectos y realizan acciones encaminadas a proteger a la población, bienes, cultivos, así como 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. La definición de las responsabilidades jurídicas y las obligaciones del Estado antes, durante y después de las inundaciones, así como el conocimiento basado en los derechos, acerca del marco jurídico en esas tres instancias, son herramientas útiles para la Gestión Integrada de Crecientes. Asimismo, aun cuando resulta necesario conocer los derechos y obligaciones de las instancias, para que la Gestión Integrada de crecidas sea eficaz, se deberá tener especial cuidado en la comprensión del carácter y el alcance del ejercicio de tales derechos y obligaciones por parte de las personas afectadas.

Finalmente, es importante mencionar que las estrategias de Gestión Integrada de Crecidas se deben basar en datos científicos reunidos por distintos organismos. Estas estrategias deben ser examinadas al amparo de las experiencias de nuevos casos de crecidas. Por esta razón, se deben instaurar mecanismos que permitan retroalimentar los procesos de planificación estratégica con información sobre los datos básicos de planificación y las evaluaciones del desempeño efectivo.

2.3 Declaratoria de Desastre Natural por fenómenos hidrometeorológicos

La Declaratoria de Desastre se emite a solicitud de alguna entidad federativa o dependencia federal, de acuerdo a las Reglas de Operación del Fondo para la Atención de Emergencias (FONDEN)⁴. A través de la Secretaría de Gobernación, en ese momento se convierte en la manifestación pública de la ocurrencia de un fenómeno natural perturbador en un lugar y tiempo determinado, mismo que ha causado daños tanto a la vivienda como a los servicios e infraestructura pública federal, estatal y/o municipal. Esta Declaratoria es un requisito fundamental, para que las entidades federativas o dependencias federales puedan acceder a los recursos del FONDEN.

⁴ http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Preguntas_Frecuentes#q1

La declaratoria de desastre tiene por objeto proporcionar recursos para la reconstrucción de los daños sufridos en las viviendas y la infraestructura pública mientras que la declaratoria de emergencia está dirigida a la atención de la vida y la salud de la población.

2.3.1 Declaración de Desastre de Acuerdo con el FONDEN

El FONDEN⁴, se activa a través de la emisión de una Declaratoria de Emergencia o Desastre y es un instrumento financiero que busca responder de manera inmediata y oportuna, proporcionando suministros de auxilio y asistencia a la población, infraestructura y vivienda dañada o que se encuentra ante la inminencia o alta probabilidad de que ocurra un fenómeno natural perturbador.

La Entidad Federativa debe presentar la solicitud de Declaratoria de Desastre en la sesión de Instalación del Comité de Evaluación de Daños (CED) y los sectores tienen diez días hábiles para evaluar sus daños a partir de la instalación del Comité de Evaluación de Daños, pudiendo solicitar una ampliación adicional de 10 días, siempre que se encuentre debidamente justificada dicha petición.

Los insumos del FONDEN son adquiridos por la Secretaría de Gobernación y entregados directamente por los proveedores a las autoridades de las entidades federativas y los estados son los responsables de distribuirlos y repartirlos directamente a la población afectada o, en su caso, a través de los municipios declarados en emergencia; y sólo en situaciones extraordinarias se solicita el apoyo de las Secretarías de Defensa Nacional, de Marina y/o alguna otra dependencia. El proceso se encuentra regulado en el “Acuerdo que establece los Lineamientos del Fondo para la Atención de Emergencias FONDEN” publicado en el D.O.F. el 3 de julio de 2012.

En este orden de ideas, los municipios o delegaciones políticas son los que deberán establecer los mecanismos de coordinación con las autoridades estatales, para efecto de que la población vulnerable afectada sea considerada en las solicitudes de declaratorias de emergencia y en consecuencia estén en posibilidades de acceder a los insumos que se autorizan con cargo al FONDEN.

La Secretaría de Gobernación reconoce que uno o varios municipios o delegaciones políticas de una entidad federativa, se encuentran ante la inminencia o alta probabilidad de que se presente un fenómeno perturbador de origen natural, que provoque un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población y emiten la Declaratoria de Emergencia. Dicha Declaratoria podrá subsistir aun ante la presencia de una Declaratoria de Desastre.

Los fenómenos geológicos, hidrometeorológicos e incendios forestales son por los que la Secretaría de Gobernación puede emitir Declaratoria de Emergencia o de Desastre Natural, quedando descritos de la siguiente forma⁵:

- a) Geológicos: Sismo, Alud, erupción volcánica, hundimiento, maremoto, movimiento de ladera y Ola extrema

⁵ Artículo 6, obtenido de la página:http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5169686&fecha=03/12/2010

- b) Hidrometeorológicos: Sequía severa e impredecible; ciclón (en sus diferentes manifestaciones: depresión tropical, tormenta tropical y huracán), lluvia severa, nevada y granizada severa, inundación fluvial, inundación pluvial y tornado
- c) Otros: incendio forestal.

Estos fenómenos deberán ser corroborados por las siguientes instancias técnicas:

- a) Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, para el caso de los fenómenos geológicos
- b) Comisión Nacional del Agua, CONAGUA, por tratarse de fenómenos hidrometeorológicos
- c) Comisión Nacional Forestal, CONAFOR, en caso de incendios forestales.

Además existe un incentivo económico con cargo al FONDEN para las Entidades Federativas y Dependencias y Entidades Federales para llevar a cabo estudios con la finalidad de asegurar la infraestructura física a su cargo, tratando de prevenir las Declaratorias de Desastre y Emergencia, el objetivo de los estudios es desarrollar una estrategia de gestión integral de riesgos, con el compromiso de adquirir el instrumento de administración y transferencia de riesgos que resulte de dicha estrategia, de acuerdo con los lineamientos específicos que al efecto emitan las Secretarías de Gobernación y de Hacienda y Crédito Público para tal efecto.

A continuación, se describen las acciones que comprende la estrategia integral de riesgos que presentara la Entidad Federativa y el plazo que debe cumplir para el desarrollo de la misma.

- I. Identificar la totalidad de los bienes bajo su responsabilidad que sean susceptibles de recibir apoyo del FONDEN (hasta seis meses).
- II. Identificar los riesgos a los que están expuestos los bienes (hasta cinco meses).
- III. Definir un esquema de administración y transferencia de riesgos (hasta cinco meses).
- IV. Implementar el esquema de administración y transferencia de riesgos (hasta cuatro meses).

Los apoyos con cargo al FONDEN, se otorgarán sólo hasta una tercera ocasión para bienes e infraestructura pública no asegurados que hubieran sido apoyados con anterioridad, considerando los porcentajes establecidos en los cuadros 1 a 4 de las Reglas de Operación del FONDEN. En donde el apoyo se ve disminuido en la segunda ocasión cincuenta por ciento y en una tercera ocasión en un setenta y cinco por ciento y a partir de la cuarta ocasión, no se otorgará apoyo alguno.

Los apoyos con cargo al FONDEN pueden ser del tipo apoyo parcial inmediato y el anticipo, el primero debe solicitarse en la sesión de Instalación de Comité de Evaluación de Daños y su objetivo es llevar a cabo acciones emergentes, así como los trabajos y obras de carácter prioritario y urgente, dirigidas a solventar la situación crítica del desastre natural, tales como el restablecimiento de las comunicaciones, los servicios básicos, la limpieza inmediata, remoción de escombros y todo aquello que coadyuve a la normalización de la actividad de la zona afectada, así como para evitar mayores daños y proteger a la población.

En el caso del anticipo, se solicita en la sesión de Entrega de Resultados, una vez que se cuentan con los resultados de los trabajos de evaluación de daños, y su objetivo es la realización de trabajos

y obras prioritarias de reconstrucción, pudiendo ser ejercido en su totalidad sin estar sujeto a la coparticipación de las Entidades Federativas.

El FONDEN no destina recursos para apoyar al campo en caso de desastre; debido a que esta actividad se concibe como antrópica por lo cual se dispone del apoyo a través del Componente Atención a Desastres Naturales (CADENA). Este programa está a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y tiene como objetivo específico “Apoyar a productores agropecuarios, pesqueros y acuícolas de bajos ingresos para reincorporarlos a sus actividades en el menor tiempo posible ante la ocurrencia de contingencias climatológicas atípicas, relevantes, no recurrentes e impredecibles...”, según lo dispuesto por el Artículo 19, fracción I, del “Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación de los Programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación”, mismo que se encuentra vigente y que fue publicado en el D.O.F. el día 31 de diciembre de 2008.

No obstante lo anterior, al FONDEN le corresponde atender los requerimientos de apoyos a infraestructura pesquera y acuícola como: la rehabilitación de los sistemas lacustres, costeros, esteros, aguas interiores y bahías que son propiedad de la Nación y del dominio público, así como infraestructura básica de uso común propiedad de la Federación, de las entidades federativas o de los municipios y que no estén concesionados a particulares, todo lo anterior, de conformidad con los instrumentos, apoyos, montos y condiciones previstos en el “Acuerdo por el que se emiten las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales”.

2.3.2 Declaración de Desastre de Acuerdo con el FOPREDEN

El 13 de junio de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Decreto por el que se reforman los artículos 3º y 4º de la Ley General de Protección Civil, el cual es coordinado por la Secretaría de Gobernación y tiene como principal objeto, incluir en el Presupuesto de Egresos de la Federación de cada año, el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), estableciendo los montos para la operación de cada uno de ellos conforme a las disposiciones aplicables⁶.

En 2006 se publicó el Acuerdo que establece las Reglas del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales, que modifican las reglas de operación originales, a efecto de mejorar su procedimiento, ampliar el número de proyectos con posibilidad de ser presentados y permitir la existencia de proyectos en cartera para el uso de los recursos en caso de cancelación o desistimiento de un proyecto autorizado.

En virtud de la publicación del Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales – Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 2010- y considerando lo dispuesto en sus artículos SEGUNDO y CUARTO transitorios, aquellos procedimientos iniciados conforme a lo establecido en el Acuerdo que establece las Reglas del

⁶ <http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Antecedentes>

Fondo para la Prevención de Desastres Naturales -D.O.F. 15 de agosto de 2006- (abrogado), continuarán vigentes hasta su conclusión.

En este contexto, el FOPREDEN tiene como finalidad proporcionar recursos tanto a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, como a las entidades federativas, destinados a la realización de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos e impacto destructivo por fenómenos naturales.

La existencia de este fondo no sustituye la responsabilidad que corresponde a los tres órdenes de gobierno, para prever en sus respectivos presupuestos los recursos destinados a la realización de acciones preventivas.

En este caso, bajo la coordinación de la Secretaría de Gobernación, el Ejecutivo Federal deberá incluir en el proyecto anual de Presupuesto de Egresos de la Federación, una previsión para el FOPREDEN que estará sujeto a reglas de operación.

El acceso a los recursos del FOPREDEN depende de que los solicitantes cumplan con que las acciones preventivas estarán referidas únicamente a fenómenos naturales y deberán:

- I. Estar orientadas a la identificación del riesgo
- II. Dirigirse a mitigar o reducir el riesgo
- III. Fomentar la cultura de la prevención y la autoprotección, ante situaciones de riesgo.

En términos de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, compete a la Secretaría de Gobernación en coordinación con las autoridades de los gobiernos de los Estados, los gobiernos municipales y con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal conducir y poner en ejecución las políticas y programas de protección civil del Ejecutivo Federal 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.

Protección Civil debe seguir modelos de respuesta para cada fenómeno perturbador, procesos de evaluación y prevención de sus efectos, resultando urgente implementar proyectos preventivos que disminuyan los efectos devastadores de los fenómenos perturbadores y con ello los costos humanos y materiales.

De los recursos ejercidos por el total de las entidades federativas que se enfrentaron a algún tipo de desastre natural la mayor parte corresponde a fenómenos de lluvias, torrenciales y huracanes, le siguen las sequías y heladas, en proporción menor los incendios y al final con la menor participación se encuentra la atención por los efectos de sismos.

Con base en los expedientes que se encuentran bajo resguardo de la Secretaría Técnica del Consejo de Evaluación del FOPREDEN, durante el periodo 2004-2007 se aprobaron un total de 46 proyectos, de los cuales 36 fueron solicitudes de entidades federativas y 10 de dependencias federales. Respecto de las solicitudes aprobadas a dependencias federales, destacan el Instituto Nacional de Estadística, Geografía en Informática (INEGI), la Comisión Nacional del Agua y el Servicio Meteorológico Nacional.

En 2013, la CONAGUA establece prioridades institucionales para prevenir contingencias hidráulicas a través de los organismos de cuenca que integran a la dependencia e implementando acciones en cuatro componentes.

Como parte de la estrategia para prevenir inundaciones y proteger a la población y sus bienes, la CONAGUA instrumenta protocolos de alerta temprana, delimita zonas vulnerables y actualiza los atlas de riesgo.

Entre los avances, mencionó que se verificaron los protocolos de alerta para condiciones meteorológicas e hidrológicas severas en todos los organismos de cuenca de la CONAGUA. Además, en seguimiento al *Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas*, se firmó con el gobierno de Tabasco el convenio “Proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua”, y se elaboraron las políticas de operación del sistema de presas en los ríos Grijalva y Papaloapan, en esa entidad.

En un exhorto, los organismos de cuenca y direcciones locales de la CONAGUA redoblan esfuerzos para trabajar de manera estrecha con las dependencias de los tres órdenes de gobierno a fin de contar con todos los elementos posibles para reducir los riesgos de inundación y brindar más protección a la población y sus bienes.

2.3.3 Marco Legal del FONDEN y FOPREDEN

El FONDEN fue creado para atender los efectos de desastres naturales, imprevisibles, cuya magnitud supere la capacidad financiera de respuesta de las dependencias y entidades paraestatales, así como de las entidades federativas.

Le compete a la Secretaría de Gobernación la operación de este Fondo y conforme a su Reglamento Interior, en el artículo 33 la Dirección General del Fondo de Desastres Naturales tiene las siguientes atribuciones:

- I. Auxiliar al Secretario en el ejercicio de las funciones que, en materia del Fondo de Desastres Naturales, las leyes, reglamentos y demás disposiciones normativas aplicables le señalen a la Secretaría de Gobernación;
- II. Analizar y evaluar las solicitudes que formulen los gobiernos de las entidades federativas, así como las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para acceder a los recursos del Fondo de Desastres Naturales;
- III. Preparar la celebración de acuerdos o convenios de coordinación o colaboración con las entidades federativas en materia de prevención y atención de desastres naturales y someterlos al dictamen de la Unidad de Asuntos Jurídicos;
- IV. Coadyuvar con los ámbitos estatal y municipal de gobierno, en la constitución de fideicomisos estatales y demás instrumentos para la atención de desastres naturales;
- V. Participar y, en su caso, analizar las solicitudes con cargo al patrimonio del Fideicomiso Preventivo a que alude el artículo 32 de la Ley General de Protección Civil;
- VI. Llevar el control y la administración del Fondo Revolviente para la Adquisición de Suministros de Auxilio en Situaciones de Emergencia y de Desastre;

- VII. Someter a consideración de la Coordinación General de Protección Civil los proyectos de declaratoria de Emergencia o de Desastre, de acuerdo con las disposiciones que resulten aplicables;
- VIII. Llevar el registro y control del equipo especializado que se adquiriera con cargo al Fondo de Desastres Naturales;
- IX. En el ámbito de su competencia, proponer los criterios normativos, formatos y demás instrumentos necesarios para la adecuada y eficaz aplicación de las leyes y disposiciones normativas que regulan el Fondo de Desastres Naturales;
- X. Elaborar propuestas y establecer conductos institucionales tendientes a agilizar los procedimientos que regulan el Fondo de Desastres Naturales, así como impartir cursos en la materia, y
- XI. Las demás que le señale el Secretario, dentro de la esfera de sus facultades.

2.3.4 Elementos Normativos y de Apoyo

El 19 de septiembre de 2006 en el ámbito de la ejecución de los recursos del Fondo de Desastres Naturales, se establece un marco jurídico-operativo que permite actuar con la mayor oportunidad y transparencia para atender los estragos ocasionados por los fenómenos perturbadores; por esto se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las nuevas:

- Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales
- Anexos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales
- Anexos de las Reglas de Operación del Fondo de Desastres Naturales
- Formato de Acta de Instalación del Comité de Evaluación de Daños Natural (CED)
- Formato de Acta de Entrega de Resultados del Comité de Evaluación de Daños (CED)
- Formato para Presentación de Diagnóstico de Obras y Acciones de Reconstrucción y Solicitud de Recursos
- Formato de Solicitud de Declaratoria de Desastre Natural.
- Formato de Solicitud de Corroboración de Desastre Natural.

Además, se tiene mediante normatividad lo siguiente:

- Reglas de operación del FONDEN 2008
- Lineamientos para emitir las Declaratorias de Emergencia y la utilización del Fondo Revolvente del FONDEN, 2012
- Reglas de Operación del FOPREDEN 2006 (abrogado)
- Reglas de Operación del FOPREDEN 2010
- Lineamientos para la Operación del Fideicomiso Preventivo, previsto en el Artículo 32 de la Ley General de Protección Civil (FIPREDEN).
- Ley General de Protección Civil (última reforma publicada en el DOF el 24 de abril de 2006).

2.3.5 Diagnóstico

- Establecer con mayor claridad el objetivo del FONDEN y su ámbito de aplicación

- Señalar la necesidad de avanzar en acciones de prevención y de aseguramiento para mitigar los efectos ocasionados por desastres naturales, evitando que la existencia del FONDEN desincentive estos esfuerzos
- Definir el concepto de desastre natural y los fenómenos que lo ocasionan
- Clarificar el esquema de coordinación entre las dependencias y entidades federales, así como entre éstas y las autoridades estatales
- Señalar el procedimiento para que las dependencias y entidades federales actúen sin vacilación ni demora ante situaciones de emergencia, apoyando en sus necesidades inmediatas a toda la población afectada
- Indicar, con espíritu solidario, el apoyo adicional que se le otorga a la población de bajos ingresos para contribuir a restituir su patrimonio familiar y productivo
- Establecer la cobertura para atender los daños ocasionados a la infraestructura pública, a bosques, costas, lagunas y áreas naturales protegidas, así como al patrimonio cultural e histórico
- Precisar en qué casos y en qué proporción existirá concurrencia de recursos entre el Gobierno Federal y los gobiernos estatales y municipales, para la atención de los daños y de damnificados
- Relacionar el procedimiento que las autoridades estatales y las federales deberán seguir para acceder a los recursos del FONDEN, así como los mecanismos para la aplicación de los mismos
- Señalar la responsabilidad a nivel estatal y federal respecto al control, la verificación y la rendición de cuentas en el uso de los recursos.

2.3.6 Estrategias

El FONDEN es un mecanismo financiero, ágil y transparente para que, en la eventualidad de un desastre natural, el Gobierno Federal pueda apoyar a la sociedad mediante los recursos del FONDEN, que debe aportar dentro de las disponibilidades presupuestarias, recursos adicionales, con objeto de que la atención a un desastre natural no afecte en lo posible a sus programas y proyectos en curso.

Así también, deberá promover la cooperación y la corresponsabilidad en la atención de desastres naturales entre el Gobierno Federal y las entidades federativas. Lo anterior, mediante el establecimiento de mecanismos de participación de gasto ante la eventualidad de un desastre, conforme a lo señalado en las Reglas de Operación. En consecuencia, en forma solidaria, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público con cargo al FONDEN también aportará recursos para apoyar a las entidades federativas a fin de atender los daños a la infraestructura pública estatal y municipal y a la población damnificada, dentro de los parámetros señalados en las Reglas de Operación.

2.4 Matriz de análisis de las leyes estatales de protección civil

De acuerdo con el Manual para el control de inundaciones, publicado por (CONAGUA, Manual para el control de inundaciones, 2011) la participación de la CONAGUA en la atención a las emergencias hidrometeorológicas, se expresa en el artículo 84 de la Ley de Aguas Nacionales:

“ARTÍCULO 84. “La Comisión” determinará la operación de la infraestructura hidráulica para el control de avenidas y tomará las medidas necesarias para dar seguimiento a fenómenos climatológicos extremos, promoviendo o realizando las acciones preventivas que se requieran; asimismo, realizará las acciones necesarias que al efecto acuerde su Consejo Técnico para atender las zonas de emergencia hidráulica o afectadas por fenómenos climatológicos extremos, en coordinación con las autoridades competentes.

Para el cumplimiento eficaz y oportuno de lo dispuesto en el presente Artículo, “la Comisión” actuará en lo conducente a través de los Organismos de Cuenca.”

Por tanto, para la administración de una emergencia hidrometeorológica en la jurisdicción de un Organismo de Cuenca, quien dirige la fuerza de trabajo y toma las decisiones importantes en la atención a la emergencia, es el director general del Organismo de Cuenca; *antes, durante y después* de los eventos.

En este sentido, cabe mencionar que el director general del Organismo de Cuenca, cuenta con una Estructura Operativa para la atención de emergencias hidrometeorológicas, la cual contiene una Coordinación Operativa que mantiene comunicación directa con los Sistemas de Protección Civil de las entidades, para coordinar las actividades de apoyo a la población, como: dotar de agua potable, drenar zonas inundadas y atención de las emergencias con equipo especializado, entre otras.

2.4.1 Planes de control de inundaciones

Tal como se mencionó anteriormente, la legislación mexicana a través de las reglas de operación del FONDEN, prevé recursos, para el sitio donde el impacto de un fenómeno hidrometeorológico haya derivado en un desastre natural, que permitan entrar a una etapa de reconstrucción donde se re-establezca la infraestructura de vivienda, caminos, hidráulica y se vuelva a la normalidad, incluso mejorarla bajo esquemas de ajuste del riesgo.

El gobierno federal también ha introducido en sus programas operativos el desarrollo de infraestructura que permita mitigar los riesgos a las inundaciones como es el programa K029 *“Protección a centros de población”*.

Bajo este esquema se ha desarrollado infraestructura estratégica en el territorio mexicano para la mitigación de los efectos negativos contra las inundaciones. (CONAGUA, Manual para el control de inundaciones, 2011).

2.4.2 Planes de protección civil

Este plan obedece a un marco universal más amplio que el establecido para los planes de atención de emergencias de la CONAGUA, quien tiene un papel protagónico dentro de este plan

interinstitucional. Asimismo, se expresa su desarrollo en la unidad mínima operativa en este tipo de planes, que aplica en los municipios.

Contiene una serie de recomendaciones generales para que, tanto los presidentes municipales como los responsables en ese nivel de protección civil, puedan implementar el plan que responda a las necesidades reales del municipio. Por último, se propone que se realice la evaluación del plan, para que los participantes y usuarios confirmen su utilidad, enriquezcan y adecuen a sus propias necesidades todas y cada una de las actividades propuestas, haciéndolo cada vez más propio al responder a las características y necesidades del municipio de que se trate.

Dentro de su objetivo general, se encuentra el de orientar a las autoridades municipales y a las unidades municipales de protección civil en la elaboración e implementación de su plan operativo municipal de protección civil para la temporada de lluvias y ciclones tropicales, con la finalidad prevenir, mitigar o disminuir los daños a la población, sus bienes y entorno ecológico.

Por su parte, el objetivo del plan es establecer las estrategias para evitar o disminuir los riesgos a los que están expuestos el individuo en lo particular y la sociedad en su conjunto, sus bienes y el entorno ecológico durante el período de lluvias y ciclones tropicales, mediante medidas y acciones de protección civil, que en forma solidaria se realicen con los diversos sectores que integran la sociedad.

De los objetivos anteriores, se derivan las actividades y acciones del Plan Operativo de Protección Civil en el ámbito municipal, entre la que se encuentra la convocatoria a las dependencias federal, estatal y municipal, para dar a conocer la metodología y logística a seguir, durante los eventos hidrometeorológicos. Dichas actividades y acciones pueden ser consultadas con mayor detalle en el Manual para el control de inundaciones emitido por CONAGUA.

2.4.3 Leyes aplicables

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es una de las bases del marco jurídico del cual dependen las leyes, normas y reglamentos que rigen a la gestión del control de inundaciones, ya que a partir de la Constitución se emanan las acciones encaminadas a proteger a la población de este tipo de eventos.

A partir de esta base, tanto las dependencias Federales, Estatales y Municipales, elaboran los documentos jurídicos que se interrelacionan entre sí y que dan la pauta para que se apliquen las leyes acordes a la situación geográfica y social de cada entidad, en función de las fases de emergencia en la que se pueden presentar los eventos: "*Antes, Durante y Después*".

Las inundaciones afectan a la población en sus bienes muebles e inmuebles, ya que en ocasiones alteran los cauces, dañando la infraestructura urbana, hidráulica, hidroagrícola, vías de comunicación, entre otros; ocasionando costos económicos, sociales y políticos al país.

Así pues, el marco legal que rige tanto la atención como la prevención de estos fenómenos se basa en el **artículo 27 constitucional**, del cual se desprende que los cauces de los ríos son bienes inherentes a las aguas nacionales, por lo cual son propiedad de la nación.

Sí bien es cierto, que en el artículo 27 constitucional, no se señala de manera textual que la infraestructura que se encuentra en los cauces de las aguas nacionales sea propiedad de la nación, no debe perderse de vista que la infraestructura administrada por los gobiernos federales, estatales o municipales, es clasificada como “bienes nacionales”, conforme a la **Ley General de Bienes Nacionales, en su Artículo 3.**

Con respecto a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), es la responsable de atender la política hidráulica del país, hecho que tiene su fundamento en los siguientes instrumentos jurídicos:

Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; Artículo 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Reglamento al Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Reglamento al Interior de la Comisión Nacional del Agua, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Programa Nacional Hídrico 2007-2012.

Para atender las actividades que tiene encomendadas, la CONAGUA, cuenta con trece Organismos de Cuenca y 20 Direcciones Locales en los estados.

De acuerdo con el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas, de la Región Hidrológico-Administrativa VIII: Lerma-Santiago-Pacífico (OCLSP), administrativamente está integrado por nueve entidades federativas, entre la que se encuentra el estado de Jalisco, con un 96% dentro del Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico (OCLSP) y con participación en 122 municipios. (CONAGUA, Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas, 2013).

En este documento se analizaron cada una de las Leyes de Protección Civil de cada Entidad Federativa, así como 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) Así como sus constituciones políticas estatales en materia de inundaciones.

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 las inundaciones, tal como se puede apreciar en la Tabla de Matriz de análisis de las leyes estatales de Protección Civil, del Manual para el control de inundaciones. Pág. 321., CONAGUA, 2011).

De manera general, en la tabla, se determinaron más de 60 acciones o programas específicos para cada entidad de la República Mexicana.

