

# Los desastres naturales en Mexicali, B.C.: Diagnóstico sobre el riesgo y la vulnerabilidad urbana

Juan Manuel Rodríguez Esteves\*

## RESUMEN

Este trabajo expone el problema de los desastres naturales en la ciudad de Mexicali, B.C., México. Asimismo presenta una referencia sobre la importancia de su estudio en el ámbito mundial y la forma de atención de los desastres en México. Esta investigación muestra un diagnóstico sobre el riesgo y la vulnerabilidad urbana ante lluvias intensas y sismos, y concluye que en Mexicali son más frecuentes éstos que aquéllas. Además existen algunos vacíos en la legislación, especialmente en la estatal, en materia de protección civil para la prevención, mitigación y tratamiento de los desastres de origen natural.

*Palabras clave:* 1. desastres, 2. riesgo, 3. vulnerabilidad, 4. legislación, 5. Mexicali.

*Natural Disasters in Mexicali, B.C.: A Diagnosis about Urban Risk and Vulnerability*

## ABSTRACT

This article addresses the topic of natural disasters in Mexicali, Baja California. It discusses the importance of studying disasters on a worldwide scale and the methods for dealing with disasters in Mexico. This work analyzes the urban risk and vulnerability to intense storms and earthquakes. It concludes that earthquakes are more frequent than storms in Mexicali. The article also addresses some gaps in legislation, especially at the state level, in regard to civil defense for the prevention, mitigation, and management of natural disasters.

*Keywords:* 1. disasters, 2. risk, 3. vulnerability, 4. legislation, 5. Mexicali.

\*Profesor-investigador de El Colegio de la Frontera Norte, e-mail: [jestevez@telnor.net](mailto:jestevez@telnor.net)

Artículo recibido el 2 de julio de 2001.

Artículo aceptado el 12 de diciembre de 2001.

## INTRODUCCIÓN

Los fenómenos naturales se presentan continuamente en nuestro entorno. Son éstos los responsables de mantener el balance de energía entre la atmósfera, los océanos y la tierra. Desde una lluvia con la cual se cumple el ciclo hidrológico, hasta un fuerte sismo como el acontecido en 1985 en el centro-occidente del país, la naturaleza regula todos sus sistemas para dar inicio a un nuevo ciclo. De esta forma, la naturaleza está compuesta por sistemas y subsistemas que la hacen funcionar como una unidad dinámica. Por lo tanto, la manifestación de un fenómeno natural no es un desastre por sí mismo.

Los desastres ocurren cuando un fenómeno de tipo natural (o humano) se presenta repentinamente y la capacidad de respuesta de las autoridades y los habitantes de una región determinada es incapaz de soportar las fuerzas de ese fenómeno. Por lo tanto, los desastres son aquéllos donde un fenómeno natural (extremo) afecta a una población de manera que le ocasiona muchos daños, casi todos recuperables a diferentes plazos, excepto las vidas humanas, lesiones permanentes de las personas y ciertas formas de organización social (Macías, 1999a:15).

Los efectos y alcances de los desastres están determinados principalmente por tres elementos: la magnitud del fenómeno, el riesgo y la vulnerabilidad de la población posiblemente dañada. En términos generales, la magnitud de un fenómeno natural puede determinar el comportamiento de un grupo humano en particular, el cual modifica en cierta forma su vida cotidiana. Por ejemplo, los productores agrícolas que esperan la lluvia de verano para sembrar sus tierras dependen de ésta para subsistir; sin embargo, una precipitación intensa puede ocasionar severos daños a sus cultivos y tierras y producir resultados totalmente adversos a los esperados. Por otra parte, el riesgo es la probabilidad de que cierta población pueda ser perjudicada por un fenómeno extremo de origen natural o humano. El riesgo es una característica que en términos generales es externa al arreglo humano de un lugar específico, aunque, por otro lado, algunos autores consideran que este factor se construye en la medida en que la población ocupa zonas de alto riesgo, como pueden ser laderas de cerros, fallas geológicas, llanuras de inundación a un lado de ríos y arroyos, etcétera.

Por su parte, la vulnerabilidad de una población está determinada por su capacidad de absorber o no los efectos de un fenómeno natural o humano, así como el tiempo de recuperación desde que se manifiesta el evento hasta su total recuperación. De esta forma, la vulnerabilidad (física o social) es el resultado de la planeación (urbano-regional) y la organización tanto gubernamental como de la población. Sin embargo, aun en las sociedades más avanzadas tecnológicamente, no han podido crear comunidades cuya vulnerabilidad sea nula; siempre habrá un determinado umbral de vulnerabilidad a ciertas manifestaciones de la naturaleza o a la propia dinámica productiva o humana.

El problema de los efectos de los desastres a escala mundial se acentúa conforme aumenta la población. La ocurrencia de un fenómeno natural con posibilidades de provocar un desastre en una ciudad, por ejemplo, traerá mayores consecuencias debido a la densidad de población, la actividad productiva y centralización de los poderes gubernamentales. Al respecto, el cuadro 1 presenta de manera general la evolución en cuanto a pérdidas humanas en el ámbito mundial por diferentes tipos de desastres, entre los que sobresalen los terremotos como principal causa de muertes, seguidos de los ciclones. En este sentido, destaca la década de 1970 a 1979, en la que se presentó un mayor número de fallecimientos con respecto a la década anterior. En el decenio de 1980 a 1989, la cantidad de muertes atribuidas a los tres primeros tipos de desastre disminuyó considerablemente. Por lo tanto, estos valores pueden indicar dos cosas: *a)* que disminuyó la ocurrencia de fenómenos naturales intensos debido a su periodicidad, *b)* que es evidente el mejoramiento de medidas de prevención para evitar pérdidas humanas. Sin embargo, la ocurrencia de fenómenos naturales intensos en la década de 1990 a 1999 ha puesto en mar-

CUADRO 1. Mortalidad por desastres en el mundo.

Tipo de desastre	1960 - 1969	1970 - 1979	1980 - 1989	Total
Inundaciones	28,700	46,800	38,598	114,098
Ciclones	107,500	343,600	14,482	465,582
Terremotos	52,500	389,700	53,740	495,940
Huracanes			1,263	1,263
Otros desastres			1' 011,777	1' 011,777
<b>Total</b>	<b>188,700</b>	<b>780,100</b>	<b>1' 119,860</b>	<b>2' 088,660</b>

FUENTE: Datos tomados de Graham, Tobin, 1997:4.

cha una serie de esfuerzos internacionales para disminuir el riesgo ante estas amenazas.

El presente trabajo es un primer acercamiento al problema que enfrenta la ciudad de Mexicali, B.C., ante dos tipos de riesgo de origen natural: el sísmico y el derivado de lluvias intensas. Primeramente se exponen algunas consideraciones acerca del estudio de los desastres naturales y su tratamiento en México, poniendo especial atención en el nivel federal y, particularmente, en el estado de Baja California. Por otro lado, se hace un diagnóstico de las fuentes potenciales que pueden provocar este tipo de catástrofes en la ciudad de Mexicali, en este caso sismos y lluvias intensas. Además se presenta un diagnóstico del marco legislativo con el fin de dar respuesta a la organización y atención de la comunidad en caso de desastre en el estado. Entre los resultados de este trabajo destacan la frecuencia con la que se presentan en Mexicali los sismos mayores de 4.5° Richter, lo mismo que las lluvias intensas, la vulnerabilidad general de la ciudad y los huecos que presentan las legislaciones estatal y municipal en el tratamiento de estas calamidades.

## *ESTUDIO Y REDUCCIÓN DE DESASTRES*

En el ámbito mundial, en las últimas décadas se ha manifestado una preocupación cada vez más creciente acerca de la ocurrencia y efectos de los fenómenos naturales extremos y la presencia cada vez más frecuente de desastres. Desde la catástrofe provocada por el sismo de la ciudad de México (1985) hasta las inundaciones que dañaron los estados de Puebla, Tlaxcala, Veracruz y Chiapas (1999), nuestro país ha experimentado un gran número de fenómenos naturales que en muchas ocasiones han provocado diferentes tipos de desastres. La forma de atenderlos y estudiarlos también ha variado con el tiempo.

Existe una amplia gama de líneas de investigación sobre desastres, su prevención y las formas de tratamiento. En los últimos años, los estudios sociales sobre desastres, riesgo y vulnerabilidad así como centros de información al respecto han aumentado en todo el mundo. Por ejemplo, se cuenta con el Centro Europeo de Investigación Social de Situaciones de Emergencia (CEISE), La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina

(La Red), el Centro Regional de Información en Desastres (CRID), etcétera. En México, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) y el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) han desarrollado investigaciones de tipo técnico y social para la prevención y mitigación de estas calamidades. Lo anterior refleja la preocupación en el ámbito mundial y nacional sobre los efectos de los desastres y sus consecuencias en el aspecto social. Este tipo de estudios están encaminados a la prevención, mitigación y tratamiento de los riesgos y vulnerabilidad de las diversas comunidades.

