

Reporte de investigación Los tornados de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, de 2014

**Jesús Manuel Macías M.
María Asunción Avendaño García
María del Rayo Campos Solano
Juan Carlos Velasco Santos
José Marcos Osnaya Santillán
Guadalupe Virginia Hernández Moreno
Miguel Ángel Hernández Moreno
Daribel Hernández Hernández
Ivonne Hernández-Vázquez
Karina Jiménez Valle**



Reporte de investigación

Los tornados de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, de 2014

**Jesús Manuel Macías M.
María Asunción Avendaño García
María del Rayo Campos Solano
Juan Carlos Velasco Santos
José Marcos Osnaya Santillán
Guadalupe Virginia Hernández Moreno
Miguel Ángel Hernández Moreno
Ivonne Hernández-Vázquez
Karina Jiménez Valle
Daribel Hernández Hernández**



Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social
Hidalgo y Matamoros, Tlalpan
Código Postal 14000, México D. F.
México 2015

ISBN: en trámite

Contenido

Introducción	6
1 Fundamentos de la investigación	9
1.1 De la asunción teórica a los requerimientos metodológicos	9
1.2 Estudio de casos	10
1.3 Instrumentos de investigación	10
1.4 La organización del trabajo sobre el terreno	12
1.5 Definición de los puntos afectados por los tornados de San Cristóbal de las Casas	12
2 Impacto de los 4 tornados de 2014 en San Cristóbal de las Casas	13
2.1 Tornado del 15 de junio	15
2.2 Tornado del 22 de junio	16
2.3 Tornado del 6 de agosto	17
2.4 Tornado del 8 de agosto	19
3 Antecedentes de ocurrencia de tornados en San Cristóbal de las Casas	20
3.1 Antecedentes de investigación de tornados en San Cristóbal de las Casas	27
4 El ámbito urbano, las amenazas naturales y la configuración de posibles desastres en San Cristóbal de las Casas	28
4.1 Origen y crecimiento de la ciudad de San Cristóbal de las Casas	28
4.2 El entorno y las expresiones desastrosas de San Cristóbal de las Casas	33
4.3 El peligro sísmico en San Cristóbal de las Casas	34
4.4 Inundaciones en San Cristóbal de las Casas	38
4.5 La aproximación general al problema de los tornados en San Cristóbal de las Casas	43
4.5.1 Tornado y culebra. Dos significados con dos implicaciones	44
4.5.2 Declaratoria de emergencia	45
4.5.3 Gobierno, Protección civil y tornados	46
5 Análisis preliminar del comportamiento colectivo de emergencia por el paso de los tornados en San Cristóbal de las Casas	51
5.1 La explicación de la existencia del fenómeno tornado en San Cristóbal de las Casas	52
5.2 La ocurrencia de los tornados (emergencia), comportamiento colectivo y reacción gubernamental	53
5.3 Alerta contra tormenta	54
5.4 Daños sufridos u observados	56
5.5 Factores de riesgo/Factores de protección	58
5.6 Después del paso de los tornados: observación del comportamiento de la gente	60
5.7 El auxilio de agentes del gobierno (municipal, estatal, federal)	62
6 Recomendaciones	64
6.1 Recomendaciones para el conocimiento científico de tornados y tormentas severas	64

6.2 Recomendaciones a las organizaciones de protección civil y gestión de riesgo	64
Bibliografía	66
ANEXOS	74

Índice de Tablas

Tabla 1. Escala Fujita Mejorada	13
Tabla 2. Registro de tornados en San Cristóbal de las Casas	22
Tabla 3. Características de los grados o niveles VII a IX de la Escala de Mercalli Modificada	36
Tabla 4. Comportamiento de auto – protección y factores de lesión, tornados en San Cristóbal de las Casas	59

Índice de mapas

Mapa 1. Trayectoria de tornados en San Cristóbal de las Casas, 2014	14
Mapa 2. Incremento de población y superficie en San Cristóbal de las Casas	32
Mapa 3. Barrios tradicionales de San Cristóbal de las Casas	33
Mapa 4. Regionalización sísmica (CFE). Municipio de San Cristóbal de las Casas	34
Mapa 5. Global de intensidad – Escala de Mercalli. Municipio de San Cristóbal de las Casas	35
Mapa 6. Efecto sísmico de los Altos de Chiapas	37
Mapa 7. Índice de vulnerabilidad. Municipio de San Cristóbal de las Casas	40
Mapa 8. Riesgo por inundación. Municipio de San Cristóbal de las Casas	40
Mapa 9. Trayecto de tornados 2012 y 2014 en San Cristóbal de las Casas	44