De este análisis, se identificó que el año de emisión de la Ley de Protección Civil del estado de Jalisco es de 1993, y contiene un total de 95 artículos, de los cuales 6 son transitorios. A continuación, se enlistan, las acciones que corresponden al análisis de esta ley estatal.

- Año de emisión
- Número de artículos
- Artículos transitorios

- Clasificación de riesgos
- Declaratoria de emergencia
- Establece PC nivel estatal
- Establece PC nivel municipal
- Promotor de estudios e investigaciones
- Promueve cultura de PC
- Coordinación con otras entidades
- Reconoce grupos voluntarios
- Registro de grupos voluntarios
- Promueve capacitación en PC
- Integración Atlas de Riesgo a nivel estatal
- Requisa
- Promueve difusión de programas de PC
- Financiamiento institucional
- Catálogo de recursos humanos
- Coordinar sistemas de comunicación
- Cualquier persona puede denunciar riesgos
- Elaboración de peritajes de causalidad
- Cuotas por servicios de PC

Cabe señalar, que la Unidad de Protección Civil de Zapotlán el Grande, cuenta con una base de programas y acciones similar, tal como se describe en un apartado posterior.

Adicional a este análisis, se revisó el marco jurídico federal, internacional, estatal y municipal y las disposiciones normativas que se consideran más relevantes, mismas, que se mencionan a continuación:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Tratados Internacionales
- Ley General de Protección Civil, DOF. 06/06/2012
- Ley General de Asentamientos Humanos, DOF. 09 /04/2012
- 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 Sequías e Inundaciones, DOF.S/04/2013
- Constituciones Políticas de los Estados que forman parte los 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

2.5 Instituciones involucradas en la gestión de crecidas

La colaboración y participación de las partes interesadas es crucial al concepto de la Gestión Integrada de Crecidas, en donde se debe procurar que las instituciones involucradas tomen parte y participen activamente en el proceso de toma de decisiones. Dentro de estos actores, se encuentran instituciones del orden internacional y nacional. Se describen a continuación algunas de las más importantes.

2.5.1 Internacionales

Organización Meteorológica Mundial (OMM): Organismo especializado de las Naciones Unidas y, como tal, es el portavoz autorizado para cuestiones relacionadas con el tiempo, el clima y el agua. Coordina las actividades de los servicios meteorológicos e hidrológicos de 189 Estados y Territorios Miembros.

Asociación mundial para el agua (GWP): Es una red internacional abierta a todas las organizaciones dedicadas a la gestión de los recursos hídricos. Se creó en 1996 con el objetivo de fomentar la gestión integrada de los recursos hídricos.

Programa Asociado de Gestión de Inundaciones. (APFM): Incoativa conjunta de la Organización Meteorológica Mundial y la Asociación Mundial del Agua. Promueve el concepto de gestión integrada de inundaciones. Cuenta con respaldo financiero de los gobiernos de Japón y Países Bajos.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): Creado en 1988 con la finalidad de proporcionar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

Instituto Internacional de Investigaciones en Leyes de Aguas (IWLRI): Centra sus actividades en torno a cuatro actividades complementarias: Investigación - las actividades de investigación del IWLRI se centran en tres aspectos clave de la ley de aguas: internacional (transfronterizas), nacionales y transnacionales (público-privada y el comercio de agua).

Centro Internacional para la Gestión de los Desastres y Riesgos relacionados con el Agua (ICHARM): Financiado por la UNESCO, fue creado en 2006. Se encarga de los desastres relacionados con el agua, como inundaciones y sequías.

2.5.2 Nacionales

El nivel de participación de los distintos grupos interesados puede variar tanto en el grado como en el ámbito en que se produce, ya sea Federal, Regional o Local.



En el Gobierno Federal, la Secretaría de Gobernación y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales son las agencias gubernamentales directamente responsables en la administración y atención de las crecientes e inundaciones, a través de la Dirección General de Protección Civil y la Comisión Nacional del Agua.

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

Las distintas funciones y especialidades de las dependencias involucradas en el manejo de crecientes, en la prevención de inundaciones y desde la emisión de alerta hasta la vuelta a la normalidad conducen a la creación del Sistema Nacional de Protección Civil, cuyo objetivo principal es salvaguardar la vida de las personas y sus bienes, a través de la coordinación de las acciones de otras instancias, ya sea ante la presencia o prevención de inundaciones y que a su vez funge como autoridad central, y a través del Presidente de la República, los Gobernadores de los Estados y Presidentes Municipales, cada uno en su ámbito de jurisdicción. Sin embargo, quien determina los elementos de juicio para la toma de decisiones conjunta es la Comisión Nacional del Agua, organismo que tiene un papel fundamental, desde el pronóstico meteorológico hasta el hidrológico, siendo la dependencia que inicia el manejo de crecientes e inundaciones, dando la pauta para las acciones que se ejecutarán en el “antes, durante y después”.

Entre los actores involucrados a nivel local, pero no por ello de menor importancia, se encuentran los estatales y municipales como lo son el Gobernador Constitucional del Estado, Protección Civil Estatal, Presidente Municipal, Cabildo y Protección Civil Municipal.

2.5.3 Regionales (Organismo de Cuenca)

De acuerdo con el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas, en su primera etapa, en la Región Hidrológica-Administrativa VIII; Lerma-Santiago-Pacífico, se menciona que, en el 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”, en el cual se señala, en el ARTÍCULO PRIMERO, que se crea con carácter permanente y que tiene por objeto la coordinación 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 de fenómenos meteorológicos extraordinarios y los efectos que estos generan, tales como sequías e inundaciones.

A partir de esta Comisión, el Gobierno Federal plantea que todas las secretarías involucradas, así como la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional del Agua, trabajen en forma coordinada, en conjunto con los gobiernos estatales y municipales, en beneficio de la población.

De manera general, se mencionan las autoridades y secretarías incorporadas en dicha Comisión, involucradas con la atención a fenómenos hidrometeorológicos para la Región Hidrológico-Administrativa VIII.

Federales:

- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).
- Secretaría de Gobernación (SEGOB).
- Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).
- Secretaría de Marina (SEMAR).
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- Secretaría de Energía (SENER).
- Secretaría de Economía (SE).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).
- Secretaría de Educación Pública (SEP).
- Secretaría de Salud (SS).
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).
- Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal (CJEF).
- Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT).
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).
- Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Distribuidora de CONASUPO (DICONSA).
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

- Petróleos Mexicanos (PEMEX).
- Desarrollo Integral de la Familia (DIF).
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Cruz Roja Mexicana.
- Bomberos

Estatales:

- Ejecutivo Estatal (Gobernador).
- Protección Civil estatal.
- Jefes Delegacionales.
- Instancias coordinadas con los tres niveles de gobierno.

Municipales:

- Presidente Municipal.
- Cabildo.
- Protección Civil Municipal.
- Instancias coordinadas con los tres niveles de gobierno.

A continuación, se describen la interacción y acciones que guardan las instituciones ya mencionadas, en el ámbito local, a nivel del municipio y zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

2.5.4 Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana

Como ya se mencionó con anterioridad, en la gestión de crecientes participan la mayoría de las instituciones federales, estatales y municipales que tienen como finalidad la protección e integridad de la población, sus muebles e inmuebles, así como el entorno ecológico.

A nivel municipal, es importante contar con planes de protección civil que se desprendan de una estrategia nacional y que orienten a las autoridades y unidades municipales para la elaboración e implementación de su plan operativo municipal de protección civil para la temporada de lluvias y ciclones tropicales.

Para llevar a cabo el Plan Operativo Municipal, la autoridad en función (Secretario técnico del sistema municipal de protección civil) convocará por escrito a los integrantes del consejo estatal de protección civil para realizar una reunión de trabajo donde se expondrá la metodología y logística a seguir, durante la temporada de lluvias y ciclones en puerta.

En caso de que no esté conformado; invitará a una reunión a los representantes de los sectores: público representados local o regionalmente (federal, estatal y municipal), privado y social de su municipio, con la finalidad de implementar el plan, definiendo las acciones y los recursos materiales que cada participante deberá realizar o aportar dentro de sus capacidades al plan. Se sugiere invitar invariablemente a las autoridades militares y coordinaciones regionales de protección civil.

Para la zona urbana de estudio, la Unidad Municipal de Protección Civil, cuenta con el **PLAN OPERACIONAL DE LLUVIAS Y CICLONES 2016**, presentado al H. Ayuntamiento Constitucional de Zapotlán El Grande, en el cual se detallan las acciones y programas en caso de presentarse

algún fenómeno hidrometeorológico, así como las responsabilidades de cada Dependencia Municipal y Organismos Voluntarios en los Subprogramas de Prevención y Auxilio, así como la estructura del Consejo Municipal de Protección Civil.

En este contexto, el presente Plan se orienta a la aplicación y fomento de las acciones a realizar en caso de emergencia mayor o desastres provocados por lluvias intensas, tal como se describe en los siguientes puntos:

1. Datos de las inundaciones históricas:

- Fecha y evento meteorológico de la causa de la inundación
- Mancha y ubicación de la inundación, descripción del lugar, nivel (msnm)
- Pérdidas de vida humana y económica.

Cabe señalar, que la información de los dos primeros puntos se encuentra en la publicación del Atlas de Riesgo del municipio de Zapotlán El Grande.⁷

2. Acciones ejercidas y actores participantes, antes, durante y después de las inundaciones:

En el Plan Operacional de Lluvias y Ciclones 2016, se realizan las siguientes acciones:

Antes:

- Concientizar a la población de los riesgos para que adopten medidas de autoprotección.
- Impulsar las acciones de prevención, auxilio y recuperación con apoyo institucional, particular y social.
- Apercibir a la población que se encuentre en zonas vulnerables y capacitarla.
- Realizar monitoreo de seguimiento y evolución del fenómeno Hidrometeorológico.
- Establecer con todas las instituciones, dependencias y organismos del municipio los procedimientos de auxilio a la población.

Durante:

- Activar refugios temporales en el municipio.
- Evacuar.
- Atención a lesionados.
- Búsqueda y rescate de personas
- Atención de riesgos latentes por prioridad

Después:

- Evaluar los daños del municipio.
- Activar los centros de acopio.

7

- Evaluar los riesgos sanitarios.

Por su parte, las dependencias que actúan ante una contingencia son las siguientes:

a) Municipales.

- Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos de Zapotlán El Grande, Jal.
- Cruz Roja Mexicana, Delegación Cd. Guzmán
- Dirección de Seguridad Pública.
- Dirección de Tránsito y Vialidad.
- Tesorería
- Desarrollo Integral de la Familia (DIF).
- Mantenimiento Urbano.
- Desarrollo Humano
- Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Zapotlán El Grande (SAPAZA).
- Desarrollo Urbano y Medio Ambiente.
- Dirección de Obras Públicas.

b) Estatales.

- Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco.
- Cruz Roja Mexicana, Delegación Jalisco.
- Fiscalía General del Estado de Jalisco
- Secretaría de Vialidad y Transporte del Estado de Jalisco.
- Secretaría de Salud del Estado de Jalisco.
- Sistema de Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Jalisco (DIF)

c) Federales.

- Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC).
- Cruz Roja Mexicana, Sede Nacional
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Policía Federal (PF).
- Comisión Nacional del Agua (CNA)
- Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- SEDENA 9° Batallón de Infantería (SEDENA).
- Caminos y Puentes Federales (CAPUFE).

3. Acompañamiento de personal en recorridos de campo a la zona urbana de Zapotlán el Grande, para reconocimiento de las zonas de riesgo por inundación identificadas:

El día martes 11 de octubre de 2016, el T.S.U.E.S.L.R. Ricardo Lozada Padilla, Jefe Administrativo de la Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos de Zapotlán El Grande Jal., acudió al recorrido con 4 elementos a su digno cargo, para realizar dicho recorrido para la toma de evidencias.⁸

⁸ Presidencia Zapotlán El Grande. Dependencia: U.M.P.C.B. Sección: Jefatura. Oficio No. J-458/2016.

3 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA Y DE LAS ZONAS INUNDABLES

El municipio de Ciudad Guzmán, pertenece al municipio de Zapotlán el Grande y se localiza al sur del estado de Jalisco, en el occidente de la República Mexicana. Colinda con los municipios de Zapotiltic y Gómez Farías, dentro del mismo estado.

En la Figura 3-1, se aprecia la localización general del estado, municipios adyacentes y la zona urbana de Zapotlán el Grande, así como su cuenca asociada. (INEGI. Marco Geoestadístico Nacional, 2014).

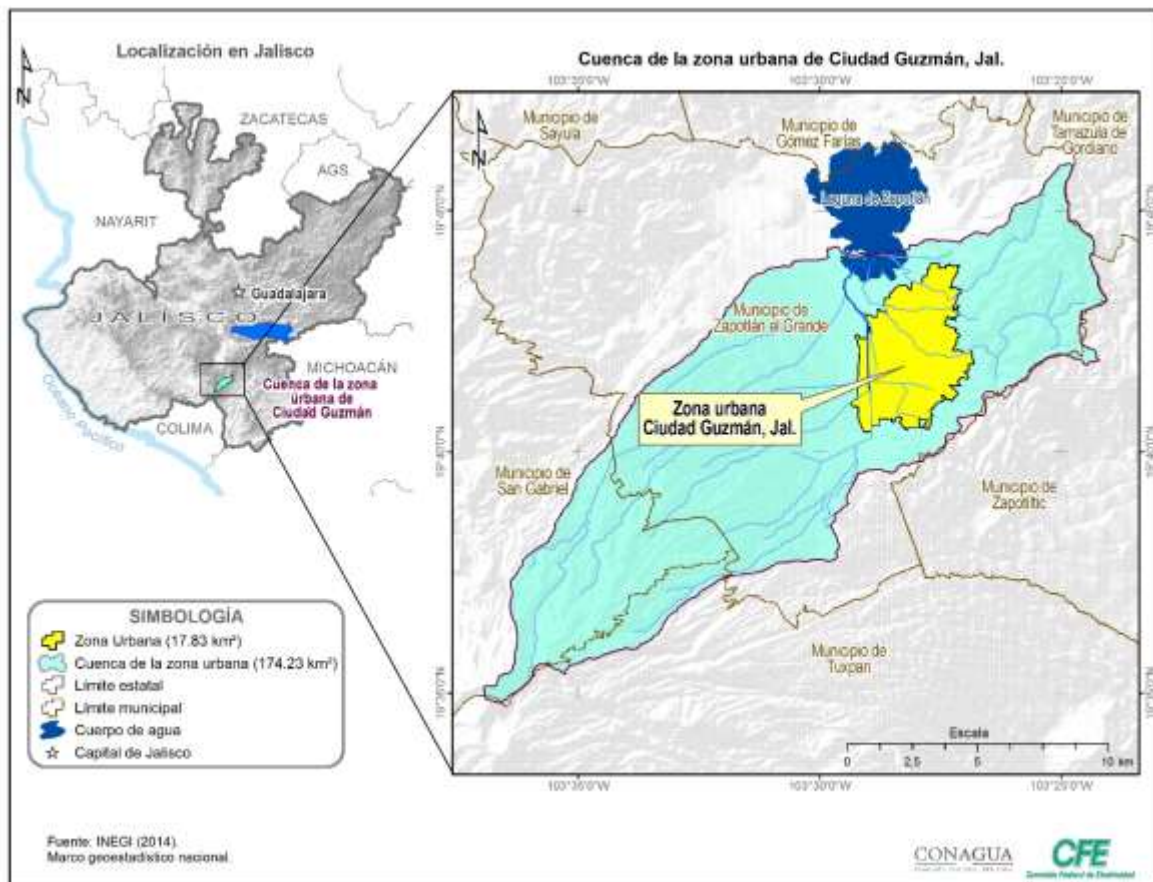


Figura 3-1 Localización general de la zona urbana y cuenca de aportación, de Zapotlán el Grande, Jalisco.

Con respecto a la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, ésta, se ubica dentro de la Región Hidrológica 12; Lerma-Santiago. Del mismo modo, forma parte del sistema hidrológico de la cuenca de río Lago Chapala y de la subcuenca Laguna de Zapotlán, tal como se observa en la Figura 3-2. (INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50,000, 2010).

En la cuenca de la zona urbana, existen varios cauces que alimentan al sistema de la subcuenca de la Laguna de Zapotlán y esta a su vez al Lago de Chapala, sin embargo, se ha identificado que el cauce más largo de la cuenca nace del arroyo Salto de Cristo y tiene una longitud de 26.77 km hasta el punto de control (hidrológico-hidráulico) localizado aguas abajo de la zona urbana.

Por su parte, la superficie de la cuenca asociada a la zona urbana de Zapotlán el Grande es de 174.23 km².

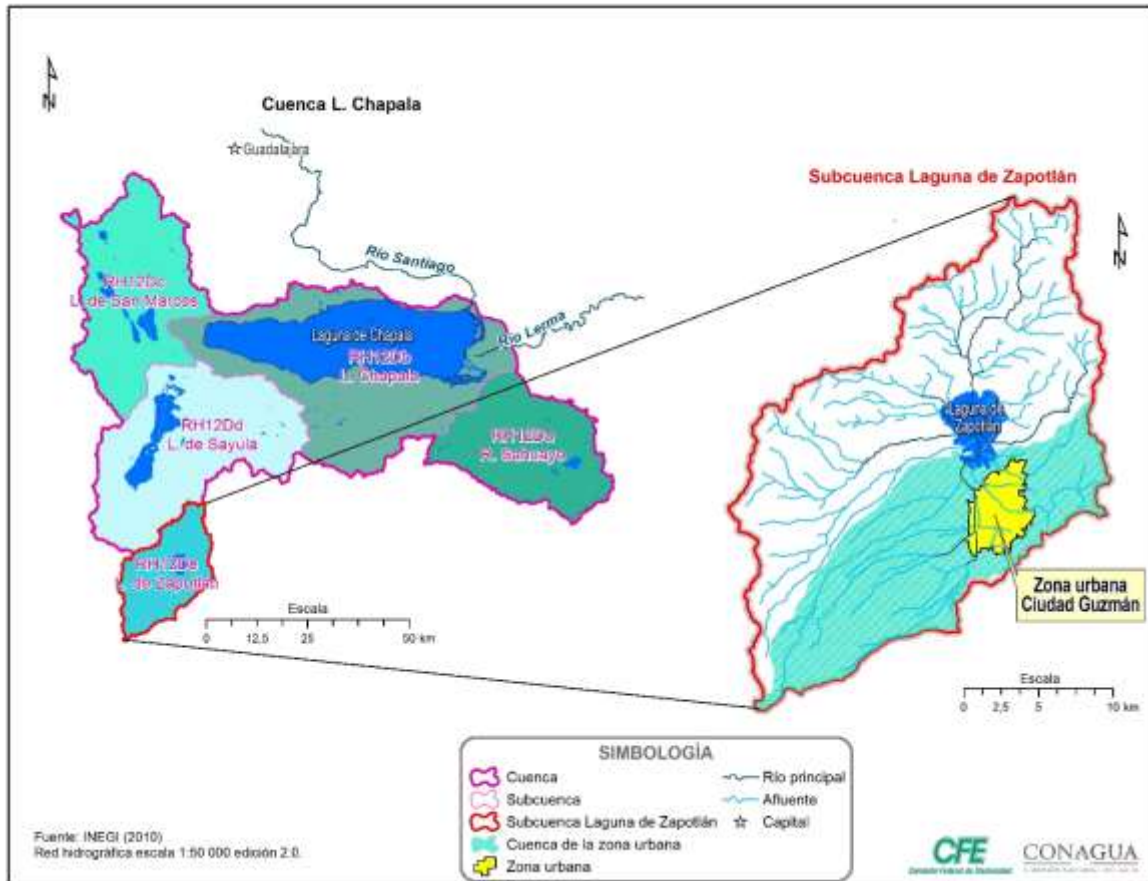


Figura 3-2 Localización del sistema hidrológico de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

3.1 Identificación de zonas potencialmente inundables

De acuerdo con los resultados obtenidos en la modelación matemática del programa *Iber*, se muestran las zonas potencialmente inundables, en el área urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco, las cuales, están en función de simulaciones numéricas hechas para un periodo de retorno de 100 años (Figura 3-3).

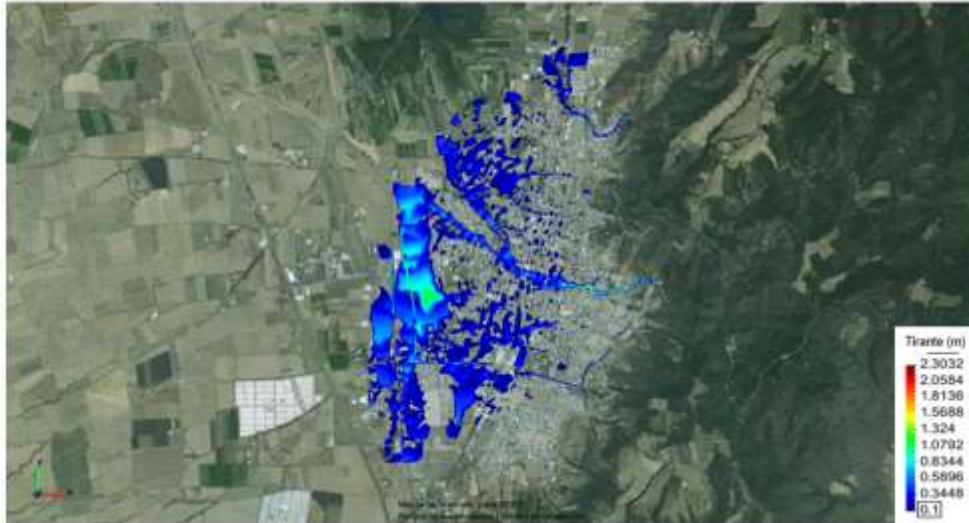


Figura 3-3 Identificación de zonas potencialmente inundables en el área urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco, asociadas a un periodo de retorno de 100 años.

3.2 Socioeconómica

3.2.1 Aspectos demográficos

La extensión territorial de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande es de 460 km² se ubica en la entidad de Jalisco, abarcando los municipios de Zapotlán el Grande (55%), Gómez Farías (25%) San Gabriel (15%), Tamazula de Gordiano (2%) Tuxpan (2%) y Sayula (1%).

A nivel cuenca su población en 2010 según el censo de población y vivienda fue de 113,407 personas; 47% hombres y 53% mujeres. Distribuida en 66 localidades de las cuales 3 son localidades urbanas: Zapotlán el Grande, San Sebastián de Sur y San Andrés Ixtlán; la primera localizada en el municipio de Zapotlán el Grande y las otras 2 en el municipio de Gómez Farías; y 63 son localidades rurales (menores a 2,500 habitantes).

En la Figura 3-4 se muestra la distribución espacial de las localidades en la cuenca, el 91% de las localidades son entre 1 a 249 habitantes.

La localidad de Zapotlán el Grande (cabecera municipal del municipio de Zapotlán el Grande) es la localidad más poblada en la cuenca, concentra el 86% de la población, con 97,750 personas; 48% hombres y 52% mujeres.

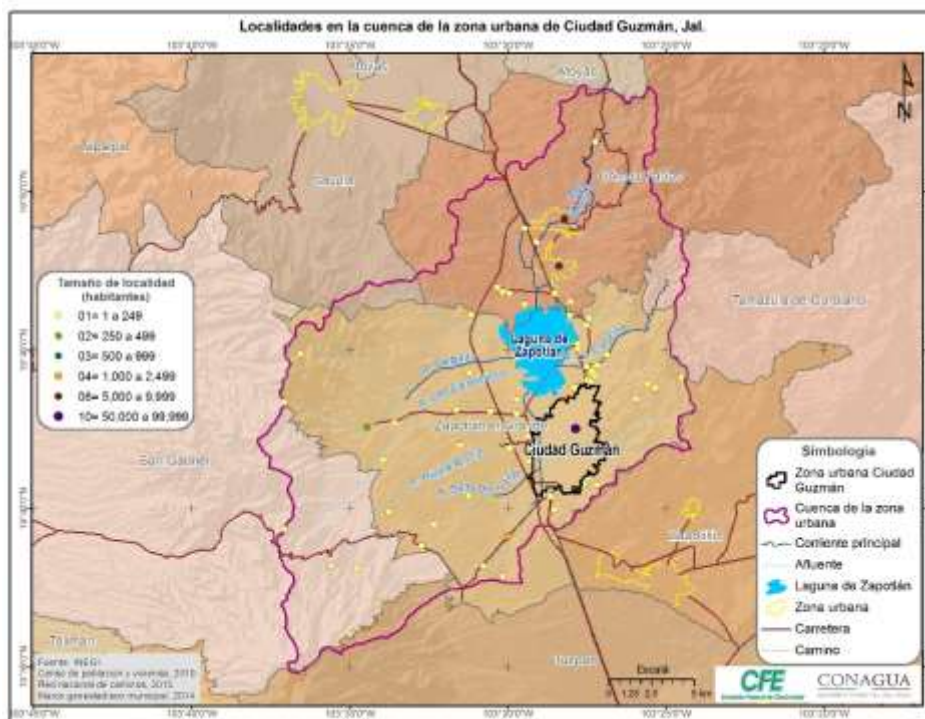


Figura 3-4 Distribución espacial de las localidades en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

3.2.2 Marginación por localidad

El Consejo Nacional de Población (CONAPO) considera tres dimensiones de la marginación de las localidades: educación, vivienda e ingreso. Dichas dimensiones e indicadores socioeconómicos empleados para su medición son en base al censo de población y vivienda 2010 de INEGI y son los siguientes: educación; a) porcentaje de población de 15 años o más analfabeta, b) porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa. Vivienda; c) porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado, d) porcentaje de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica, e) porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada, f) promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas, g) porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra y h) porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador.

En la Figura 3-5 se muestra que el 53% de las localidades de la cuenca de la zona urbana (con información) tienen un grado de marginación medio, el 18% un grado alto, el 18% un grado muy alto, 6% bajo y 6% muy bajo.

La localidad de Zapotlán el Grande presenta un grado bajo de marginación.

Grado de marginación en las localidades de la cuenca de la zona urbana de Ciudad Guzman

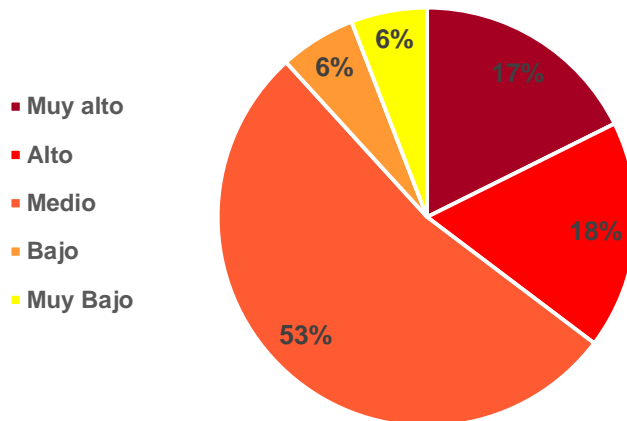


Figura 3-5 Grado de marginación en las localidades de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

En la Figura 3-9 se observa la notoria cantidad de localidades con un medio grado de marginación en las cuales se concentra el 12% de la población de la cuenca con 13,318 personas.