Un hecho importante que influyó en la creación y desarrollo de organismos internacionales y nacionales encaminados al estudio de los desastres en los últimos año sucedió en 1989, cuando la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró la década de 1990-1999 como el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN),<sup>1</sup> en respuesta a las frecuentes catástrofes registradas en todo el mundo, especialmente en países en desarrollo, en los que se perdían (y pierden) una gran cantidad de vidas humanas y ocurrían cuantiosos daños materiales. El objetivo de esta declaratoria es

reducir, por medio de una acción internacional concertada, especialmente en los países en vías de desarrollo, la pérdida de vidas, los daños materiales y trastornos sociales y económicos causados por los desastres naturales (Molin, 1994:361).

Una de las razones que dio origen a esta declaratoria fue comprobar que los efectos de los desastres naturales afectan las estrategias de desarrollo de los países más vulnerables y pobres. Además, se partía del hecho de que el conocimiento, tecnología y experiencia de diferentes países podían reducir tanto la vulnerabilidad como los riesgos ante los desastres naturales, vigilando y monitoreando las amenazas (Molin, 1994:361).

Al concluir la década pasada, uno de los resultados del DIRDN fue el establecimiento de la denominada Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (2000), la cual podrá constituir una plataforma para la reducción de los desastres, la cooperación internacional y el trabajo conjunto entre diferentes dependencias internacionales. Esta estrategia está basada en los resulta-

<sup>1</sup>Resolución 44/236 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, 22 de diciembre de 1989.

dos del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales, especialmente en la Estrategia de Yokohama (1994) y la denominada Un Mundo Seguro en el Siglo 21: Desastres y Reducción del Riesgo (1999). La Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres se apoyará en la Agencia Interinstitucional para la Reducción de los Desastres (Inter-Agency Task Force for Disasters Reduction),<sup>2</sup> la cual será el principal foro de las Naciones Unidas para continuar y mantener el esfuerzo encaminado a la reducción de los desastres. Sus principales funciones serán: *a)* servir como el principal foro del sistema de Naciones Unidas para desarrollar estrategias y políticas para la reducción de amenazas naturales; *b)* identificar vacíos en las políticas y programas de reducción de desastres y recomendar acciones para su solución, y *c)* convocar a reuniones de expertos en temas relacionados con la reducción de desastres (Naciones Unidas, 2001).

Estos esfuerzos de la comunidad internacional han puesto en evidencia la magnitud y complejidad de los efectos de los desastres y las formas de prevención y mitigación. A través de organismos internacionales como el Banco Mundial de Desarrollo y la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), entre otros, se han podido formular y aplicar metodologías que han intentado evaluar los impactos negativos sobre el ambiente natural, social y económico de los países perjudicados por los desastres.<sup>3</sup> Como resultado de estos esfuerzos, en la actualidad se presenta un panorama un poco más claro para la prevención, mitigación y tratamiento de catástrofes en el mundo, donde la cooperación internacional juega un papel importante.

## *LOS DESASTRES NATURALES EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA*

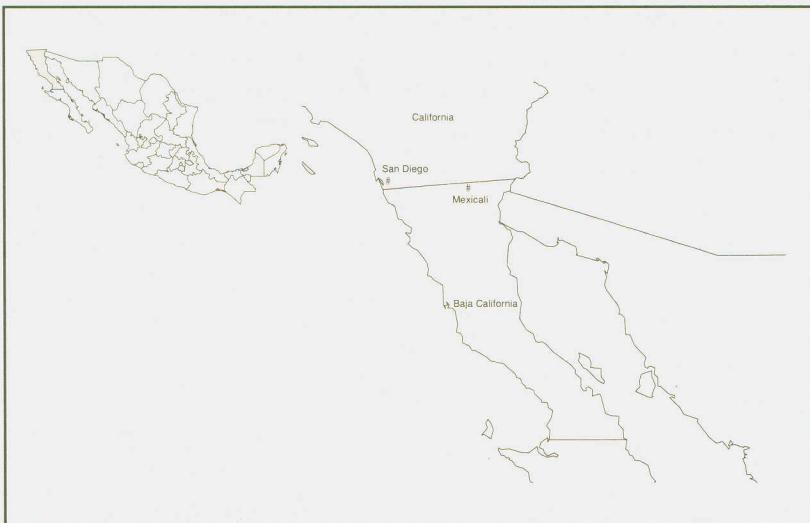
El estado de Baja California (véase la figura 1) está propenso a experimentar diferentes fenómenos naturales y humanos. De acuerdo con el *Atlas nacional de riesgos* (Secretaría de Gobernación, 1992), la entidad se encuentra en una

<sup>2</sup>Resolución 54/219 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, 2000.

<sup>3</sup>Tal es el caso del *Manual for Estimating the Socio-economic Effects of Natural Disasters* (CEPAL, 1991).

zona de alto riesgo tanto por penetraciones ciclónicas como por la generación de productos petroquímicos, ya que está asentada sobre extensas redes de oleoductos, poliductos y gasoductos. Sin embargo, existe una zona en el estado donde se concentra un gran número de sismos de variable magnitud, que en algún momento han representado un riesgo para la población, especialmente la urbana. Tal es el caso de la ciudad de Mexicali. A continuación se presentan dos fuentes potenciales para generar un desastre en Mexicali: lluvias intensas y sismos.

FIGURA 1. *Ubicación de Mexicali, Baja California.*



#### *Lluvias en la ciudad*

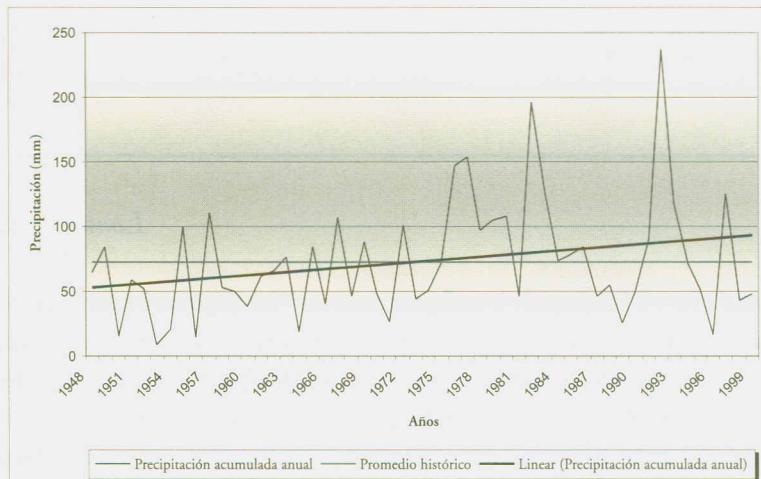
Los factores como la altitud, configuración del terreno así como la distribución de las aguas marinas definen en gran medida la variabilidad climática en Baja California. Además, agentes externos al estado, como la circulación atmosférica regional, son los responsables de la distribución de las lluvias y la temperatura en toda la región. La diversidad de climas está determinada en gran medida por la presencia de vientos frescos que penetran en la región con dirección al noreste, los cuales son moderadamente húmedos, de tal forma que no producen lluvias abundantes en las partes bajas pero sí aportan volú-

menes importantes en las partes altas de la sierra de Juárez (INEGI y Gobierno del Estado, 1995:5).

Por otro lado, al encontrarse próximo al océano Pacífico, el estado de Baja California experimenta con cierta regularidad –cada tres o siete años– los efectos de ciclones o huracanes.<sup>4</sup> La temporada oficial de ciclones es de mayo a octubre en el océano Pacífico, aunque en Baja California, la influencia de los huracanes se deja sentir más profundamente entre agosto y septiembre. El ejemplo más reciente fue el huracán Nora, que en septiembre de 1997 se dejó sentir en el estado y en Mexicali produjo 45 mm de precipitación en un período de 24 horas.

La ciudad de Mexicali se caracteriza por poseer un clima de tipo seco (B) y subtipo muy seco semicálido, con lluvias de invierno cuya frecuencia es menor a 36%. Al observar el registro histórico de las precipitaciones anuales en Mexicali, podemos apreciar que el promedio anual de precipitación acumulada es de 73 mm en el período de 1948 a 2000. Estos datos históricos en la estación de Mexicali muestran una tendencia positiva, ya que esta cantidad se viene incrementando (véase la figura 2). De acuerdo con ésta, la precipitación

FIGURA 2. *Precipitación acumulada anual, estación Mexicali, B.C.*



<sup>4</sup>En esta misma situación se encuentran los estados de Jalisco y Colima (Segob, *Atlas nacional de riesgos*, 1992).

anual acumulada mínima en esta estación fue de 8.9 mm en 1953, y la máxima fue de 236.9 mm en 1992. Al respecto, en 1975, la línea de crecimiento cruza el promedio anual histórico, lo que hace suponer que las oscilaciones máximas y mínimas de la precipitación durante todo el período encuentran su punto de equilibrio en ese año.

Sin embargo, un aumento en las precipitaciones acumuladas mensuales y anuales no puede representar un riesgo por sí mismo. Para el caso de Mexicali o de cualquier otra ciudad, el problema radica en la duración y la intensidad de un solo evento en un período de 24 horas o menos. A este respecto, las lluvias intensas en la ciudad son las que pueden provocar situaciones de emergencia y dañar la infraestructura urbana, la cotidianidad de las personas, e inclusive ocasionar la pérdida de vidas humanas.