Índice de gráficas

Grafica 1. Registro de tornados en San Cristóbal de las Casas	21
Gráfica 2. Crecimiento poblacional de San Cristóbal de las Casas	30
Gráfica 3. Viviendas particulares habitadas según material en techos	48
Gráfica 4. Viviendas particulares habitadas según material en techos (Porcentaje)	49
Grafica 5. Características de las viviendas asentadas en los márgenes de los ríos de San Cristóbal de las Casas	49
Gráfica 6. Respuestas a la pregunta acerca del alertamiento de tornado	56
Gráfica 7. Respuestas a la pregunta acerca del daño o pérdidas por tornado	57

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Tornado del 15 de junio, 2014	16
Fotografía 2. Tornado del 22 de junio, 2014	17
Fotografía 3. Tornado del 6 de agosto, 2014	18
Fotografía 4. Tornado del 8 de agosto, 2014	19
Fotografía 5. Láminas metálicas depositadas como escombros de los tornados en San Cristóbal de las Casas	47
Fotografía 6. Láminas metálicas depositadas como escombros de los tornados en San Cristóbal de las Casas	47

Lista de acrónimos

ANR	Atlas Nacional de Riesgos
BD-TM	Base de Datos Tornados México
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CIATTS	Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas
CIESAS	Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
DAMCH-TI	Desastres Agrícolas en México. Catálogo Histórico. Tomo I
DAMCH-TII	Desastres Agrícolas en México. Catálogo Histórico. Tomo II
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur
FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INI	Instituto Nacional Indigenista
SCDLC	San Cristóbal de las Casas
SEGOB	Secretaría de Gobernación
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SSN	Servicio Sismológico Nacional
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura

Introducción

San Cristóbal de las Casas es una ciudad relativamente pequeña, el censo nacional de 2010 (INEGI, 2015) dio la cifra de 158,027 habitantes y su extensión calculada es de 467 kilómetros cuadrados. Tiene una densidad de 274 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que no representa una cifra alta si se consideran otras áreas urbanas, como la ciudad de México, que es de 5,920 habitantes por kilómetro cuadrado (INEGI, 2011). La ciudad goza de un pleno reconocimiento por su valor turístico y su estética urbana “colonial”. Es un “Pueblo Mágico”, denominación oficial de la Secretaría de Turismo que le ofrece la entrada a una categoría especial de atención de programas federales de infraestructura y publicitarios.

San Cristóbal de las Casas fue fundada en el Siglo XVI y creció desarrollándose en una suerte de ciudad del “*Apartheid*”, donde la población indígena era apartada espacial y socialmente de los habitantes españoles o no indígenas. Así fue su suerte durante la Colonia y buena parte de la época independiente, pero actualmente se ha convertido en una ciudad multirracial que ha registrado, desde hace por lo menos cuarenta años, fuertes flujos de migrantes. No es que los grupos dominantes hayan compartido su esfera de dominancia sin el componente “racial” y racista, sino que han surgido grupos de personas de diferente origen étnico, incluidos los indios, que han ascendido a parcelas de poder económico. La ciudad ha crecido justamente con la racionalidad planificadora de esos grupos dominantes que se fijan, ante todo, el lucro del suelo urbano. Por tanto, no podemos encontrar en la ciudad, fuera de la traza histórica, una fisonomía urbana sustentable y racional.

La historia de San Cristóbal de las Casas, sobre todo cuando la escudriñamos con la intención de observar las relaciones de las personas con el entorno natural, es prolija en problemas de inundaciones, afectaciones por sismos y, por supuesto, por la formación de tornados, entre otros.

Presentamos un reporte rápido de la investigación que iniciamos en noviembre-diciembre de 2014, para observar los problemas que plantearon cuatro tornados que se sucedieron en San Cristóbal de las Casas, en el lapso de dos meses (15 y 22 de junio y 6 y 8 de agosto).