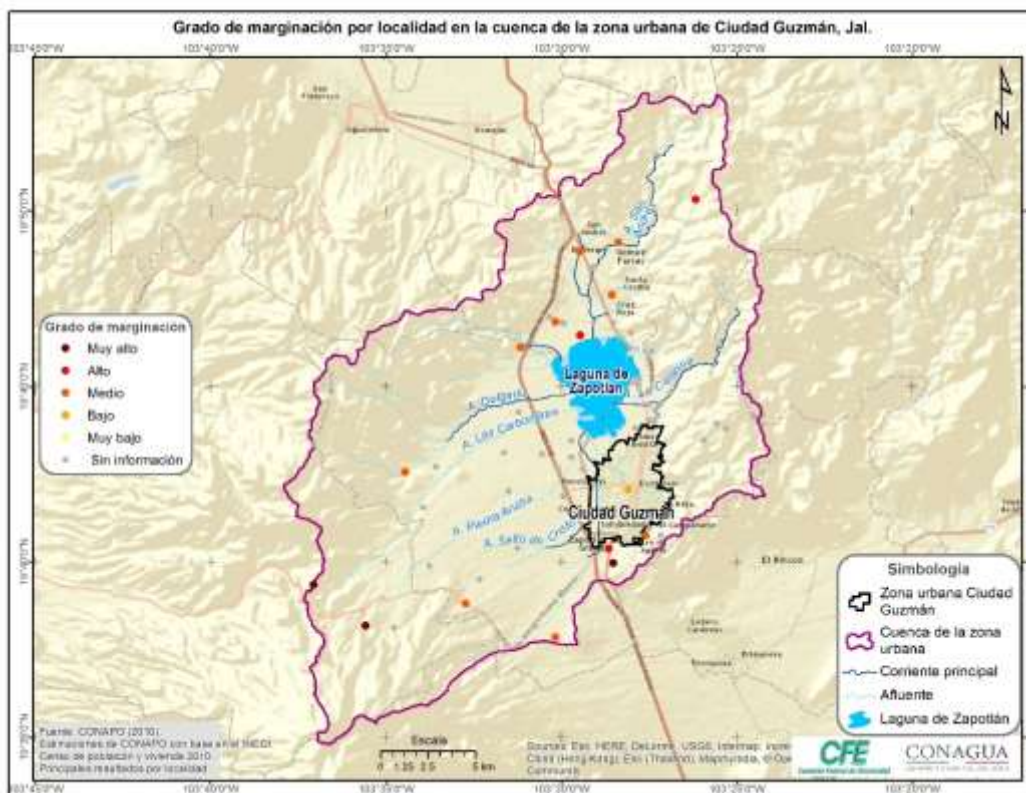


Figura 3-6 Grado de marginación por localidad en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

La localidad de Zapotlán el Grande concentra el 86% de la población de la cuenca, es decir 97,750 personas que presentan un bajo grado de marginación.

Se observa que algunas de las localidades más retiradas a Zapotlán el Grande presentan un grado muy alto de marginación, debido a la lejanía de un centro urbano que facilita la accesibilidad a servicios, infraestructura y educación.

3.2.3 Economía

Valor agregado censal bruto a nivel municipal

El valor agregado censal bruto se define como: “*el valor de la producción que se añade durante el proceso de trabajo por la actividad creadora y de transformación del personal ocupado, el capital y la organización (factores de la producción), ejercida sobre los materiales que se consumen en la realización de la actividad económica.*” Esta variable se refiere al valor de la producción que añade la actividad económica en su proceso productivo.

Los censos económicos 2014, registraron que, en el municipio de Zapotlán el Grande, el sector más importante en la generación del valor agregado censal bruto fueron las industrias manufactureras con el 65%, seguida del comercio al por menor con el 14% del total del valor agregado censal bruto registrado en 2014 en el municipio (Tabla 3-1).

Tabla 3-1 Sectores con mayor valor agregado censal bruto en el municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco.

Sectores con mayor valor agregado censal bruto	
Municipio de Zapotlán el Grande, 2014. (Miles de pesos).	
Sector	Valor agregado censal bruto
Sector 23 Construcción	42.5
Sector 31-33 Industrias manufactureras	2,784.9
Sector 43 Comercio al por mayor	148.2
Sector 46 Comercio al por menor	613.4
Sector 48-49 Transportes, correos y almacenamiento	26.6
Sector 51 Información en medios masivos	31.9
Sector 52 Servicios financieros y de seguros	77.6
Sector 53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	20.0
Sector 54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	34.4
Sector 56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	35.3
Sector 61 Servicios educativos	100.1
Sector 62 Servicios de salud y de asistencia social	45.0
Sector 71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	11.2
Sector 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	108.0
Sector 81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	94.6
Sectores agrupados por principio de confidencialidad	98.6
	4,272.3

Población Económicamente Activa (PEA) y población ocupada en la zona urbana de Zapotlán el Grande

Durante la encuesta del censo 2010 de INEGI, la Población Económicamente Activa (población de 12 años y más disponible para producir bienes y servicios) en la localidad de Zapotlán el Grande fue de 42,619. Al interior de la PEA es posible identificar a la población que estuvo participando en la generación de algún bien económico o en la prestación de un servicio (población ocupada), la cual fue de 40,953 personas.

Al considerar a la población ocupada con relación al sector económico en el que labora, se identificó que en base a la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI, la zona urbana de Zapotlán el Grande cuenta con 6,568 unidades económicas (empresas o negocios) a 2016 y su distribución por actividades económicas revela un predominio de unidades económicas dedicadas al comercio al por menor, siendo esta el 40.33% del total de las empresas de la localidad, tal como se muestra en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2 Unidades económicas en la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

Unidades económicas. Localidad de Zapotlán el Grande		
Actividades	Número de unidades	%
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	4	0.06
Minería	2	0.03
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	3	0.05
Construcción	30	0.46
Industrias manufactureras	718	10.93
Comercio al por mayor	202	3.08
Comercio al por menor	2,649	40.33
Transportes, correos y almacenamiento	34	0.52
Información en medios masivos	22	0.33
Servicios financieros y de seguros	90	1.37
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	69	1.05
Servicios profesionales, científicos y técnicos	191	2.91
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	123	1.87
Servicios educativos	171	2.60
Servicios de salud y de asistencia social	293	4.46
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	59	0.90
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	716	10.90
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1,069	16.28
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	123	1.87
Total=	6,568	100

3.3 Fisiográfica, meteorológica e hidrológica de la cuenca

3.3.1 Fisiografía

El relieve es la forma en que se presenta la superficie de la Tierra. En México, es extremadamente variado, ya que se puede encontrar desde cadenas montañosas hasta grandes planicies costeras pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones entre otras formaciones. No obstante, el

conocimiento fisiográfico de una región implica, además de la identificación de los principales rasgos del relieve, la explicación de los procesos que intervinieron en su modelado y que han conformado su aspecto actual.

Las provincias fisiográficas son regiones en las cuales el relieve es el resultado de un conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de origen geológico y de igual manera del uso de suelo y vegetación que sustenta.

Para una mejor comprensión y estudio de esta diversidad estructural, la Dirección General de Geografía del INEGI, determinó una división en 15 regiones fisiográficas, que se distribuyen en entre las Sierras y Llanuras, del país.

De acuerdo con esta clasificación del INEGI, la provincia fisiográfica donde se localiza la zona urbana de Zapotlán el Grande, es la denominada Eje Neovolcánico, tal como se observa en la Figura 3-7. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos, 2001).

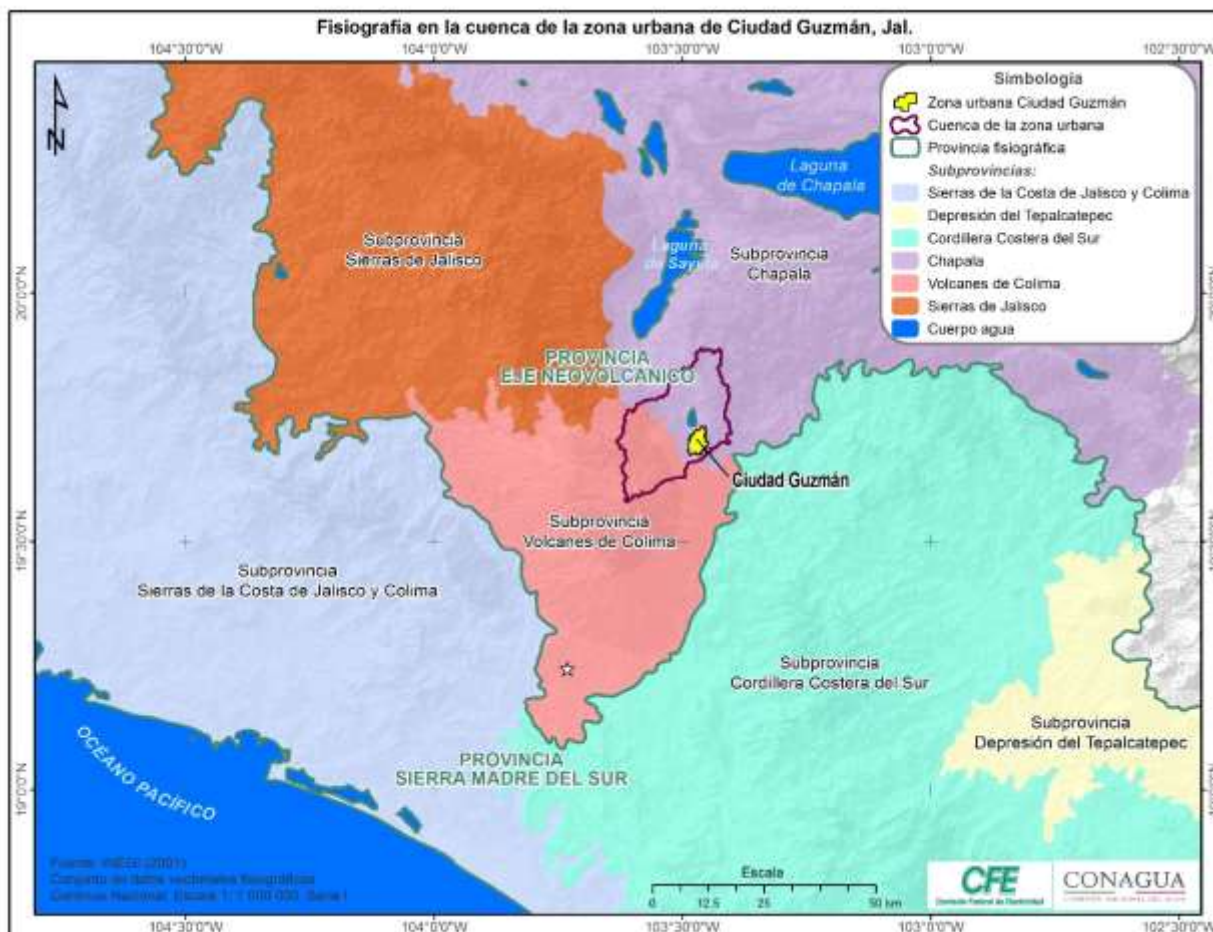


Figura 3-7 Fisiografía en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

En la figura anterior, se observa que la provincia del Eje Neovolcánico contiene a las subprovincias de Chapala y Volcanes de Colima. A continuación, se describe de manera general la Provincia del Eje Neovolcánico.

Provincia Eje Neovolcánico: Se conoce también como la Sierra Volcánica Transversal, es una de las provincias que consta con mayor variación de relieve y tipos de rocas. Su extensión empieza desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 km. Iniciando en la Costa Occidental desde la desembocadura del río Grande Santiago hasta la Bahía de Bandera, continuando hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para continuar sobre el paralelo 19° N, hasta llegar al pico de Orizaba y al Cofre de Perote, alcanzando 880 km de longitud. Es la cordillera más alta del país. Limitando a la Sierra Madre Oriental y Occidental y del Sur. Esta importante provincia determina el límite físico entre el Norte del continente y Centroamérica, así como el límite Altimétrico, orográfico y climatológico.

(INEGI, http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf, 2008).

3.3.2 Relieve

De acuerdo con la información mostrada, la cuenca de aportación a la zona urbana de Zapotlán el Grande, cuenta con un relieve que va del orden de los 1,484 a los 3,899 msnm, y que en la Figura 3-8, se han clasificado en 12 rangos. (INEGI. Continuo de elevación Mexicano, 2013).

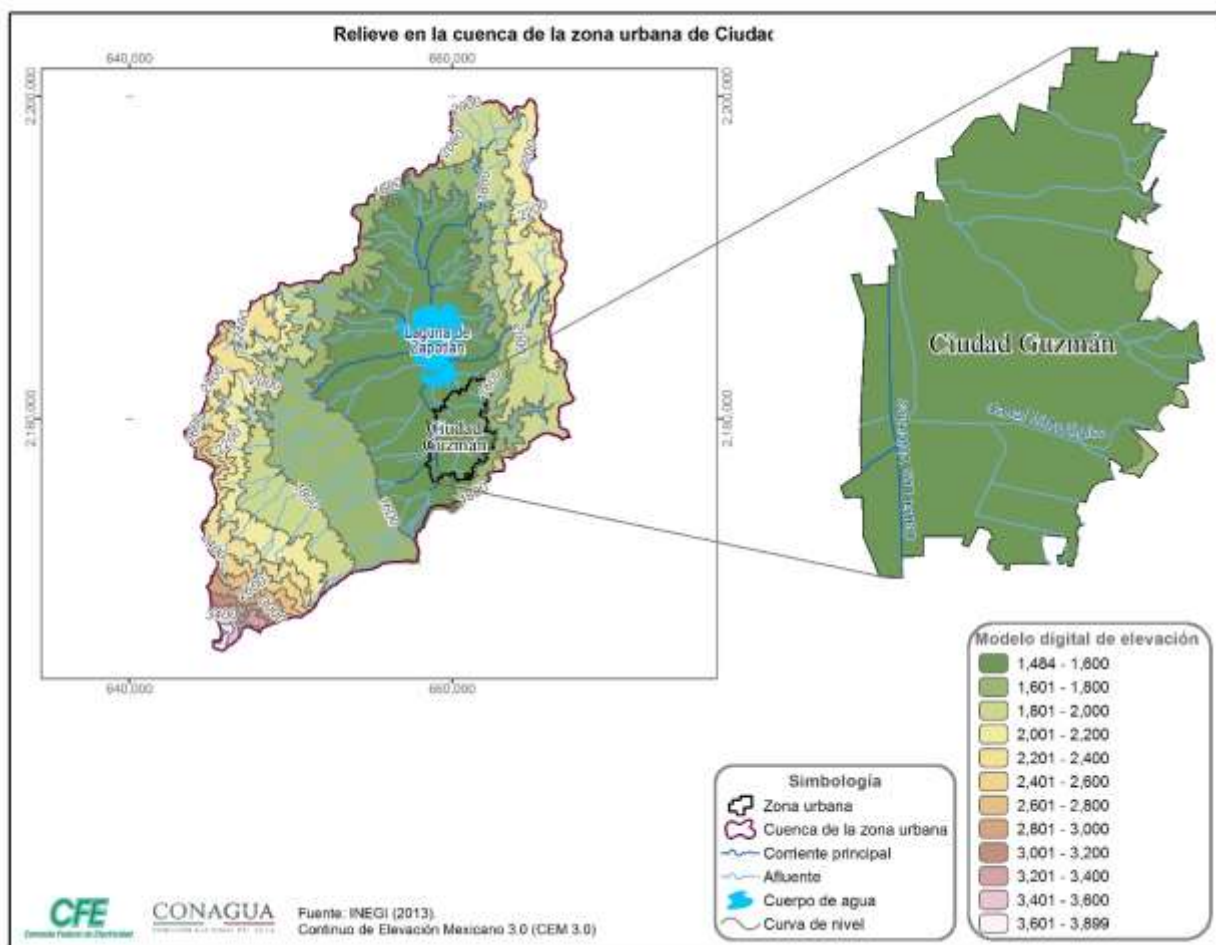


Figura 3-8 Rangos de relieve en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

Como se puede observar en la Figura 3-8, el relieve de la zona urbana de Zapotlán el Grande, se encuentra entre el rango de 1,484 a 1,600 msnm.

3.3.3 Áreas naturales protegidas

A nivel federal existen reservas de la biosfera, parques y monumentos nacionales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios. A nivel estatal, se busca tener áreas de conservación, restauración, parques ecológicos naturales y urbanos, reservas patrimoniales, santuarios y zonas sujetas a reservas ecológicas.

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

En la cuenca asociada a la zona urbana de Zapotlán el Grande, se puede apreciar parte del Área Natural Protegida (ANP) que corresponde al Volcán Nevado de Colima (Figura 3-9). (CONANP, 2016).

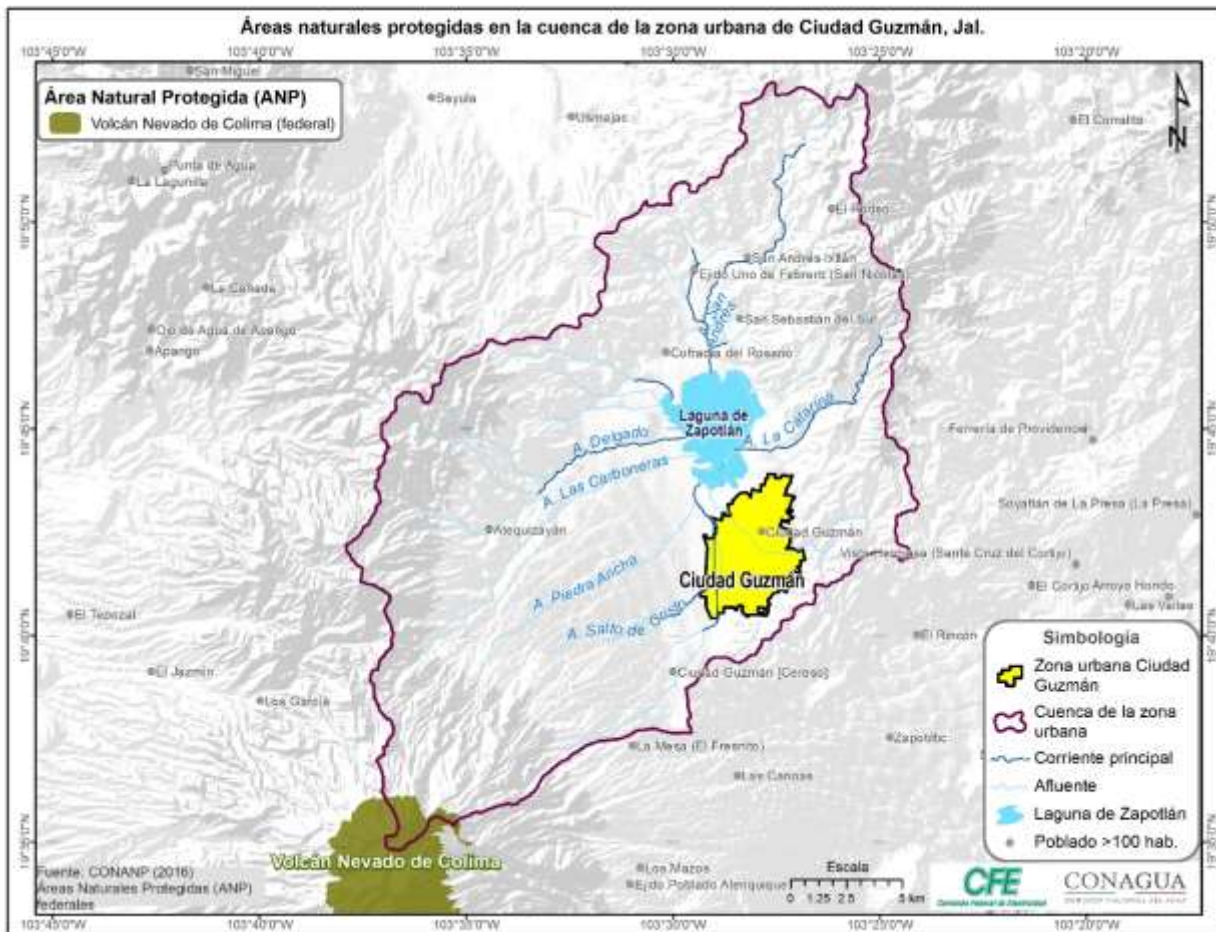


Figura 3-9 Área natural protegida (Volcán Nevado de Colima) en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

El “Zapotepetl” o Nevado de Colima, se sitúa a 33 km de la ciudad de Colima, sin embargo, en su mayor parte se encuentran en el Estado de Jalisco en las inmediaciones de Zapotlán el Grande, Municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco, a 1,600 msnm. El Parque Nacional Volcán Nevado de Colima; decretado así el 5 de septiembre de 1936 tiene una superficie de 6,554 hectáreas.

El Parque Nacional Volcán Nevado de Colima es un Área Natural Protegida (ANP) ubicada entre los límites del estado de Jalisco y Colima, en la parte más alta del sistema montañoso conocido como Sierra de los Volcanes, a partir de los 3,350m.s.n.m. Trasferida por la SEMARNAT-CONANP para su administración al gobierno del Estado de Jalisco a través de la Secretaría de Desarrollo Rural con el apoyo del Patronato del Nevado de Colima y Cuencas Adyacentes A.C.

Las laderas están cubiertas por bosques mixtos de pino, oyamel y encino; los cuales terminan en las partes altas de las montañas. En las partes bajas predomina el pino, aunque también se encuentran especies de musgos, lupinus, senecio buddleia, salvia y eupatorium. Entre las plantas destacan las arenarias, drabas y festucas.

El parque es el hogar de una gran fauna, se compone de diversos animales entre ellos: el halcón, puma, armadillo, colibrí, venado, pecarí, coyote, mapache, ardilla, ceniztonle, perico, lince rojo vacas y diversos reptiles. Mención especial merecen el chipe rojo, ave endémica de México que ha sido elegida como símbolo del parque nacional, así como el jaguar que, si bien no es una especie residente en el parque, a menudo lo atraviesa cuando se mueve de una zona montañosa a otra.

3.3.4 Uso de suelo

De acuerdo con la clasificación del INEGI, la cuenca de aportación a la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco, está conformada por diversos usos de suelo y vegetación, mismos, que se muestran en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3 Cobertura de uso de suelo y vegetación de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

(INEGI, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccat/ usosuelo/>, 2011).

Uso de suelo y vegetación	Área (km ²)	%
Agricultura de riego	97.87	21.27
Agricultura de temporal	86.66	18.83
Bosque de encino-pino	2.28	0.50
Bosque de pino-encino	74.54	16.20
Bosque de pino	21.67	4.71
Bosque de oyamel	3.15	0.69
Pastizal inducido	20.51	4.46
Pradera de alta montaña	1.46	0.32
Vegetación secundaria	123.45	26.83
Asentamientos humanos	1.39	0.30
Zona urbana	13.15	2.86
Cuerpo de agua	14.03	3.05
	460.15	100

En la tabla anterior, se observa que el mayor porcentaje de uso de suelo y vegetación pertenece a la vegetación secundaria (26.83 %), a la agricultura de riego (21.27 %), a la agricultura de temporal (18.83 %) y al bosque de pino-encino (16.20 %); estos usos en conjunto ocupan una superficie de 382.51 km² respecto al total de la cuenca. Los otros ocho usos de suelo ocupan un área del 17 %.

En la Figura 3-10, se ilustra los diferentes usos de suelo y vegetación que conforman la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, 2011).

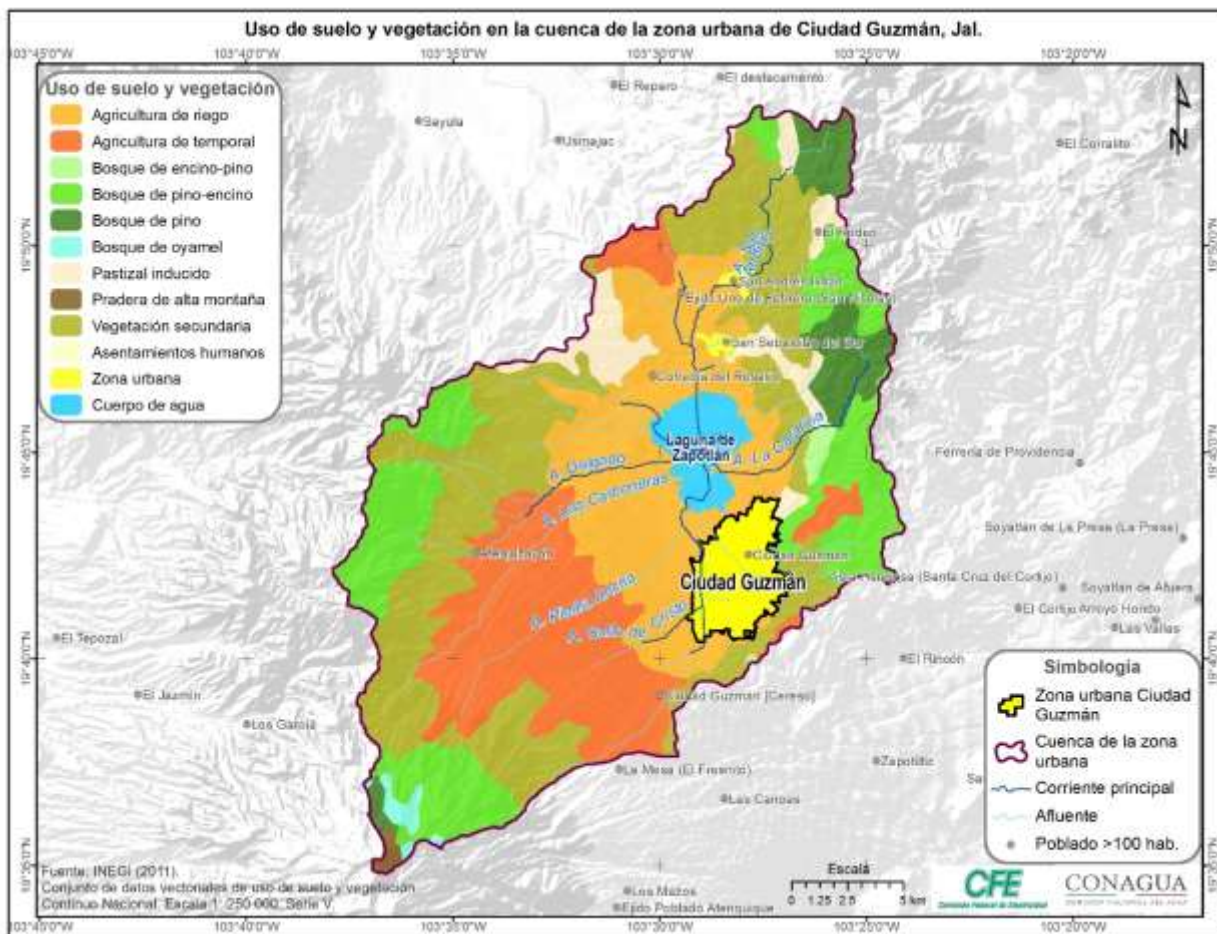


Figura 3-10 Uso de suelo y vegetación en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

3.3.5 Climas

El clima es la suma total de los fenómenos meteorológicos, como la temperatura del aire, la presión atmosférica, vientos y humedad que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre.