Una lluvia intensa es definida como aquélla que se presenta en un período de 24 horas y es igual o mayor a los 50 mm (Jáuregui, 1989:44). En el período de precipitación analizado (1948-2000) se tiene que solamente se han presentado cuatro lluvias intensas en Mexicali, que fueron en octubre de 1972, agosto de 1977, diciembre de 1982 y octubre de 1992. Al respecto, existen evidencias que pueden explicar la ocurrencia de lluvias intensas en la ciudad. Por un lado, el paso de huracanes por el océano Pacífico hace que se registren lluvias intensas en amplias regiones. En el caso de Baja California, en octubre de 1972 se presentó Joanne; Doreen, en agosto de 1977; Paul, en septiembre de 1982; y Lester, en agosto de 1992. Por otro lado, El Niño pudo haber influido para que se presentaran estas lluvias en la ciudad, ya que este fenómeno ocurrió en 1972, 1976, 1982 y 1991, lo que indica que dos lluvias intensas coincidieron con El Niño, y las otras dos ocurrieron durante la fase terminal de este fenómeno. Sin embargo, estas precipitaciones intensas en la ciudad pueden deberse a la combinación de estos dos fenómenos climatológicos.

De acuerdo con Jáuregui (1989), las lluvias intensas en el período de mayo a octubre solamente aportan entre 10 y 31% de la lluvia total en estaciones climatológicas de la frontera norte de México, y los valores más altos se registran en la parte este de la frontera (Tamaulipas y Nuevo León). En el caso de Mexicali, la lluvia intensa de 1972 produjo 55% de la precipitación acumulada anual; la de 1977, el 40%; la de 1982, 25%; y la de 1992 aportó 31% de la lluvia total anual. Estos porcentajes reflejan la importancia de las lluvias intensas, puesto que en el menor de los casos éstas han representado la cuarta

parte de la lluvia que se registra en un solo año. Sin embargo, si se compara el total de las cuatro lluvias intensas con la precipitación total registrada en Mexicali en el período 1948-2000, el porcentaje es de 6.4%, lo que disminuye su importancia en términos de la distribución de lluvias intensas en los últimos 52 años.

En relación con los efectos de las lluvias intensas en medios urbanos, en Mexicali no es necesaria una lluvia intensa para ocasionar problemas; basta con que ésta sea de por lo menos 10 mm en un período de 24 horas para que afecte en una u otra forma la ciudad. A este respecto, durante el 26 y 27 de febrero de 2001 se presentó una lluvia de 13 mm, que provocó los daños que se mencionan en el cuadro 2.

CUADRO 2. *Efectos de las lluvias durante el 26 y 27 de febrero de 2001 en Mexicali, B.C.*

Tipo de daño	Magnitud	Afectados
Inundaciones	8 colonias	26,811
Apagones	4 colonias	3,804
Accidentes viales	5	3

FUENTE: Elaboración propia con datos de La Crónica, 1 de marzo de 2001.

Como se puede ver en éste, debido a sus condiciones, principalmente en infraestructura hidráulica y energía eléctrica, la ciudad no está preparada para soportar una lluvia relativamente ligera. Esto pone de manifiesto que Mexicali es vulnerable a lluvias superiores a 10 mm en un solo día.

De acuerdo con lo anterior, con una lluvia de 10 mm se observaron dos sucesos importantes en la ciudad: los tiempos de respuesta para la atención de un problema como el restablecimiento de la energía eléctrica, que en este caso fue un problema puntual, fue mucho menor que el registrado para el desazolve de calles en la periferia que no cuentan con pavimento ni drenaje pluvial. En el primer caso, la reanudación del servicio se efectuó en pocas horas con la sustitución de transformadores, y en el segundo se necesitaron dos días, como sucedió en la delegación González Ortega (Palaco), donde en agosto de 2000 se presentaron encharcamientos en las calles principales.

*Los sismos*

La ciudad de Mexicali se ubica en una de las zonas de mayor actividad sísmica del país, lo que la hace vulnerable a los efectos de los sismos (Segob, 1992). Un temblor es la propagación de ondas a través de las rocas que constituyen nuestro planeta. Esta propagación es posible porque la Tierra se comporta como un cuerpo elástico. Por encontrarse en el sistema de fallas denominado falla de San Andrés, en Mexicali se han provocado sismos de diversa magnitud, ya que éste es uno de los sistemas más activos del mundo.<sup>5</sup> De acuerdo con datos históricos sobre sismos en México, los epicentros de temblores de gran magnitud (mayores de 7° Richter), que ocasionan graves perjuicios a la población y sus bienes, se ubican en la costa del Pacífico, entre Jalisco y Oaxaca. Sin embargo, los grandes sismos también han ocurrido en Veracruz y Puebla, norte y centro de Oaxaca, Chiapas, Estado de México y la península de Baja California, especialmente en la zona fronteriza con Estados Unidos (Cenapred, 1997:16).

En lo que respecta a la historia geológica de Mexicali, la ciudad se encuentra en la provincia cenozoica del golfo.<sup>6</sup> Esta zona está compuesta por depósitos recientes del cenozoico (de hace 66 millones de años), que incluyen secuencias sedimentarias y volcánicas de distintas composiciones que se formaron en un ambiente continental-marino. Dominando un paisaje de llanura desértica, en el valle de Mexicali, donde se asienta esta misma ciudad, sobre-

<sup>5</sup>De esta forma, la actividad tectónica en la región es la responsable de que exista un desplazamiento de la península de Baja California de seis cm al año con respecto a la parte continental de México (*La Crónica*, 17 de mayo de 2000, Mexicali, B.C.).

<sup>6</sup>Los rasgos geológicos (estratigrafía) en la parte norte de Baja California se pueden resumir en las siguientes zonas: *a*) en el oeste de la península se encuentran sedimentos marinos y continentales del cretácico superior (comenzó hace menos de 144 millones de años), que se presentan poco consolidados y sin fuertes perturbaciones tectónicas, y consisten de estratos subhorizontales de arenisca, limonita, lutita y conglomerados (formación Rosario); *b*) un segundo cinturón al este de la primera zona lo constituyen secuencias de rocas volcánicas y sedimentarias cuya edad corresponde al cretácico inferior (hace 144 millones de años –formación Alisitos–), el cual está afectado por numerosas fallas y cuerpos intrusivos de granito, por lo que se encuentra deformado y parcialmente metamorfizado, y *c*) un tercer cinturón, ubicado al oriente del anterior, está constituido de afloramientos complejos de rocas intrusivas y metamórficas derivadas principalmente del metamorfismo regional de rocas sedimentarias. Los batolitos resultantes (sierra de La Rumorosa) pertenecen al mesozoico (hace 245 millones de años) y están formados por tonalitas, granodioritas y granitos (Morán, 1990:4:6).

salen algunos relieves de regular altitud. La sierra Cucapá (1 080 metros sobre el nivel del mar –msnm–), al sur de Mexicali, está formada por rocas intrusivas ácidas que posiblemente tienen una edad de 127 millones de años (cretácico inferior). Además se encuentran algunos conglomerados en la porción noroeste y al sur de esta sierra. En esta porción se encuentra la sierra El Mayor (660 msnm), donde los conglomerados están asociados con antiguas terrazas fluviales. Por su parte, otro relieve de menor altitud lo representa Cerro Prieto (220 msnm), ubicado también al sur de la ciudad de Mexicali, el cual es un volcán piroclástico con algunos derrames de basalto del cuaternario (hace menos de un millón de años).

Una de las manifestaciones de vulcanismo que se encuentra relacionada con la sismicidad de la región la representa la actividad geotérmica. El campo geotérmico de Cerro Prieto, ubicado a 30 kilómetros al sur de Mexicali, representa uno de los más importantes productores de energía geotérmica en el mundo. En una columna estratigráfica realizada en el campo geotérmico de Cerro Prieto entre las fallas Cerro Prieto e Imperial, se encontró aluvión (grava, arena, limo y arcilla), lodolita y lutita café, lutita gris con lentes de arenisca, y el basamento cristalino corresponde al cretácico (rocas intrusivas como granito y granodiorita). De igual modo, se determinó que la anomalía geotérmica es mayor a los 300 grados centígrados y se encuentra a 2 500 metros de profundidad. Un hecho importante es que los depósitos de aluvión son más profundos hacia la falla Imperial (hacia el centro del valle de Mexicali), donde alcanzan un espesor de 2 000 metros de profundidad (INEGI, Gobierno del Estado, 1995:11-12, figura 6.71).

En un radio de 40 kilómetros alrededor de Mexicali se encuentra un sistema de fallas geológicas responsables de la actividad sísmica de la región. De acuerdo con información de la Red Sismológica del Sur de California<sup>7</sup> (SCSN por sus siglas en inglés), entre 1950 y 2000 se han presentado aproximadamente 1 301 sismos de intensidad mayor a 3° en la escala de Richter.<sup>8</sup> De

<sup>7</sup> Proyecto donde participa el U.S. Geological Survey y el California Institute of Technology (<http://www.trinet.org/scsn/scsn>).