Ningún ámbito urbano en el país ha registrado, al menos en nuestra cuenta (basada en registros históricos y en la base de datos Tornados México, que elaboramos en la Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas), tales acontecimientos. Los tornados son fenómenos naturales potencialmente desastrosos, son por ende, potencialmente letales y no es posible ya que quienes tienen la responsabilidad de proteger a la población de las diversas amenazas

desastrosas, los ignoren o los minimicen. Hemos visto que los tornados, aunque sean catalogados como “débiles”, son peligrosos para la vida de las personas.

En el primer capítulo de este reporte, que denominamos “Fundamento de la investigación”, ofrecemos en realidad una expresión sucinta de los principales recursos teórico-metodológicos que usamos en la investigación. Enfatizamos los principios teóricos que se ligan a sus necesidades metodológicas para justificar la indagación de los cuatro tornados que ocurrieron en la ciudad en 2014.

Utilizamos el enfoque de estudio de caso, mismo que se vuelve complejo dada la diversidad de ocurrencias y las dificultades que suponen para la investigación empírica. Estos retos de indagación nos han exigido el recurso de utilización combinada de técnicas e instrumentos de investigación para tratar de comprender diversos aspectos involucrados en la realidad bajo estudio, en sus dimensiones cualitativa y cuantitativa. Por ello combinamos la entrevista y la observación, con el cuestionario y el guión de entrevista, y el análisis cartográfico.

En este reporte damos paso luego a una síntesis del impacto de los cuatro tornados de San Cristóbal de las Casas, en un sentido cronológico, como recurso de preparación para la exposición ulterior de los problemas centrales que observamos. Los cuatro tornados definieron trayectos diferentes, como se apreciará en el mapa respectivo, y también dejaron diferentes niveles de impacto en términos de daños y de afectación emocional. Destaca desde luego, el tornado del 6 de agosto, de más largo trayecto y duración, mismo que mereció una “declaratoria de emergencia” por parte del gobierno federal, lo que significa que es el tercer tornado en la historia nacional que ha merecido tal gestión por los destrozos que fincó a los sancristobalenses.

Ofrecemos después, en otro capítulo, algunos antecedentes históricos de ocurrencias de tornados en la ciudad. En los que se podrá observar que lo sucedido en 2014 tampoco es realmente extraordinario, ya que en años anteriores también se han registrado varios tornados al año en la misma área urbana. Todo esto reafirma el plano de propensión de la ciudad a la ocurrencia de tornados como veremos, y no es poca cosa.

El siguiente apartado trata del ámbito urbano de San Cristóbal, su crecimiento y desarrollo a través del espacio y del tiempo, relacionado con algunas de las amenazas naturales más relevantes en cuanto a su potencial desastroso, como los sismos y las inundaciones. Representa, por otro lado, una forma de acercarse a la condición de riesgo colectivo de los habitantes de esa ciudad y, en conjunto, es un importante antecedente para discutir entre ellos, el caso de los tornados. En este capítulo se discute el potencial desastroso de eventuales inundaciones como una amenaza compleja dadas las características particulares del emplazamiento en un área kárstica de hidrología poco conocida.

Al final del mismo se introduce la discusión sobre el significado de la formación y afectación de tornados considerando las dimensiones de la ciudad y los antecedentes de algunos trayectos bien trazados de tornados que no dejan lugar a duda acerca de que pueden ocurrir en cualquier área de esa ciudad. Hacemos énfasis en la emisión de una “declaratoria de emergencia” del tornado del 6 de agosto. Ese solo hecho puso de manifiesto un funcionamiento irregular que involucra a los tres órdenes de gobierno, que se discute en términos tanto de la interpretación del concepto de emergencia como de la puesta en marcha de los procedimientos oficiales para relacionarlos con la transferencia de los fondos para la atención de la “emergencia”.

La exposición de los temas señalados hasta ese punto, se presentan entonces como un conjunto antecedente para considerar luego otros aspectos centrales de la investigación empírica que reportamos. En el penúltimo apartado o capítulo, denominado “Análisis preliminar del comportamiento colectivo de emergencia por el paso de los tornados en San Cristóbal de las Casas”, exponemos los primeros análisis en ese tema que surgen de nuestra interacción con las personas afectadas en el terreno. Son las pistas del desarrollo de una investigación más meticulosa que tiene el propósito de darnos luz sobre el significado societario que tienen los hechos de afectación por tornados en San Cristóbal de las Casas.