En México, los climas son diversos, desde los muy cálidos en las costas, los secos en la parte central y norte, y los templados en las sierras, en cuyas cumbres más altas encontramos a los fríos polares. La clasificación que se ha adoptado en este país, es la de *Koppen*, con la adaptación de *Enriqueta*

García. (Manual de características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México). (<http://www.inegi.org.mx/inegi/>, 2008).

De acuerdo con el INEGI, en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, el clima que prevalece es Templado subhúmedo en su mayoría, mientras que en la región del Volcán Nevado de Colima el clima es Semifrío subhúmedo, tal como se observa en la Figura 3-11. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales y unidades climáticas, 2008).

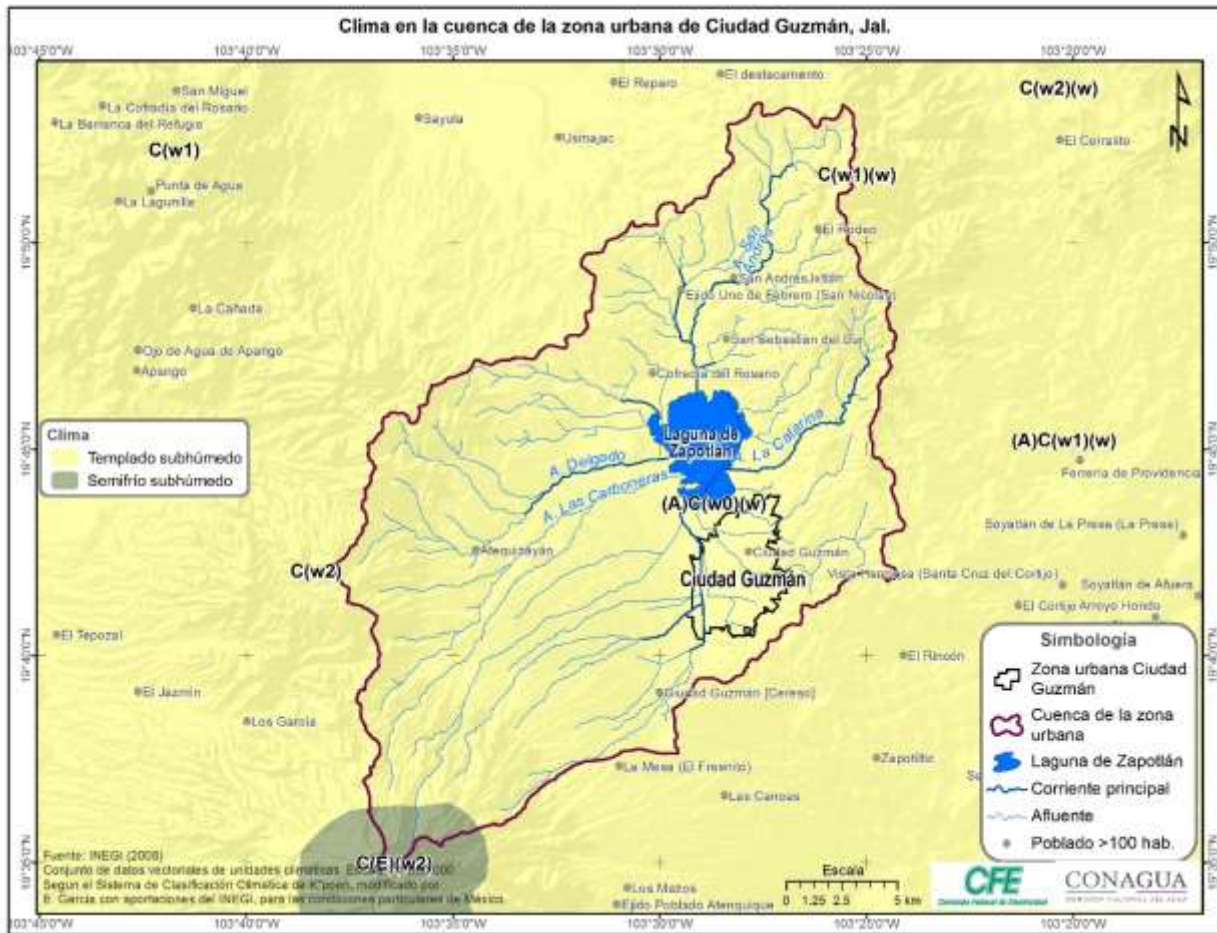


Figura 3-11 Clima en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

El clima templado se divide en húmedo y subhúmedo; en el primero de ellos se registran temperaturas entre 18° y 22°C y precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales; comprende el 2.7 % del territorio nacional. Respecto al clima templado subhúmedo, se encuentra en el 20.5 % del país, observa en su mayoría temperaturas entre 10° y 18° C y de 18° a 22°C, sin embargo, en algunas regiones puede disminuir a menos de 10°C; registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año.

También se caracteriza por las lluvias en verano y parte del otoño. Se localiza en la mayor parte de las grandes sierras del país, inclusive en zonas que debieran ser de clima cálido, pero que debido a la altitud tienen clima templado.

3.3.6 Temperatura

La temperatura media anual registrada para la zona urbana de Zapotlán el Grande y su cuenca asociada, se divide en tres zonas térmicas; Semicálido, Semifrío y Templado (CONABIO, 2015). La Figura 3-12, muestra dicha clasificación.

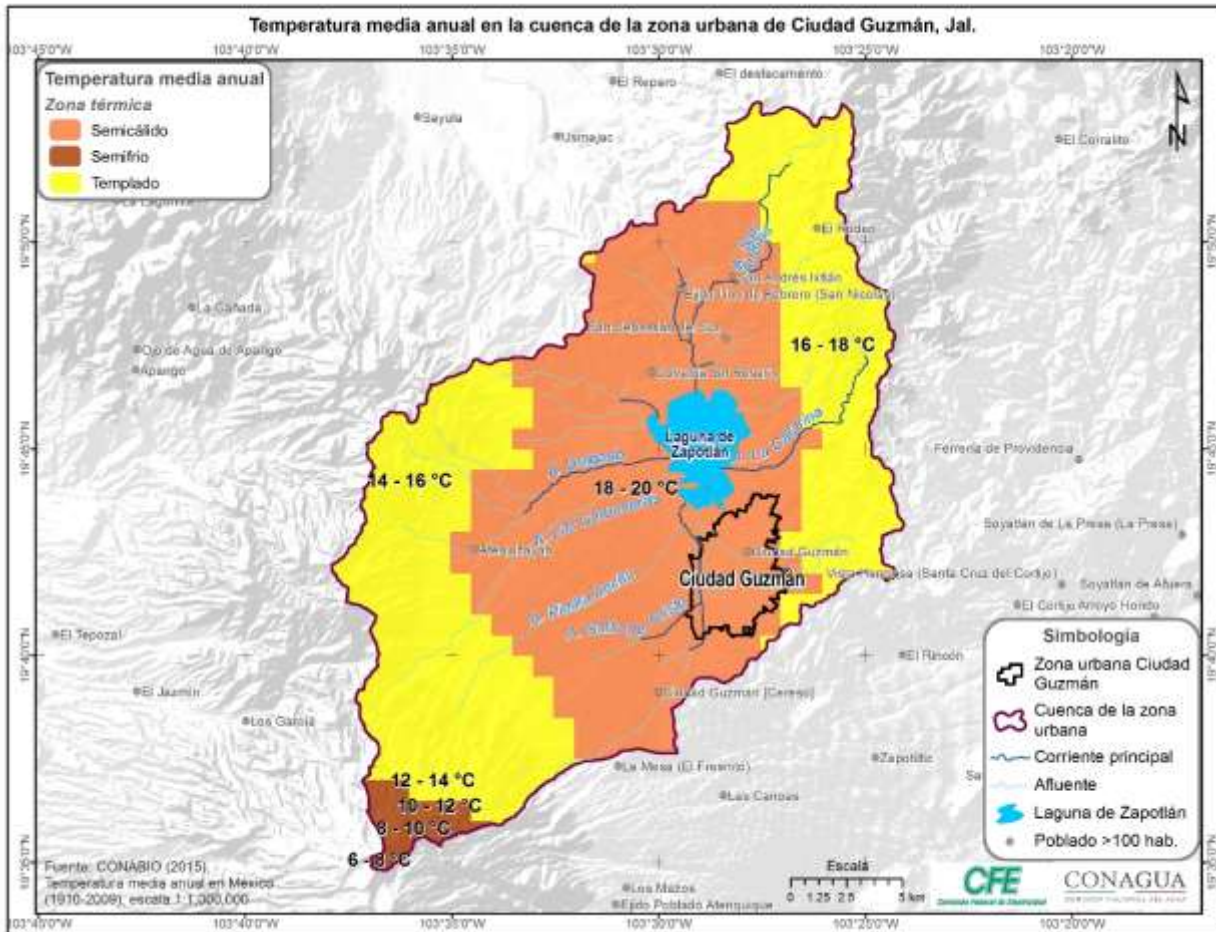


Figura 3-12 Temperatura media anual en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

La temperatura media anual en la zona urbana se encuentra entre los 18° y 20°C, es decir, de tipo Semicálida, mientras que para el resto de la cuenca se puede decir que la temperatura media está entre los 14° y 18°C. En el área donde se ubica El Volcán Nevado de Colima, la temperatura desciende a los 12° y 6°C.

3.3.7 Precipitación

Las precipitaciones medias anuales que se presentan en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, varían desde los 523 a los 978 mm.

Específicamente en la zona urbana, se observa que la precipitación varía entre los 700 y 750 mm.

La Figura 3-13, presenta estas variaciones de precipitación en la cuenca. (CONAGUA, www.conagua.gob.mx, 2016).

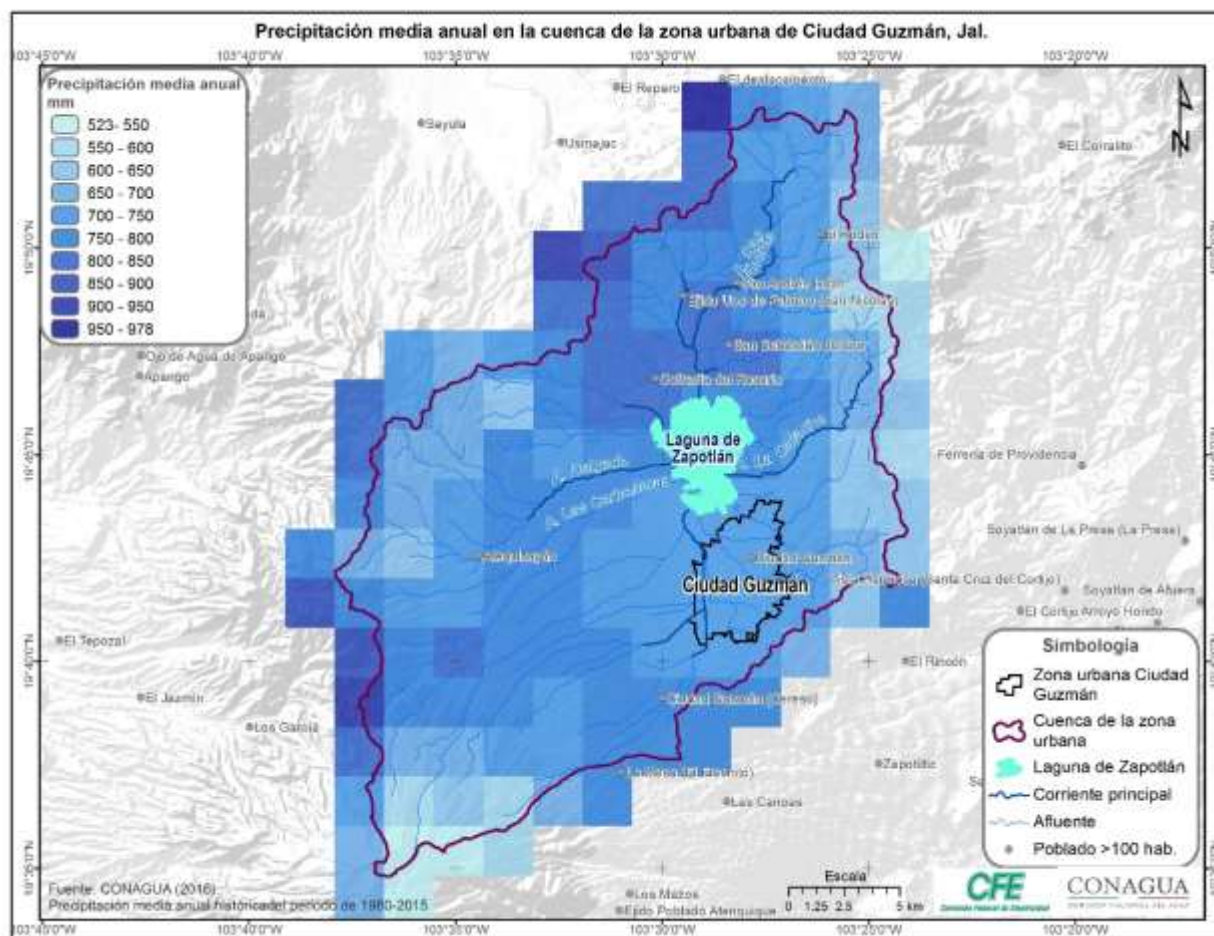


Figura 3-13 Precipitación media anual en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

3.3.8 Regiones hidrológicas

De acuerdo con las 'Estadísticas del Agua en México', elaboradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, Estadísticas del Agua en México, 2015), una región hidrológica (RH) se puede definir como:

“Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento”.

Para la realización de estudios hidrológicos y de la calidad del agua, se divide la República Mexicana en 37 Regiones Hidrológicas. El estado de Jalisco contiene siete regiones Hidrológicas; Armería-Coahuayana, Lerma-Santiago, Balsas, Río Ameca, Costa de Jalisco, Río Huicicila y El Salado.

La zona urbana del municipio de Zapotlán el Grande, se localiza dentro de la región hidrológica 12; Lerma-Chapala, dentro de la cuenca del río Santiago (Figura 3-14).

El área de la cuenca de la Región Hidrológica 12, es de 132, 916 km².

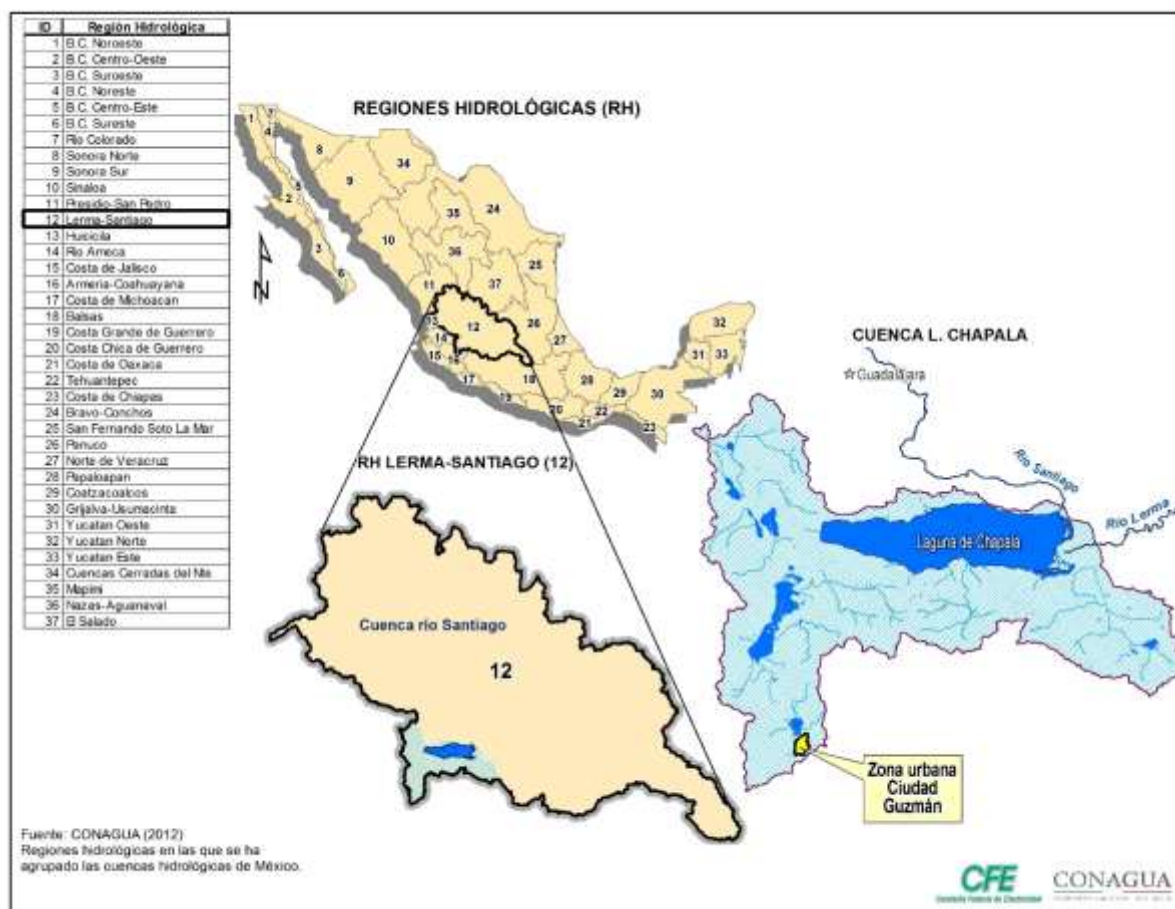


Figura 3-14 Localización de la RH de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

La cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, forma parte del sistema hidrológico de la cuenca de río Lago Chapala y de la subcuenca Laguna de Zapotlán. Por su parte, la superficie de la cuenca asociada a la zona urbana de Zapotlán el Grande es de 174.23 km².

3.3.9 Humedales

Los humedales, son zonas de tierras, generalmente planas, cuya superficie se inunda de manera permanente o intermitentemente. Al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres. De manera natural, los humedales pueden ser aquellos que se forman por lagunas, esteros, marismas, pantanos, manglares y zonas de costas marítimas.

Por otro lado, también existen humedales artificiales que son creados por el hombre con un propósito específico; servir como embalses, criaderos de especies acuáticas y comerciales, canales, bordos y plantas de tratamiento para la eliminación de contaminantes, entre otros.

Para este caso, dentro de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande se ubica la Laguna de Zapotlán, identificada como un importante cuerpo de agua que pertenece al sistema hidrológico de la cuenca Lago Chapala y la subcuenca Laguna de Zapotlán (Figura 3-15). (INEGI. Humedales potenciales escala 1:250,000, 2012).

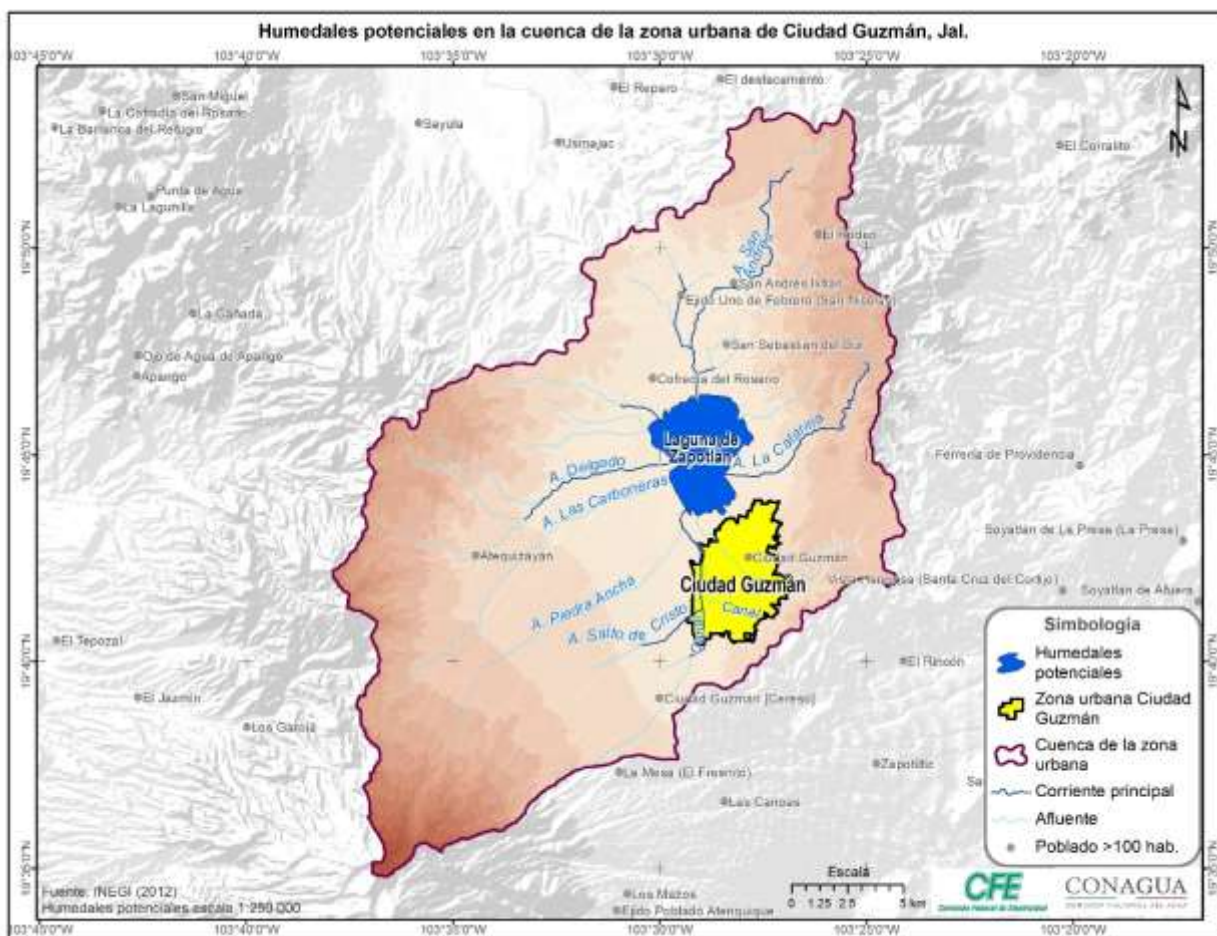


Figura 3-15 Parte del Humedal de la Laguna de Zapotlán, en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

3.4 Características geomorfológicas de los cauces y planicies de inundación

3.4.1 Cauces

La subcuenca de la Laguna de Zapotlán es endorreica, los principales cauces que drenan hacia la laguna son el arroyo Salto de Cristo y el arroyo El Capulín, afluentes del canal que se ubica en la zona oeste de la zona urbana, conocido localmente como canal Los Volcanes. En la parte norte de la cuenca de la zona urbana se encuentra el arroyo San Andrés con un área de aportación importante a la laguna.

Otros cauces importantes en la cuenca de la zona urbana son: arroyo Delgado, La Catarina, Las Carboneras, Las Minas, La Llave, Chuluapan, La Tijera y Piedra Ancha, los cuales confluyen en la Laguna de Zapotlán.

En la Figura 3-16, se puede observar la hidrografía de la zona rural de Zapotlán el Grande, Jalisco. (INEGI. Red hidrográfica, serie II, 2010).

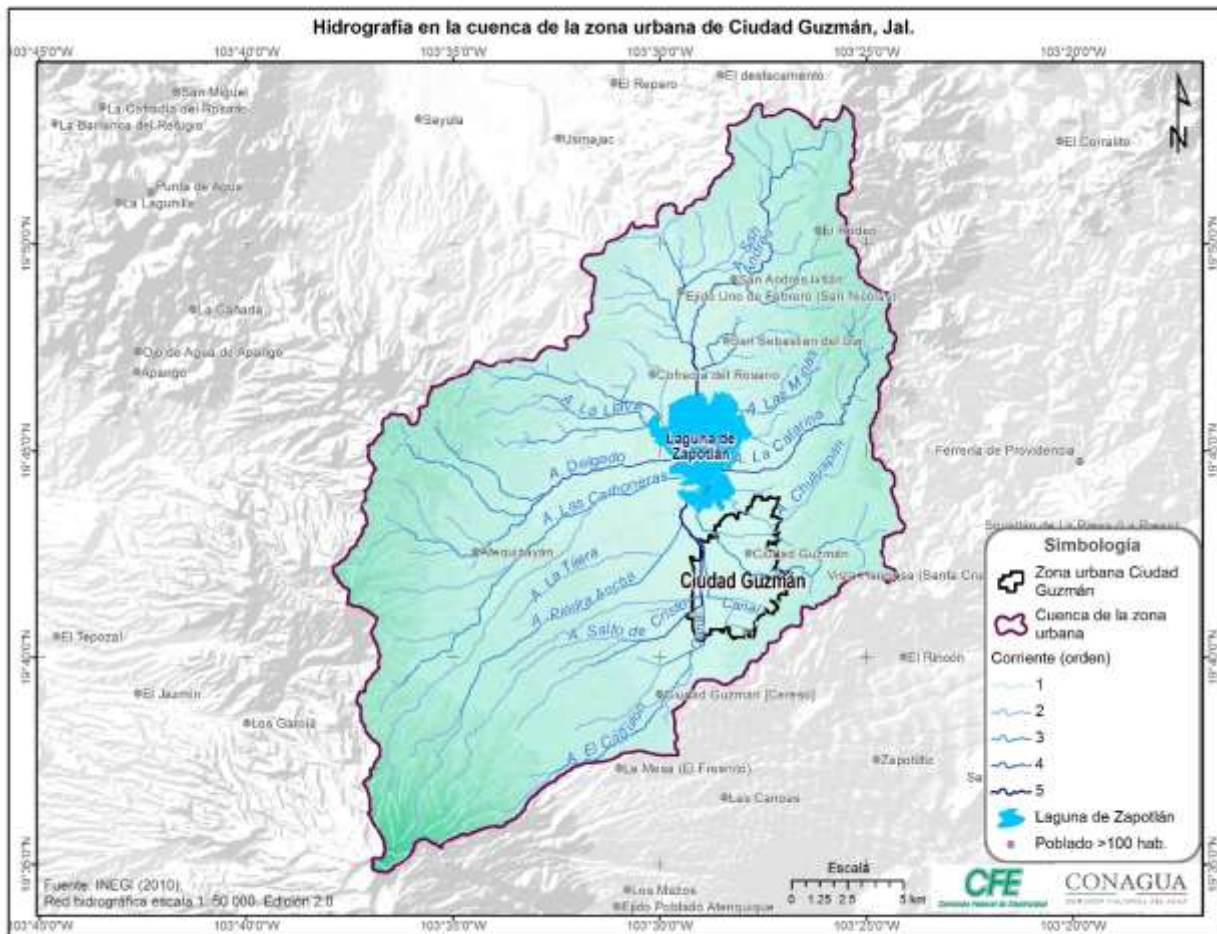


Figura 3-16 Hidrografía en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

3.4.1 Pendientes

En la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, el rango de pendientes fluctúa desde $<1^\circ$ hasta $> 30^\circ$. En el área que ocupa la zona urbana, las pendientes predominantes son menores a 5° en la planicie y entre 10° y 15° para las laderas.

