

## Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

**Guillermo Montoya Gómez\***

**José Francisco Hernández Ruiz\*\***

**Miguel Ángel Castillo Santiago\*\*\***

**Diego Martín Díaz Bonifaz\*\*\*\***

**Alfredo Velasco Pérez\*\*\*\*\***

*Algunos esquemas productivos y ciertos procesos de urbanización suelen configurar estructuras con altas externalidades negativas que socavan los equilibrios ambientales y propician cambios climáticos en el mundo entero, al desencadenar ciclos perversos que afectan a la población asentada en áreas vulnerables, con riesgos y amenazas diferenciadas y que se traducen en alteraciones sociales y económicas. En este trabajo se presentan los resultados que se observaron en San Cristóbal de Las Casas tras hacer una investigación en las colonias localizadas en los márgenes de los ríos utilizando un modelo digital de elevación y aplicando encuestas. Se determinaron las características de las viviendas, el nivel de ingresos de sus pobladores y los grados de vulnerabilidad y riesgo a que están expuestos.*

Palabras clave: población vulnerable, riesgo por inundación, áreas urbanas inundables, modelo digital de elevación, calentamiento global.

Fecha de recepción: 22 de junio de 2006.

Fecha de aceptación: 5 de diciembre de 2006

## Vulnerability and Risk from Flooding in San Cristobal de Las Casas, Chiapas

*Some productive schemes and certain urbanization processes tend to configure structures with high negative externalities that undermine environmental equilibria and encourage climate changes throughout the world by triggering perverse cycles that affect the popula-*

\* Jefe del Departamento de Gestión Regional, Unidad San Cristóbal, El Colegio de la Frontera Sur. Correo electrónico: gmontoya@scl.ecosur.mx.

\*\* Técnico académico en el departamento de Gestión Regional en El Colegio de la Frontera Sur. Correo electrónico: jfhernan@scl.ecosur.mx.

\*\*\* Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística de El Colegio de la Frontera Sur (LAIGE). Correo electrónico: mcastill@scl.ecosur.mx.

\*\*\*\* Técnico del Laboratorio de Información Geográfica y Estadística de El Colegio de la Frontera Sur (LAIGE). Correo electrónico: ddiaz@scl.ecosur.mx.

\*\*\*\*\* Departamento de Gestión Regional de El Colegio de la Frontera Sur. Correo electrónico: velasco32@univision.com.

*tion living in vulnerable areas posing a variety of risks and threats that translate into social and economic alterations. This text presents the results observed in San Cristobal de las Casas after research was conducted in the neighborhoods located on the riverbanks using a digital elevation model and applying surveys. The study determined housing characteristics, inhabitants' income levels and the degrees of vulnerability and risk to which they are exposed.*

Key words: vulnerable population, risk of flooding, urban areas liable to flooding, digital elevation model, global warming.

## Introducción

El modelo de producción y acumulación vigente no ha encontrado la forma de contrarrestar los efectos ambientales que en su propia contra genera, ya que la lógica con que opera para reproducirse presiona sobre los tiempos de producción y recuperación de la naturaleza y de los ciclos naturales. Todo ello propicia un peligroso desequilibrio en los ciclos biogeoquímicos. Tal desajuste se retroalimenta desde dos campos aparentemente desconectados: por una parte, la emisión de bióxido de carbono derivada de la alta dependencia de la estructura productiva respecto a los hidrocarburos y la acelerada deforestación ante los procesos de cambio de uso del suelo. Y por otra parte, el sostenido crecimiento urbano con su carga de externalidades negativas sobre el medio ambiente, pero más específicamente por el agresivo modelo de transporte que se impulsa con la incorporación de una masa de vehículos automotores que se articulan al sector servicios y al uso particular de las unidades familiares.

En este escenario dichos factores coadyuvan, en una especie de efecto perverso combinado, para incrementar el problema conocido como calentamiento global, y sus repercusiones en la temperatura y el clima. Los expertos estiman que en los últimos 50 años se pasó de 290 a 340 partes por millón de CO<sup>2</sup>, y para este siglo se seguirá con la tendencia acelerada en tanto no haya una sustitución de la fuente energética actual (Montoya, 1995). En este contexto cobra relevancia la acelerada tendencia de urbanización que se observa en prácticamente todo el territorio nacional, porque implica el surgimiento de peligros que la población migrante no solía encarar, es decir, se incrementa la exposición a nuevas amenazas y riesgos. La vulnerabilidad aumenta entre los grupos de población que ya sufren una amenaza latente porque residen en áreas no aptas para el uso urbano, como los asen-

tados en laderas con elevadas pendientes cuya situación económica los ha orillado a instalarse allí. Paradójicamente, en muchos de los casos se ha revertido el efecto de deforestación porque la masa forestal no sólo retiene el suelo sino que además funciona como barrera rompevientos.

Prueba de estos fenómenos son los desastres ocurridos en Chiapas, en otros estados de la República Mexicana y en el sur de Estados Unidos. Por ejemplo, los impactos de los huracanes Wilma y Stan afectaron a la población localizada en los centros urbanos y las colonias marginadas y también a las plataformas petroleras marinas, con lo que inmediatamente se redujeron los volúmenes de extracción y por ende aumentaron los precios, que llegaron a 70 dólares por barril, nivel nunca antes visto (Vernon, 2005). En el caso de Cancún los efectos se dejaron sentir en la infraestructura y en los servicios turísticos (Durán, 2005). Tras un recuento que sin duda no recoge los costos reales, se estima

la suma de 17 900 millones de pesos por los efectos provocados por “Stan”, “Emily” y “Wilma”, suma relativamente baja si se considera que alrededor de 45 mil viviendas resultaron afectadas, de las cuales 76% se ubica en Chiapas. Por otra parte, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se dedicó a la construcción y reconstrucción de mil kilómetros de carreteras y 18 mil kilómetros de caminos rurales, obras que necesitaron alrededor de 2 443 millones de pesos [Macías, 2005].

Pero la perversidad del efecto combinado del modelo de acumulación radica en que justamente la población más pobre resiente los efectos más drásticos, por ejemplo, según

el Banco Mundial 25% de las crisis económicas que afectan a 40% de la población pobre del país proviene de contingencias monetarias inesperadas ocasionadas por los efectos de los desastres naturales. Monto difícil de considerar en las estimaciones normales de los impactos, pues en un gran porcentaje estas familias viven y operan en la economía informal, en zonas rurales o áreas marginadas urbanas, lo que generalmente se magnifica cuando ocurre un huracán que devasta caminos e infraestructura [Salgado, 2005].

Para evidenciar lo descrito, en el presente trabajo hemos tomado el caso de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas. Es el tercer centro urbano en el estado de Chiapas, después de Tuxtla Gutiérrez (capital

del estado) y Tapachula, considerada centro de la región agrícola con mayor dinamismo, conocida como cabecera regional del Soconusco. A San Cristóbal también se le conocía Ciudad Real, y hoy día concentra 3.37% de la población del estado (INEGI, 2005); sin embargo contribuye con 6.30% del PIB estatal (Gobierno del Estado de Chiapas, 2005). Entre sus principales atributos destaca su arquitectura colonial, que al paso del tiempo, pero sobre todo después de 1994, la ha colocado como centro turístico de paso obligado para miles de turistas nacionales y extranjeros. Su elevado poder de atracción para la población que vive en los municipios aledaños, la relativa especialización de sus servicios y el hecho de que sea un centro de poder político y administrativo coadyuvan a su elevada tasa de crecimiento poblacional anual, estimada en 6.3%. Cabe mencionar que a su alrededor se hallan importantes centros ceremoniales tsotsiles y tseltales, que hacen aún más interesante el recorrido.

Al elaborar este trabajo utilizamos herramientas de información geográfica (SIG) y de análisis cualitativo, es decir, de verificación de campo, lo que enriquece no sólo los resultados sino los propios análisis, mismos que podrían contribuir a la elaboración de planes y estrategias para prevenir y gestionar los riesgos y desastres en el futuro, siempre y cuando hubiera voluntad política y de organización entre los actores intervinientes y la población que vive en la ciudad de San Cristóbal de Las Casas.

### **Perspectiva conceptual**

Por más que el ser humano ha hecho todo lo posible para disminuir su alta dependencia de la naturaleza para abastecerse de materias primas y para aprovechar los servicios ambientales que le procura, no puede despojarse totalmente de esa sujeción. A pesar del desarrollo tecnológico que ha logrado y del conocimiento que ha adquirido sobre muchos de los fenómenos naturales, todavía no ha alcanzado un relativo control que minimice la aleatoriedad e incertidumbre en que opera, por no hablar del riesgo, las amenazas y los desastres a los que está permanentemente expuesto. Esta especie de hoyo negro en la gestión y la administración del riesgo coloca a la sociedad en umbrales y límites que la vuelven más vulnerable de lo que era antes de la modernización y la globalización. Paradójicamente, cuando se va conociendo el código genético de los seres humanos, que contribuiría



al desarrollo de nuevos medicamentos para aliviar una serie de enfermedades letales, es cuando más frágiles se les percibe, y no porque la naturaleza haya cambiado por sí misma, sino por las profundas transformaciones que el hombre ha perpetrado sobre el medio ambiente, a tal grado que algunos autores han acuñado el concepto de “riesgo global” (Beck, 2006) por la destrucción que la misma globalización ha provocado por una especie de indefinición territorial y de deslocalización en que se suceden los fenómenos naturales.

Algunos autores (Cardona, 2002;<sup>1</sup> López, 2000; Herzer, 1996) se han abocado a la caracterización, el análisis y la revisión de las situaciones a las que se pueden enfrentar las sociedades en un tiempo y un espacio determinados. Por ejemplo, se refieren a la frecuencia y diversidad de amenazas naturales, y a la magnitud de los daños y pérdidas materiales y humanas, lo que ha generado una reflexión y un debate sobre los factores ajenos a los eventos físicos que podrían ayudar a explicar los niveles de destrucción y su impacto en la economía y la sociedad. Una explicación en torno a esta reflexión es la llamada vulnerabilidad social o humana (Perry y Montiel, 1996) ante la cual se hace necesario la gestión en la reducción del riesgo (Cilento, 2005).

Hay pues una estrecha relación entre la amenaza, el riesgo, la vulnerabilidad y el desastre, que en el *continuum* del tiempo y de la relación histórica del hombre con la naturaleza han ido modificándose, ya que las sociedades rurales –cuyas condiciones y contextos de reproducción difieren de las de las sociedades urbanas– no pueden encarar los efectos que el propio hombre ha venido propiciando a lo largo de su evolución. Con el advenimiento del capitalismo en su fase de uso intensivo de hidrocarburos los efectos en la concentración de CO<sup>2</sup> han incorporado en el ambiente elementos que ocasionan cambios sistémicos globales con drásticos resultados en la escala local territorial. Esto repercute en contenidos en los que antes se sustentaban los conceptos de amenaza, riesgo, vulnerabilidad y desastres.

## **Materiales y métodos**

En el mapa de riesgo por inundación y deslaves de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas se señalaron las áreas proclives a inundaciones y las laderas con pendiente abrupta (más de 60%). Se delimitaron las

<sup>1</sup> Con modificaciones de A. M. Lavell, colaboración del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) <<http://www.snet.gob.sv/Documentos/conceptos.htm>>.