Terminamos con un breve apartado sobre algunas recomendaciones que hacemos de entrada, para mejorar las condiciones de enfrentamiento con el fenómeno tornado. No son recomendaciones sencillas, algunas ya se habían señalado sin positiva respuesta, como la urgente necesidad de mejorar el desempeño de la producción de conocimiento meteorológico y sus procedimientos operativos para reducir riesgo y desastres.

Jesús Manuel Macías M.
Morelia, Michoacán. 2015

1

Fundamentos de la investigación

El Programa de Investigación de Tornados del CIESAS, busca desarrollar proyectos de investigación tanto de casos de ocurrencia de tornados como de problemas importantes relacionados con esos fenómenos, para contribuir a su mejor conocimiento. En este sentido, la investigación específica de los tornados de San Cristóbal de las Casas ocurridos en el año 2014, ejemplifica esas intenciones y trata de adoptar el procedimiento de estudio de casos.

1.1 De la asunción teórica a los requerimientos metodológicos

El enfoque que desarrollamos en el reporte, asume que entendemos al riesgo como una condición de existencia de los grupos humanos, en lo colectivo y en lo individual, dicha condición está relacionada con la posibilidad de sufrir un cambio negativo, tanto en el sentido cualitativo como cuantitativamente, y que el tránsito de una condición a otra, lo que es justamente el riesgo, está asociado con la intervención de factores que denominamos amenazas o peligros (Macías, 2008). El riesgo se refiere, por tanto, a una condición permanente de la existencia humana (y de cualquier otra forma de existencia) dada la intrínseca posibilidad de cambio negativo.

Por lo anterior, el desarrollo de los grupos humanos en el tiempo y en el espacio, que les enfrenta con determinados fenómenos naturales u otras amenazas, requiere, según nuestro enfoque, del entendimiento de esos factores que han intervenido en la configuración amenazante y en el desenlace al desastre. Por eso es que el centro de esos procesos es el ser humano en sociedad.

1.2 Estudio de casos

En nuestras investigaciones se ha privilegiado el acercamiento metodológico de estudio de casos, porque se ha tratado de estudiar generalmente la ocurrencia de un tornado. En la actual investigación nos propusimos estudiar los cuatro tornados que afectaron San Cristóbal de las Casas en 2014, lo que nos impone realizar una modalidad que se denomina *estudio colectivo de casos* (Barrio y otros, 2009), donde el interés se centra en indagar la condición de esa ciudad que le hace propensa a la ocurrencia de tornados, su preparación para enfrentar esos fenómenos, y las diferencias que, dialécticamente, señalan las homogeneidades.

Hemos elegido los cuatro casos objeto de estudio, lo que simplifica esta parte del diseño de investigación, para caracterizar similitudes que sean relevantes. En otras palabras, resolvimos realizar investigación de los rasgos de ocurrencia del fenómeno tornado en cada uno de los cuatro casos (por fechas) pero englobados en el complejo urbano y social de San Cristóbal de las Casas.

En el estudio de los casos de los cuatro tornados, el ámbito urbano corresponde a la parte cohesionadora, desde el punto de vista del análisis global. Por ello se hace necesaria una revisión histórica de la conformación de la ciudad, pero en el sentido de la configuración humana que se espacializa. Dicho en otros términos de la espacialidad de relaciones sociales en un ámbito colectivo.

Como nuestro interés está enfocado a la comprensión de las relaciones entre la sociedad que analizamos y el entorno en el que se desarrolla y donde ocurren fenómenos naturales cuya coincidencia se convierte en una amenaza para esa sociedad, el recuento histórico también se centra en las experiencias pasadas de la ocurrencia de tornados. Como señala Babie (1988), se trata de tener los mayores elementos posibles de la realidad que se delimita en el caso para tener mejores condiciones de explicación científica.

1.3 Instrumentos de investigación

Para el desarrollo de la investigación empírica, diseñamos tres instrumentos, dos de ellos son guías de entrevistas y otro es un cuestionario pre-codificado, cualitativo/cuantitativo, que se aplica en cada caso de ocurrencia de tornado y sirve para los siguientes fines:

a) identificación de condiciones sociales y del entorno físico (urbanístico),

- b) trazado del trayecto y ubicación de tipo de daños para efectos de categorización del tornado,
- c) análisis de factores de riesgo,
- d) respuesta y comportamiento social en emergencia y
- e) respuestas sociales en actividades de recuperación del impacto desastroso.