En las partes altas de la cuenca, donde se identifica el nacimiento de los cauces, se cuenta con pendientes mayores a 30° .

La Figura 3-17, muestra la clasificación del rango de pendientes en la cuenca.

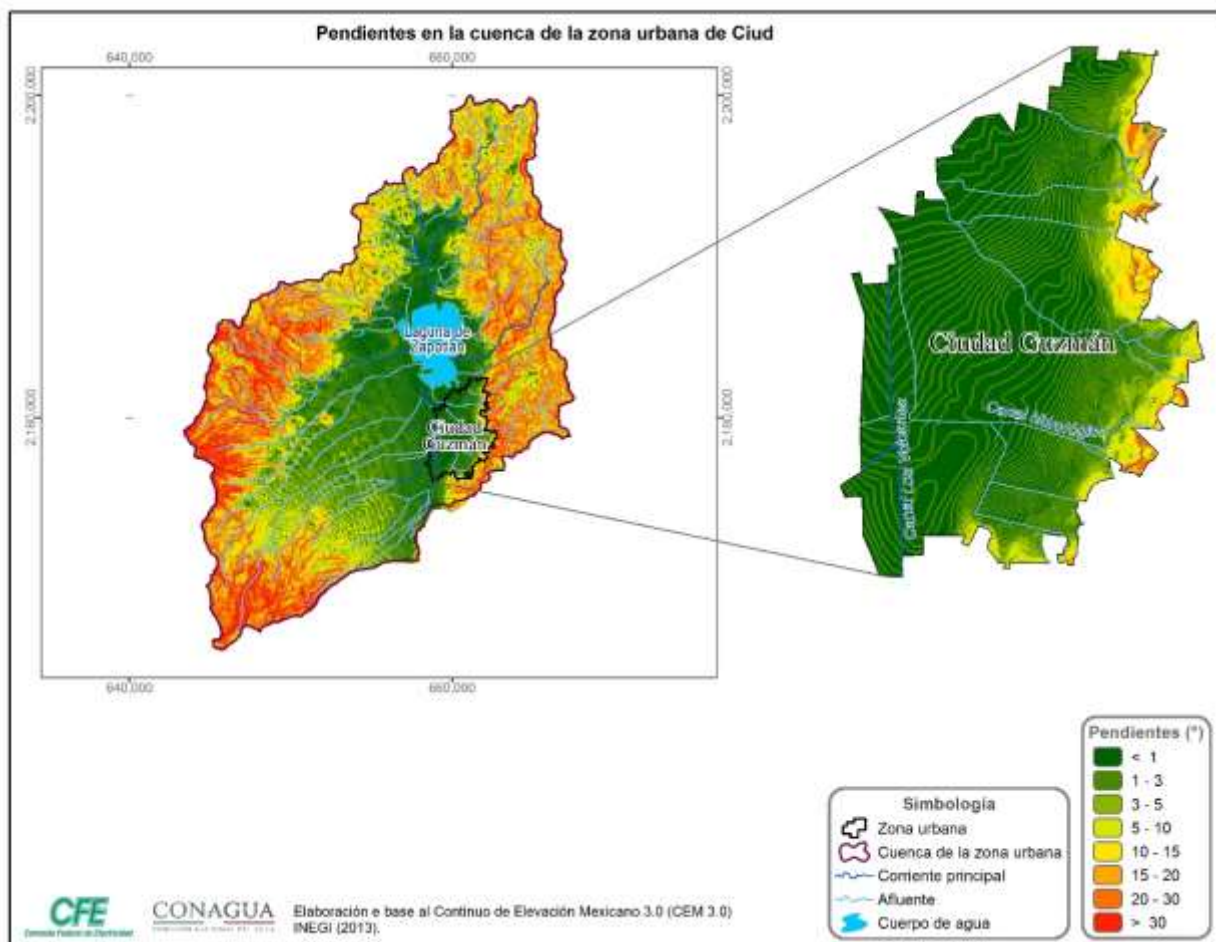


Figura 3-17 Pendientes en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

3.4.2 Geología

La cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, presenta diferentes aspectos geológicos que se muestran en la Figura 3-18. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales geológicos, 2013).

Se aprecia que el tipo de roca ígnea extrusiva ocupa una superficie de 259.94 km² (56 %), mientras que el suelo aluvial está presente en 117.55 km² del total de la superficie (26 %). El resto de la cuenca se compone por geología correspondiente a la roca sedimentaria con 82.67 km² (18 %).

Los porcentajes geológicos por tipo de roca en la cuenca, se muestran en la Tabla 3-4.

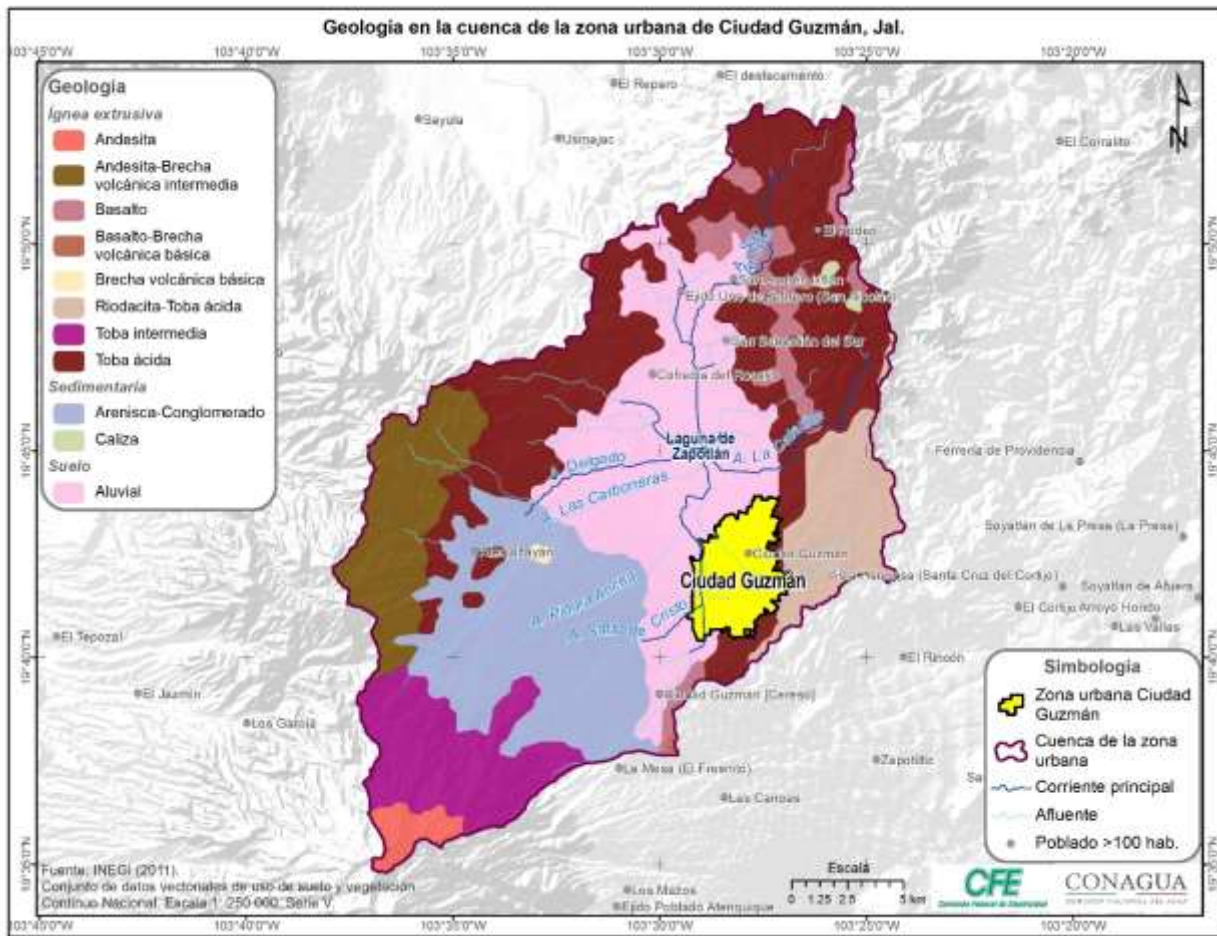


Figura 3-18 Geología en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

Tabla 3-4 Tipos de Geología de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

Tipo	Clase	Área (km ²)	%
Andesita	Ígnea extrusiva	6.67	1.45
Andesita-Brecha volcánica intermedia	Ígnea extrusiva	37.38	8.12
Basalto	Ígnea extrusiva	20.70	4.50
Basalto-Brecha volcánica básica	Ígnea extrusiva	0.30	0.06
Brecha volcánica básica	Ígnea extrusiva	0.66	0.14
Riodacita-Toba ácida	Ígnea extrusiva	30.66	6.66
Toba intermedia	Ígnea extrusiva	39.39	8.56
Toba ácida	Ígnea extrusiva	124.18	26.99
Arenisca-Conglomerado	Sedimentaria	81.47	17.71
Caliza	Sedimentaria	1.20	0.26
Aluvial	Suelo	117.55	25.55
		460.15	100.00

3.4.3 Degradación

En este apartado se muestra la ubicación de los tipos de degradación de suelo causada por diversos factores naturales y por actividades antropogénicas, en la cuenca y zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

Entre los principales factores que causan la erosión hídrica son inundaciones, escurrimientos, sedimentación, entre otros. Mientras que los tipos de degradación química se deben a la salinización del suelo, contaminación, eutricación y pérdida de nutrientes.

Por su parte, la degradación física se distingue por la compactación de estructura del suelo, encostramiento y sellamiento, hundimiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva. Es importante señalar, que los principales procesos de degradación del suelo, están en función de la reducción de la productividad de los terrenos de la cuenca y zona urbana.

En la Figura 3-19, se muestra la ubicación de los tipos de degradación de suelo en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande.

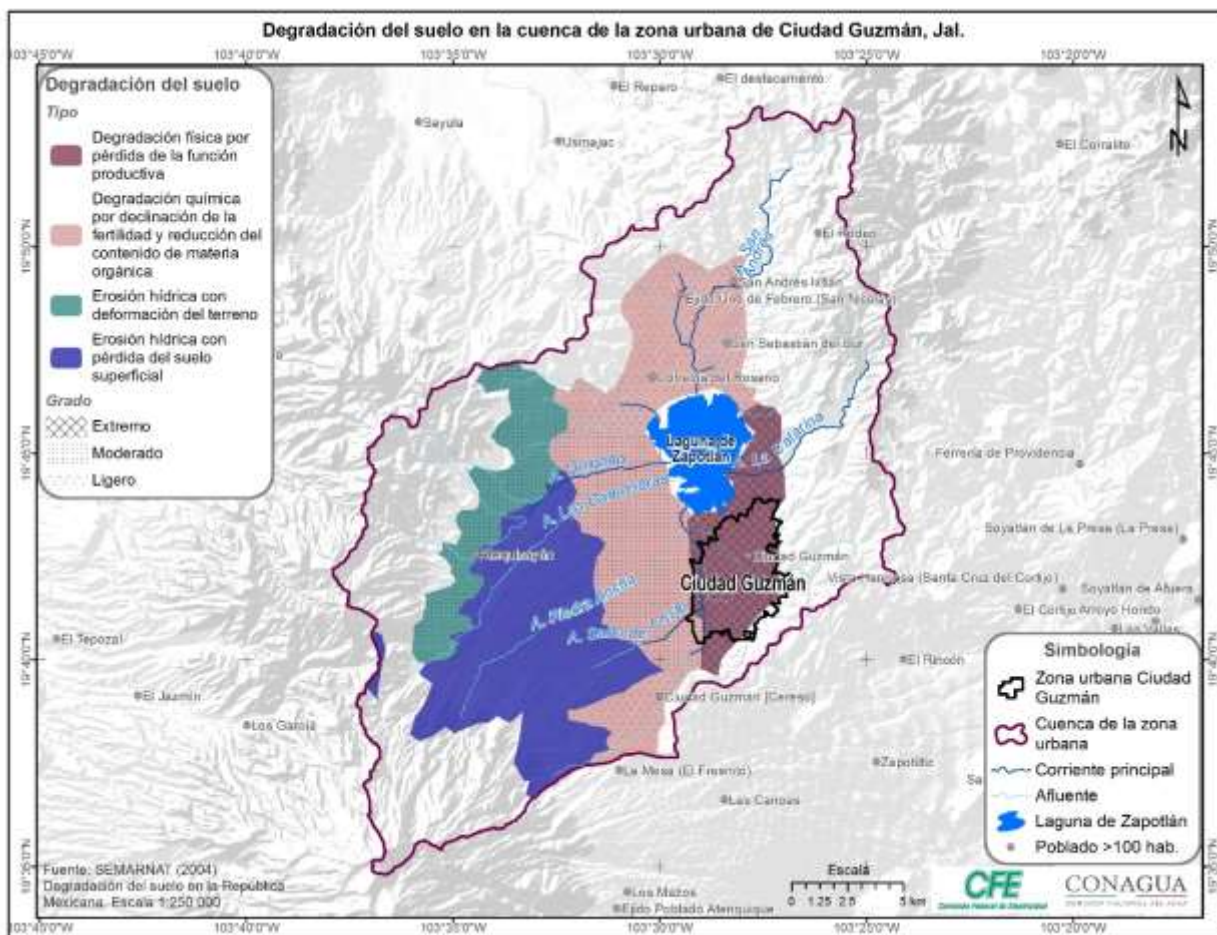


Figura 3-19 Degradación en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

En la cuenca se presenta degradación física por pérdida de la función productiva, degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica; y erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y por deformación del terreno.

Con respecto al grado de degradación que se observa en la cuenca, sobresale el grado extremo sobre la zona urbana, mientras que el resto de la cuenca presenta un grado de degradación de ligero a moderado. (SEMARNAT. Degradación del suelo en la República, 2004).

En la Tabla 3-5, se muestran los tipos de degradación y el porcentaje con respecto a la cuenca de Zapotlán el Grande y su zona urbana.

Tabla 3-5 Tipos de Degradación de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

Tipo	Área (km ²)	%	Grado	Causa
Degradación física por pérdida de la función productiva	28.91	6.28	Extremo	Urbanización
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	89.40	19.43	Ligero y moderado	Actividades agrícolas
Erosión hídrica con deformación del terreno	27.60	6.00	Moderado	Sobrepastoreo/sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	71.04	15.44	Ligero	Actividades agrícolas y deforestación y remoción de la vegetación
Sin dato de degradación de la cuenca	243.20	52.85		
	460.15	100		

Como dato estadístico, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través del Inventario Nacional de Suelos, realizó la actualización de la evaluación de la degradación del suelo, causada por el hombre a nivel nacional.

Los principales resultados que se obtuvieron en territorio mexicano, muestran un 45 % en proceso de degradación (89 millones de hectáreas), entre los que destacan la degradación química en 18 % (36 millones de hectáreas), erosión hídrica en 12 % (24 millones de hectáreas), la erosión eólica en 9 % (18 millones de hectáreas) y la degradación física en 6 % (12 millones de hectáreas). *Degradación del suelo en la República Mexicana – Escala 1:250 000. SEMARNAT, Dirección de Geomática (2012).*

3.4.4 Edafología

La Edafología en la cuenca de Zapotlán el Grande, está conformada en su mayoría por suelo Regosol con una superficie ocupada de 207.77 km² (45.15 %), Cambisol con 112.34 km² (24.41 %), Phaeozem con 58.74 (12.76 %) y Arenosol con 34.94 km² de superficie (7.59 %).

El resto de la cuenca se compone por 5 tipos de suelos más que se pueden observar en la Figura 3-20. En la Tabla 3-6, se describe la clasificación edafológica del total de la cuenca de la zona urbana. (INEGI. Conjunto de datos vectoriales edafológicos, 2006).

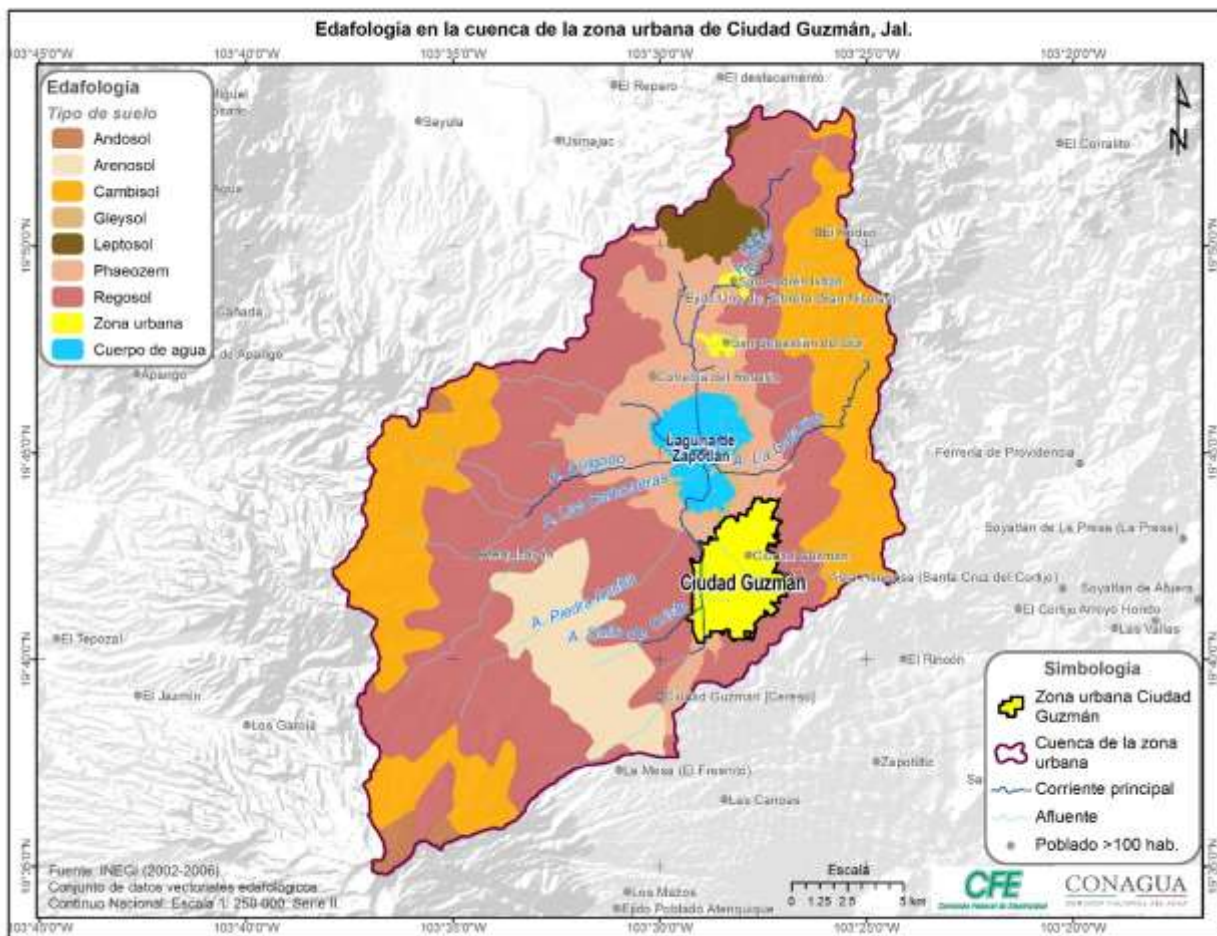


Figura 3-20 Edafología en la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

Tabla 3-6 Cobertura edafológica de la cuenca de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

(INEGI, <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/>, 2002-2006).

Tipo de suelo	Área (km ²)	%
Andosol	4.90	1.06
Arenosol	34.94	7.59
Cambisol	112.34	24.41
Gleysol	3.53	0.77
Leptosol	10.74	2.33
Phaeozem	58.74	12.76
Regosol	207.77	45.15
Zona urbana	13.15	2.86
Cuerpo de agua	14.04	3.05
	460.15	100

3.5 Descripción de inundaciones históricas relevantes

Se presenta una recopilación de eventos hidrológicos, basados en las inundaciones registradas en la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco. Dicha información proviene de diferentes fuentes consultadas en la red, como se indica en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7 Inundaciones históricas de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco.

(Fuente: Indicada)

Fecha	Evento	Fuente	Marca de agua			Daños	
			Zonas afectadas	Descripción	Altura	Pob. Afectada	Infraestructura (\$)
22/Ago./2010	Tromba	http://www.periodicoelsur.com/noticias_guzman.aspx?idnoticia=49925	Zona urbana de Zapotlán el Grande y Valle de Zapotlán	Afectaciones en zona urbana, caída de árboles, cultivos y vialidades	-	-	-
11-12/oct./2011	Huracán "Jova"	http://lavozdelsur.com.mx/general/general.htm http://periodicoelsur.com/noticias_guzman.aspx?idnoticia=63260 http://www.proceso.com.mx/283965/e2-80-98jova-e2-80-99-deja-cuatro-muertos-y-4-mil-500-damnificados-en-jalisco	Varios municipios de Colima y Jalisco	Casas inundadas, vías de comunicación obstruidas, derrumbe de laderas.	-	4,500 damnificados en Jalisco	-
15-16/Sep./2013	Tormenta Tropical "Manuel"	http://limpiemoselsalto.blogspot.mx/2013/09/inundacion_1753.html	Vialidades e infraestructura de la zona urbana de Zapotlán el Grande	Derrumbes en carreteras, desbordamiento de arroyos, derrumbes de laderas	-	-	-
15/May./2014	Lluvia con granizada	http://www.periodicoelsur.com/noticias_guzman.aspx?idnoticia=90966	Zona urbana de Zapotlán el Grande	Inundaciones en calles y viviendas, caída de postes y árboles	-	-	-
02/Sep/2014	Lluvias de temporal	http://www.periodicoelsur.com/noticias_guzman.aspx?idnoticia=93658	Zona urbana de Zapotlán el Grande	Inundación en los puntos ya clasificados de riesgo de la zona urbana de Zapotlán el Grande	50 cm	-	-
23/Oct./2015	Huracán "Patricia"	http://elsur.webhost4life.com/noticias_guzman.aspx?idnoticia=100368	Valle de Zapotlán y zona urbana de Zapotlán el Grande	Daños a la infraestructura, agricultura, caminos, energía eléctrica y agua potable	-	-	-

Como se observa en la tabla anterior, en la zona urbana de Zapotlán el Grande se han presentado diversos eventos hidrometeorológicos que han provocado considerables daños por inundación.

Un ejemplo de ello fue el Huracán "Jova" (Figura 3-21), que según varias fuentes de inundación dejó miles de damnificados en diversos municipios de Colima y Jalisco.

Jova deja daños en al menos 3 municipios de Jalisco

La Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos reporta comunidades aisladas, desbordamiento de ríos y arroyos, carreteras bloqueadas y tres lesionados tras el paso del huracán, que al tocar tierra se degradó a categoría 1.



Figura 3-21 Daños ocasionados por el Huracán Jova, en varios municipios de Jalisco. (<http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/800455.html>).

Por su parte, el paso de las tormentas tropicales (Figura 3-22 y Figura 3-23) denominadas “Manuel” e “Ingrid”, dejó cuantiosos daños materiales y víctimas mortales en varios municipios del estado de Jalisco, además de arrasar con la infraestructura vial que conecta a los pueblos de estos municipios. En la zona urbana de Zapotlán el Grande, se reportó el cierre de la vía de Acatlán-Zapotlán el Grande por desbordamiento del arroyo El Brecha, así como del arroyo Los Volcanes que afectó varias áreas del tecnológico.

En mayo de 2014, una fuerte lluvia con granizo cayó sobre la zona urbana de Zapotlán el Grande, generando inundaciones en diferentes puntos de la ciudad, acompañada de cortes de energía eléctrica y daños a calles y vehículos.



Figura 3-22 Vialidades afectadas por la tormenta tropical Manuel, en Zapotlán el Grande, Jalisco.
(http://limpiemoselsalto.blogspot.mx/2013/09/inundacion_1753.html).



Figura 3-23 Fuerte tromba que azotó la tarde del 31 de julio de 2014, en Zapotlán el Grande.
(<http://enfoqueinforma.blogspot.mx/2014/07/tromba-inunda-ciudad-guzman-jal.html>).

Uno de los mayores fenómenos hidrometeorológicos que ha pasado por la República Mexicana, fue el Huracán “Patricia” que provocó cuantiosos daños materiales en varios estados y municipios del país. En su paso por el municipio de Zapotlán El Grande y la zona urbana de Zapotlán el Grande, afectó a distintos sectores agropecuarios y a la infraestructura de servicios, caminos, energía

eléctrica y agua potable. Como medida de prevención, varias familias fueron evacuadas a y refugiadas en albergues del DIF Municipal.

En esta ocasión se desbordó el arroyo Los Volcanes, inundando calles y viviendas. En la zona urbana de Zapotlán el Grande fueron decenas los reportes de árboles caídos, en los ingresos sur y norte, y numerosas calles, por lo cual resultó insuficiente el trabajo del personal público para atender la contingencia. (ver Figura 3-24).