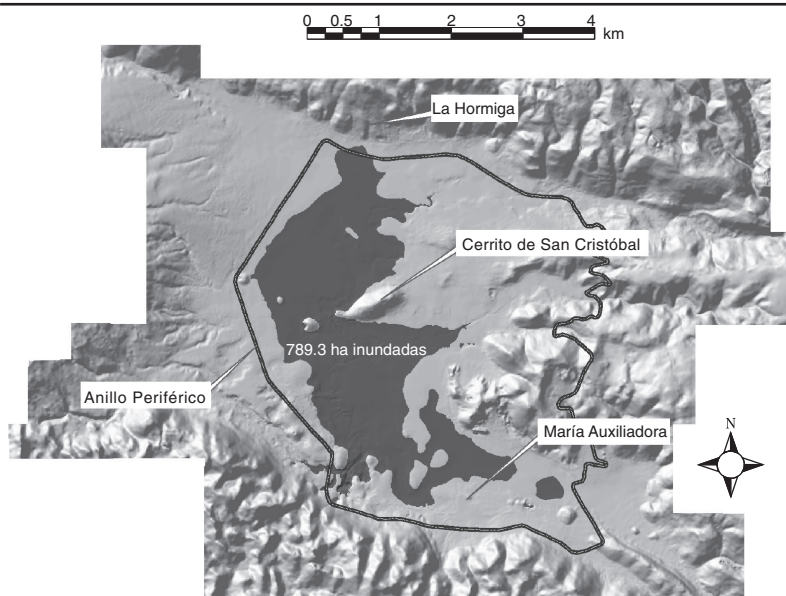
zonas inundables (polígonos) dentro de la ciudad a partir de varias fuentes de información: un modelo digital de elevación (MDE), una imagen de satélite y entrevistas a residentes. El MDE se elaboró a partir de dos fuentes de información secundaria: primeramente se consideraron los escurrimientos, es decir, los ríos, arroyos y otros cauces que al menos durante algún tiempo llevan agua; la otra fuente proviene de las curvas de nivel o hipsométricas, es decir, líneas con un valor sobre el nivel del mar que indican diferencias de altitud de dos metros. Por medio del programa de Arc GIS 8.3 se combinó la información de ambas fuentes para obtener el MDE con precisión suficiente para poder simular diferentes niveles de inundación, calcular su extensión, y señalar las manzanas que podrían verse afectadas en diferentes escenarios.

La imagen de satélite tomada con el sensor Ikonos fue procesada para alcanzar un metro de resolución y se usó para determinar cuáles zonas tienen un alto grado de humedad en el valle, empleando para ello una combinación de falso color que incluye la banda infrarroja. Finalmente, las entrevistas a residentes se realizaron en varios puntos de la ciudad, principalmente en las zonas donde ha habido inundaciones. Dichas entrevistas arrojaron datos sobre los límites precisos de las áreas inundables (Montoya *et al.*, 2003).

Adicionalmente se realizó un análisis de sobreposición para evaluar el patrón de crecimiento urbano utilizando información del Plan de Desarrollo Urbano para San Cristóbal, 1997. Esta información se sintetizó en capas geográficas digitales sobre el crecimiento histórico de la mancha urbana desde la época de la Colonia. Para realizar el análisis multitemporal de crecimiento de la mancha urbana se utilizaron una fotografía no ortogonal de finales de la década de los sesenta, una ortofoto de 1996 y una imagen de satélite Ikonos del año 2001. La fotografía no ortogonal fue tomada desde una avioneta a finales de los sesenta y cubrió la mayor parte de la mancha urbana; fue digitalizada y por medio del proceso de restitución se georreferenció para agregarla a la base de datos geográfica y poder integrarla al SIG. La ortofoto fue elaborada por el INEGI y su escala aproximada es de 1:75 000; como estaba en formato digital no fue necesario realizar un proceso adicional para incorporarla al SIG. Finalmente, el compuesto de color verdadero fue elaborado con un procedimiento digital de mezcla de resoluciones utilizando sus bandas multiespectrales (4m) y la pancromática (1m).

Para caracterizar el tipo de vivienda se realizaron recorridos en los barrios y colonias en que se reconocieron mayores amenazas de riesgo y vulnerabilidad, y se realizaron entrevistas a sus pobladores. De ahí se

## MAPA 1

**Simulación de la inundación de 1973 en San Cristóbal de Las Casas\***

\* Según datos de personas entrevistadas que aseguran que el agua llegó hasta el templo del Calvario en el barrio de La Merced a una cota altitudinal de 2 113 msnm.

FUENTE: LAIGE, 2005.

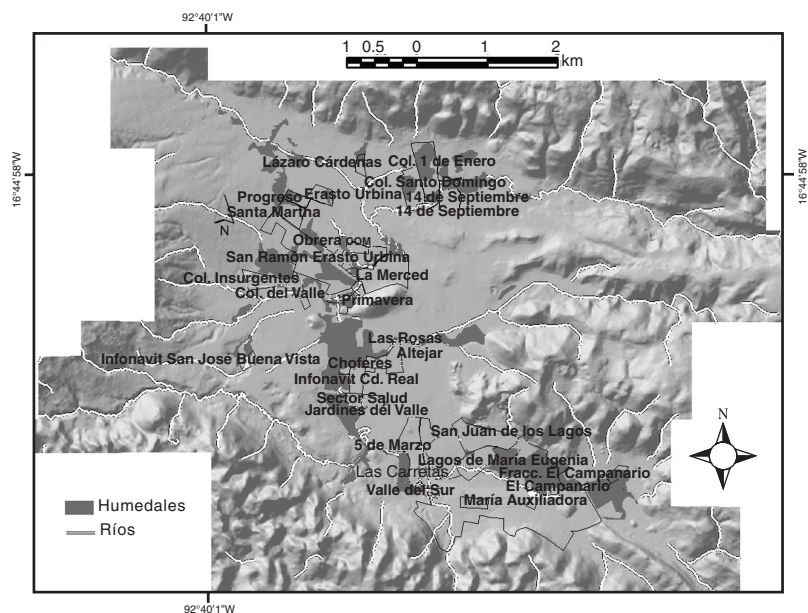
derivaron los perfiles y estratos de los tipos de colonias y se determinó su nivel de marginación.

De acuerdo con los resultados de este estudio al menos 48 colonias se encuentran en riesgo de inundación; el área inundable aproximada es de 420 hectáreas, como muestra el mapa 2.

**Vulnerabilidad en el contexto de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas**

El hecho de que la ciudad de San Cristóbal sea un centro regional y turístico le procura un dinamismo económico que se refleja en su acelerado crecimiento urbano. Así, entre 1990 y 2005 la tasa de crecimiento poblacional fue de 2.3% anual. Este proceso incentivó un establecimiento irregular de nuevas colonias sobre el suelo disponible

## MAPA 2

**Colonias que se encuentran asentadas en las áreas inundables de San Cristóbal de Las Casas**


FUENTE: LAIGE, 2005.

del valle que rebasó a las autoridades encargadas de poner orden en el proceso de urbanización para que tuviera un mínimo apego al Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de 1997. Ninguna de las autoridades logró ese ordenamiento, ni hizo valer el PDU, no sólo porque politizaron sus decisiones, sino porque ciertos sucesos coyunturales propiciaron la expulsión de habitantes de las comunidades indígenas (tsotsiles), que ocuparon el norte de la ciudad, y después de 1994, con el movimiento zapatista, se invadieron algunos terrenos federales en donde se construyeron viviendas. De esta manera la colonización de las tierras urbanas de reserva y el desarrollo caótico de la ciudad fueron rellenando paulatinamente los pocos humedales remanentes que permitían recargar los mantos freáticos. Su eliminación contribuye a que en tiempos de lluvia las corrientes de agua corran con mayor fuerza y constituyan un elemento de amenaza que incrementa la vulnerabilidad y el riesgo para las colonias construidas en las orillas de los ríos.

Esto coloca a gran parte de la ciudad en riesgo cíclico, ya que en tiempo de lluvia pueden desbordarse tres ríos (Amarillo, Fogótico y Chamula) y sus afluentes (Navajuelos, La Albarrada, Mercaltos) que atraviesan la ciudad. A continuación presentamos un modelo digital de elevación que simula los efectos de un eventual desbordamiento de los ríos sobre las colonias en caso de que se incrementara el nivel pluvial. Cabe recordar que el calentamiento global ha ocasionado que no sólo el número sino la intensidad de los ciclones se haya incrementado (Rosengaus, 2002; Gobierno del Estado de Chiapas, 2001). Se calcula que entre 1990 y el día de hoy se ha incrementado la temperatura 0.5 grados centígrados, lo que hace que fenómenos como Mitch y Stan sean más severos y por tanto afecten a mayor población (Salazar, 2006; García, 2006).

### **Localización del área de estudio**

El municipio de San Cristóbal de Las Casas y las áreas circunvecinas forman una cuenca hidrográfica que se localiza en la región centro norte del estado y es parte de la región socioeconómica Altos de Chiapas. Asimismo pertenece a la Región Hidrológica núm. 30 (INEGI, 1979) y a la provincia fisiográfica denominada Meseta Central de Chiapas.

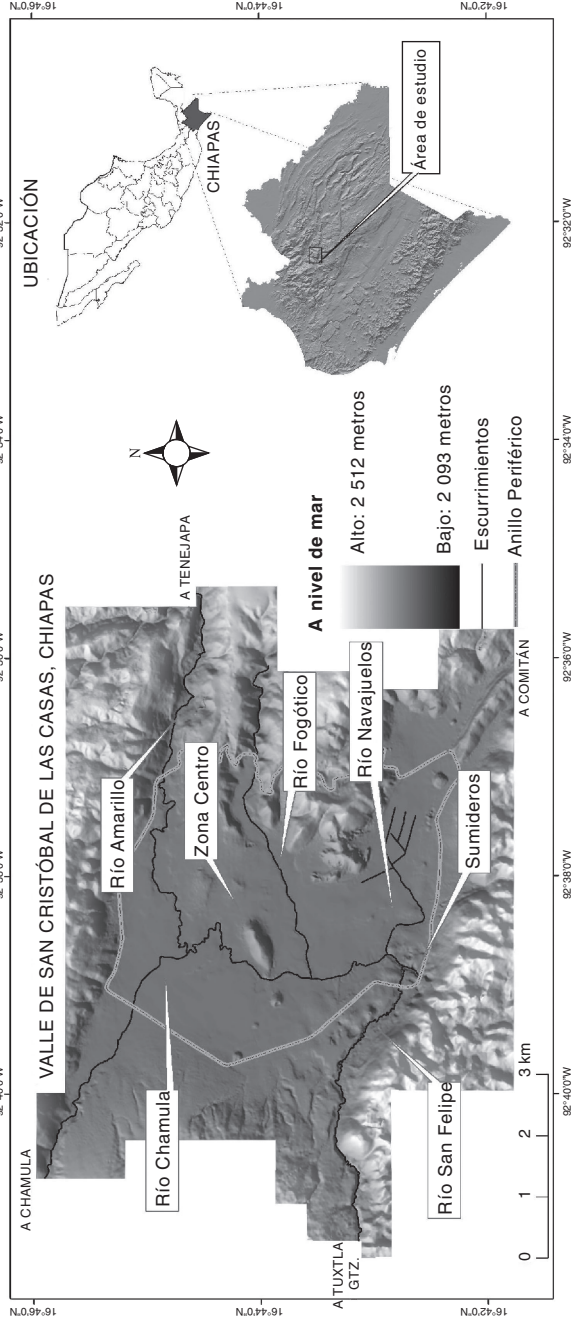
Dentro de esta cuenca se asientan 41 comunidades, y de ellas 26 tienen una población superior a 500 habitantes, incluyendo a San Cristóbal de Las Casas, con 78% de la población total de la cuenca (Espíritu, 1998). En el periodo comprendido entre 1990 y 1995 la población creció 30%, y se estima un incremento de 120% para 2010 de acuerdo con el censo de 1990 (75 935 habitantes). De este modo la tasa de crecimiento promedio anual es de 4.5% (INEGI, 1991). Lo anterior da una idea del incremento del riesgo que corre una población desarrollada en áreas potencialmente inundables.