Este cuestionario, en la primera sección, adapta preguntas de la “Guía para realizar estudios de campo de tormentas convectivas” (Bunting y Smith, 1993) de la agencia norteamericana denominada Administración Nacional de Océanos y Atmósfera (NOAA, por sus siglas en inglés) y en las otras secciones se introducen preguntas de un instrumento propio que hemos aplicado en anteriores casos de estudios de tornados. El instrumento se presenta en el Anexo 1.

Se aplicaron 170 cuestionarios en total (N = 170), de los que 28 correspondieron al tornado del 15 de junio, 20 al tornado del 22 de junio, 109 al tornado del 6 de agosto y solo 13 al tornado del 8 de agosto. Para el análisis de éstos, la intención será la de considerar un principio muestral dual y acorde con el estudio colectivo de casos, donde cada trayecto define una unidad muestral simple y los cuatro trayectos componen la unidad muestral colectiva. El diseño del instrumento permite una aproximación a la diversidad de formas de relación de los sujetos que viven en el área afectada directamente por el tornado. Hay afectados directos que viven ahí y que sufrieron daños materiales y emocionales, hay quienes viviendo en el área no resultaron con afectaciones materiales pero si emocionales, como pudieron ser muchos de los habitantes del conglomerado urbano que no vivían en el área afectada y que no fueron sujetos de la aplicación del instrumento.

Por otra parte, lo fundamental de la interacción con las personas afectadas por los tornados se basa en la realización de entrevistas abiertas (no estructuradas), con base en dos guiones, uno de ellos diseñado para aplicarse a personas que viven o trabajan en la zona afectada y otro diseñado para los funcionarios públicos que intervienen tanto en temas de prevención como de atención de desastres.

Es importante advertir que en nuestra práctica de investigación utilizamos la técnica de la entrevista pero no dissociada de la observación directa, no participante en el sentido de las definiciones formales de la técnica de investigación (Crane y Ambrosino, 1992), que implicarían la disponibilidad de mayor tiempo de interacción. La entrevista se combina con la aplicación de los cuestionarios y se ejerce la observación directa, entre otras cosas, se privilegia para la definición de los trayectos de los tornados y como elemento sustantivo de la técnica de definición de los mismos para fines cartográficos y de estimación de la intensidad y magnitud de esos fenómenos.

1.4 La organización del trabajo sobre el terreno

Adoptar la decisión de realizar el estudio de los cuatro tornados registrados en San Cristóbal de las Casas, representaba asumir que existirían algunas dificultades previsibles en la investigación. La primera es que cada caso debía cumplir con los requisitos de información y análisis adecuados y ello se enfrentaba al hecho de que de los cuatro tornados, uno, el del 6 de agosto, fue más intenso, dañino y que ocupó una mayor atención pública. Por tanto, se esperaba que fuera el más memorable y que esto pudiera significar un cierto sesgo o distorsión en la población a entrevistar, o al menos podría servir como objeto de confusión, cosa que fue cierta.

1.5 Definición de los puntos afectados por los tornados de San Cristóbal de las Casas

Con el objeto de reducir los efectos distorsionadores mencionados, en la interacción con los potenciales informantes, se organizó previamente una caracterización de la ocurrencia de cada tornado por las áreas impactadas, misma que estuvo basada en fuentes hemerográficas y algunas informaciones formales de Protección Civil estatal. El equipo de investigación se dividió para cubrir tres trayectos del mismo número de tornados y trabajó en conjunto el complejo caso del trayecto del tornado del 6 de agosto. Es importante señalar que además de los coautores de este reporte, **Karen Rivero** participó en todas las actividades del trabajo de campo y en parte del análisis de la información derivada de éste.

2

Impacto de los 4 tornados de 2014 en San Cristóbal de las Casas

Los rasgos generales que caracterizaron las afectaciones de los tornados se presentan a continuación y en forma cronológica. Como se verá más adelante, la aparición de tornados en San Cristóbal de las Casas no ha sido novedad para la mayoría de sus habitantes que los han conocido como “culebras”. En general la aparición de ese tipo de tornados, definidos por meteorólogos norteamericanos (Davies-Jones y otros, 2001; Wakimoto y Wilson, 1989) como “no mesociclónicos” o “no-supercelda”, no suele ser extremadamente dañina, dado que se les considera, en general, como “tornados débiles” comparados con los “tornados fuertes” y “tornados violentos” que pueden ser absolutamente destructivos y generalmente asociados a una circulación mesociclónica de una nube denominada “supercelda”. La siguiente tabla de la escala de intensidades *Fujita Mejorada*, ofrece esta información.