Figura 3-24 Cuantiosos daños provocados por el Huracán Patricia, en su paso por el Valle de Zapotlán y la zona urbana de Zapotlán el Grande (http://elsur.webhost4life.com/noticias_guzman.aspx?idnoticia=100368)

Atlas de riesgo

A la fecha, se cuenta con el “Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande”, elaborado por las tres instancias de Gobierno, con fecha del 11 de febrero de 2016. (Zapotlán El Grande, 2016) (Gaceta Municipal de Zapotlán No 95, 2016). En este documento, se describe el “Análisis histórico de inundaciones en Zapotlán el Grande”, en el cual se describen los siguientes aspectos:

Del análisis histórico de las inundaciones en el municipio se desprenden tres áreas que son principalmente afectadas: la cabecera municipal, la planicie de inundación generada por el crecimiento de la laguna de Zapotlán y la zona poniente del municipio que va de los 1740 metros hacia los 1540 (según reportes del departamento agropecuario del municipio), la cual es una zona con uso de suelo predominantemente agrícola, misma característica de la planicie de inundación generada alrededor de la laguna de Zapotlán.

Para la zona urbana existen estudios previos en los que se ha determinado que precipitaciones de 40 mm pueden generar tirantes de agua superiores a los 0.35 m.

Las montañas ubicadas al oriente de la ciudad, las cuales en conjunto representan un área de captación de 4,707 hectáreas, vierten sus escurrimientos a la zona urbana, principalmente por los arroyos Los Guayabos y Chuluapan.

En los últimos años la problemática se ha venido agudizando debido a los cambios de uso de suelo en esas zonas, incrementándose las áreas dedicadas a fines agrícolas en detrimento de las boscosas, contribuyendo también a la pérdida de suelos, el arrastre de sedimentos y el asolvamiento de la laguna de Zapotlán lo que repercute en el aumento de la planicie de inundación. Una medida realizada para mitigar las inundaciones en la zona urbana fue la construcción del canal el cual tiene una extensión de 8.115 km, aproximadamente.

Por el lado poniente del municipio, inciden los arroyos intermitentes Salto de Cristo, El Capulín y Piedra Ancha, así como dos arroyos más de los que se desconocen sus nombres. En conjunto estos cauces drenan 11,892 hectáreas.

Por medio de la identificación de zonas afectadas por inundación y en función de un análisis estadístico de precipitaciones y caudales máximos, que se describe en dicho documento, se llegó a establecer el siguiente mapa de inundación de la zona urbana del municipio de Zapotlán el Grande (Figura 3-25).



Figura 3-25 Zonas de inundación identificadas en la zona urbana. Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande”, (Zapotlán El Grande, 2016).

Los resultados obtenidos para los diferentes periodos de retorno muestran que las zonas inundables coinciden con los registros históricos: la zona del cruce del canal Jalisco con el canal hidráulico, prolongándose la inundación del otro lado del canal, con profundidades que pueden rebasar 2 metros.

En la Calle Emiliano Zapata desde Villa Olímpica hasta Parcela, Carlos Pérez y Poniente, con profundidades de más de 2 metros. Así mismo las calles Del Nevado y La Laguna con las mismas profundidades. También, las calles de Roberto Esparza y Mercedes Madrigal.

En el lado oriente la zona de las calles De Ocampo, De la Reja, Jade, Turquesa y Simón Bolívar, con zonas más reducidas, pero con las mismas profundidades. Finalmente, la prolongación del arroyo Los Guayabos hacia la zona urbana muestra posibilidades de alcanzar profundidades desde 0.46 a los 1.05 metros en zonas aisladas del mismo cauce. (Figura 3-26).



Figura 3-26. Zonas susceptibles de inundación por canal hidráulico e insuficiencia de capacidad en red de alcantarillado, Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande”, (Zapotlán El Grande, 2016).

También se analizaron posibles zonas de inundación provocadas por los cauces de los arroyos Capulín, Salto de Cristo y Poniente, por medio del software Hec-Ras y Geo Ras, para diferentes periodos de retorno, sobre los arroyos El Capulín, Poniente y Salto de Cristo. El resultado de posibles inundaciones se muestra en las siguientes figuras (Figura 3-27 a la Figura 3-29).



Figura 3-27. Zonas de inundación Tr 10 años. Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande", (Zapotlán El Grande, 2016).



Figura 3-28. Zonas de inundación Tr 50 años. Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande", (Zapotlán El Grande, 2016).

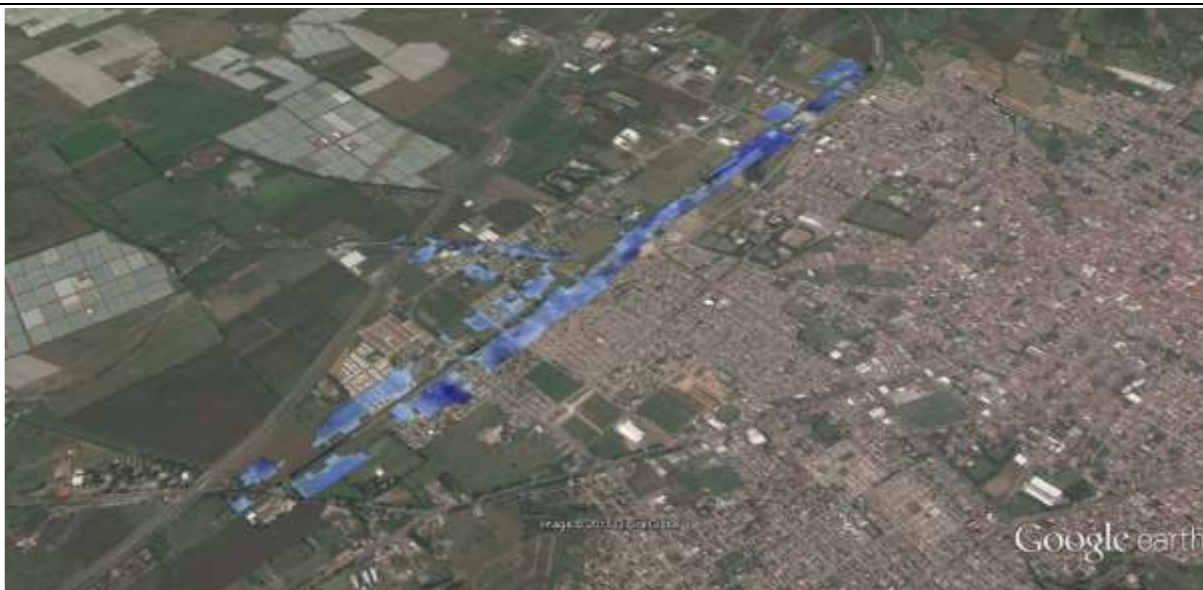


Figura 3-29. Zonas de inundación Tr 100 años. Fuente: Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande”, (Zapotlán El Grande, 2016).

Actualmente, el Sistema de Información Territorial Estatal en Línea (SITEL), del Instituto de Información Estadística y Geográfica, tiene como objetivo la integración de la información geográfica que se produce en el estado de Jalisco a nivel estatal, regional y municipal para su publicación, distribución y uso a través de Internet.

Dentro de este Sistema de Información se encuentra el Atlas de Riesgos que contiene las capas de información relacionadas con los riesgos Hidrometeorológicos para los municipios del estado de Jalisco, y de las cuales se obtuvieron las Líneas y Polígonos de las zonas susceptibles a Inundaciones, para el municipio de Zapotlán el Grande y su zona urbana, tal como se ilustra en la Figura 3-30.



Figura 3-30. Líneas y Polígonos de zonas susceptibles a inundaciones, registradas en el municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco. (<http://sitel.jalisco.gob.mx/riesgos>)

3.6 Obras de Protección contra inundaciones y acciones no estructurales existentes.

3.6.1 Red de monitoreo meteorológico

De acuerdo con las recomendaciones dadas en la Guía para la Formulación de Programas de Prevención contra Inundaciones para los trece Organismos de Cuenca, de CONAGUA, se consultó en la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico, la información y seguimiento correspondiente a la red de monitoreo climatológico que se lleva a cabo para la zona urbana de Zapotlán El Grande, Jalisco.

En este tema, se indicó que en la zona de estudio, se cuenta con las siguientes Estaciones de Monitoreo (Tabla 3-8):

Tabla 3-8 Estaciones de monitoreo en el Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico

ESTACIONES DE MONITOREO OCLSP							
CLAVE	NOMBRE	TIPO	PERIODICIDAD DE REGISTRO	MUNICIPIO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
14030	CIUDAD GUZMAN	OBSERVATORIO	HORARIOS	ZAPOTLÁN EL GRANDE	-103.464069	19.717447	1520
	CIUDAD GUZMAN	AUTOMÁTICA	CADA 10 MINUTOS	ZAPOTLÁN EL GRANDE	-103.4640694	19.7174472	1520

Cabe señalar, que las estaciones automáticas están localizadas en las mismas instalaciones de los Observatorios. Por su parte, se mantiene comunicación diaria con todas las estaciones (no automáticas), a excepción de las que envían sus registros al final de cada mes.

En este sentido, es importante mencionar que la Unidad de Protección Civil de Zapotlán el Grande, mantiene una comunicación constante con las áreas meteorológicas y de registros de datos de la CONAGUA, por tanto, existe una retroalimentación oportuna y veraz de la información climatológica en el municipio.

3.6.2 Equipos de Medición

A continuación, se muestra el tipo de estación, y las variables de medición con el que se cuenta para el monitoreo hidrometeorológico (Tabla 3-9):

Tabla 3-9 Equipos de Medición con el que se cuenta en el Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico.

TIPO DE ESTACIÓN	VARIABLE MEDIDA	OTROS FENÓMENOS
CLIMATOLÓGICA	TEMPERATURAS: AMBIENTE, MÁXIMA Y MÍNIMA	ADEMÁS, SE REGISTRAN FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS OBSERVADOS EN EL SITIO (P. E.J. GRANIZO, NIEBLA, TORMENTA ELÉCTRICA, ETC.)
	PRECIPITACIÓN	
	EVAPORACIÓN	
OBSERVATORIO	TEMPERATURAS: AMBIENTE, MÁXIMA Y MÍNIMA	
	PRECIPITACIÓN	
	EVAPORACIÓN	
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	
	HUMEDAD RELATIVA	
DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DE VIENTO		
AUTOMÁTICA	VELOCIDAD DEL VIENTO	
	DIRECCIÓN DEL VIENTO	
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	
	TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	
	RADIACIÓN SOLAR	
	PRECIPITACIÓN	

Las estaciones manuales (operadas por personal en el sitio), generan sus registros en forma tabular en tanto que, las que reportan diariamente, son capturadas en el Sistema de Información Hidrológica (SIH), por personal adscrito a la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico.

Dicha información puede ser consultada en cualquier momento a través de la red interna de la CONAGUA. Por otra parte, las informaciones de las estaciones automáticas están disponibles a través de la página del Servicio Meteorológico Nacional⁹, para los usuarios interesados.

⁹ (<http://smn.conagua.gob.mx/es/>)

3.6.3 Sistema de Alerta Temprana (SAT)

Un sistema de Alerta Temprana (SAT), es un sistema o procedimiento para advertir con la debida anticipación de un riesgo potencial o un problema inminente a la población, con el fin de proteger la vida y la propiedad.

Sus objetivos principales son:

- Alertar a la población con tiempo de anticipación suficiente para una reacción adecuada, en caso de que un fenómeno natural de proporciones tales puedan causarles daños personales y materiales.
- Proteger la vida y la propiedad manteniendo un monitoreo continuo de las amenazas.

Entendiendo por *tiempo anticipado*, como la distancia en horas entre la presencia de un fenómeno amenazante y su impacto en un lugar específico. Y como *reacción adecuada*, el aprovechamiento de cada momento del tiempo anticipado con el propósito de resguardar la vida humana y proteger los bienes.

Para establecer el SAT se implican la actuación de varias Instituciones tales como CONAGUA como responsable de las mediciones, y procesamiento de los datos, CENAPRED para dar la alerta y monitoreo y Protección Civil estatal y municipal, para tomar las precauciones en los lugares específicos y resguardar la población de acuerdo a los protocolos de cada lugar.

Para el caso de estudio, la zona urbana de Zapotlán el Grande, no existe como tal un Sistema de Alerta Temprana (SAT), sin embargo, se cuenta con sistemas y metodologías de vigilancia y alertamiento a nivel municipal (Protección Civil) y nacional (Organismo de Cuenca de CONAGUA), empleados para hacer dicha función.

Dichas metodologías, se basan en diferentes fuentes de información (local, nacional e internacional), con la finalidad de mantener actualizada la base de datos climatológica de la región. Con lo anterior, es posible pronosticar de manera general, el comportamiento de las variables climatológicas, a pesar de no ser de manera pronta o simultánea, para cada evento, y de no contar con una plataforma o modelo específico para pronóstico de avenidas.

Para tal efecto, se reciben informes escritos e imágenes de satélite vía Internet de la región, que incluyen los siguientes tipos de mapas:

- Mapas locales con indicación de zonas de alta y baja presión.
- Mapas del Océano Pacífico.
- Imágenes de radar de densidad de lluvia.
- Imágenes con temperaturas.
- Imágenes con el pronóstico para las próximas 24 horas

Dentro de las, agencias y/o dependencias que proporcionan información meteorológica a la Unidad Municipal de Protección Civil de Zapotlán el Grande, son las siguientes:

- Servicio Meteorológico Nacional de México - Comisión Nacional del Agua (SMN).
<http://smn.cna.gob.mx/satelite/goesE/loop.htm>
- Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos Jalisco

- Universidad de Guadalajara
- Comisión Nacional del Agua
- *Weather-Channel-español.* _
- <https://weather.com/es-US/tiempo/hoy//Ciudad+Guzman+Mexico+MXJO0041:1:MX>

Así mismo, se mantiene comunicación constante con las Dependencias que, tienen a su cargo el control de las presas o almacenamientos de la región, tanto mexicanas como norteamericanas, en el caso de las ciudades fronterizas. Para este caso, se recomienda que, para la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco, se tenga el monitoreo constante de la Laguna de Zapotlán.

Con respecto al material de difusión y alertamiento de la población, para la prevención de riesgos por inundación, tanto el Ayuntamiento como la Unidad de Protección Civil, realizan intensas campañas de concienciación para la población en general, y para que las demás dependencias municipales y estatales se integren y participen en la atención de los fenómenos hidrometeorológicos. Un ejemplo de ello es el **PLAN OPERACIONAL DE LLUVIAS Y CICLONES 2016**, presentado al H. Ayuntamiento Constitucional de Zapotlán El Grande, en el cual se detallan las acciones y programas en caso de presentarse algún fenómeno hidrometeorológico, así como las responsabilidades de cada Dependencia Municipal y Organismos Voluntarios en los Subprogramas de Prevención y Auxilio, así como la estructura del Consejo Municipal de Protección Civil.

Sumado al esfuerzo que se hace a nivel municipal, la Comisión Nacional del Agua, a través de sus diferentes Organismos de Cuenca Lerma Santiago Pacífico, y de sus áreas de Hidrometría, Climatología y Meteorología, emite día a día, un **Boletín Hidrometeorológico**, donde se hace una Descripción Meteorológica General (pronóstico del tiempo, próximas 24 horas) para la República Mexicana, mismo que es de vital importancia para las autoridades a nivel de Protección Civil del estado y del municipio, y para todas las dependencias involucradas en la atención de los fenómenos hidrometeorológicos (Figura 3-31).

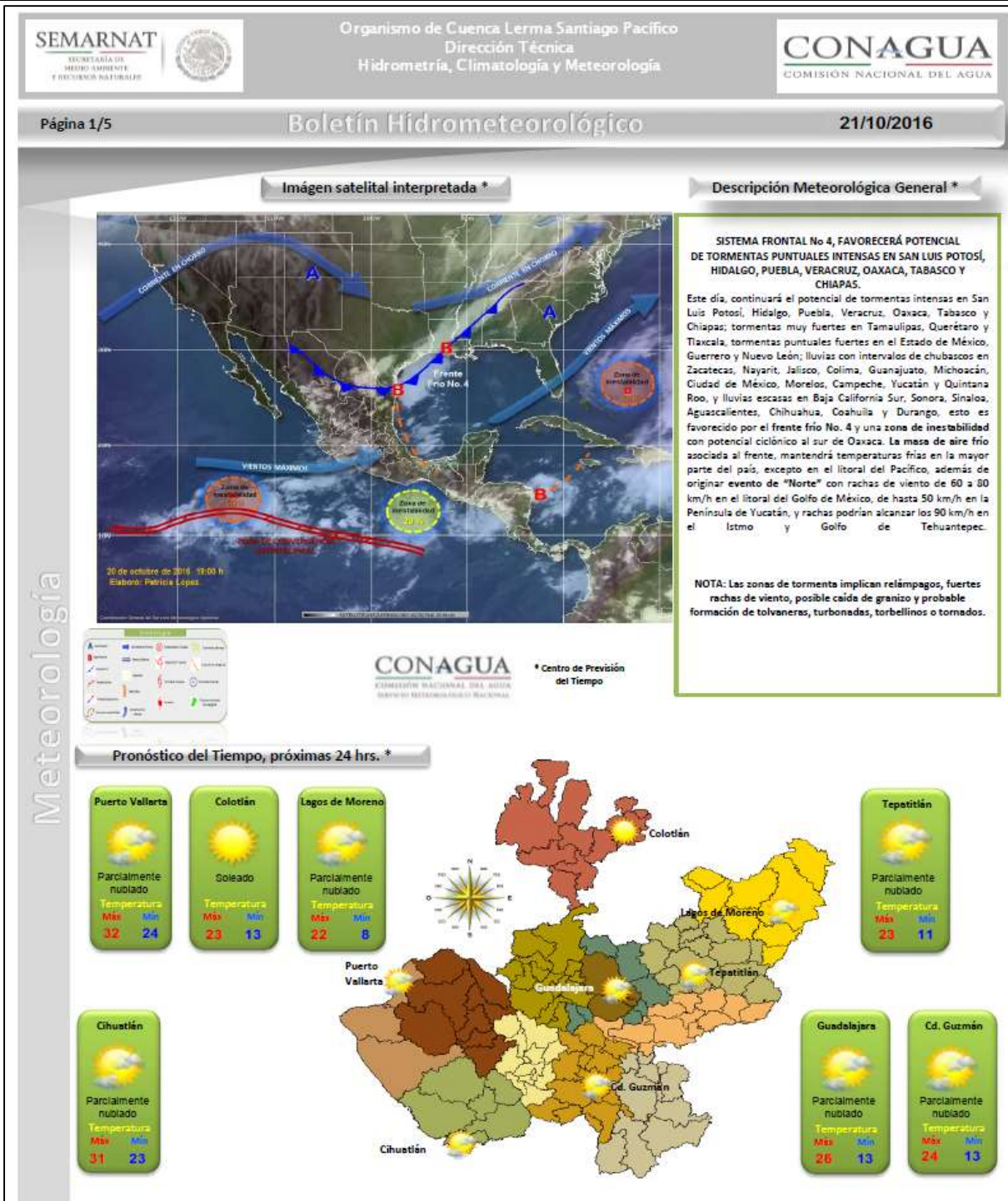


Figura 3-31 Formato de Boletín Hidrometeorológico, emitido por CONAGUA para diferentes municipios del estado de Jalisco.

Aunado a lo anterior, en los boletines hidrometeorológicos se cuenta con información de la medición y registro de las Estaciones Climatológicas Convencionales en los municipios y regiones clasificados, y en donde, se observa el comportamiento de las variables de *Temperatura*, *Precipitación Pluvial* y *Evaporación*, durante las últimas 24 horas.

Dentro del monitoreo y evaluación de las condiciones meteorológicas, se revisa el estado y funcionamiento de las Presas (Nivel-Capacidad), que tiene a su cargo la CONAGUA, o en su defecto alguna otra unidad o dependencia autorizada, y se proporciona información oficial sobre el Nivel y Capacidad de operación de presas o embalses, que inciden en la prevención de riesgos hidrometeorológicos.

De igual manera, como parte de las actividades de monitoreo de las condiciones meteorológicas, la CONAGUA, a través de sus diferentes áreas de trabajo, realiza campaña de actividades, donde se activan las Guardias por *Temporada de Lluvias*, donde se identifica el *Tipo de Emergencia* y las acciones preventivas y de atención a los posibles eventos.

Para el caso de Reporte de Lluvias, se hace un reporte donde se indica si son eventos Normales o Extraordinarios y se aplican los protocolos establecidos previamente. En este sentido, es importante mencionar, que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en conjunto con la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), han desarrollado el *PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR INUNDACIONES*, el cual describe a detalle las acciones que se deben de emprender para las Etapas de atención de emergencias: Antes, Durante y Después¹⁰.

En caso de que se presenten lluvias extraordinarias se tiene que hacer un seguimiento de las lluvias presentadas con lapsos de cada hora llenando el siguiente formato (Figura 3-32).

Por su parte, también se realiza el *Seguimiento de Escalas en Ríos*, con base a los incrementos de lluvia (Figura 3-33).

¹⁰ PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Coordinación General de Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua, 2015.

No.	CLAVE	NOMBRE	MUNICIPIO	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
1	00014006	AJOJUCAR	TEOCALTICHE								
2	00014009	AMECA	AMECA								
3	00014016	ATEQUIZA	IXTLAHUACAN DE LOS MEMBRILLOS								
4	00014018	ATOYAC	ATOYAC								
5	S/C	BASEA AÉREA ZAPOPAN	ZAPOPAN								
6	00014346	BOCAS	MEZQUITIC								
7	00014023	BOLAÑOS	BOLAÑOS								
8	00014024	CAJON DE PEÑA	TOMATLAN								
9	00014040	CHAPALA	CHAPALA								
10	00014028	CIHUATLAN (DGE)	CIHUATLAN								
11	00014035	CORRINCHIS II	MASCOTA								
12	00014038	CUIXTLA	SAN CRISTOBAL DE LA BARRANCA								
13	00014390	EL CORCOVADO	AUTLAN DE NAVARRO								
14	00014339	EL CUALE	PUERTO VALLARTA								
15	00014066	GUADALAJARA (DGE)	GUADALAJARA								
16	00014065	GUADALAJARA (OBS)	GUADALAJARA								
17	00014070	HUASCATO	DEGOLLADO								
18	00014075	JAMAY	JAMAY								
19	00014080	LA CUÑA	YAHUALICA DE GONZALEZ GALLO								
20	00014329	LA EXPERIENCIA	GUADALAJARA								
21	00014320	LA SAUCEDA	LAGOS DE MORENO								
22	00014089	LA VEGA	TEUCHITLAN								
23	00014084	LAGOS DE MORENO (DGE)	LAGOS DE MORENO								
24	00014392	PASO DEL CUARENTA II	LAGOS DE MORENO								
25	S/C	PIAE TOLUQUILLA	SAN PEDRO TLAQUEPAQUE								
26	00014396	PIEDRA BARRENADA	JOCOTEPEC								
27	00014037	PRESA ACHIMEC	HUEJUCAR								
28	00014343	PRESA BASILIO BADILLO	EJUTLA								
29	00014266	SAN GASPAS DE LOS REYES	JALOSTOTITLAN								
30	00014136	SANTA ROSA	AMATITAN								
31	00014132	TLAQUEPAQUE	TLAQUEPAQUE								
32	00014386	TONALA	TONALA								
33	00016141	YURÉCUARO	YURÉCUARO								
34	00014169	ZAPOPAN	ZAPOPAN								

Figura 3-32 Formato de Registro de Lluvias extraordinarias, emitido por CONAGUA para diferentes municipios del estado de Jalisco.

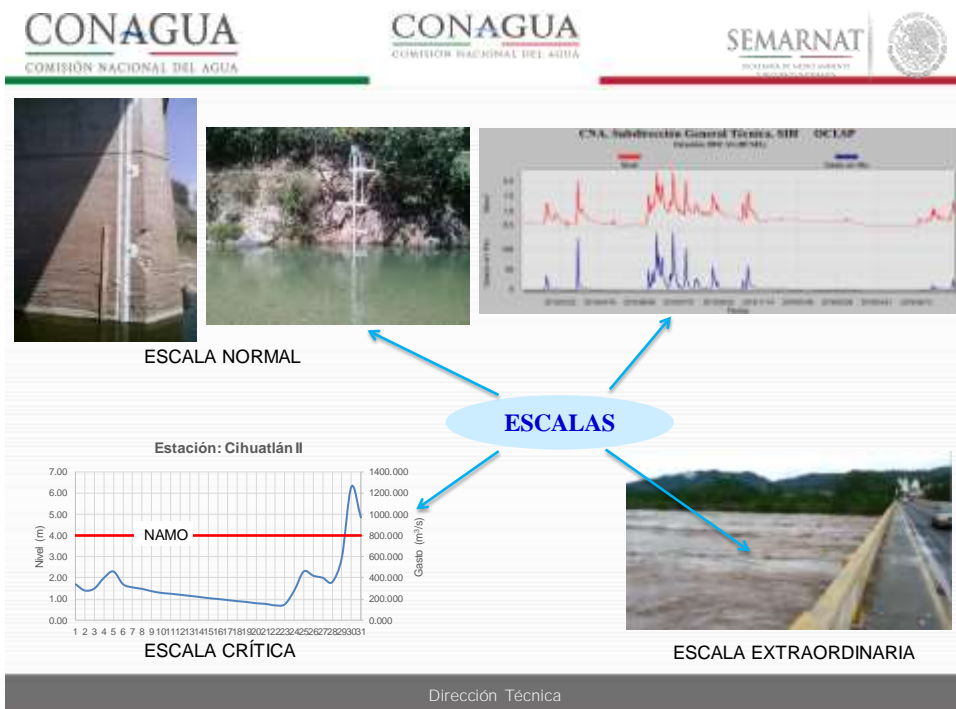


Figura 3-33 Seguimiento de Escalas en Ríos, con base a los incrementos de lluvia.

3.6.4 Sistema de Alerta Temprana (SIAT - CT)

A nivel federal, se cuenta con el Sistema de Alerta Temprana, para Ciclones Tropicales (SIAT-CT), que es una herramienta de coordinación en el alertamiento a la población y en la acción institucional, ante la amenaza ciclónica. Se sustenta en la interacción de los principales actores del Sistema Nacional de Protección Civil:

- La ciudadanía, sociedad civil y sus organizaciones;
- Las instituciones de investigación del fenómeno hidrometeorológico e inclusive quienes estudian sus efectos sociales;
- Los medios de comunicación masiva
- La estructura gubernamental del Sistema Nacional de Protección Civil.