### **Características de los ríos y arroyos de San Cristóbal**

El río Amarillo nace al nororiente de San Cristóbal de Las Casas; recorre 13 km a través de la microcuenca del Peje de Oro o la Garita, y 48 km dentro de la ciudad hasta la confluencia con el río Fogótico. Entra a la ciudad por la colonia Molino de los Arcos y continúa su recorrido por las colonias y fraccionamientos: Molino de los Arcos,

### MAPA 3

#### Localización del área urbana de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas



FUENTE: LAIGE, 2006.

Peje de Oro, 4 de Marzo, Molino Utrilla, San Juan de Dios, El Carmen, Santa Cecilia, Sonora, Nueva Esperanza, propiedad privada de la señora Guadalupe Cancino, 14 de Septiembre, Ampliación 5 de Mayo, Fraccionamiento 5 de Mayo, El Tívoli, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas y Tlaxcala. Allí confluye con el río Chamula y el arroyo Ojo de Agua y conforma por lo tanto una de las primeras zonas de inundación. Después de este punto continúa su recorrido por Mexicanos, del Molino a La Isla, y luego a Santa Cecilia, La Merced, San Ramón, Unidad Deportiva, Santa Martha, Sector Salud, Montes Azules, Relicario y El Santuario, en donde concluye su recorrido por la superficie urbana para luego introducirse en el túnel.

El río Fogótico forma su caudal con las aguas del río San Antonio y con un aporte de corrientes intermitentes que bajan de la vertiente sur sureste del Tzontehuitz. A partir de la altura de Las Piedrecitas (donde por corto trecho corre paralelo al Amarillo), la corriente del Fogótico describe un amplio arco que en dirección sur pasa por Agua de Pajarito, alcanza el Arcotete y a partir de este lugar la corriente continúa en dirección noreste y penetra al valle de Jovel en dirección al barrio de Guadalupe y San Nicolás. A continuación bordea por el sur el barrio de Santa Lucía, corta la carretera Panamericana y por el barrio de San Diego se dirige al encuentro del río Amarillo a la altura de Puente Morelos, que se ubica al margen de la colonia Santa Martha y Ciudad Real. Como se aprecia, el río Fogótico recorre una distancia de aproximadamente 12 kilómetros desde Las Piedrecitas hasta unirse al río Amarillo, donde origina una segunda zona inundable, y prosigue su recorrido para terminar sumergiéndose en el túnel de San Cristóbal.

El río Chamula se localiza al noroeste y recorre 10 kilómetros a lo largo de la microcuenca que forman el volcán Huitepec y las faldas del cerro Chamula o Milpoleta, entra a la ciudad atravesando por las colonias Maravilla y Prudencio Moscoso (PDU, 1997), y posteriormente se une al río Amarillo a la altura de la colonia Emiliano Zapata (León, 1997).

### **Inundaciones históricas de San Cristóbal de Las Casas**

Durante la Colonia, estos aparentemente inofensivos ríos ocasionaron desastres que pusieron en jaque a la Ciudad Real en 1595, 1652 y 1785. La última inundación fue la más trágica, ya que los datos indican que causó la destrucción de 346 viviendas (De Vos, 1986). Recientemente la ciudad de San Cristóbal de Las Casas ha sufrido nuevas inundaciones.



En 1973 San Ramón, La Merced y San Diego fueron los barrios que se vieron fuertemente afectados, así como las áreas que estaban destinadas a la agricultura y la ganadería; cientos de damnificados se quedaron sin viviendas, por lo que se organizó un programa de reconstrucción y reubicación de la población afectada; de esta forma se construyeron las colonias Luís Echeverría y Manuel Velasco Suárez dentro del mismo barrio. Estos hechos llevaron a la construcción de un túnel en 1974 para evitar las inundaciones periódicas que sufría la ciudad (SEC, 1984).

Tras la construcción del túnel paulatinamente fueron dejando de funcionar los sumideros naturales y no se han presentado inundaciones de magnitud semejante a la de 1973, pero esto no quiere decir que no existan amenazas de inundaciones o se hayan evitado los riesgos. Por el contrario, la construcción del túnel hizo que muchas personas marginadas y pobres empezaran a ocupar los márgenes de los ríos y otras zonas que no son aptas para la construcción de vivienda, como los mismos humedales, que paradójicamente funcionan como esponjas para retener y recargar los acuíferos. No obstante, la urbanización no cesa y la mancha urbana ha ido ganándole terreno al valle, incluso en áreas reconocidas como inundables (SEC, 1984; PDU, 1997).

Esta especie de apropiación territorial acelerada trajo como consecuencia una excesiva acumulación de sedimentos en la zona denominada El Sumidero, que en ese entonces era la salida por filtración natural de las aguas del valle de San Cristóbal. Dicha acumulación bloqueó el sumidero y causó la inundación histórica de 1973, que alcanzó un metro de altura en la zona de La Merced y entre 9 y 10 metros en la parte más baja, que es precisamente donde se ubica El Sumidero. El mapa 1 muestra la simulación de una inundación de aproximadamente 810 ha, casi 35% del valle de San Cristóbal. Utilizando tres capas de información se realizó un análisis de sobreposición con el que se determinaron las modificaciones de los cauces de los ríos ocurridas entre 1969 y 1973.

El propósito de erradicar esta constante amenaza con una inversión sin precedentes para esa época impulsó al gobernador Manuel Velasco Suárez a llevar a cabo la construcción de un túnel que evitara futuras inundaciones. Se ubica en la parte suroeste de la ciudad, atraviesa un macizo montañoso y luego continúa su recorrido por la zona hortícola de Guadalupe el Túnel y Pozo Colorado, sobre lo que se denomina fallas escalonadas, que limita con la región de los Valles Centrales de Chiapas; estas aguas van a parar a uno de los ríos más importantes



## CUADRO 1

**Ciclones y huracanes que han afectado a Chiapas y ocasionado inundaciones en la ciudad de San Cristóbal de Las Casas**

<i>Años</i>	<i>Fenómeno natural</i>	<i>Colonias afectadas</i>	<i>Daños provocados</i>
1973	Tormenta tropical	San Ramón La Merced La Isla San Diego El Santuario Clínica de Campo Lagos de María Eugenia San Juan de Los Lagos	Inundación
1982	Huracán Paul	San Ramón La Isla San Diego Lagos de María Eugenia San Juan de los Lagos	Inundación
1991	Huracán DT 5e	San Ramón La Isla San Diego Lagos de María Eugenia San Juan de los Lagos	Inundaciones y encharcamientos
1992	Tormenta tropical	San Ramón Colonia de los Choferes Clínica de Campo Colonia Ciudad Real San Diego Lagos de María Eugenia San Juan de los Lagos	Inundaciones y encharcamientos
1993	Huracán Beatriz	San Ramón La Isla San Diego El Santuario Lagos de María Eugenia San Juan de los Lagos	Inundaciones y encharcamientos
1996	Huracán Cristina	San Ramón Lagos de María Eugenia	Inundaciones y encharcamientos
1997	Huracán Rick	San Ramón San Diego Lagos de María Eugenia San Juan de los Lagos	Inundaciones y encharcamientos
1998	Huracán Mitch	San Diego Lagos de María Eugenia	Inundaciones y encharcamientos
1999	Huracán Katrina	San Ramón San Juan de los Lagos Lagos de María Eugenia	Inundaciones y encharcamientos
2000	Tormenta tropical	San Ramón San Juan de los Lagos Lagos de María Eugenia	Inundaciones y encharcamientos

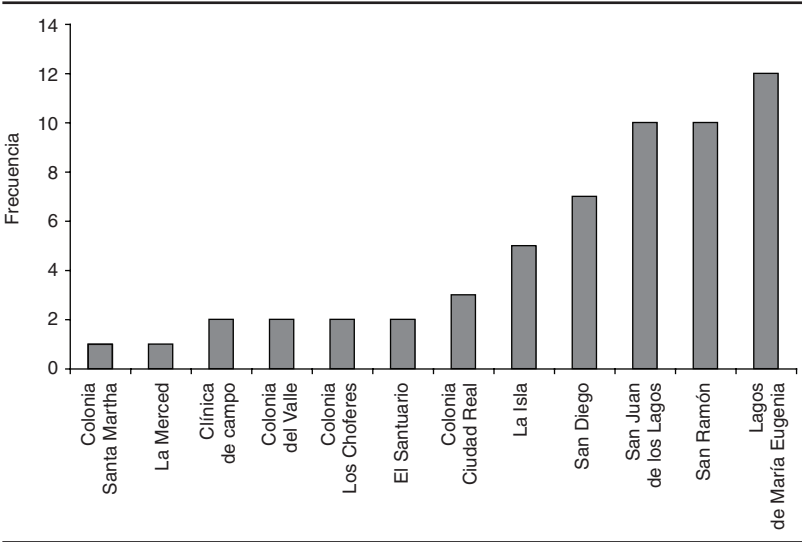
*(continúa)*

CUADRO 1  
(conclusión)

Años	Fenómeno natural	Colonias afectadas	Daños provocados
2001	Huracán Iris	San Ramón La Isla San Diego San Juan de los Lagos Lagos de María Eugenia	Inundaciones y encharcamientos
2005	Huracán Stan	San Ramón San Juan de los Lagos Lagos de María Eugenia Colonia del Valle Colonia Ciudad Real Colonia Santa Martha	Inundaciones y encharcamientos

FUENTE: Elaboración propia con base en las tablas de ciclones y huracanes que han impactado a México entre 1980 y 2005, Servicio Meteorológico Nacional, 2005, Comisión Nacional del Agua, 2005, entrevistas con habitantes afectados de San Cristóbal de Las Casas, junio de 2003.