<sup>8</sup> La zona considerada es un recuadro formado por las coordenadas 22° 00'-23° 30' y 114° 30'-116° 00', donde se localizan el valle de Mexicali y San Luis Río Colorado en México; y Caléxico, El Centro y y Brawley en California, Estados Unidos.

éstos, solamente 43 fueron de 4.5° o más en la misma escala (véase el cuadro 3).<sup>9</sup> Como se puede observar, las fallas Imperial, Cerro Prieto y Superstition son las que, por lo menos en este período, representan un mayor riesgo para la ciudad de Mexicali y su valle, de acuerdo con el número de sismos registrados y la intensidad de éstos, ya que en las tres fallas citadas se han registrado

CUADRO 3. *Relación de sismos mayores a 4.5° Richter en el valle de Mexicali e Imperial.*

No.	Fecha	Hora	Magnitud	Falla asociada
1	1/24/51	7:16	6	Imperial
2	6/14/51	4:17	5.5	Imperial
3	6/14/53	4:29	4.8	Imperial
4	2/1/54	4:23	5	Cerro Prieto
5	2/1/54	4:31	5.5	Cerro Prieto
6	2/1/54	5:10	4.5	Cerro Prieto
7	2/1/54	13:05	4.9	Cerro Prieto
8	4/25/55	10:43	4.9	Imperial
9	12/17/55	6:07	5.3	Brawley
10	12/17/55	6:52	4.5	Brawley
11	4/25/57	21:57	5.1	Superstition Hills
12	4/25/57	22:24	5.2	Superstition Hills
13	12/15/57	21:16	4.5	Laguna Salada
14	12/1/58	3:21	5.8	Sierra de Juárez
15	12/1/58	3:50	4.7	Sierra de Juárez
16	12/1/58	4:26	4.6	Sierra de Juárez
17	12/1/58	6:02	5.4	Sierra de Juárez
18	12/2/58	0:54	4.5	Sierra de Juárez
19	4/27/59	17:45	4.5	Laguna Salada
20	6/1/59	16:35	4.5	Sierra de Juárez
21	9/30/71	22:46	5	Superstition Hills
22	1/23/75	17:02	4.8	Brawley
23	1/10/76	12:58	5	Laguna Salada
24	1/17/76	3:58	4.8	Laguna Salada
25	1/27/76	0:40	4.6	Laguna Salada
26	11/4/76	10:41	5	Imperial
27	4/26/81	12:09	5.7	Imperial
28	5/18/81	21:32	4.6	Imperial
29	2/7/87	3:45	5.4	Cerro Prieto
30	11/24/87	2:14	4.6	Superstition Mountain
31	11/24/87	2:15	4.8	Superstition Hills
32	11/24/87	13:15	6.6	Superstition Mountain
33	11/24/87	13:33	4.5	Superstition Mountain
34	11/24/87	13:34	4.7	Superstition Hills
35	11/26/87	17:39	4.6	Superstition Mountain
36	11/27/87	1:10	4.5	Superstition Mountain
37	12/2/87	4:03	4.5	Superstition Mountain
38	1/28/88	2:54	4.8	Superstition Hills
39	3/6/89	22:16	4.5	Imperial
40	8/11/94	2:22	4.6	Cerro Prieto
41	6/1/99	15:18	4.9	Cerro Prieto
42	9/10/99	13:40	4.8	Laguna Salada
43	6/14/00	21:49	4.5	Imperial

FUENTE: Elaboración propia con datos del Southern California Earthquake Data Center, 2001.

<sup>9</sup> Se consideraron los sismos a partir de una magnitud de 4.5° Richter o más, ya que son los que pueden ocasionar daños locales (Strahler, 1996:327).

movimientos mayores a los 5.5° Richter, que corresponden a 65% de los sismos mayores de 4.5°.

Con base en el mismo cuadro, sobresale la serie de sismos que se presentaron en Mexicali durante el 24 de noviembre de 1987, cuando se registraron aproximadamente cinco movimientos mayores de 4.5° Richter, con epicentro en el sistema de fallas Superstition, muy próximo a las ciudades de Imperial y El Centro, California. El primero de ellos se registró a las 2:14 horas y el de mayor intensidad sucedió a las 13:15, con una magnitud de 6.6° (algunas fuentes lo consideraron de 6.1°). Los efectos en la ciudad de Mexicali consistieron en el deterioro de edificios públicos (Hospital General y Poder Judicial del Estado) y un incendio en el Centro Cívico, además de daños en la estructura de los condominios Monte Albán, suspensión de la energía eléctrica en amplios sectores de la ciudad y perjuicios en las colonias Hidalgo, Bordo Wisteria y Televisora (*La Crónica*, 2000).

De acuerdo con los datos del cuadro 3, son muy variables los períodos en que han ocurrido sismos mayores a 4.5° Richter en los últimos 50 años en Mexicali. Existen períodos de ocurrencia de sismos de uno o dos años en la década de 1950; de cuatro a cinco años durante la década de 1970, y períodos mayores en la década de 1980, en donde la frecuencia varía entre cinco y seis años. Resulta interesante que a un mayor período de ocurrencia de sismos de más de 4.5° –en este caso, de seis años–, el temblor producido sea el de mayor magnitud registrado en los últimos 50 años. Tal es el caso del sucedido en 1987, que alcanzó una magnitud de 6.6° Richter. Este hecho puede significar que de no presentarse un sismo mayor de 4.5° en un período de seis años, existe la probabilidad de que se presente uno de 6° o más en el futuro.

## FORMAS DE TRATAMIENTO DE LOS DESASTRES

La experiencia de nuestro país en la atención de los desastres, ya sean de origen natural o humano, es relativamente reciente.<sup>10</sup> Hasta antes de 1986 no

<sup>10</sup> En nuestro país ya se habían presentado algunos intentos para la protección de las personas y sus propiedades, por ejemplo, el sereno, persona que vigilaba las calles de las principales ciudades durante la noche, el cual fue instituido en la Nueva España para prevenir incendios y otras contingencias (Garza, 1998, en Alvarado, 2001).

existía un marco general que definiera y coordinara las acciones de los tres niveles de gobierno para prevenir y atender a la población perjudicada por cualquier tipo de catástrofe, aunque existían programas de atención en caso de desastres de tipo sectorial. El sismo de 1985, que dañó la zona centro-occidente y en especial a la ciudad de México, puso en evidencia la falta de coordinación de las dependencias gubernamentales. Éste fue el antecedente para la creación del Sistema Nacional de Protección Civil (Sinaproc).<sup>11</sup>

El objetivo del Sistema Nacional de Protección Civil es el de proteger a la persona y a la sociedad ante la eventualidad de un desastre provocado por agentes naturales o humanos, mediante acciones que reduzcan o eliminen la pérdida de vidas humanas, la destrucción de bienes materiales y el daño a la naturaleza (*Diario Oficial de la Federación*, 1986).

El Sinaproc está integrado por los tres órdenes de gobierno, de modo que en cada estado y municipio existen unidades de protección civil. Este organismo es coordinado por el presidente de la república, a través de la Secretaría de Gobernación. El Sinaproc opera por medio de la Coordinación General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, dependencia que tiene como principales atribuciones: apoyar al secretario de Gobernación en la conducción del Sinaproc; promover y coordinar las acciones de programas de protección civil en los ámbitos federal, estatal y municipal; promover una cultura y capacitación en materia de protección civil; fomentar el desarrollo de estudios e investigaciones en la materia; evaluar los avances del Programa Nacional de Protección Civil; impulsar el desarrollo del Sistema Nacional de Información para la Protección Civil y de un Subsistema de Información de Riesgos; promover la difusión así como coordinar el apoyo y asesoría de otras dependencias y entidades a través del Sinaproc. La Coordinación General de Protección Civil está dividida en la Dirección General de Protección Civil y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Segob, 2001:39).

La Dirección General de Protección Civil tiene como atribuciones principales: integrar, coordinar y supervisar el Sinaproc; establecer la coordinación necesaria con las dependencias y entidades federales para dirigir las tareas de prevención, auxilio, recuperación y apoyo; dirigir las actividades de los cen-

<sup>11</sup> La protección civil es definida como el conjunto de disposiciones, medidas y acciones destinadas a la prevención, auxilio y recuperación de la población ante la eventualidad de un desastre (Segob, 2000).

tros de Información y Comunicación y Nacional de Operaciones (Segob, 2001:40). Por su parte, el Centro Nacional de Prevención de Desastres es un órgano descentrado que recibe apoyo técnico del Sinaproc. A través de la investigación, monitoreo, capacitación y difusión cumple con su misión de prevenir, alertar y fomentar la cultura de la autoprotección para reducir el riesgo de la población ante fenómenos naturales y antropogénicos que amenazan sus vidas, bienes y entorno (Segob, 2001:39).

Existen algunas instituciones federales que administran y operan planes específicos para atender a la población afectada por un desastre. Tal es el caso de la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena) con el Plan DN-III-E y la Secretaría de Marina con el Plan General de Auxilio a la Población en Casos y Zonas de Emergencia o Desastre. Por otro lado, existe un instrumento financiero denominado Fondo de Desastres Naturales (Fonden), creado en 1996 y vigente en la actualidad, que se encarga de atender a la población damnificada así como de los daños ocasionados por los siniestros, de modo que no se afecten los programas normales de las dependencias de la administración pública federal (Segob, 2001:39).