El SIAT-CT, está estructurado de tal forma que el alertamiento oportuno y formal, detona actividades específicas y sistematizadas para cada uno de los diferentes integrantes del Sistema, dependiendo de la intensidad, trayectoria y distancia a la que se encuentre el ciclón tropical.

Para tal efecto, se consideran dos fases: Una de ACERCAMIENTO y la otra de ALEJAMIENTO, cada una de ellas tiene cinco etapas de alerta, que son representadas por un código de colores, según el peligro. En la Figura 3-34 y la Figura 3-35 se ilustra el tipo de alerta y las acciones que debe de hacer la población en cada Fase¹¹.

¹¹ Secretaría de Gobernación. Coordinación General de Protección Civil. Centro Nacional de Prevención de Desastres. www.cenapred.unam.mx

Fase de Acercamiento <i>Qué debe hacer la población al escuchar un mensaje de alerta</i>	
TIPO DE ALERTA	ACCIONES
ALERTA AZUL PELIGRO MÍNIMO ACERCAMIENTO-AVISO	<p>Se establece cuando se ha detectado la presencia de un ciclón tropical</p> <ul style="list-style-type: none"> Mantén atención a la información meteorológica de los avisos sobre ciclones tropicales.
ALERTA VERDE PELIGRO BAJO ACERCAMIENTO- PREVENCIÓN	<p>Se activa cuando un ciclón tropical se acerca a las costas mexicanas a una distancia tal, que existe la posibilidad de impacto. Sin embargo, por su lejanía, el peligro es bajo.</p> <p>Sigue con atención la evolución del ciclón tropical.</p> <ul style="list-style-type: none"> Refuerza techos, ventanas y paredes Limpia azoteas, desagües, canales y coladeras Poda los árboles que pudieran obstruir cables, así como los que pudieran caer sobre las viviendas.
ALERTA AMARILLA PELIGRO MODERADO ACERCAMIENTO- PREPARACIÓN	<p>Significa que un ciclón tropical se acerca a territorio nacional y aumenta la posibilidad de impacto sobre tu comunidad. El peligro se considera como moderado.</p> <p>Mantén atención al pronóstico del ciclón y a la información meteorológica.</p> <p>Tú y tu familia deben estar preparados para una posible evacuación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Conoce la ubicación del refugio temporal más cercano e identifica las carreteras que conducen tierra adentro. Almacena agua y alimentos enlatados (atún, leche, etc.). Ten a la mano los documentos importantes, radio y lámpara de pilas, así como botiquín de primeros auxilios. Asegúrate que tu vehículo esté en buen estado. Sella con cemento la tapa de tu pozo o cisterna. Llévate a un lugar seguro tus animales y tenles alimento almacenado, asimismo protege tu equipo de trabajo. Atiende las instrucciones de navegación, lleva a un puerto de abrigo tus embarcaciones. <p>Aplica medidas de protección de tu hogar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Protege los vidrios con cinta adhesiva colocada en forma de cruz. Retira antenas, fija y amarra todo objeto que pueda ser desplazado por el viento.
ALERTA NARANJA PELIGRO ALTO ACERCAMIENTO- ALARMA	<p>El ciclón tropical se dirige hacia tu comunidad. El peligro es alto.</p> <p>Atiende las instrucciones de las autoridades, como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evacua las zonas y construcciones de riesgo. Acude al refugio temporal si tu vivienda no es segura y/o es de material ligero o frágil. Suspende todo tipo de actividad marítima, recreativa y costera, y evita en lo posible circular por carreteras y autopistas. <p>Al permanecer en resguardo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cierra puertas y ventanas, y aléjate de ellas. Mantén tu radio de pilas encendido para recibir información. Cierra las llaves de gas y agua, desconecta todos tus aparatos, así como el interruptor de energía. Ten cerca artículos de emergencia (viveres, agua, radio, lámpara, pilas, medicinas, etc). Vigila constantemente el nivel del agua cercano a tu casa y/o refugio.
ALERTA ROJA PELIGRO MÁXIMO ACERCAMIENTO- AFECTACIÓN	<p>El ciclón tropical está afectando tu comunidad. El peligro es máximo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Mantén la calma y tranquiliza a tus familiares. Continúa escuchando tu radio de pilas para obtener información o instrucciones acerca del ciclón. Deja tu hogar o el refugio temporal hasta que las autoridades informen que terminó el peligro. Aleja de las ventanas rotas, para evitar lesiones y reporta a las autoridades el lugar de los accidentes.

Figura 3-34 Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Fase de Acercamiento.

Fase de Alejamiento

Qué debe hacer la población al escuchar un mensaje de alerta

TIPO DE ALERTA	ACCIONES
ALERTA ROJA <small>PELIGRO MÁXIMO ALEJAMIENTO-AFECTACIÓN</small>	<p><i>El ciclón tropical continúa afectando a tu comunidad. El peligro es máximo.</i></p> <p>Permanece en resguardo total:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Conserva la calma y sigue las instrucciones de las autoridades. ◆ Continúa en el hogar o refugio temporal hasta que las autoridades indiquen que puedes salir.
ALERTA NARANJA <small>PELIGRO ALTO ALEJAMIENTO-ALARMA</small>	<p><i>El ciclón tropical ha dejado de afectar a tu comunidad, sin embargo, aún se encuentra cerca. El peligro es alto.</i></p> <p>Permanece bajo resguardo hasta que las autoridades lo indiquen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cuida que los alimentos y agua estén limpios, no ingieras nada de procedencia dudosa. ◆ Evita en lo posible circular por carreteras y autopistas. ◆ Mantén suspendidas las actividades marítimas y costeras.
ALERTA AMARILLA <small>PELIGRO MODERADO ALEJAMIENTO-SEGUIMIENTO</small>	<p><i>El ciclón tropical continúa alejándose de tu comunidad. El peligro es moderado.</i></p> <p>Al regresar a tu vivienda revisa las condiciones en que se encuentra.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Si ésta resultó afectada, informa a las autoridades y trasládate a un refugio temporal. ◆ Extrema medidas de higiene en agua y alimentos. ◆ Mantén desconectados el gas, la luz y el agua hasta asegurarse de que no hay fugas, ni peligro de corto circuito. ◆ Desaloja el agua estancada cercana a tu hogar para evitar plagas de mosquitos. ◆ Utiliza el teléfono sólo para emergencias. <p>Continúa aplicando medidas de protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Limpie las sustancias inflamables, tóxicas y medicinas que se hayan derramado. ◆ Evita atravesar a pie o en vehículo ríos, vados y arroyos.
ALERTA VERDE <small>PELIGRO BAJO ALEJAMIENTO-VIGILANCIA</small>	<p><i>El ciclón tropical se ha alejado de tu comunidad. El peligro es bajo.</i></p> <p>Atiende las instrucciones de las autoridades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Evita caminar por zonas afectadas, tocar o pisar cables de energía, vidrios o materiales peligrosos. ◆ Si vives en laderas, pendientes o montañas, cuidate de los deslaves. ◆ Continúa con medidas de higiene en agua y alimentos: bebe agua embotellada y consume alimentos enlatados.
ALERTA AZUL <small>PELIGRO MÍNIMO ALEJAMIENTO-AVISO</small>	<p><i>El ciclón tropical se ha disipado y ha dejado de afectar a tu comunidad.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Mantente informado de los avisos sobre ciclones tropicales a lo largo de la temporada.

Información: Servicio Meteorológico Nacional
www.smn.cna.gob.mx
 Centro Nacional de Comunicaciones/D.G.P.C./SEGOB
 CENACOM 01 800 00 413 00
 Centro Nacional de Prevención de Desastres
www.cenapred.unam.mx



SEGOB
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN



CENAPRED

Figura 3-35 Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. Fase de Alejamiento.

3.6.5 Infraestructura para el control de avenidas

De acuerdo con el Inventario Nacional de Obras de Protección contra Inundaciones en Cauces Naturales (SEMARNAT, 2008), la zona urbana de Zapotlán el Grande, no cuenta con infraestructura para el control de avenidas, pero consta de una red de *canales hidrológicos* dentro de la zona urbana, que permiten que los escurrimientos sean encauzados hacia la parte baja de la cuenca. Uno de estos canales, es el denominado *Los Volcanes* con una extensión de 8,2 km, el cual se ubica a lo largo de la periferia, en el sur, de la zona urbana de Zapotlán el Grande.

Otro canal importante es el Hidrológico cuyo origen viene de la parte norte de la cuenca, y atraviesa la zona urbana para el desahogo de los escurrimientos. También cuenta con dos plantas de aguas residuales y 5 colectores (Figura 3-36). (Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales., 16 de febrero de 2016).

Tabla 3-10 Características de los colectores. (Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales., 16 de febrero de 2016)

Nombre de Obra	Material	Diámetro (in)
Los Guayabos	Tubería de Concreto	10
Manuel M. Diéguez	Tubería de Concreto	24
Bravo Sur	Tubería de PVC	18
Bravo Norte	Tubería de Concreto	24
Morelos	Tubería de Concreto	30

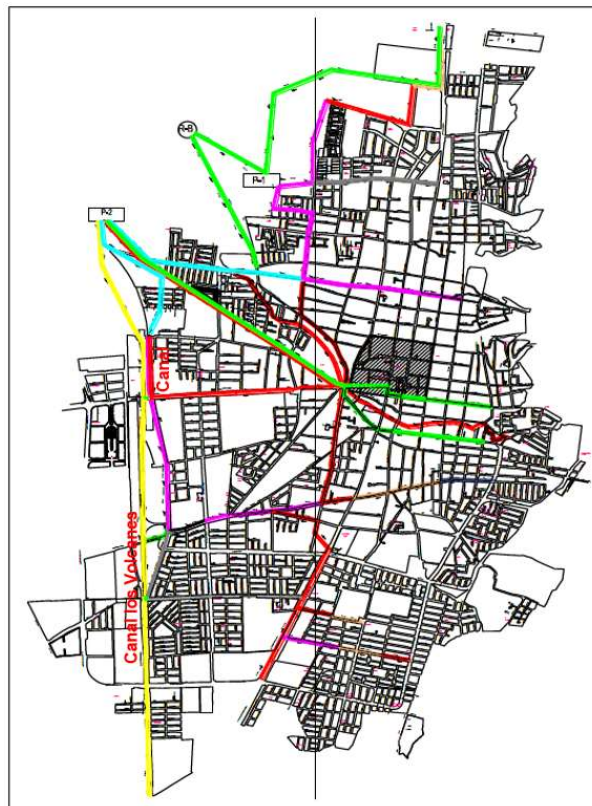


Figura 3-36 Ubicación de los canales, presas de tratamiento y colectores asociados a la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jalisco. (Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales., 16 de febrero de 2016)

3.6.6 Acciones no estructurales

El objetivo principal de las *Acciones no estructurales*, siempre será buscar minimizar o reducir, la vulnerabilidad de la población que se encuentre en riesgo de afectación ante la acción eventos climatológicos, a partir del planeamiento y la gestión llevados a cabo en las tres etapas de emergencia; **antes, durante y después** de dichos eventos.

Dichas acciones, incluyen políticas en la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica existente, promueven campañas de concienciación y alertamiento a los habitantes que viven en posibles zonas de riesgo por inundación, difunden el conocimiento de lo que se debe hacer la población en las diferentes etapas de los eventos hidrometeorológicos, además de hacer partícipes a las instituciones gubernamentales en sus tres órdenes de gobierno para la atención de emergencias por inundaciones, señalando la responsabilidad y ámbito de competencia de cada uno, tal como se ha descrito en el apartado 2.5.4 *Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana*.

Para tal fin, las *Acciones no estructurales* se plantean en función de medidas **legislativas u organizativas** que solas, o en combinación con las medidas estructurales permiten mitigar el riesgo de una manera efectiva e integral.

Las de tipo “*Legislativas*” se relacionan con la legislación y planificación e inciden sobre las causas de fondo, las presiones dinámicas y las condiciones de seguridad de los elementos expuestos. Por ejemplo: planes de desarrollo, códigos de construcción, estímulos fiscales y financieros, promoción de seguros. Competen a los planificadores y requieren de voluntad política.

Las “*Organizativas*” son aquellas que promueven la interacción directa con la comunidad. Se refieren a la organización para la reducción del riesgo y la atención de emergencias, el fortalecimiento institucional, la educación, la información pública y la participación. Competen a las autoridades ambientales y a la comunidad en general y requieren de su participación activa.

Entre las medidas no estructurales se incluyen:

- Planes de desarrollo y legislación del ordenamiento territorial.
- Sistema de protección civil.
- Seguros e indemnizaciones.
- Sistemas de predicción de inundaciones y alerta temprana.
- Recursos informativos y programas de conciencia pública.
- Medidas para mejorar la gestión de crecidas.

3.6.6.1 Protocolo para la atención de emergencias por inundaciones

A nivel federal, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), ha desarrollado el *PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR INUNDACIONES*, en el que se describen a detalle las acciones que se deben de emprender para las etapas de atención de emergencias: Antes, Durante

y Después¹². Dicho Protocolo, se puede considerar como una acción no estructural, de tipo *Organizativo*, en su componente de difusión de *Recursos informativos y programas de conciencia pública*. A continuación, se describen, las principales características de dicho documento.

Objetivo

Conforme lo establecen los artículos 83 y 84 de la Ley de Aguas Nacionales, la Comisión Nacional del Agua es el organismo responsable de la construcción y operación de obras para el control de avenidas, protección a centros de población y zonas productivas y, en general, de coadyuvar en la protección de las personas y sus bienes en caso de fenómenos extremos.

Por ello, el objeto de este protocolo es definir las actividades necesarias tanto para realizar o promover actividades preventivas y de mitigación, como las acciones a realizar antes, durante y después de las contingencias; tomando como base los pronósticos meteorológicos y la información de la red de estaciones hidrométricas y climatológicas para monitorear la intensidad de las precipitaciones y los niveles de ríos, lagunas y presas.

Cabe señalar, que este documento se considera como una guía para los Organismos de Cuenca de la CONAGUA, ya que brinda soporte y congruencia para la toma de decisiones oportunas y eficaces en la atención de emergencias o desastres con el objetivo de minimizar los daños físicos y materiales de la población mexicana, ya que involucra y coordina esfuerzos con los gobiernos federal, estatal y municipal, además de impulsar una gestión integral de riesgos y propiciar una atención preventiva de las contingencias hídricas.

3.6.6.2 Plan Operacional de Lluvias y Ciclones 2016

En este mismo aspecto, se puede clasificar el material de difusión y alertamiento que el ayuntamiento y la unidad de protección civil, promueven entre las diferentes dependencias estatales y municipales, así como en la población en general, para que participen y se integren en las medidas de prevención de riesgos por inundación. Lo anterior, se logra por medio de la utilización de recursos informativos y programas de conciencia pública. Un ejemplo de ello es el **PLAN OPERACIONAL DE LLUVIAS Y CICLONES 2016**, presentado al H. Ayuntamiento Constitucional de Zapotlán El Grande (Zapotlán el Grande), Jalisco.

¹² PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Coordinación General de Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua, 2015.

4 DIAGNÓSTICO DE LAS ZONAS INUNDABLES

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos de cualquier país, debido a los beneficios sociales y económicos que se derivan de su consciente explotación; sin embargo, junto con las ventajas existen también situaciones extremas tales como inundaciones y sequías.

Las inundaciones se pueden presentar por eventos meteorológicos extremos o por un mal sistema de infraestructuras para el control de avenidas, así como también poblaciones asentadas cerca de las márgenes de los ríos o zonas costeras.

Los factores identificados que conllevan a inundaciones son responsables tanto el gobierno por no tener un buen sistema de alerta o infraestructuras, así como también la misma sociedad por hacer caso omiso de las recomendaciones dadas por instituciones.

Con base en el Atlas Nacional de Riesgos de la CENAPRED (CENAPRED, 2016) la zona urbana de Zapotlán el Grande (Zapotlán el Grande) presenta un índice de peligro por inundación “alto”, como se muestra en el mapa de la Figura 4-1.

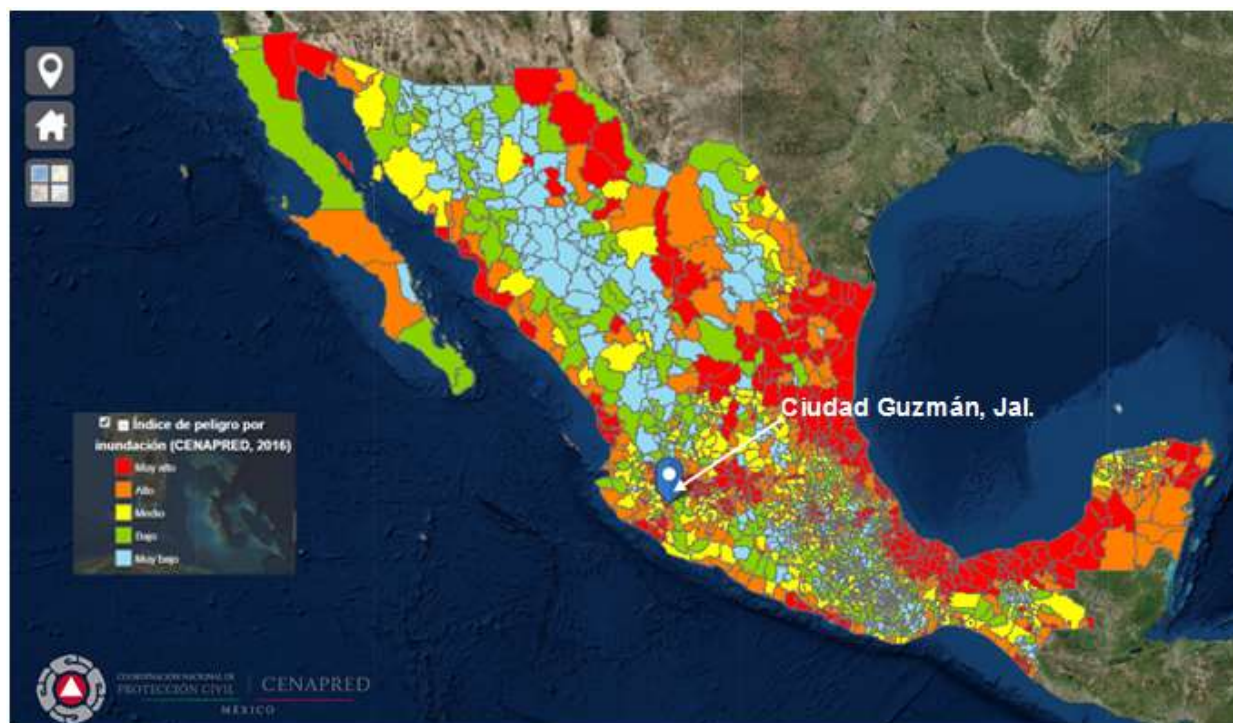


Figura 4-1 Índice de peligro por inundación a nivel municipal en la Republica Mexicana.
(<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>).

4.1 Monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas

De acuerdo con la información proporcionada por el área meteorológica del Organismo de Cuenca de Lerma Santiago Pacífico (OCLSP), en el área de estudio, se cuenta con 2 estaciones de monitoreo.

Por su parte, en la red de información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se observa que en la cuenca de aportación a la zona urbana de Zapotlán el Grande se localizan 1 estación Meteorológica Automática, 1 estación Sinóptica Meteorológica y 1 estación climatológica. (ver Figura 4-2).

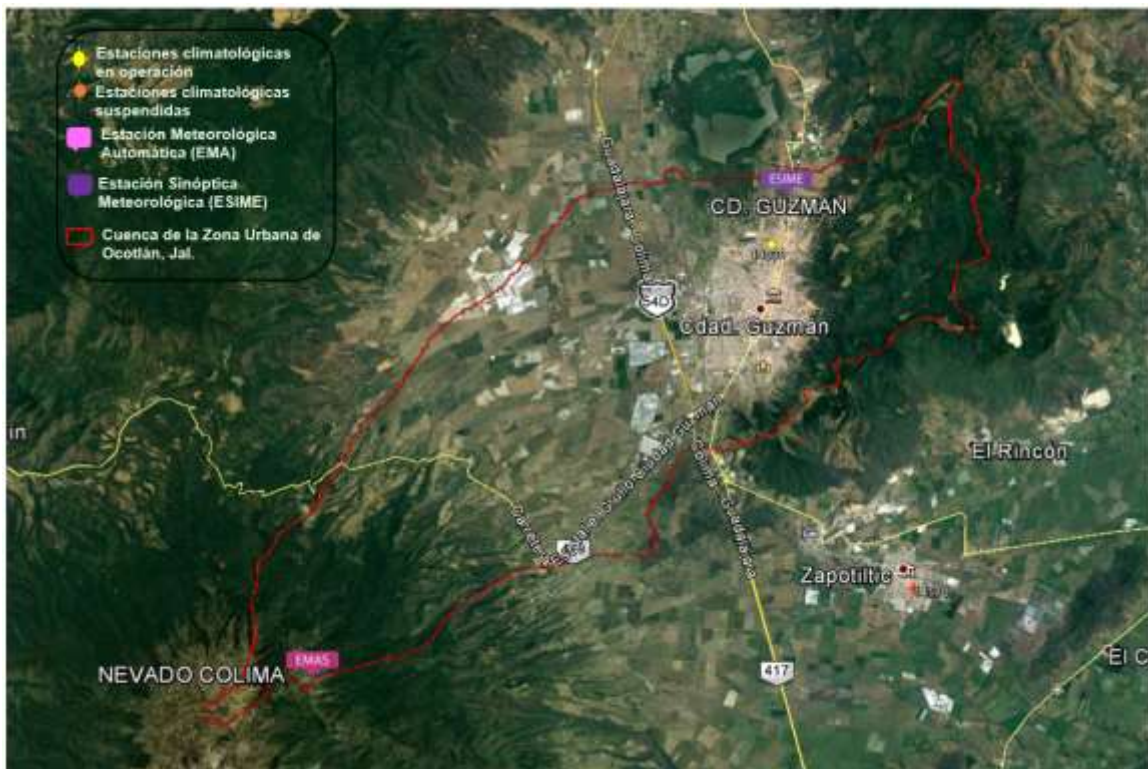


Figura 4-2 Estaciones Hidrométricas y Climatológicas de la cuenca de aportación de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

Las estaciones (no automáticas) entregan los registros mensuales a fin de mes. En el caso de las estaciones manuales generan sus registros en forma tabular, por lo cual sus registros se reportan diariamente y se capturan en el Sistema de Información Hidrológica (SIH), por personal de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico, se pueden consultar a través de la CONAGUA. (ver Tabla 4-1).

Para las estaciones automática se puede consultar a través del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA, <http://smn.conagua.gob.mx/es/>, s.f.).

Tabla 4-1 Estaciones de monitoreo en la cuenca de aportación de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.

ESTACIONES DE MONITOREO OCLSP							
CLAVE	NOMBRE	TIPO	PERIODICIDAD DE REGISTRO	MUNICIPIO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
14030	CIUDAD GUZMAN	OBSERVATORIO	HORARIOS	ZAPOTLÁN EL GRANDE	-103.464069	19.717447	1520
	CIUDAD GUZMAN	AUTOMÁTICA	CADA 10 MINUTOS	ZAPOTLÁN EL GRANDE	-103.4640694	19.7174472	1520

En la siguiente tabla (Tabla 4-2) se describe las características hidrometeorológicas y los equipos de medición con los que se cuenta para la red de monitoreo.

Tabla 4-2 Tipos de estaciones hidrometeorológicas.

TIPO DE ESTACIÓN	VARIABLE MEDIDA	OTROS FENÓMENOS
CLIMATOLÓGICA	TEMPERATURAS: AMBIENTE, MÁXIMA Y MÍNIMA	ADEMÁS, SE REGISTRAN FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS OBSERVADOS EN EL SITIO (P. E.J. GRANIZO, NIEBLA, TORMENTA ELÉCTRICA, ETC.)
	PRECIPITACIÓN	
	EVAPORACIÓN	
OBSERVATORIO	TEMPERATURAS: AMBIENTE, MÁXIMA Y MÍNIMA	
	PRECIPITACIÓN	
	EVAPORACIÓN	
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	
	HUMEDAD RELATIVA	
DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DE VIENTO		
AUTOMÁTICA	VELOCIDAD DEL VIENTO	
	DIRECCIÓN DEL VIENTO	
	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	
	TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	
	RADIACIÓN SOLAR	
	PRECIPITACIÓN	

Con respecto al rango de estaciones climatológicas e hidrometeorológicas que se encuentran en el área de estudio, el Manual para el Control de Inundaciones de CONAGUA¹³, destaca que la densidad de estaciones pluviométricas (como un subconjunto de las climatológicas tradicionales) debe ser no menor a una estación cada 20 km de distancia, es decir, un punto de medición cada 400 km².

Por su parte, la clasificación que la organización WMO (World Meteorological Organization) indica que la densidad mínima que debe de tener una red de estaciones hidrométricas es la siguiente¹⁴ (Tabla 4-3).

Mientras que la Organización Meteorológica Mundial (OMM), indica que el área representativa de una Estación Meteorológica Automática, es de 5 km de radio aproximadamente, en terreno plano, excepto en terreno montañoso (*Referencia OMM número 100 y 168*).¹⁵

¹³ (CONAGUA, Manual para el control de inundaciones, 2011)

¹⁴ Necesidades de instalación y operación de estaciones hidrometeorológicas en proyectos de riego. Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas. Artículo Número 102, Volumen XXVII, 1970.

¹⁵ <http://smn1.conagua.gob.mx/emas/estacion.html>

Tabla 4-3 Densidad mínima que debe de tener una red de estaciones hidrométricas (WMO).

DENSIDAD MÍNIMA RED DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS		
Tipo de Región	Alternativa de normas para una red mínima área en km ² por estación	Alternativa de normas aceptables en condiciones difíciles área en km ² por estación
Regiones planas de clima mediterráneo	1,000 a 2,500	3,000 a 10,000
Regiones montañosas con clima mediterráneo y tropical	300 a 1,000 En condiciones difíciles puede considerarse: 10,000	1,000 a 5,000
Islas pequeñas y montañosas con precipitación muy irregular y mucha densidad de corriente	140 a 300	
Llanuras y selvas	5,000 a 20,000 Dependiendo de la accesibilidad	

Para el caso de la zona urbana de Zapotlán el Grande, se puede estimar que la densidad de la red de estaciones hidrometeorológicas, no cumple con los rangos y condiciones propuestas por la WMO (World Meteorological Organization), ni por la establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ya que, en la cuenca de aportación del área urbana, solo se localizan 1 estación Meteorológica Automática, 1 estación Sinóptica Meteorológica y 1 estaciones climatológicas.