GRÁFICA 1  
Número de inundaciones o encharcamientos que se han presentado en  
barrios y colonias de San Cristóbal durante el periodo de 1973 a 2005



FUENTE: Elaboración propia con base en las tablas de ciclones y huracanes que han afectado a México de 1980 a 2005, Servicio Meteorológico Nacional, 2005, Comisión Nacional del Agua, 2005, y entrevistas con habitantes afectados de San Cristóbal de Las Casas, junio de 2003.

de Chiapas, el Grijalva. El túnel tiene una sección tipo herradura, con una elevación del umbral de entrada de 2 188 msnm, una longitud de 4 280 m, una pendiente de 0.007 m, un ancho de 4.4 m, una altura de 3.1 m y una capacidad de 68.0 m<sup>3</sup>/s (SEC, 1984).

### **Periodicidad de las lluvias de San Cristóbal, estación meteorológica La Cabaña**

El periodo de lluvias que registra la estación meteorológica La Cabaña va de mayo a octubre y mide la precipitación pluvial de la zona noroeste de la ciudad. Esta estación es muy importante porque se encuentra ubicada en la microcuenca Chamula y los escurrimientos del volcán Huitepec. Los meses con mayor precipitación son junio y septiembre, con precipitaciones por arriba de 300 m<sup>3</sup>, hasta llegar a 500 m<sup>3</sup>.

En el mes de junio de 1960 se presentó un evento significativo de lluvia con 357.9 mm, y pasaron 11 años para que de nuevo, en 1973, ocurriera una de las peores inundaciones que ha sufrido San Cristóbal, pues las lluvias fueron constantes durante toda la temporada; en 1976 nuevamente se presentó un periodo extraordinario de lluvia (304.3 mm). En estas condiciones se inauguró el túnel, que comenzó a funcionar en ese mismo año de 1976. De nuevo pasaron 11 años y en 1985, año del terremoto de la Ciudad de México, se presentaron altos niveles de lluvia que provocaron algunas inundaciones en las zonas bajas, pero como para esas fechas ya se encontraban en funcionamiento el túnel y algunos de los sumideros naturales, se pudieron evitar los desastres y secuelas que amenazaban a la ciudad. Seis años después, entre 1991 y 1992, algunos registros alcanzaron los 300 mm de lluvia. En 1996 se presentó una precipitación de 360.9 mm en el mes de junio, a comienzos del periodo de lluvia; desde entonces los niveles se han mantenido por arriba de 200 milímetros cúbicos.

### **Discusión y resultados**

En un estudio de simulación por computadora que se realizó en el laboratorio de análisis de información geográfica de Ecosur, utilizando los sistemas SIG se simularon varios de los escenarios que suelen presentarse en un periodo de lluvia normal y otros que ocurren en un periodo extraordinario. Se observaron los cambios en los niveles de

CUADRO 2

Precipitación pluvial, estación meteorológica La Cabaña, San Cristóbal de Las Casas

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1957	12.7	17.5	36.5	25.5	31.5	204.8	99	117.4	300.5	29.5	14	34.5
1958	6	6.5	0	63	104	199.6	192.2	240	361.9	114.3	43.8	13.9
1959	6.6	1.5	23.2	34	71.3	335	169	134.8	205.7	323	64.9	11.5
1960	6.5	0	0	161.5	139.5	357.9	179.4	207.3	194	224.6	22	2.2
1976	11.8	11.5	12	27.4	140	219	304.3	58.4	130.6	118.5	77.4	1.6
1982	0	41.1	44.1	63.3	176.4	90.9	62.6	82.3	314.9	152.5	57	10.6
1991	4.3	3	3.4	12.8	124.6	304.7	95	117.4	118.5	105.6	12.4	14
1992	3.2	2.5	38.3	36.3	127.5	302.4	105.7	180.3	204.8	34.3	84.4	0
1995	0	0	6	16.9	74.7	123.1	164.1	336.9	241.1	122.4	11.3	4.8
1996	27.6	2.7	26.7	55	151.8	360.9	194.1	123.1	132.8	33.1	22.3	-99999
1998	1	23.6	0	2	41	200.9	213.9	153.3	525.8	159.5	143.4	-99999
1999	-99999	4.9	3.4	93.4	158.2	307.4	185.1	198.9	319.4	110.8	6.5	-99999
2000	-99999	2.9	11.5	-99999	346.7	262.9	65.7	184.7	288.7	22.3	37.1	-99999

NOTA: -99999, significa que por alguna circunstancia no se registraron los datos correspondientes.

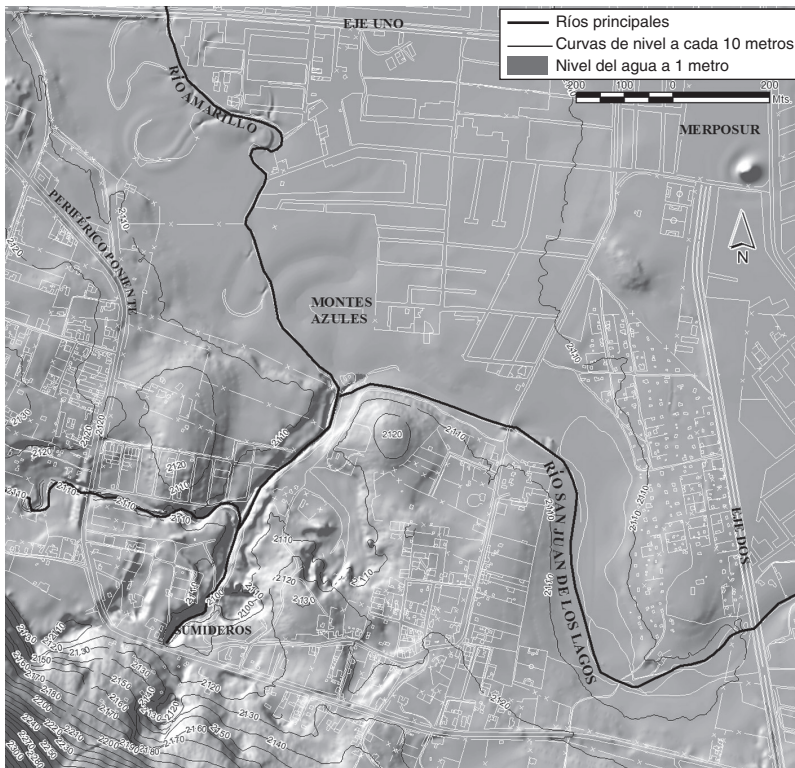
FUENTE: Ciclón (CNA, base de datos 2000).

agua de 1 a 10 metros en función de conocer cuáles son las áreas urbanas con mayor grado de vulnerabilidad y riesgo por el desbordamiento de los ríos, así como los graves deterioros a las viviendas y los problemas ambientales.

En el mapa 4 se puede observar que el punto que se tomó como referencia para alimentar el modelo se ubica en la zona donde se encuentran los sumideros y el túnel, a una cuota altitudinal de 2 100 msnm; si se llegara a colapsar el túnel el agua de los ríos comenzaría a represarse y por lo tanto a formar un vaso de agua en el cual se pueden calcular los niveles. Mediante el proceso de simulación se pudo observar que cuando el nivel del agua alcanza un metro, los ríos soportan el

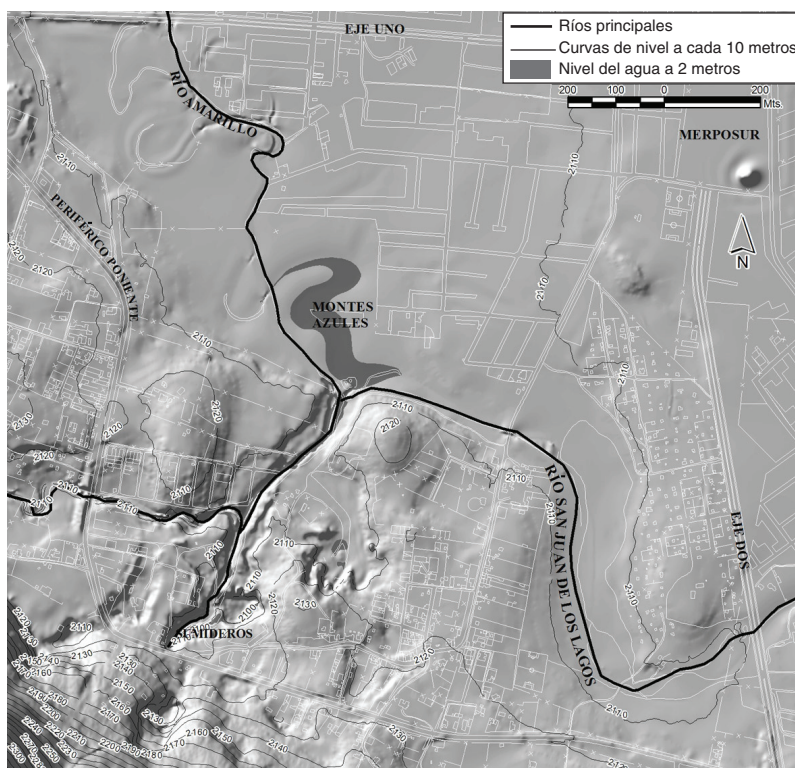
#### MAPA 4

##### Precipitación pluvial normal en el valle de San Cristóbal de Las Casas



FUENTE: LAIGE, 2005.

## MAPA 5

**Simulación por inundación a dos metros**

FUENTE: LAIGE, 2005.

caudal sin mayores problemas. Esto es importante porque una parte de la población considerada como pobre se encuentra asentada sobre los márgenes de los ríos; sin embargo, si la pobreza es la mayor debilidad de una sociedad, su mayor fortaleza puede ser su capacidad de resistencia para enfrentar la vulnerabilidad. Esta resistencia implica la capacidad de “reaccionar apropiadamente en un momento de crisis que no ha sido anticipado. Es sinónimo de capacidad de adaptación y de reacción, de poder enfrentarse positivamente y sin excesiva demora o dificultades, a las demandas y los efectos no anticipados de desastres y crisis de todo tipo” (Aguirre, 2004; citado por Cilento, 2005).

Prosiguiendo con la simulación se pudo observar que cuando el agua alcanza un nivel de dos metros comienza a desbordarse por el punto donde se interceptan el río Amarillo y el arroyo Navajuelos a la altura de la colonia Montes Azules, misma que comienza a tener problemas de inundación y encharcamiento en algunas de sus calles. Ese mismo punto es también donde la población comienza a percibir el riesgo, y de acuerdo con Perry y Montiel (1996), quienes hacen un análisis crítico del concepto, la gente concibe el riesgo de diferentes maneras y tiende a reaccionar ante él también de modo diverso. Por lo tanto, proponen varios enfoques multidimensionales que invitan a desarrollar más a fondo nuevas investigaciones.