Con la creación del Sinaproc se tiene un organismo dependiente, en primera instancia, de la Secretaría de Gobernación, la que se encargará de la prevención o reducción de los efectos negativos provocados por los desastres. Sin embargo, aún no se contaba con una legislación general o federal que respondiera a la necesidad de atender a la población perjudicada por fenómenos naturales o sociales extremos.

Además, en un recuento cronológico de los eventos que fueron organizando el actual modelo de protección civil en México, en 1988 se creó el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred), institución encargada de realizar estudios técnicos y reguladores (normas) para la prevención de desastres. En 1990 quedó instalado el Consejo Nacional de Protección Civil como un órgano de consulta y coordinación entre los grupos del Sinaproc (Delgadillo, 1996:86).

En 1991 se aprobaron dos importantes documentos que permitieron una mejora en la prevención de desastres: el Programa nacional de protección civil, el cual estableció las estrategias por seguir en esta materia en el ámbito nacional y, por otro lado, el *Atlas nacional de riesgos*, el cual contiene un diagnóstico de la situación que guardaba el país ante los desastres naturales y

humanos (Delgadillo, 1996:89). Adicionalmente, un documento que vino a complementar el *Atlas nacional de riesgos* fue el *Diagnóstico general de riesgos de los estados de la república*, que sirvió como material de apoyo en la elaboración de los atlas municipales de riesgos en las entidades federativas a partir de 1994. Estos documentos son considerados en la actualidad para formular la política de prevención y atención de desastres en el ámbito local.

En 1995 se habían creado 16 leyes estatales en materia de protección civil –incluyendo la del Distrito Federal–, pero solamente se habían formulado cuatro reglamentos estatales en esta materia en el país (Macías, 1999b:33-34). No fue hasta 2000 cuando se aprobó la *Ley general de protección civil* (*Diario Oficial de la Federación, 2000*), la cual, como su nombre lo indica, tiene por objeto establecer las bases de la coordinación en materia de protección civil entre la federación, las entidades federativas y los municipios. Esta legislación viene a formalizar los distintos organismos e instituciones encargados de la protección civil en congruencia con los lineamientos del *Plan nacional de desarrollo 1995-2000*.

En la *Ley general de protección civil* se define el *desastre* como el estado en que la población de una o más entidades federativas sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, y enfrenta la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, lo que afecta el funcionamiento de los sistemas de subsistencia.

Por su parte, esta misma ley establece que una *emergencia* es la situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general. Esta condición la declara el ejecutivo federal cuando un estado sufre los estragos de un desastre y (o) se rebasa su capacidad de respuesta, por lo que se requiere el apoyo federal.

Con estas dos definiciones se pretende demostrar el *campo de acción* de la protección civil en el ámbito federal. Por una parte, para que se presente un desastre, a partir de una fuente generadora de tipo natural o humana, se deben occasionar *severos daños*. El problema aquí es el referente o el umbral que defina los límites de un desastre y con ello poner en marcha el Sinaproc. De esta forma, si la ocurrencia del evento rebasa la capacidad de respuesta de las autoridades locales en cuanto a la atención de emergencias, el aspecto por considerar aquí es que los estados se verán en la necesidad de recurrir al gobierno

federal para que mediante acciones coordinadas atienda a la población perjudicada, aun cuando los tiempos de respuesta no siempre son los requeridos.

Por otro lado, la *Ley general de protección civil* define en gran medida la subjetividad del término emergencia, ya que ésta es declarada por el ejecutivo federal basado en los reportes del Sistema Nacional de Protección Civil. Esta subjetividad puede estar sujeta a una serie de situaciones que intervienen en la propia declaración. Por ejemplo, el problema de las sequías en los estados del norte del país –que es frecuente por las propias condiciones geográficas de la región– requiere de atención casi permanente por la periodicidad de estos fenómenos. Sin embargo, la declaración de emergencia en situaciones de inundaciones o sismos son más objetivas ya que se puede calcular su magnitud en términos de pérdida de vidas humanas, viviendas o infraestructura, y recurrir así al Fondo Nacional de Desastres. Un claro ejemplo de lo anterior fueron las lluvias en los estados de Puebla, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y Tabasco en octubre de 1999, desastre al cual el presidente Zedillo nombró como la Tragedia de la Década, al producirse 261 muertos y más de 250 000 damnificados (Domínguez, 2000:12).

En el caso de Baja California, la legislación en materia de protección civil se publicó en 1998 con la *Ley de protección civil del estado de Baja California (Periódico Oficial, 1998)*, la cual tiene por objeto

establecer las bases de integración, coordinación y funcionamiento de los Sistemas Estatal y Municipal de Protección Civil; la prevención, mitigación, auxilio y salvaguarda de las personas, sus bienes y entorno; el restablecimiento y funcionamiento de los servicios públicos indispensables y sistemas estratégicos en casos de emergencia y desastre, provocados por factores geológicos, hidrometeorológicos, químicos, sanitarios y socio-organizativos (artículo 1).

En esta ley, sin embargo, no se definen los conceptos de desastre o emergencia, por lo que se debe hacer una referencia obligada a la ley general. De cualquier manera, la carencia de definiciones de estos términos puede ocasionar una deficiente coordinación entre los organismos y dependencias encargados de la atención en caso de catástrofes. Por su parte, en este documento se pone una mayor atención en los desastres de tipo tecnológico y se da poca importancia a los de origen natural. Esto se entiende en la medida en que la ocurrencia de fenómenos naturales capaces de desencadenar un desastre no es muy frecuente en el ámbito estatal, aunque sí en lugares determinados

como Tijuana —que ha sufrido los estragos de las lluvias— y Mexicali —sacudido por frecuentes sismos—. Éste es un aspecto importante, ya que el problema radica en que cuando ocurre un fenómeno natural de cierta magnitud capaz de desencadenar un desastre, tanto la población como las autoridades no están preparadas para hacer frente a la emergencia.

Además, en la *Ley de protección civil del estado de Baja California* se establece que el Sistema Estatal de Protección Civil forma parte del Sistema Nacional de Protección Civil y representa la instancia de mayor jerarquía en esta materia en el ámbito estatal. La finalidad principal del Sistema Estatal es coordinar a los participantes antes, durante y después de una eventualidad, en el cumplimiento de sus funciones, así como en su interrelación con los sectores público, privado, social y académico. El Sistema Estatal de Protección Civil lo forman el Consejo Estatal de Protección Civil, la Dirección de Protección Civil y organismos públicos, privados y académicos.

Al igual que en la legislación federal, existe un Consejo Estatal de Protección Civil,<sup>12</sup> que es un órgano de consulta, opinión y coordinación de acciones, en el que se integran, en forma multidisciplinaria e interinstitucional, dependencias del gobierno federal, del estado y los ayuntamientos. En el Consejo Estatal intervienen el gobernador (presidente), el secretario general de Gobierno (secretario ejecutivo) y el director de Protección Civil del estado (secretario técnico), además de otras personalidades del gobierno estatal y presidentes municipales, que aparecen como vocales (artículo 8).

Entre sus atribuciones principales, el Consejo Estatal es responsable de:

1. Orientar las políticas y acciones de protección civil y aprobar el programa anual en esta materia.
2. Promover la investigación científica en materia de protección civil.
3. Sesionar permanentemente cuando ocurra un desastre, con el fin de formular un diagnóstico y evaluación del estado de emergencia, decidir las acciones que se deben tomar, así como determinar los recursos necesarios para la respuesta.
4. Celebrar convenios de ayuda mutua con autoridades de primera respuesta en la zona fronteriza.

<sup>12</sup>De hecho, la legislación estatal, en lo referente al Consejo Estatal de Protección Civil, recoge los tres primeros cargos del Consejo Nacional.

De esta forma, el Consejo Estatal, a través de la Dirección Estatal de Protección Civil, es la dependencia encargada de planear y dar seguimiento a las acciones para responder, en caso de una emergencia, dando protección a las personas y sus propiedades. Sus atribuciones le permiten definir la política en materia de protección civil con otras instituciones como las unidades municipales de protección civil, así como las federales.

En términos generales, la legislación estatal sobre protección civil define solamente la estructura organizacional de las autoridades en la atención de desastres. Un elemento que se observa en la legislación general, así como en la estatal, es el carácter de participación de los organismos de protección civil en todos sus niveles. La experiencia en nuestro país en esta materia es que se actúa y se ejerce todo el poder de las instituciones de gobierno solamente cuando la emergencia o desastre está ocurriendo o después de ocurrido, y se deja la parte de prevención en una etapa incipiente en todo el marco general de la protección civil.<sup>13</sup>

Sin embargo, recientemente se presentó un evento que puso en práctica la coordinación de los tres niveles de gobierno en materia de prevención, mitigación y atención en caso de desastres. Este evento fue la presencia del fenómeno climatológico de El Niño en su ciclo 1997-1998.<sup>14</sup> De acuerdo con la información de la comunidad científica internacional, el suceso estaría acompañado por un aumento de la temperatura en el océano Pacífico y lluvias intensas en América Latina y el suroeste de Estados Unidos, principalmente.