Por tanto, para cumplir con los estándares o requerimientos sugeridos por organismos reguladores, de índole nacional o internacional, es esencial contar con un mayor número de estaciones climáticas e hidrométricas, por lo que una opción, sería rehabilitar las estaciones que actualmente se encuentran fuera de operación, o habilitar nuevos equipos de medición, ubicados estratégicamente en la cuenca de estudio.

4.2 Pronóstico de avenidas y sistemas de alerta temprana

De acuerdo con la información recopilada, en el apartado 3.6.3 *Sistema de Alerta Temprana (SAT)*, se especificó que, para el caso de estudio, la zona urbana de Zapotlán el Grande, no existe como tal un Sistema de Alerta Temprana, ni tampoco se cuenta con modelos para pronóstico de avenidas, sin embargo, se describe la parte de los sistemas o metodologías que actualmente se emplean en la zona urbana y municipio de Zapotlán el Grande, para el monitoreo y vigilancia de variables hidrometeorológicas.

Gran parte de estas metodologías, se basan en diferentes fuentes de información, tanto a nivel nacional como internacional, y cuyo objetivo, es mantener actualizada la base de datos climatológica de la región de la manera más pronta o simultanea posible.

No obstante, es necesario aumentar la capacidad de respuesta en tiempo real, con la ampliación y rehabilitación de la infraestructura hidráulica y con la instrumentación e implementación de equipos de medición en los principales cauces de la cuenca asociada a la zona urbana.

4.2.1 Modelo de pronósticos de avenidas

De acuerdo con la información recabada en las áreas de medición y observación meteorológica del Organismo de Cuenca Lerma Santiago Pacífico (OCLSP), se observó que no se cuenta con un modelo en específico, para el pronóstico de crecientes asociadas con fenómenos hidrometeorológicos y que considere de manera integral los tres componentes fundamentales: *Monitoreo y predicción, comunicación de alertas y respuestas*, en el área de estudio.

No obstante a lo anterior, en el Programa Nacional de Contingencias Hidráulicas, para la Región Hidrológica Administrativa VIII (Lerma Santiago Pacífico), se cuenta con un *Protocolo de Alertamiento* para condiciones meteorológicas y/o hidrológicas severas las cuales se presentan en los siguientes pasos (CONAGUA, PRONACCH RHA VIII):

1. Revisar y preparar actividades requeridas para la temporada de lluvias en el año en curso (Servicio Meteorológico Nacional (SMN)).
2. Validar y/o actualizar el protocolo de Tiempo Severo (GASIR, CONAGUA).
3. Coordinar las actividades requeridas para implantar y supervisar el protocolo establecido (Centro Nacional de Prevención del Tiempo).
4. Analizar los modelos matemáticos MMS, generando datos sinópticos (cada 3 h), imágenes de Radar Ecos (cada 10 min) y precipitaciones (06:00, 10:00 y 20:00 h) (SMN, GASIR).
5. Realizar un análisis (diagnostico) de la atmosfera en ese instante (SMN, GASIR).
6. Formular un pronóstico Meteorológico (GASIR, CONAGUA, SMN).
7. Identificar si el pronóstico está por encima de los umbrales que causa daño al país (SMN, GASIR).
8. Si se cumple lo anterior, se activa la FASE UNO y se elabora un boletín especial o extraordinario (SMN, GASIR). En caso de no ser así, se regresa al paso 4.
9. Se analiza la información emitida dando seguimiento al evento severo en las próximas horas, determinando la operación normal del CNPT (Centro Nacional de Previsión del Tiempo) o en su caso se activa la FASE DOS (CNPT).
10. Se activa la FASE DOS, de no ser así se regresa al paso 4 (CNPT).
11. Se coordina la emisión de aviso de FASE DOS por el sistema de INTRANET del SMN.
12. El SMN aplica en sus diferentes áreas los planes de contingencia para FASE DOS (CONAGUA).
13. Se elabora el texto para el comunicado oficial en apoyo a los documentos oficiales que debe elaborar la institución, y se envía a la subgerencia de Comunicación y Desarrollo Institucional del SMN (CNPT).
14. Elaboración de los oficios y comunicados oficiales (CONAGUA, Organismo de Cuenca (OC) y Direcciones Locales (DL)).
15. Coordinación de la logística de prensa y comunicación oficial durante todo el tiempo que dure el evento (CONAGUA).
16. Se revisa si después de 24 hrs continúan las condiciones de tiempo significativo/severo para seguir aplicando los planes de contingencia de FASE DOS. Si se sigue aplicando la FASE DOS se regresa al paso 12, en caso contrario se continúa en este orden (CNPT).

17. En base al análisis se determina si se activa FASE UNO (paso tres) o si se regresa a la Operación Normal (paso 4) (CNPT).
18. Se integran las estadísticas de los eventos severos en México durante el año en curso (CNPT).
19. Se elabora y emite el pronóstico hidrológico (SMN, GASIR, OC, y DL).
20. Se activa la vigilancia hidrológica (SMN, GASIR, CONAGUA, OC y DL).
21. Se detecta un registro o tendencia de la evolución de los ríos en la Región que pudiera superar el umbral de elevación de la superficie libre del agua que causa inundaciones y/o daños. O en su defecto que el llenado de una presa alcance el 90% o se encuentre a un metro del nivel en el cual se debe iniciar la operación de la obra de excedencias (SMN, GASIR, CONAGUA, Municipios. OC y DL).
22. Se supera el UMBRAL de desbordamiento o se inicia la operación de la obra de excedencias conforme a política autorizada o a las decisiones que se resuelven en el seno del Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas (CTOOH) (SMN, GASIR, CONAGUA, Municipios, OC y DL).
23. Se realiza pronóstico hidrológico para el caso, estimado la duración de la inundación y los niveles que se podrán alcanzar en el río, embalse o zona inundable de que se trate, informando a los tomadores de decisiones y al sistema Nacional de Protección Civil (SMN, GASIR, OC y DL).
24. Se informa el comportamiento de la inundación y/o operación de la presa y registro de afectaciones (SMN, GASIR, CONAGUA, Municipios, OC y DL).

Por su parte, a nivel local, el OCLSP de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a través de sus diferentes áreas de trabajo, realiza campañas de actividades, donde se activan las Guardias por *Temporada de Lluvias*, y se identifica el *Tipo de Emergencia* y las acciones preventivas y de atención a los posibles eventos. De igual forma, en su área de seguimiento hidrometeorológico, emite día a día, un **Boletín Hidrometeorológico**, donde se hace una Descripción Meteorológica General (pronóstico del tiempo, próximas 24 horas) para la República Mexicana, mismo que es de vital importancia para las autoridades a nivel de Protección Civil del estado y del municipio, y para todas las dependencias involucradas en la atención de los fenómenos hidrometeorológicos.

Otro tipo de *Alertamiento* que es empleado para poner en aviso y prevención a la población en general, es el denominado SIAT CT, que es el Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales. De igual forma que los anteriores Sistemas de Alerta, cuenta con un protocolo establecido y definido en dos fases: ACERCAMIENTO y ALEJAMIENTO. Ambas fases, contienen cinco etapas de alerta que son representadas por un código de colores, según el peligro (ver apartado 3.6.4 Sistema de Alerta Temprana (SIAT - CT)).

Actualmente, a nivel federal, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), ha desarrollado el **PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR INUNDACIONES**, en el que se

describen a detalle las acciones que se deben de emprender para las etapas de atención de emergencias: Antes, Durante y Después¹⁶.

4.3 Funcionabilidad de las acciones estructurales y no estructurales

Dentro de la cuenca de aportación a la zona urbana de Zapotlán el Grande (Zapotlán el Grande), no se localizan infraestructuras para avenidas, pero con base de información del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Zapotlán (SAPAZA), se cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales, a la planta No. 1 descargan los colectores Bravo Norte y Morelos, mientras que al No. 2 descargan el canal los Volcanes y los colectores Los Guayabos, Manuel M. Diéguez y Bravo Sur. (Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales., 16 de febrero de 2016) (ver Figura 4-3).

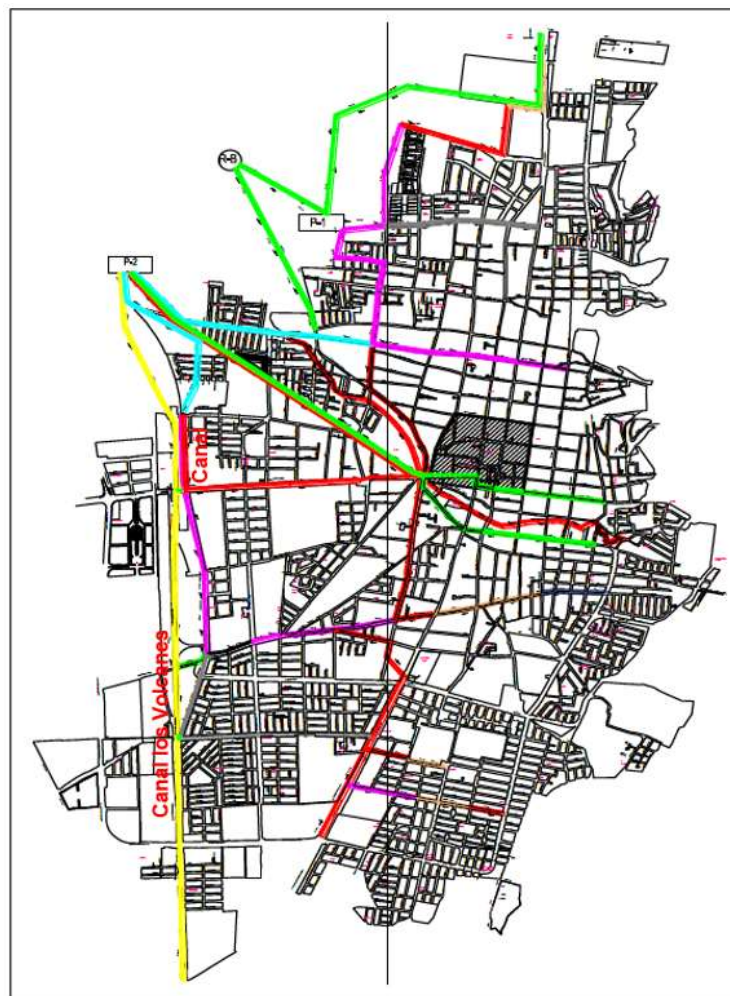


Figura 4-3 Red de canales y colectores de Zapotlán el Grande, (Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales., 16 de febrero de 2016).

¹⁶ PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. Coordinación General de Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua, 2015.

Así mismo dentro de las acciones no estructurales la unidad de Protección Civil tiene campañas de alertamiento a la población para actuar antes, durante y después de los eventos hidrometeorológicos.

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

En el apartado 2.5.4 *Instituciones involucradas a nivel municipal y zona urbana*, se describen algunos aspectos del **PLAN OPERACIONAL DE LLUVIAS Y CICLONES 2016**, presentado al H. Ayuntamiento Constitucional de Zapotlán El Grande, en el cual se detallan las acciones y programas en caso de presentarse algún fenómeno hidrometeorológico, así como las responsabilidades de cada Dependencia Municipal y Organismos Voluntarios en los Subprogramas de Prevención y Auxilio, así como la estructura del Consejo Municipal de Protección Civil. En este contexto, el presente Plan se orienta a la aplicación y fomento de las acciones a realizar en caso de emergencia mayor o desastres provocados por lluvias intensas, de acuerdo con los siguientes puntos:

1. *Datos de las inundaciones históricas*
2. *Acciones ejercidas y actores participantes, antes, durante y después de las inundaciones.*

En la Tabla 4-4 se muestran las instituciones que colaboraran en la gestión de crecidas.

Tabla 4-4 Áreas o Instituciones involucradas la gestión de crecidas.

DEPENDENCIA	ÁREA O INSTITUCIÓN
Municipales	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad Municipal de Protección Civil y Bomberos de Zapotlán El Grande, Jal. • Cruz Roja Mexicana, Delegación Cd. Guzmán • Dirección de Seguridad Pública. • Dirección de Tránsito y Vialidad. • Tesorería • Desarrollo Integral de la Familia (DIF). • Mantenimiento Urbano. • Desarrollo Humano • Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Zapotlán El Grande (SAPAZA). • Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. • Dirección de Obras Públicas.
Estatales	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco. • Cruz Roja Mexicana, Delegación Jalisco. • Fiscalía General del Estado de Jalisco • Secretaría de Vialidad y Transporte del Estado de Jalisco. • Secretaría de Salud del Estado de Jalisco. • Sistema de Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Jalisco (DIF)
Federales	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC). • Cruz Roja Mexicana, Sede Nacional • Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). • Policía Federal (PF). • Comisión Nacional del Agua (CNA) • Comisión Federal de Electricidad (CFE). • SEDENA 9° Batallón de Infantería (SEDENA). • Caminos y Puentes Federales (CAPUFE).

4.5 Identificación de la vulnerabilidad de las inundaciones

La gestión de las áreas inundables sigue siendo responsabilidad de los gobiernos estatales y municipales. El gobierno del estado debe proporcionar asesoramiento técnico y especialista en asistencia para los estudios financieros y de capital, ayudar a las comisiones en el desempeño de sus responsabilidades de gestión en las llanuras de inundación.

En diciembre de 2007 el gobierno de Nueva Gales del Sur (Australia) solicitó realizar un estudio del río *Beltsdown*, el cual atraviesa una localidad llamada Dorrigo con el fin de determinar una adecuada gestión de riesgos en la llanura de inundación.

Este estudio se realizó para definir los niveles y las velocidades de inundación, entre las conclusiones se obtuvo la Figura 4-4 que muestra datos acerca de la relación velocidad del flujo/profundidad hidráulica de inundación (resistencia al vuelco de los muros de las viviendas).

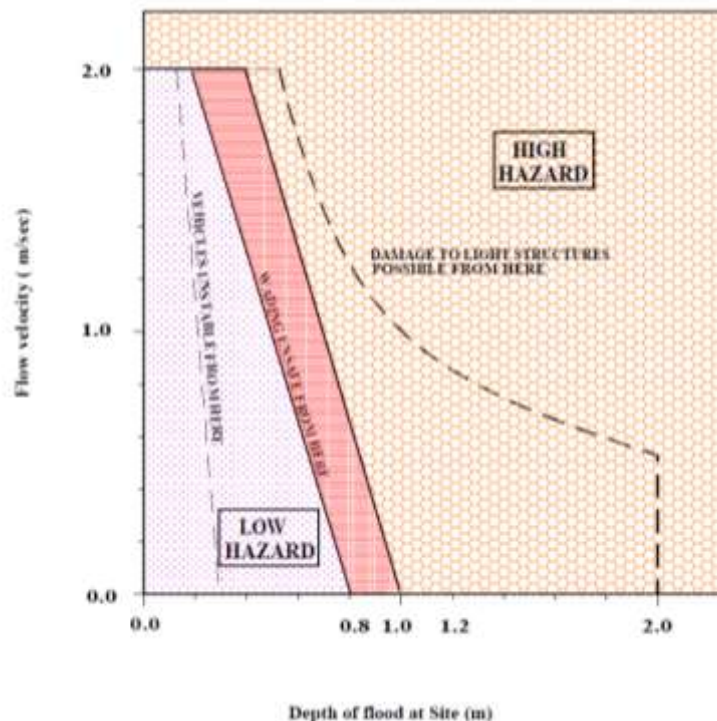


Figura 4-4 Nomograma original de la relación tirante (y) vs velocidad (V).
(http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure_25_Hazard_DIA.pdf, 2007).

Considerando la Figura 4-4, en su concepción original, se estableció un índice de peligro por colores para definir la resistencia al flujo de un muro de una vivienda que se presenta en la Figura 4-5 y los códigos y límites establecidos en la Tabla 4-5, los cuales están basados en el nomograma mencionado.

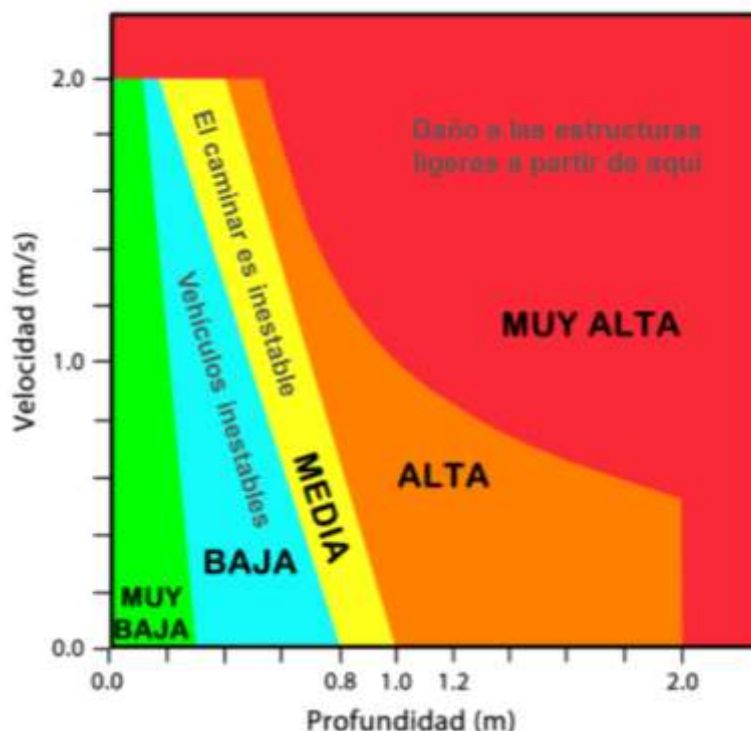


Figura 4-5 Nomograma para determinar la resistencia al vuelco.

Tabla 4-5 Índice de severidad (Resistencia al vuelco).

Indicador	Índice de severidad	Velocidad (m/s)	Tirante (m)
	Muy alto	> 2	> 2
	Alto	≤ 2	$1 < y \leq 2$
	Medio	≤ 2	$0.8 \leq y \leq 1$
	Bajo	≤ 2	$0.3 \leq y < 0.8$
	Muy bajo	≤ 2	< 0.3

Dado que, en estudios de riesgo contra inundaciones, la severidad es la resistencia de las paredes al vuelco de las viviendas; en este caso, el mapa de severidad permite programar las medidas de protección, las áreas que no deben utilizarse y reglamentar aquellos usos que presentan menos riesgo.

A partir de los resultados de la modelación hidráulica en IBER, se obtuvieron mapas con los valores máximos (envolventes) de la profundidad de la inundación y velocidad, y con éstos se realizó el producto de la profundidad de inundación con la velocidad del flujo en cada celda y para cada periodo de retorno simulado, así como la obtención de los mapas con el índice de severidad (mapa de severidad). En la Figura 4-6 se muestra el mapa de severidad asociado al periodo de retorno de 100 años.

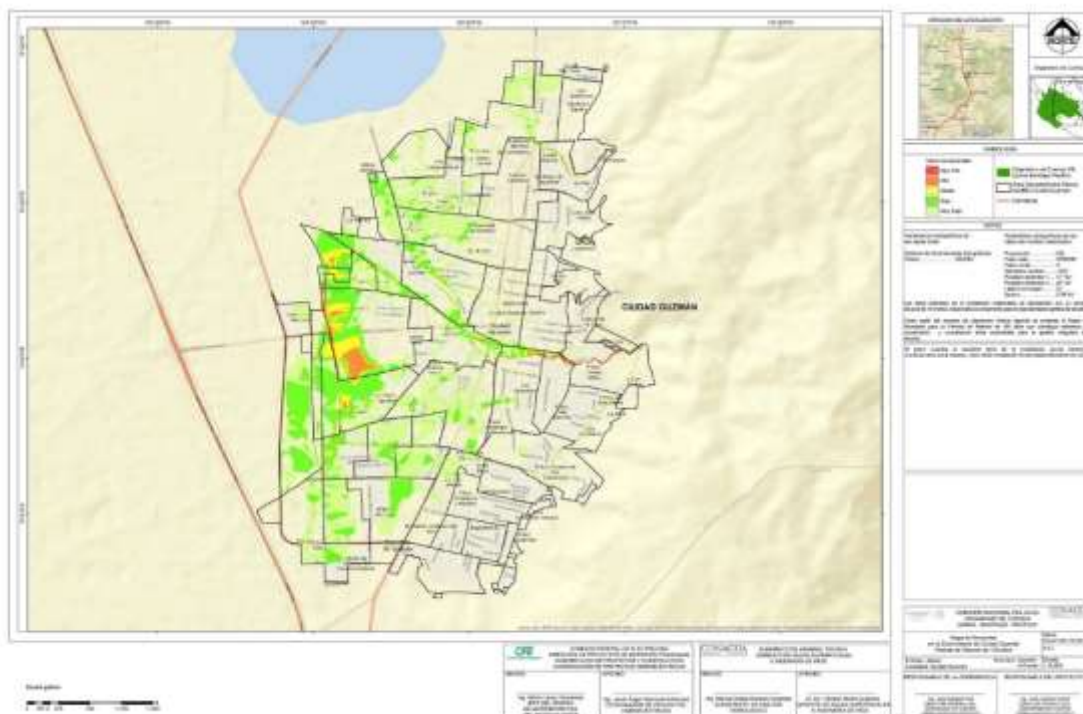


Figura 4-6 Mapa de severidad asociado al periodo de retorno de 100 años, Zapotlán el Grande, Jalisco.

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

Un componente importante para la Gestión Integrada de Crecientes es garantizar la participación de las áreas e instituciones involucradas para promover la coordinación y cooperación.

Con base en la información recopilada el Programa Nacional de prevención contra Contingencias Hidráulicas por parte de la Región Hidrológica Lerma Santiago Pacífico (CONAGUA, PRONACCH RHA VIII), se presenta una matriz (Tabla 4-6) de funciones las cuales sugiere asumir cada institución para garantizar la eficiencia y eficacia de actividades y recursos económicos.

Tabla 4-6 Matriz de análisis de la zona urbana de Zapotlán el Grande, Jal.
(CONAGUA, PRONACCH_RHA_VIII).

Funciones / Dependencias	Alentamiento	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 de obras hidráulicas	Evaluación de daños
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE	CE
COORD. GRAL. DE COMUNICACIÓN SOCIAL		R	Cr	Cr								
SEMARNAT	Cr		Cr	Cr				CT			Cr	
SEDENA	Cr		Cr	Cr	R	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr		Cr
SEMAR	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
CAPITANÍAS DE PUERTO	Cr	Cr	Cr	Cr	Cr							
SEP				Cr			Cr					Cr
SEDESOL			Cr	Cr	Cr		Cr	CT		Cr		Cr
SSA			Cr	Cr			Cr	Cr	CT	Cr		Cr
SE			Cr	Cr			Cr	Cr		Cr		Cr
SECTUR				Cr	Cr		Cr					Cr
IMSS				Cr			Cr		Cr	Cr		Cr
ISSSTE				Cr			Cr		Cr	Cr		Cr
CILA	Cr			Cr								
DICONSA				Cr				Cr		Cr		
SEDESOL ESTATAL			Cr	Cr	Cr		Cr	R		Cr		Cr
SECRETARÍA DE FINANZAS			Cr	Cr						Cr		Cr
SECRETARÍA DE ADMINISTRACIÓN			Cr	Cr						R		Cr
SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL			Cr	Cr	Cr			Cr				Cr
SECRETARÍA DE SALUD			Cr	Cr				Cr	R			Cr
SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA			Cr	Cr		R				Cr		Cr
SECRETARÍA DE TURISMO				Cr								Cr
PGJE				Cr	Cr	Cr	Cr					Cr
PROTECCIÓN CIVIL		Cr	R	R			Cr					
CENAPRED	Cr											R
DIF			Cr	Cr			R		Cr	Cr		
PEMEX				Cr	Cr			Cr				Cr
CONAGUA	R		Cr	Cr							R	Cr
CFE				Cr	Cr			Cr				Cr
TELMEX								Cr				Cr
FERROMEX								Cr				Cr
UNIVERSIDADES				Cr			Cr			Cr		Cr
DGETI				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.

BIBLIOGRAFÍA

- (16 de febrero de 2016). *Atlas Municipal de Peligro y Riesgo naturales*. Ciudad Guzmán, Jal.
- BARÓ, S. J. (2011). "Costo más probable de daños por inundación en zonas.
- CENAPRED. (2016). <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomenos/>.
- CONABIO, T. m. (2015). www.conabio.gob.mx.
- CONAGUA. (2011). *Manual para el control de inundaciones*.
- CONAGUA. (2013). *Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas*.
- CONAGUA. (2015). *Estadísticas del Agua en México*.
- CONAGUA. (2016). www.conagua.gob.mx.
- CONAGUA. (s.f.). <http://smn.conagua.gob.mx/es/>.
- CONAGUA. (s.f.). *PRONACCH RHA VIII*.
- CONAGUA. (s.f.). *PRONACCH_RHA_VIII*.
- CONANP. (2016). www.conanp.gob.mx/.
- Gobierno Federal, Estatal y Municipal. (2016). *Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande*. Ciudad Guzmán: Gobierno Federal.
- http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure_25_Hazard_DIA.pdf. (2007).
- http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/marginacion_urbana/AnexoB/Documento/05B_AGEB.pdf. (2010).
- <http://www.inegi.org.mx/inegi/>. (2008). Manual de características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidográficas de México. En http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf.
- INEGI. (2002-2006). <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/>.
- INEGI. (2008). http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf.
- INEGI. (2011). <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usosuelo/>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. (2011). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales edafológicos. (2006). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. (2001). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales geológicos. (2013). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Conjunto de datos vectoriales y unidades climáticas. (2008). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Continuo de elevación Mexicano. (2013). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Humedales potenciales escala 1:250,000. (2012). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Marco Geoestadístico Nacional. (2014). <http://www.inegi.org.mx>.

- INEGI. Red Hidrográfica escala 1:50,000. (2010). <http://www.inegi.org.mx>.
- INEGI. Red hidrográfica, serie II. (2010). <http://www.inegi.org.mx>.
- JAMES, L. y. (1971). *Economics of Water Resources Planning*. New York: McGraw-Hill.
- Meyer, V. (2012.). *Economic evaluation of structural and non-structural flood risk management measures: examples from the Mulde River*. *Natural Hazards*.
- SEMARNAT. (2008).
- SEMARNAT. Degradación del suelo en la República. (2004). <http://www.inegi.org.mx>.
- SITEL. (s.f.). <http://sitel.jalisco.gob.mx/riesgos/>.
- Zapotlán El Grande, G. M. (2016). Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales. *Gaceta Municipal de Zapotlán*.