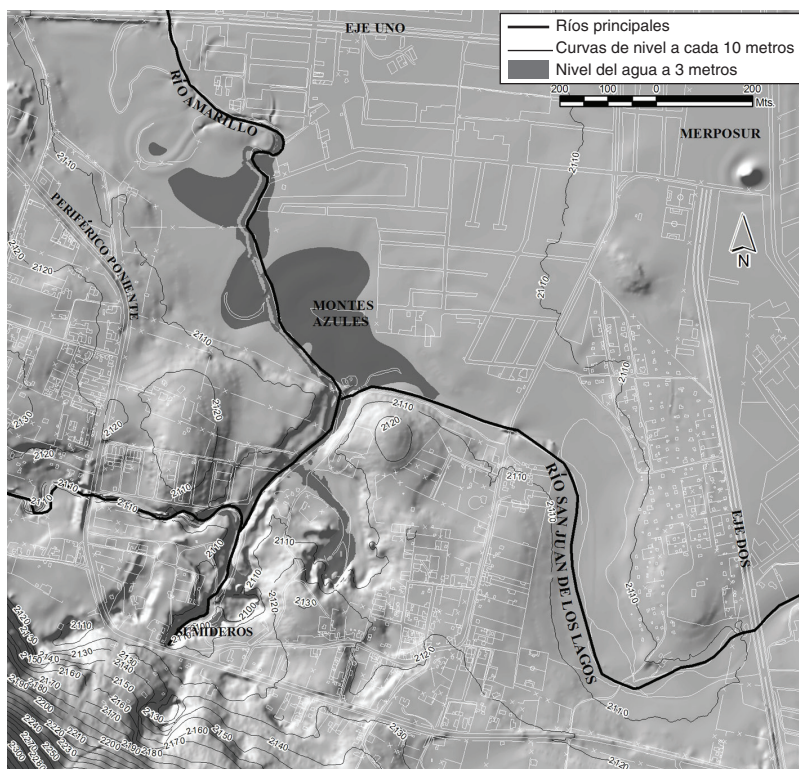
El concepto de riesgo para desastres sociales se ha utilizado implícita y explícitamente como una variable de motivación. En otras palabras, el riesgo se enfoca como un estado de percepción mental, como una realización cognitiva que impulsa la acción de los individuos, las organizaciones y las sociedades. Los estudiosos de las alertas de peligro en casos de evacuación sostienen, por ejemplo, que la ciudadanía responde a las alertas si percibe en ellas gran peligro (Lindell y Perry, 1996).

El autor también menciona las tradiciones en la definición de riesgo. Una primera corriente está dominada por los economistas y consiste en calcular la cantidad de riesgo; se mide atendiendo a la pérdida de propiedad como resultado de un desastre; se trata de un cálculo independiente de los individuos y determinado por los expertos. Al cuantificar el riesgo muchos ciudadanos toman en cuenta varios factores además de las definiciones oficiales. Una segunda corriente sobre el concepto de riesgo ha sido desarrollada por sociólogos y psicólogos sociales. Este enfoque supone que riesgo es un estado de percepción mental del individuo ante el peligro y hay que concebirlo, por lo tanto, en el contexto de sus consecuencias para la vida de los individuos.

Cuando el agua alcanza un nivel de tres metros de altura en el túnel, mismo que sirve de punto de partida para alimentar el modelo de simulación, se puede observar que las colonias Montes Azules, La Pradera y El Bosque están inundadas y el agua empieza a ocupar las zonas de los humedales de la parte poniente del río Amarillo; comienza a provocar algunos daños que van desde los leves hasta inundaciones severas, acompañados de colapsos en la red de drenaje y alcantarillado público, sobre todo en las viviendas construidas en las cercanías de las márgenes de los ríos.



## MAPA 6

**Simulación por inundación a tres metros**

FUENTE: LAIGE, 2005.

Siguiendo con las dimensiones, Perry y Montiel (1996) plantean dos concepciones de riesgo: en parte teórica, en parte especulativa, y en parte empírica. Es teórica porque se deben tomar en cuenta dos diferentes visiones de riesgo, basadas en diferentes suposiciones, y extraer los distintos temas o dimensiones del concepto. Cuando se pregunta si algo “está en riesgo” pueden ser aisladas dos dimensiones obvias. Como hemos visto, la literatura sugiere que los ciudadanos ven el riesgo en términos de daños a la propiedad y a la seguridad personal. Si aceptamos que el riesgo tiene dos dimensiones –el daño a la propiedad y el daño a la seguridad personal– esto implica que cada una debe ser tratada separadamente, tanto en la práctica como en la teoría.



## CUADRO 3

**Matriz de respuesta de la población de San Cristóbal de Las Casas en caso de riesgo**

<i>Nivel de riesgo por inundaciones</i>	<i>Percepción y respuesta de la población</i>	
	<i>Riesgo alto para la vida de las personas del área urbana</i>	<i>Riesgo bajo para la vida de las personas del área urbana</i>
Riesgo alto a la propiedad	La población obedece las alertas de evacuación y de protección civil	La población se queda a proteger la propiedad por lo tanto no realiza una evacuación ni responde a las alertas de protección civil
Riesgo bajo a la propiedad	La población obedece las alertas de evacuación y protección civil	La población se queda a proteger la propiedad por lo tanto no realiza una evacuación ni responde a las alertas de protección civil

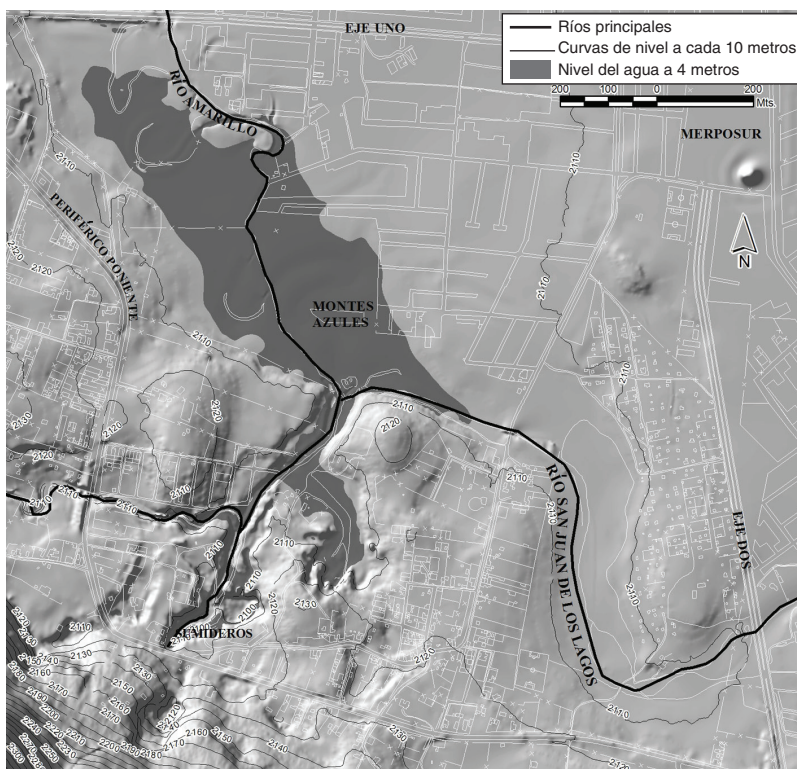
FUENTE: Elaboración propia con base en Perry y Montiel, 1996.

La matriz, aunque muy general, ofrece una base para que las autoridades puedan estimar la conducta probable de la ciudadanía ante las alertas en general.

Si el agua se siguiera represando y alcanzara un nivel de cuatro metros se presentaría una mayor inundación que afectaría a más de cinco colonias cercanas al río Amarillo. Por otra parte se perjudicaría por lo menos a 12% de los habitantes de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas. Algunos de estos daños resultarían en gran medida de las transformaciones ambientales, por lo cual Herzer y Gurevich (1996), dicen que no toda transformación ambiental supone degradación, aun en los casos en que se ha tendido a nivelar y suprimir las ondulaciones de la ciudad, a entubar sus arroyos (como en las colonias Lagos de María Eugenia y San Juan de los Lagos) y a la posterior pavimentación, aumentando los procesos de impermeabilización y disminuyendo la capacidad de absorción de las lluvias intensas.

En una crecida de cinco metros el agua estaría afectando a más de seis colonias urbanas de la zona poniente de la ciudad. A los habitantes de las colonias Montes Azules y El Relicario se les tendría que proporcionar albergues, ya que no sólo estarían en riesgo las viviendas, sino las personas. Más aún si el agua llegara a alcanzar el nivel de

## MAPA 7

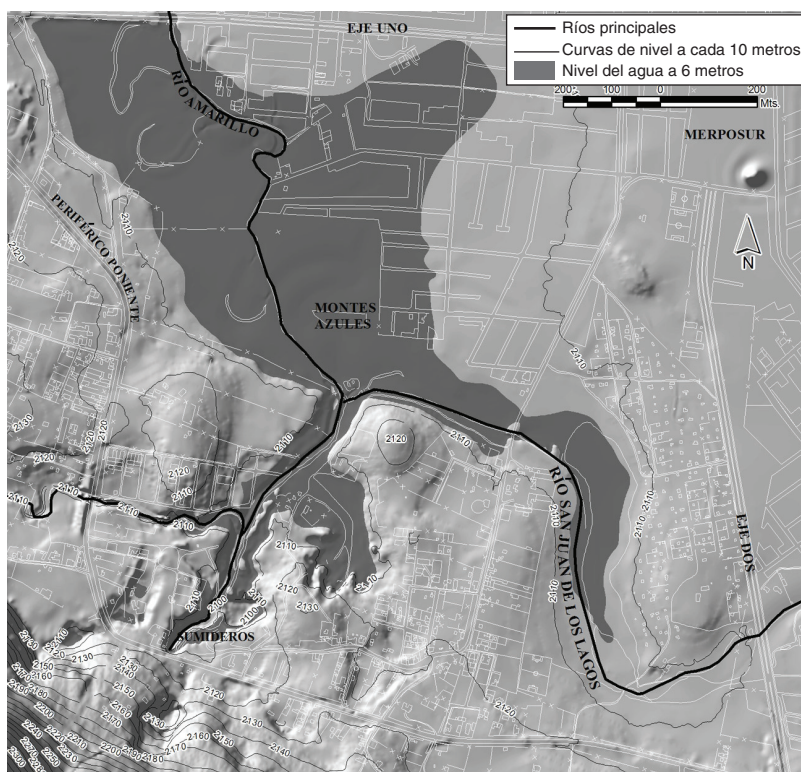
**Simulación por inundación a cuatro metros**

FUENTE: LAIGE, 2005.

siete metros que se presentó en la inundación de 1973, cuando, de acuerdo con los habitantes, llegó hasta el barrio de La Merced. Estaría bajo el agua 45% del área urbana y se requeriría una mayor disposición de albergues para dar cabida a 60 000 habitantes. Dependiendo del número de días que se tardara en desalojar el agua, el barrio con mayor afectación sería San Ramón, porque allí existe un alto porcentaje de viviendas construidas con adobe, que al humedecerse se colapsarían. Considerando estos elementos, más de 25 colonias sufrirían inundaciones severas en una amplia área urbana, como se puede observar en los mapas 9 y 10.