El Sistema Nacional de Protección Civil y los medios de comunicación le dieron una amplia cobertura al fenómeno desde la segunda mitad de 1997. La Dirección General de Protección Civil, dependiente de la Secretaría de Go-

<sup>13</sup>Para un análisis más profundo sobre este tema diríjase a: José Manuel Macías, *Legislar para reducir desastres*, México, D.F., CIESAS, 1999.

<sup>14</sup>El fenómeno de El Niño es una alteración de las condiciones climatológicas a escala global. Empieza a manifestarse a través del aumento de la temperatura del mar en la superficie del Pacífico ecuatorial. Este calentamiento de las aguas oceánicas, el cual oscila entre 0.5 a 2 °C por encima de la temperatura normal, comienza su manifestación a través de lluvias intensas en Ecuador y Perú, en Sudamérica, para posteriormente alterar gran parte de la circulación atmosférica general. En nuestro país, la costa del Pacífico y los estados de la vertiente occidental (Nayarit, Sinaloa, Sonora, Chihuahua y la península de Baja California, especialmente) fueron de los más afectados por las lluvias originadas por El Niño entre 1997 y 1998. World Meteorological Organization, *The 1997-1998 El Niño Event. A Scientific and Technical Retrospective*, UNESCO, UNEP, ICSU, 1999, p. 96.

bernación, en colaboración con otras dependencias del gobierno federal, mantuvo una comunicación constante con las diferentes direcciones estatales de Protección Civil para mantenerlas informadas acerca del arribo del fenómeno. Este estado de prealerta se mantuvo desde mediados de 1997 hasta principios de 1998. En el caso de Baja California y Sonora, el evento tuvo su punto crítico entre el 16 y 26 de septiembre de 1997, con la llegada del huracán Nora<sup>15</sup> a las costas de Baja California, cuya trayectoria pasó muy cerca de Mexicali, que en ese mes tuvo precipitaciones de 45.6 milímetros en un período de 24 horas.

En términos generales, para hacer frente a los posibles efectos de El Niño a partir de octubre de 1997, en Mexicali se realizaron las siguientes obras y actividades:

- Desazolve de cauces, canales y drenes.
- Adquisición de bombas para desalojar agua.
- Para hacer frente a los efectos de El Niño, se repartieron más de 100 000 trípticos y se publicaron avisos informativos en periódicos.
- Se destinó más de un millón de pesos para evitar posibles daños en los edificios del IMSS.
- Se garantizó el abasto de medicinas en la ciudad por 10 días y por 30 para el medio rural.
- Se realizaron programas para recolectar alimentos enlatados (DIF).
- Se donaron 150 000 sacos de arena para aquellas personas que solicitaran este material.
- Se organizaron 51 albergues en toda la ciudad, y el DIF nacional destinó más de dos millones de pesos para su acondicionamiento en Baja California. De esta cantidad, 435 771 pesos correspondieron a Mexicali.

En términos oficiales, El Niño tocó tierra en Baja California en febrero de 1998 con la presencia de las lluvias intensas en la zona de la costa, que motivaron la activación del Plan DN3 por parte del ejército nacional con 300 efectivos tan sólo en Tijuana. Los primeros embates de El Niño causaron daños en Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada, principalmente, donde cayeron 36.7 mm de lluvia en un solo día. En el caso de Mexicali, las precipitaciones

<sup>15</sup> Por su intensidad de categoría cuatro, el huracán Nora estuvo asociado al calentamiento de las aguas del océano Pacífico, provocado por El Niño. World Meteorological Organization.

no fueron tan intensas como las provocadas por el huracán Nora en septiembre de 1997, pero sí se presentaron 16 accidentes automovilísticos el 14 de febrero de 1998 –en los cuales hubo 25 lesionados–, así como apagones y encharcamientos en colonias que carecen de pavimento y drenaje pluvial.

En total, en Baja California se registraron 19 muertes, 850 damnificados, ocho desaparecidos y 100 familias evacuadas. Casi el total de los daños se presentaron en la ciudad de Tijuana, la cual sufrió más severamente la influencia de El Niño. Por ello se destinaron poco más de siete millones de pesos para la reconstrucción de las zonas perjudicadas, pero al no ser suficientes estos recursos, la reparación de los daños en la ciudad tardó más de tres meses en llevarse a cabo.

La presencia de El Niño en nuestro país puso en marcha a todo el Sinapro, incluyendo las direcciones estatales y municipales. Al respecto, destacan las labores de prevención que se realizaron por lo menos en dos estados del noroeste de México: Baja California y Sonora. La difusión que se le dio al fenómeno hizo que algunos sectores de la población realizaran por cuenta propia algunas mejoras en sus viviendas para hacer frente al fenómeno. Sin embargo, las pérdidas humanas, principalmente en Tijuana, demostraron que aún se necesita trabajar en el aspecto de la planeación urbana y en la cultura de la prevención.

Regresando al aspecto de la legislación sobre protección civil en Baja California, aunque en la actualidad no se cuenta con un reglamento sobre esta materia en el estado, sí se dispone de reglamentos específicos para algunos municipios. Tal es el caso del *Reglamento de la seguridad civil y prevención de incendios para el municipio de Mexicali, Baja California* (Periódico Oficial, 1988). Otro municipio que cuenta con este tipo de normatividad es Tijuana (1992). El *Reglamento de la seguridad civil y prevención de incendios* para Mexicali tiene como finalidad establecer las normas y medidas necesarias para la seguridad civil, la prevención y el control de los incendios (artículo 1).

Esta reglamentación establece también que las disposiciones tenderán a garantizar la seguridad pública y la integridad personal, así como a la conservación de la salud y los bienes de los habitantes del municipio de Mexicali, B.C. (artículo 2), y que las acciones de este reglamento incluyen la inspección, vigilancia y certificación de instalaciones y aparatos relacionados con la segu-

ridad de las personas y de los bienes muebles, inmuebles o edificaciones, así como la imposición de sanciones por la infracción o incumplimiento de estas normas (artículo 3).

El propósito principal de este reglamento es que los propietarios, administradores o poseedores de edificaciones mantengan un cierto grado de seguridad en sus propiedades. Asimismo considera el papel que juega el Departamento de Bomberos para que se observen estas disposiciones y algunas especificaciones técnicas que deben cumplir estos inmuebles. En lo que se refiere al riesgo por lluvias intensas, inundaciones o a sismos, el reglamento de Mexicali no menciona específicamente el tema. Solamente hace alusión a las características que para prevenir incendios deben tener las instalaciones destinadas a la industria, el comercio y uso habitacional.

De esta forma, la legislación en materia de protección civil en México solamente define las formas de organización de las autoridades y ciertos sectores sociales en la atención a situaciones de desastre. Por las experiencias obtenidas en los últimos años, parece ser necesario que se reglamente de manera más amplia en los estados y municipios, ya que son éstos las principales autoridades que deben atender a la población en caso de catástrofe. Desgraciadamente aún no existen los mecanismos que garanticen y hagan eficiente la distribución de recursos humanos, económicos y materiales en la fase de preventión. Esto se traduce en retrasos en la elaboración y aplicación de programas de protección civil en el ámbito municipal.

En este último aspecto, apenas en febrero de 2001 se presentó en Mexicali el *Atlas municipal de protección civil*, elaborado por la Unidad Municipal de Protección Civil. Al respecto, aquí se pueden observar dos cosas: por una parte está el poco interés de los gobiernos estatal y municipal en materia de protección civil para elaborar este instrumento de planeación, y por otro lado, el escaso apoyo económico para dotar de infraestructura, equipo y personal a la mencionada unidad.

#### AGENDA ACTUAL

El riesgo urbano ante desastres naturales es evidente en la ciudad de Mexicali. El relativo a sismos es quizás el más importante de los dos tipos aquí estudiados.

dos. Esta importancia radica en la frecuencia con que ocurren los movimientos telúricos mayores de 4.5° Richter, capaces de causar un mayor daño a la ciudad que el ocasionado por las lluvias intensas y sus efectos en el medio urbano. La frecuencia con que se presentan estos dos fenómenos marca una diferencia importante que se debe considerar en la planeación urbana y en la forma de cómo preparar a la población y a las autoridades para hacer frente a un futuro desastre en la ciudad y así disminuir los efectos de éste.

De esta forma, en el año 2000, la ciudad contaba con 549 873 habitantes (*Censo general de población y vivienda, 2000*), población que se distribuía en una superficie de poco más de 15 000 hectáreas. Esto, aunado a la poca pendiente de la mayor parte de la ciudad (entre 0 y 2.5%), hace de Mexicali una ciudad horizontal. Esta característica la torna más vulnerable con respecto a otras con igual número de población, ya que en Mexicali los servicios de atención a emergencias se tienen que desplazar a una mayor distancia, tal y como ocurre con la prestación de servicios urbanos municipales.

En lo que respecta a la actividad productiva en la ciudad, ésta se caracteriza por contar con 20 parques industriales, en los que se desarrolla la industria maquiladora de exportación, principal rama productiva en Mexicali, con un total de 200 empresas. La ubicación de esta actividad trae como consecuencia la saturación de ciertas áreas de la ciudad al concentrar a la población laboral en estos parques industriales, cuya distribución en las partes este y sureste de la ciudad ha hecho de estas dos zonas las que registran un mayor crecimiento habitacional por lo menos en los últimos 10 años, y con ello representan las áreas con mayor densidad poblacional. De hecho, la zona este de la ciudad engloba 70% de la población total de Mexicali. Este proceso de ocupación de la parte este de la ciudad ocurrió en gran medida a partir del plan de desarrollo urbano de Mexicali en 1984, el cual definió esta zona como la alternativa más viable de expansión territorial, lo que dio como resultado que la industria maquiladora y nuevos desarrollos habitacionales se establecieran en terrenos de la delegación González Ortega (Ranfla, 2000:29).

En términos de la vulnerabilidad urbana, Mexicali presenta ciertas deficiencias debido al rezago urbano, que hasta hoy no ha podido ser subsanado por la planeación urbana. En el caso de las lluvias intensas, si bien es cierto que no se presentan frecuentemente, cualquier lluvia mayor a los 10 mm registrada en un período de 24 horas representa un peligro, puesto que la cober-

tura del servicio de drenaje pluvial apenas cubre 50% de la ciudad. En otras palabras, la falta de drenaje, aunada a la poca permeabilidad del suelo en colonias sin pavimentar, provoca problemas que se traducen en daños a las vialidades secundarias, retrasos en la entrada o salida de personas a sus labores cotidianas, accidentes viales y daños en las líneas de transmisión de energía eléctrica. El problema de las lluvias intensas en Mexicali se puede agravar en algún momento ya que tanto el drenaje pluvial como el drenaje sanitario solamente tienen una vía de descarga, el río Nuevo, el cual recorre la ciudad de sur a norte hasta entrar en Estados Unidos por la ciudad de Caléxico, California (véase la figura 3).

A este respecto, en Mexicali 39.5% de la superficie construida de la ciudad –esto es, aproximadamente 2 762 hectáreas– corresponde a viviendas hechas con materiales deficientes y no aceptables (*Ayuntamiento de Mexicali, 1998:29*),<sup>16</sup> lo que significa que una tercera parte de la ciudad presenta deficiencias para hacer frente a lluvias intensas y otros fenómenos naturales y humanos. Este problema se ve cada vez más acentuado en la medida en que el déficit de vivienda –que en 1997 era de aproximadamente 5 873 unidades– no llega a cubrirse, por lo que año con año la cifra puede ir aumentando, lo mismo que las viviendas que necesitan remodelaciones o ampliaciones.

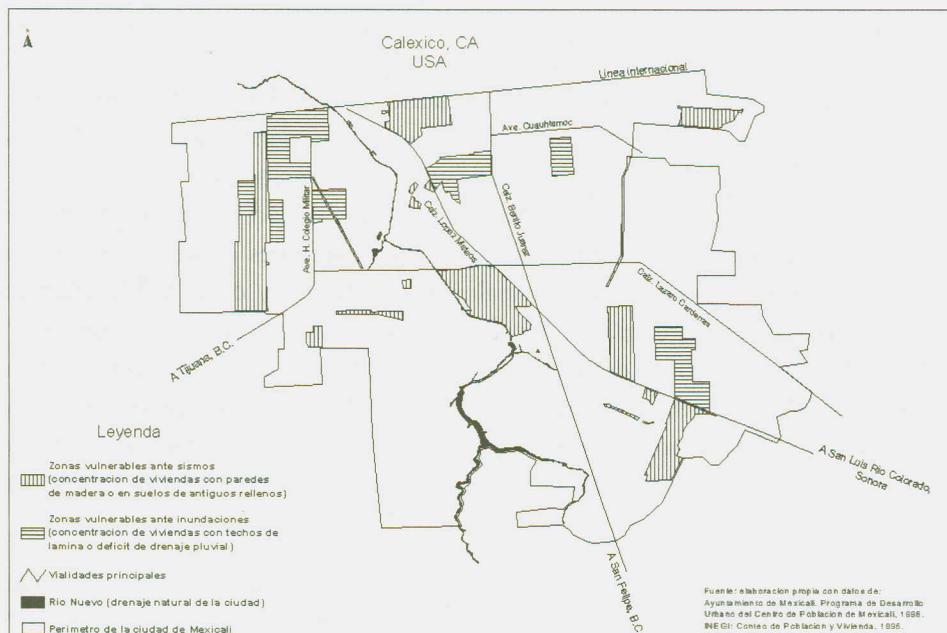
En lo que respecta al riesgo sísmico, la vulnerabilidad urbana está en función, entre otros factores, de la calidad de los materiales de construcción en viviendas, edificios públicos, comerciales e industriales y en la infraestructura urbana. En términos generales, Mexicali no cuenta con obras antisísmicas.<sup>17</sup> De acuerdo con los datos del cuadro 4, las viviendas y edificios de los tipos C y D representan un riesgo de sufrir daños por un sismo, lo que significa que este tipo de edificaciones presentan una mayor vulnerabilidad ante riesgo sísmico. Con base en los resultados del *Censo de población y vivienda (2000)*, en

<sup>16</sup>Las viviendas deficientes corresponden a casas cuyos muros son de madera, adobe y otros materiales similares, y para sus techos se utilizó madera, teja, tejamanil, palma y otros materiales similares. Las viviendas no aceptables se construyen con muros de láminas de cartón, asbesto o metálicas; carrizo, bambú, palma, embarro o bajareque y techos de lámina de cartón, asbesto o metálica y otros de menor calidad (INEGI, *Conteo de población y vivienda, 1995*).

<sup>17</sup>Un aspecto importante que influye en la vulnerabilidad urbana es el grado de preparación de los organismos de protección civil, bomberos y policía, además de la percepción, organización y preparación de los habitantes ante un evento extraordinario.

la ciudad de Mexicali existen 131 467 viviendas habitadas, de las cuales 34 324 (26%) cuentan con muros de material deficiente y 89 034 (68%) tienen techos construidos con material de la misma calidad. Si se consideran las viviendas que presentan muros y techos con materiales de construcción deficientes, en Mexicali existen aproximadamente 33 820 (25%). Esto, a su vez, representa que 135 280 habitantes de la ciudad pueden sufrir algún tipo de daño por ocupar construcciones vulnerables a los efectos sísmicos en Mexicali.<sup>18</sup> Algunos aspectos de su distribución aparecen en la figura 3. Como ésta lo indica, en la parte poniente de la ciudad existe cierta tendencia de desarrollo de zonas cuyas viviendas están hechas con materiales de baja calidad, principalmente sus techos, que son de lámina. También representan las zonas con

FIGURA 3. *Zonas vulnerables en Mexicali, B.C.*



FUENTE: Elaboración propia con datos del Southern California Earthquake Data Center, 2001.

<sup>18</sup>El promedio de ocupantes por vivienda para el municipio de Mexicali es de cuatro (INEGI, *Censo general de población y vivienda*, México, 2000).

mayor déficit de infraestructura urbana y población de bajos ingresos. Sin embargo, existen otras áreas donde se utilizan materiales deficientes como paredes de madera. Tal es el caso de la parte más antigua de la ciudad, la cual cuenta con una infraestructura urbana y servicios públicos consolidados, lo que refleja hábitos de construcción muy arraigados y comunes en las ciudades fronterizas del norte de México. Esta zona corresponde a la segunda sección y se encuentra próxima a la línea internacional.

CUADRO 4. *Tipos de edificios según el Método de Mercalli.*

<b>Tipo A</b>	Con un excelente diseño, buenos componentes y realización, estas construcciones son diseñadas para resistir los movimientos laterales. Agrupan los edificios reforzados, –especialmente en las estructuras laterales– con acero y cemento armado y las casas-habitación parásísmicas de madera.
<b>Tipo B</b>	Con las mismas características de construcción que los edificios del tipo anterior, las construcciones de este tipo están también reforzadas, pero no han sido diseñadas para resistir las fuerzas laterales y carecen de una protección para tales movimientos.
<b>Tipo C</b>	Estos edificios no han sido ni reforzados, ni diseñados para resistir fuerzas horizontales. Los materiales y la realización son de calidad y diseños ordinarios, y no existen estructuras de refuerzo. Esta categoría incluye las construcciones con ladrillos, piedras talladas y bloques prefabricados de cemento.
<b>Tipo D</b>	Son las construcciones con los más bajos estándares tanto para la realización como por los materiales utilizados. Son todas estructuras muy débiles, que incluyen tanto casas rurales como urbanas construidas con adobe, arcilla, madera, bloques, piedra y cemento de mala calidad. A esta categoría pertenecen también todas las casas construidas con materiales de recuperación, como láminas de hierro, madera, cartón o yeso.

FUENTE: El Colegio de la Frontera Norte-Institut de Recherche pour le Développement, 2000:71.