## MAPA 8

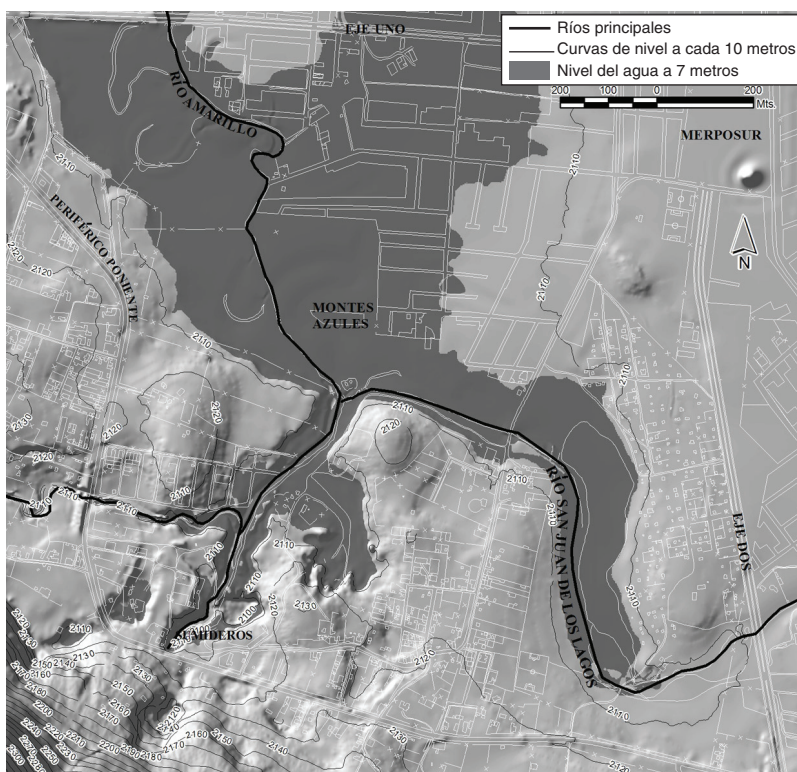
## Simulación por inundación a seis metros



FUENTE: LAIGE, 2005.

A ocho metros el agua no sólo afectaría la parte poniente de la ciudad sino que también comenzaría a deteriorar la zona sur, donde se encuentran el área escolar y los centros de abasto, como el Mercado Popular del Sur (Merposur), y el Mercado de los Altos (Mercaltos), dos de los que abastecen los productos básicos para el consumo de la población. Como se puede apreciar, los efectos se darían en forma de cascada, abarcando una mayor área urbana. Habría la necesidad de albergar a una mayor parte de la población y se estaría afectando la vida económica de la ciudad. Entre otros efectos, surgirían las epidemias o brotes de cólera por el colapso de la red de drenaje y alcantarillado.

## MAPA 9

**Simulación por inundación a siete metros**

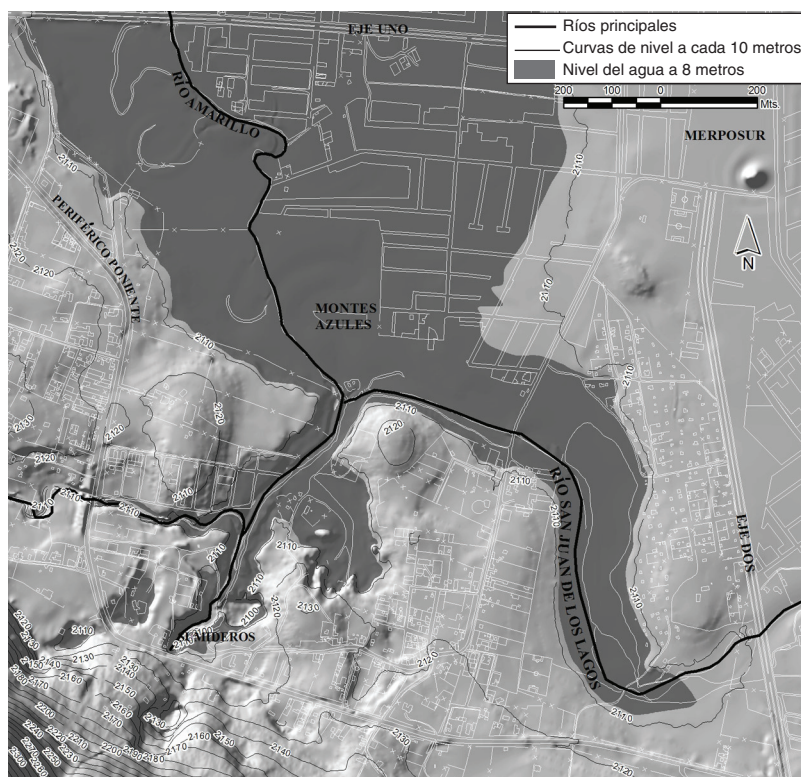
FUENTE: LAIGE, 2005.

Haciendo un balance general de simulación, en el cuadro 4 se presentan las colonias afectadas por inundaciones de 3, 6 y 8 metros.

Mansilla (1993) advierte que el análisis de los desastres es sumamente complejo. A lo largo de la historia las experiencias han demostrado que cada desastre se manifiesta en diferente forma y con distinta intensidad, dependiendo de la vulnerabilidad y la fragilidad de las estructuras que sustentan el desarrollo social. El resultado depende de la diversidad de factores que interactúan y de la naturaleza de los que desempeñan el papel dominante en cada situación.



MAPA 10  
Simulación por inundación a ocho metros



FUENTE: LAIGE, 2005.

Mansilla observa que en México las responsabilidades de las entidades gubernamentales que participan en la protección civil están claramente orientadas hacia la atención de la población en el momento en que ocurre un desastre, no así a la realización de acciones que contribuyan a prevenirlo, de ahí que la falta de prevención, aunada a las tendencias del desarrollo, hayan ocasionado que los desastres, tanto naturales como tecnológicos, alcancen grandes magnitudes (1993).

Durante mucho tiempo estas áreas se reconocieron como humedales que, no siendo aptas para el desarrollo habitacional, tenían un

CUADRO 4

Principales colonias con alto riesgo por inundaciones

<i>Simulación por inundación (metros)</i>	<i>Colonias afectadas</i>	<i>Manzanas afectadas</i>	<i>Población afectada</i>	<i>Daños ocasionados</i>
3	8*	64	1 320 familias	Inundaciones Encharcamientos Obstrucción de vías de comunicación Colapso de la red agua potable y alcantarillado
6	14	102	3 060 familias	Inundaciones Encharcamientos Obstrucción de vías de comunicación Colapso de la red agua potable y alcantarillado Alumbrado público Colapso de viviendas
8	26	258	6 450 familias	Inundaciones Encharcamientos Obstrucción de vías de comunicación Colapso de la red agua potable y alcantarillado Alumbrado público Colapso de viviendas

\* De acuerdo con datos de SAPAM esta área se encuentra ubicada en la ruta dos donde se tenía un registro de 3 538 tomas domiciliarias en 2002. Se considera una toma por familia aunque no es así, ya que en ocasiones una toma brinda servicio a dos o tres familias; además habría que considerar 10% de tomas clandestinas.

FUENTE: Montoya *et al.*, 2003; SAPAM, 2005; trabajo de campo, 2005.

MAPA 11

Imagen del centro de San Cristóbal de Las Casas donde se muestran las áreas inundables y las pendientes mayores



NOTA: Las sombras más oscuras son las áreas de mayor riesgo a sufrir algún tipo de inundaciones porque tienen las más bajas curvas de nivel de todo el valle; la parte en color gris claro con el símbolo de una flecha indica la pendiente más abrupta.

FUENTE: LAIGE, 2005.



## MAPA 12

### Localización de la zona de La Hormiga, en la parte norte de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas



NOTA: Las sombras más oscuras son las áreas de mayor riesgo y vulnerabilidad a sufrir algún tipo de inundaciones, porque registran las curvas de nivel más bajas de todo el valle; las partes en color gris claro representan las pendientes más abruptas.

FUENTE: LAIGE, 2005.



estino agropecuario (PDU, 1997). Poco a poco la ciudad fue creciendo y se fueron necesitando espacios para equipamiento urbano, de ahí que algunas de estas áreas inundables se destinaran para la construcción de unidades deportivas y, en el peor de los casos, otras fueron ocupadas para viviendas y sufren los principales problemas de inundación.

Las sombras y tonos más oscuros son las áreas de mayor vulnerabilidad y riesgo a sufrir algún tipo de inundaciones, porque registran las curvas de nivel más bajas de todo el valle. En la zona de La Hormiga se localizaron más de 10 áreas vulnerables en mayor o menor medida, ya sea porque son pequeños humedales o porque se conforman en depósitos aluviales en temporada de lluvias. Estos espacios los fueron ocupando en forma irregular los expulsados desde 1980. A estos riesgos se suma otro tipo, el de los deslaves o el escurrimiento de suelos. Las sombras en gris claro indican los lugares en donde hay pendientes superiores a 45°, es decir, áreas con alta vulnerabilidad por escurrimientos de suelo que en su mayor parte han sido provocados por la deforestación de los bosques.

Piers *et al.* (1996) observan que la actividad humana y los medios de subsistencia llevan a la población a establecerse en áreas rurales y urbanas propensas a inundaciones, y que el número de personas vulnerables aumenta a medida que la población crece y la falta de lugares alternativos de asentamientos empuja a mucha gente a los terrenos aluviales. De modo que la vulnerabilidad a las inundaciones es en parte un producto de ambientes creados por el hombre, aunque los riesgos varían entre diferentes grupos de personas. Los sistemas sociales y económicos asignan los recursos de las sociedades en detrimento de algunos grupos y en beneficio de otros, y esto afecta la capacidad que tiene la población para resistir inundaciones y la expone a riesgos de manera desigual.

Por lo tanto los desastres ocasionados por las inundaciones ejercen un impacto variable sobre la población de acuerdo con los patrones de vulnerabilidad generados por el sistema socioeconómico en que vive. Quienes son vulnerables a una amenaza tienen pocas probabilidades de actuar contra el proceso que ha generado su vulnerabilidad y por eso después del impacto de una amenaza quedan aun más vulnerables a riesgos similares o de otra índole (Piers *et al.*, 1996).

En la zona sur de la ciudad de San Cristóbal se localiza el barrio de María Auxiliadora, donde todavía se conservan algunas áreas de humedales. Gran parte de éstos fueron ocupados con la construcción de las colonias Lagos de María Eugenia y San Juan de los Lagos, que

### MAPA 13

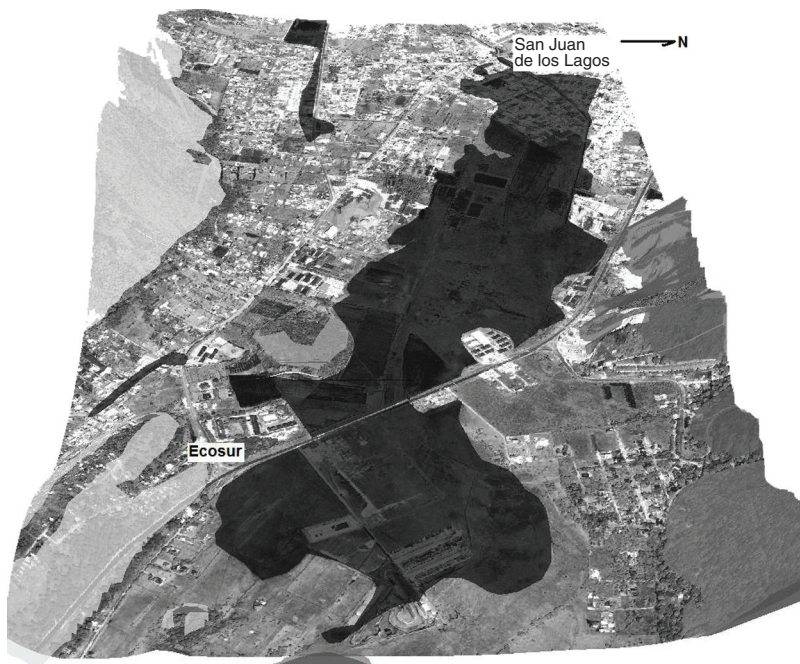
#### Corte transversal de la superficie que ocupa la colonia La Hormiga



NOTA: Las sombras más oscuras son las áreas de mayor riesgo y más vulnerabilidad a sufrir algún tipo de inundación porque registran las curvas de nivel más bajas de todo el valle.