Otro de los lugares con riesgo potencial ante la amenaza sísmica lo representa la colonia Hidalgo, en la parte sur de la ciudad, pues concentra viviendas con paredes de madera y techos de lámina, lo que, aunado a una de las más altas concentraciones poblacionales de la ciudad (poco más de 19 000 habitantes), representa una de las zonas que podría experimentar problemas agudos y que deberá ser atendida al momento de ocurrir un fuerte sismo. Un caso de antecedente sísmico donde algunas viviendas se vieron deterioradas al debilitarse su estructura fueron los condominios Monte Albán, próximos a la línea internacional y asentados sobre el borde de la planicie de inundación del río Nuevo, los cuales aún se encuentran habitados.

Para terminar, el problema del riesgo sísmico se complica en la ciudad, ya que los nuevos desarrollos urbanos se están acercando más a la falla Imperial (hacia el oriente de la ciudad), la cual no ha experimentado actividad sísmica

mayor a los 4.5° Richter desde 1984, lo que la hace representar un peligro latente. Esto significa, sin lugar a dudas, que la posibilidad de que en esta falla se presente un sismo que dañe a la ciudad es cada vez más inminente, ya que las fuerzas experimentadas durante un temblor son más intensas alrededor del epicentro.<sup>19</sup>

## CONCLUSIONES

La ocurrencia de los fenómenos naturales como las lluvias intensas y los sismos son parte de la dinámica de la naturaleza. Por lo tanto, su control escapa a las fuerzas del hombre. La magnitud y frecuencia de estos fenómenos difieren tanto en la escala del tiempo como en la del espacio. Sin embargo, debemos aprender a revalorar los fenómenos naturales y el papel que éstos representan en la conformación del territorio y, en especial, de los espacios urbanos.

El crecimiento de las ciudades representa un reto aún mayor para la planeación urbana. Además de proveer los servicios públicos básicos y la infraestructura urbana requerida para un buen funcionamiento de la ciudad, la planeación urbana debe tomar en cuenta los costos que se han de asumir si un fenómeno natural rompe con el equilibrio de esas funciones. El aspecto del costo-beneficio entre la planeación de los espacios urbanos ante desastres y la nula consideración de estos aspectos en el desarrollo urbano debe considerarse más profundamente en las ciudades mexicanas.

El caso de la ciudad de Mexicali representa una oportunidad de poder hacer algo al respecto. Si bien las lluvias intensas no son frecuentes, sí debe considerarse el desalojo de las aguas pluviales a través de la ampliación del drenaje pluvial y el mantenimiento de la infraestructura existente, para con ello enfrentar las lluvias cuando éstas se presenten. El ordenamiento de las zonas susceptibles de sufrir daños por lluvias o inundaciones debe ocupar un papel importante en los planes de desarrollo urbano y ambiental.

<sup>19</sup>A pesar de ello, en el *Programa de desarrollo urbano del centro de población de Mexicali, B.C., 2010* se determinó una franja de 1 000 metros a lo largo (500 metros a cada lado) de la falla Imperial, donde no es recomendable edificar (Ayuntamiento de Mexicali, Coplademm, Mexicali, B.C., 1998).

Apenas con su poco más de medio millón de habitantes, Mexicali ofrece la oportunidad de reorientar su crecimiento hacia otras zonas para evitar la expansión de la ciudad hacia áreas de alto riesgo, como es el caso de la parte oriente. El recuerdo del sismo de 1987 apenas permanece entre algunos habitantes de Mexicali; sin embargo, se debe tener presente que el riesgo sísmico es algo permanente en la ciudad. Tal parece que la frecuencia con que se presentan los sismos en Mexicali ha permitido que estos movimientos sean parte de la "cotidianidad" de la población y esto les reste importancia.

Por otro lado, parece ser que la manifestación de los fenómenos naturales aquí tratados no representa, por sí sola, condiciones necesarias para generar situaciones de riesgo, ya sea sísmico o por lluvias intensas. El rezago de infraestructura urbana como la cobertura del drenaje pluvial, las prácticas de construcción de las viviendas, las deficiencias en el ordenamiento urbano y los espacios vacíos de la legislación en materia de protección civil, probablemente sean las principales condiciones para que suceda un desastre de origen natural en Mexicali.

Un elemento importante que se debe considerar para disminuir el riesgo y la vulnerabilidad ante fenómenos naturales en Mexicali, es contar con una ley estatal de protección civil más específica, donde se establezca como requisito que todas las administraciones estatales y municipales elaboren y actualicen continuamente sus atlas municipales de riesgos, para que éstos funcionen realmente como instrumentos de planeación urbana, coordinación y prevención de desastres naturales y humanos. La legislación sobre protección civil debe estar siempre adelante de los acontecimientos extremos que puedan generar un desastre.

El objetivo del presente trabajo se cumplió al conformar un diagnóstico sobre la situación actual que guarda la ciudad de Mexicali ante dos fuentes potenciales de riesgo. Sin embargo, se debe trabajar en varias líneas de investigación, entre las que destacan las siguientes:

- Escenarios ante riesgo sísmico para magnitudes de 6 o 7° Richter (perspectiva física).
- Análisis de la vulnerabilidad socioeconómica de la ciudad, así como de la percepción social del riesgo (perspectiva social).
- Análisis de las capacidades de respuesta de los organismos encargados de la atención a la comunidad ante desastres naturales (perspectiva institucional).

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Granados, Alejandro, *Consideraciones de los riesgos naturales en la planeación*, Memorias del Encuentro Nacional sobre Cambios Territoriales y Planeación, Toluca, Estado de México, UAEM, 2001.
- Ayuntamiento de Mexicali, *Programa de desarrollo urbano del centro de población de Mexicali, B.C. 2010*, Mexicali, B.C., Coplademm, 1998.
- Censo general de población y vivienda*, Aguascalientes, México, 2000.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, *Sismos*, fascículo 2, México, Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil, 1997.
- Delgadillo Macías, Javier, *Desastres naturales: Aspectos sociales para su prevención y tratamiento en México*, UNAM, UAS, Conacyt, 1996.
- Domínguez, Jorge E. (coord.), *Lecciones de la tragedia de la década*, Puebla, El Colegio de Puebla, A.C., 2000.
- El Colegio de la Frontera Norte-Institut de Recherche pour le Développement, *Aportes para un escenario sísmico en Tijuana*, 2000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Conteo de población y vivienda*, México, 1995.
- , *XII Censo general de población y vivienda*, México, 2000.
- , Gobierno del Estado de Baja California, *Estudio hidrológico del estado de Baja California*, Aguascalientes, Aguascalientes, 1995.
- Jáuregui, Ernesto, “Los ciclones tropicales del norte de México y sus efectos sobre la precipitación”, en *Ingeniería hidráulica en México*, vol. IV, núm. 3, septiembre-diciembre de 1989.
- Macías, Jesús Manuel, *Desastres y protección civil*, CIESAS, Gobierno de la ciudad de México, 1999b.
- (comp.), “Necesidades legislativas para reducir desastres en México”, en *Legislar para reducir desastres*, CIESAS, 1999b.
- Molin Valdés, Helena, “Decenio internacional para la reducción de los desastres naturales (DIRDN)”, en Allan Lavell (comp.), *Viviendo en riesgo: Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*, FLACSO, La Red, Cepredenac, 1994.
- Morán Zenteno, Dante, *Geología de la república mexicana*, Aguascalientes, Aguascalientes, INEGI, UNAM, 1990.

- Organización de las Naciones Unidas, Secretaría para el ISDR, 2001, <http://www.unisdr.org>.
- Ranfla, González, Arturo, "Crecimiento industrial y expansión urbana", en *Ciudades*, núm. 47, Puebla, México, RNIU, julio-septiembre de 2000.
- Secretaría de Gobernación, *Atlas nacional de riesgos*, México, 1992.
- , *Ley general de protección civil*, México, 2000.
- , *Programa especial de prevención y mitigación del riesgo de desastres 2001-2006*, México, 2001.
- Strahler, Alan y Arthur Strahler, *Physical Geography: Science and Systems of the Human Environment*, Estados Unidos, John Wiley & Sons Inc, 1996.
- Tobin, Graham y Burrel Montz, *Natural Hazards: Explanation and Integration*, Nueva York, The Guilford Press, 1997.
- World Meteorological Organization, *The 1997-1998 El Niño Event. A Scientific and Technical Retrospective*, Unesco, UNEP, ICSU, 1999.

### *Hemerografía*

- La Voz de la Frontera*, Mexicali, B.C., 18 y 19 de noviembre de 1997; 9, 15, 17 y 21 de diciembre de 1997; 1, 2, 4, 21, 22 y 25 de febrero de 1998; y 3 de marzo de 1998.
- La Crónica de Baja California*, Mexicali, B.C., 21 de diciembre de 1997; 1, 2, 4, 8, 15 y 16 de febrero de 1998; y 1 de marzo de 2001.
- La Jornada*, México, D.F., 19 de febrero de 1998.
- Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 8 de mayo de 2000.
- , México, D.F., 6 de mayo de 1986.
- Periódico Oficial*, núm. 3, tomo cv, 16 de enero de 1998.
- , núm. 7, tomo xcv, 10 de marzo de 1988.