FUENTE: LAIGE, 2005.

## MAPA 14

**Localización del barrio de María Auxiliadora en la parte sur de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas**

NOTA: Los tonos oscuros son las áreas de mayor riesgo y más vulnerabilidad a sufrir algún tipo de inundación porque registran las curvas de nivel más bajas de todo el valle.  
FUENTE: LAIGE, 2005.

todos los años sufren de encharcamientos y de inundaciones. El fenómeno no ha dejado de crecer porque se siguen construyendo nuevas colonias e infraestructura para la educación.

En la zona de Los Sumideros se encuentra el túnel por donde se da salida al agua que conducen los ríos. También aquí está la pendiente más baja de todo el valle, rodeada de terrenos que en su mayoría son zonas de rápida anegación, pese a lo cual en los últimos años el área ha sido destinada a un crecimiento urbano mal planificado, ya que ante un desastre la ayuda se hace difícil porque, como comentan Allan Lavell y Eduardo Franco (1996), más que la ayuda gubernamental en algunas zonas lo que destaca es la participación de las organizaciones sociales y sindicales locales.

## MAPA 15

**Localización de la zona de Los Sumideros en la ciudad de San Cristóbal de Las Casas**

NOTA: Las sombras y los tonos más oscuros son las áreas de mayor riesgo y más vulnerabilidad a sufrir algún tipo de inundación porque registran las más bajas curvas de nivel de todo el valle.

FUENTE: LAIGE, 2005.

**Tipos de viviendas y vulnerabilidad en San Cristóbal de Las Casas**

La vivienda es uno de los bienes que sufren los mayores daños en todo desastre natural, por lo que es importante conocer sus características, ya que éstas determinarán el grado de vulnerabilidad cuando las construcciones queden expuestas al riesgo por inundación. Por otra parte, tras la pérdida de la vivienda las familias suelen demandar la construcción de un techo digno y en muchos casos que se les reubique en terrenos que no impliquen riesgos, o éstos en su defecto sean mínimos,

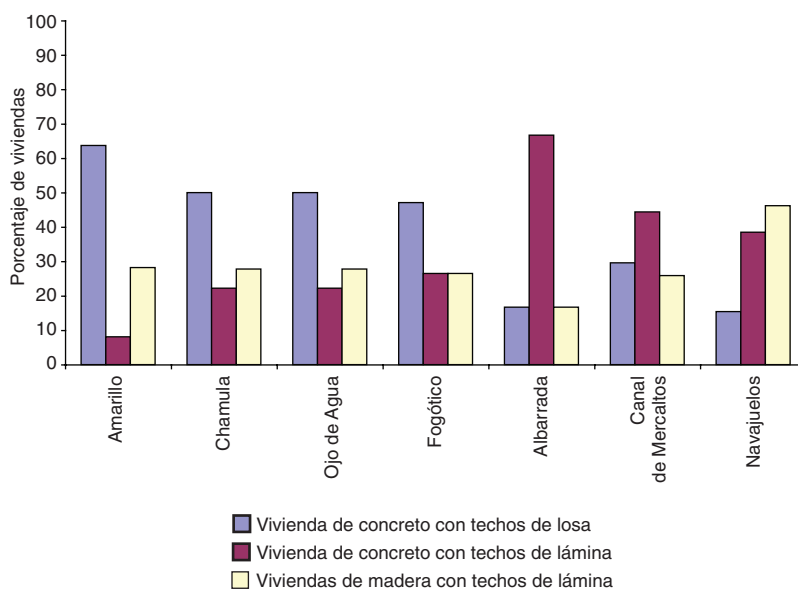
para lo que se requiere una erogación cuantiosa de recursos por parte de las dependencias oficiales.

En la gráfica 1 podemos observar que una mayor concentración de casas de concreto y techos de losa se localiza sobre los cauces del río Amarillo (63.7%); tienen una mayor resistencia a las presiones de las corrientes en una inundación, pero son mayores sus requerimientos económicos para reparar los daños. Sobre los cauces de los arroyos en La Albarrada se concentran las viviendas de concreto y techos de lámina (66.7%). Las viviendas populares pueden resistir una inundación y requieren menores insumos para reparar algunos daños provocados por los desastres naturales.

Las viviendas de madera y techos de lámina son las de mayor vulnerabilidad a las corrientes y a la presión que ejerce el agua sobre ellas; allí suelen residir las familias con ingresos más bajos, por lo que sería necesario asistirlos en albergues; son asimismo las que mayores pérdidas económicas sufrirán.

#### GRÁFICA 2

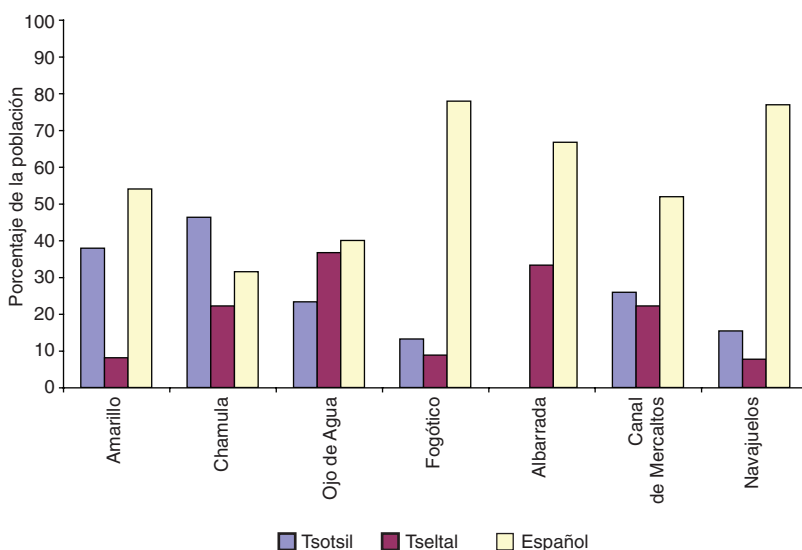
##### Características de las viviendas asentadas en los márgenes de los ríos de San Cristóbal de Las Casas



FUENTE: Trabajo de campo, marzo de 2003.

GRÁFICA 3

**Características de la población asentada en los márgenes de los ríos de San Cristóbal de Las Casas**



FUENTE: Trabajo de campo, marzo de 2003.

Argüello (2004), con un enfoque arquitectónico menciona que el concepto de riesgo consiste en las posibilidades de ocurrencia de daños y pérdidas tanto humanas como materiales en situaciones concretas de concurrencia de características del territorio junto a su forma de ocupación o transformación y construcción. Partiendo de esta concepción, el proceso de generación de riesgo está inmerso en todas las formas de actividad humana en diversos grados, pero en particular en el diseño y la construcción de su hábitat.

Entre otras formas de satisfacer una demanda no solvente de vivienda se emprenden acciones constructivas que incluyen el uso de tierras inadecuadas para habitar, la ocupación de edificios urbanos en malas condiciones y la generalizada autoconstrucción. Así, las viviendas mismas son fuente de una diversidad de condiciones de riesgo derivadas tanto de los sistemas constructivos como de los procedimientos financieros y de los grados de institucionalización y formalización o legalización del uso del suelo. Tanto su emplazamiento en territorios

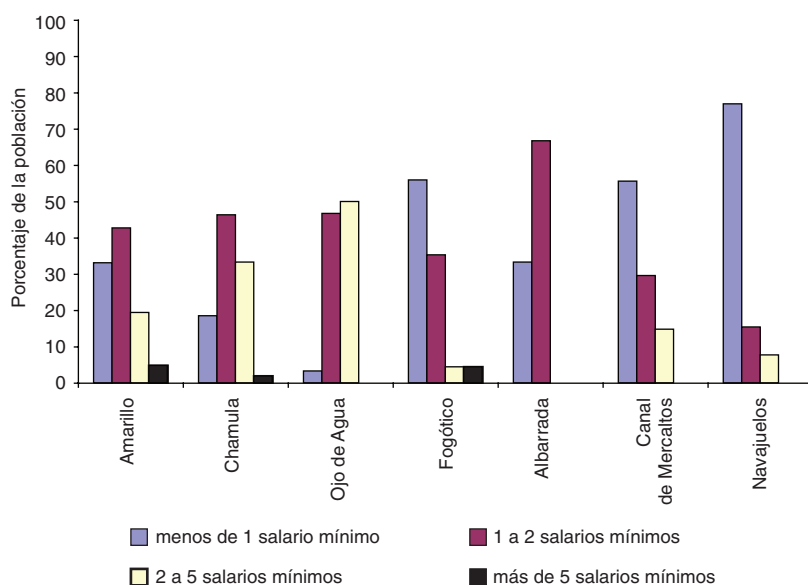
de alto riesgo como la baja calidad de sus materiales, su uso inadecuado y el desconocimiento de las técnicas implican que tales refugios puedan convertirse en trampas mortales (Argüello, 2004).

Otra característica de la población que vive en los márgenes de los ríos es su heterogeneidad cultural. Una de las formas de disminuir el riesgo es mediante la organización de programas de prevención, de ahí la necesidad de considerar la composición de la población para saber cómo percibe el riesgo. Mientras los mestizos lo consideran como una pérdida de bienes materiales, algunos tseltales y tsotsiles lo ven como algo natural o como un castigo divino, según la religión que profesen (véase Acosta, 2005), por lo tanto son elementos que deben conocerse antes de llevar a la práctica un programa que efectivamente reduzca los niveles de riesgo (entrevista al profesor bilingüe Emiliano Gómez López, colonia San Juan de los Lagos, 2005).

La mayoría de las personas percibe un ingreso inferior a un salario mínimo y no mayor que dos salarios mínimos, lo que indica que care-

#### GRÁFICA 4

**Características salariales de los habitantes que se asientan sobre los márgenes de los ríos de San Cristóbal de Las Casas**



FUENTE: Trabajo de campo, marzo de 2003.

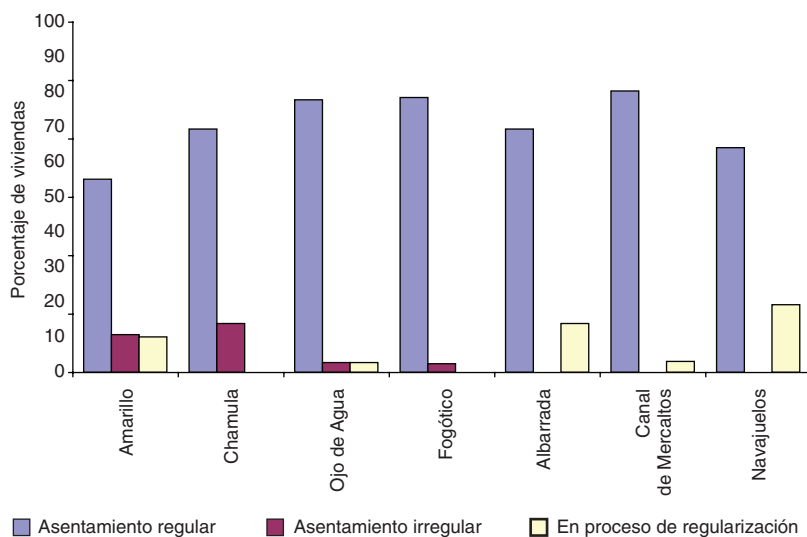


cen de recursos suficientes para enfrentar un fenómeno natural. Por otra parte este ingreso determina que gran parte de la población esté asentada en terrenos con bajo valor pero con alto riesgo. En las zonas de menor vulnerabilidad al riesgo el valor del suelo se incrementa: cuando el precio del metro cuadrado en las márgenes de los ríos es de 160 pesos, en un área menos vulnerable alcanza 660 pesos por metro cuadrado (Montoya *et al.*, 2003).

Otra problemática a la que se enfrentarían las autoridades municipales para elaborar un programa de reubicación de viviendas es la tenencia de la tierra, ya que una alta proporción de los asentamientos es regular pues el gobierno les otorgó una escritura pública porque en teoría cumplieron con la normatividad urbana. En este caso, además de los costos económicos se elevarían también los políticos, pero sí se podría aplicar un programa de reubicación a las viviendas irregulares o que se encuentran en proceso de regularización, ya que no han cumplido con la normatividad. Un problema más es que en el valle de

#### GRÁFICA 5

#### Características del uso del suelo en los márgenes de los ríos de San Cristóbal de Las Casas



FUENTE: Trabajo de campo, marzo de 2003.



San Cristóbal ya no hay suelo disponible para la reubicación de las viviendas; el poco que queda está destinado para las actividades comerciales o industriales. El suelo habitacional ha ocupado ya más de 90% de la superficie del valle de Jovel.

## Conclusiones

Las amenazas y riesgos que se han incrementado en todo el mundo debido a los cambios climáticos colocan a muchas de las ciudades que están en proceso de creciente urbanización en situaciones de mayor vulnerabilidad y riesgo de ocurrencias de desastres. Lo anterior se ha evidenciado en el caso de una ciudad media que, como otras muchas, se encuentra enclavada en un valle cerrado, en donde la frecuencia de las precipitaciones pluviales por arriba de la media tendencial puede generar inundaciones. Esto se incrementa cuando atraviesan el valle algunos cuerpos de agua que al rebasar su capacidad de flujo y drenaje terminan saliéndose de su cauce y provocando desastres en las colonias y barrios en que los pobladores por su mala situación económica, por la ausencia de mecanismos claros de ocupación del suelo urbano, y por la falta de vigilancia, terminan por ocupar áreas no aptas y sí altamente riesgosas y vulnerables para el uso habitacional.

Para instrumentar políticas, normas y mecanismos que permitan minimizar o mitigar las amenazas, riesgos y vulnerabilidad en los que se encuentran los centros urbanos construidos en otrora cuerpos de agua, se requieren datos que permitan simular las posibles consecuencias ante los cambios climáticos que enfrentamos hoy día. En este estudio encontramos que el instrumental del SIG, junto con la investigación social, puede arrojar importantes resultados que contribuyan en este sentido. Sin duda la concienciación, la organización y la acción de la sociedad son indispensables para estructurar planes estratégicos de prevención ante este tipo de fenómenos que, como vimos, no responden sino a los esquemas productivos y de consumo que hemos venido construyendo a lo largo de nuestra historia.

## Bibliografía

Acosta García, Virginia (2005), "El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos", *Desastros*, núm. 19, pp. 11-24.

- Argüello Rodríguez, Manuel (2004), "Riesgo, vivienda y arquitectura", ponencia presentada en el Congreso Arquisur, Argentina, Universidad de San Juan.
- Beck, Ulrich (2006), *La sociedad del riesgo global*, Madrid, Siglo XXI (traducción de Jesús Alborés Rey).
- Cardona A., Omar Darío (2002), *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión*, Bogotá, Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgo, Universidad de los Andes.
- CNA (2000), *Ciclón*, base de datos digital, México, Comisión Nacional del Agua (CD-ROM).
- (2005), <<http://smn.cna.gob.mx>>. Consultado el 22 de noviembre de 2005.
- Cilento Sarli, Alfredo (2005), "Capacidad de resistencia, vulnerabilidad y cultura de riesgo", *Espacio Abierto*, vol. 14, núm. 2, Maracaibo, Asociación Venezolana de Sociología, pp. 265-278.
- De Vos, Jan (1986), *San Cristóbal, ciudad colonial*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Durán, José Antonio (2005a), "Ascienden a 9 150 mdd las divisas por turismo. De enero a septiembre México recibió más de 16 millones de visitantes por turismo", *El Financiero*, sección Negocios, 11 de noviembre, pp. 27.
- (2005b), "Wilma afectó ventas de autos en México: AMIA. Repuntan 2403 por ciento las exportaciones", *El Financiero*, sección Negocios, 10 de noviembre, pp. 27-28.
- Espíritu Tlatempa, Gloria (1998), *Evaluación de la disponibilidad de agua mediante el análisis geográfico en la cuenca San Cristóbal, Chiapas*, tesis de maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, Chiapas, El Colegio de La Frontera Sur.
- García Morales, Federico (2006), *Katrina o las consecuencias*, <<http://www.ecoportal.net/content/view/full/53091>>. Consultado el 19 de enero.
- Gobierno del Estado de Chiapas (2001), *Tercer Informe de Protección Civil*, Secretaría de Planeación <<http://www.chiapas.gob.mx>>.
- (2005), *Agenda estadística del estado de Chiapas*, Secretaría de Planeación <<http://www.chiapas.gob.mx>>.
- Herzer, Hilda y Raquel Gurevich (1996), "Construyendo el riesgo ambiental en la ciudad Centro-Argentina", *Desastres y Sociedad*, año 4, núm. 7 <<http://www.desenredando.org>>. Consultado el 18 de octubre de 2006.
- INEGI (1979), *Cartas temáticas de aguas superficiales y subterráneas; uso del suelo y vegetación*, Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- (1991), *XI Censo general de población y vivienda*, Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- (2005), *Anuario estadístico de Chiapas*, Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

- LAIGE (2005), *Imágenes Ikonos 2000*, México, Laboratorio de Información Geográfica y Estadística.
- Lavell, Allan (2004), "Antecedentes, formación y contribución al desarrollo de los conceptos, estudios y la práctica en el tema de los riesgos y desastres en América Latina: 1980-2004" <<http://www.desenredando.org/public/varios/2004/LARED-AFCDCEPTRDAM>>.
- y Eduardo Franco (eds.) (1996), *Estado, sociedad y gestión de los desastres en América Latina: en busca del paradigma perdido*, Lima, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina/Flasco.
- León, C. et al. (1997), "Actualización del Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de San Cristóbal de Las Casas", Chiapas, reporte técnico.
- Lindell, Michael y Ronald W. Perry (1996), *Behavioral Foundations of Community Emergency Planning*, Nueva York, Hemisphere Publishers.
- López Ramos, Ana Deisy (2000), *Gestión de riesgos urbanos. Inundaciones urbanas en El Salvador*, San Salvador, Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)/Servicio Hidrológico Nacional.
- Macías, Marissa (2005), "Reclaman asegurados 17 900 mdp por Emily, Stan y Wilma. Esta semana se pagarán 100 mdp de anticipo por los daños: Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros AMIS", *El Financiero*, sección Sociedad, 8 de noviembre, pp. 38.
- Mansilla, Elizabeth (1993), "Desastres y desarrollo en México. Consejo Mexicano de Ciencias Sociales", *Desastres y Sociedad*, año 1, núm. 1 <<http://www.desenredando.org>>. Consultado el 18 de octubre de 2006.
- Montoya, Guillermo (coord.) (2003), *Elaboración de mapas de riesgo en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*, reporte técnico, Gobierno del Estado de Chiapas/El Colegio de la Frontera Sur.
- (1995), *Desarrollo forestal sustentable: captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas*, México, Ecosur/ECTF/INE/Semarnap.
- PDU (1997), *Plan de Desarrollo Urbano de San Cristóbal*, Gobierno del Estado de Chiapas, H. Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas.
- Perry, Ronald W. y Miguel Montiel (1996), "Conceptualizando riesgo para desastres sociales", *Desastres y Sociedad*, año 4, núm. 6 <<http://www.desenredando.org>>. Consultado el 18 de octubre de 2006.
- Piers, Blaikie, Terry Cannon, Ian David y Den Wisner (1996), *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*, Lima, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Rosengaus M., Michel (2002), *Efectos destructivos de ciclones tropicales*, secciones III.9, IV.2, IV.3, V.3, VI.3 y VII.3, México, Semarnat/Comisión Nacional del Agua/ MAPFRE.
- Salazar Cruz, Edward (2006), *El calentamiento global, realidades y desafíos* <<http://www.ecoportal.net/content/view/full/55805>>. Consultado el 19 de enero de 2006.
- Salgado, Alicia (2005), "Desastres naturales cuestan hasta 2.5% del PIB. En México sólo 1% de las viviendas tienen seguro", *El Financiero*, sección Finanzas, 11 de noviembre, pp. 11.

- Sapam (2005), "Informe del impacto de las fugas de agua potable sobre el presupuesto del Sapam, en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, durante el periodo de enero a diciembre", Sistema de Agua Potable Municipal.
- SEC (1984), *San Cristóbal y sus alrededores, Cultura y recreación*, Tuxtla Gutiérrez, Secretaría de Educación y Cultura de Chiapas/Gobierno del Estado de Chiapas.
- Servicio Meteorológico Nacional (2005), *VIII Foro sobre Predicciones Climáticas en México; VIII Foro de Predicciones Climáticas para el Verano de 2005*, Tuxtla Gutiérrez, 8 de abril.
- Stuart Olson, Richard y Juan Pablo Sarmiento Prieto (1995), "El desastre de Cauca y Huila en Colombia no es otro armero", *Desastres y Sociedad*, año 3, núm. 4 <<http://www.desenredando.org>>. Consultado el 18 de octubre de 2006.
- Vernon, Andrés (2005), "Huracanes, otro factor que encarece el petróleo. El meteoro Katrina afecta seriamente la producción petrolera; de hecho el energético rebasó los 70 dpb en algunos mercados asiáticos", *El Financiero*, sección Mercados, 30 de agosto, pp. 3-3a.