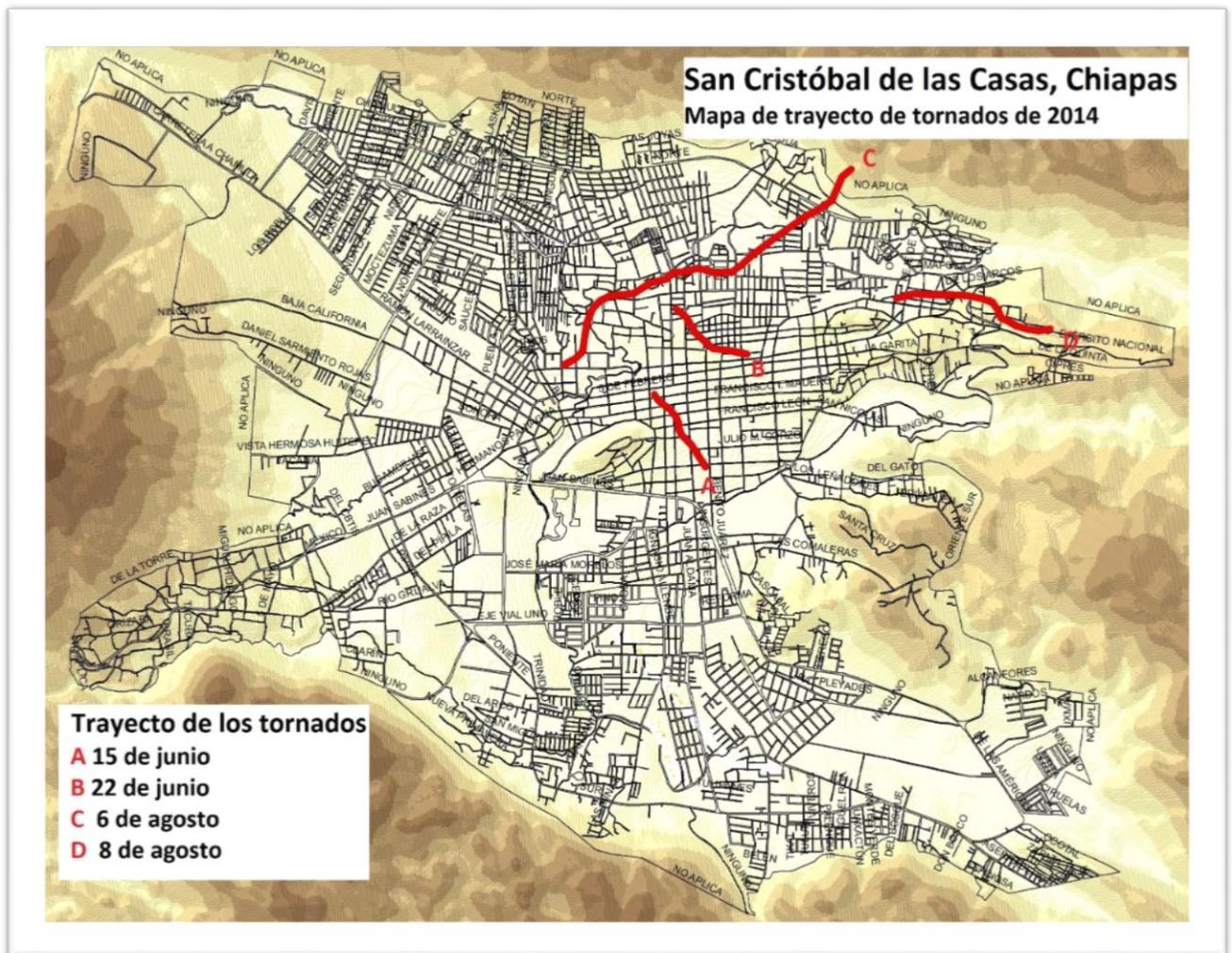
Categorías escala Fujita Mejorada	Clase de tornado	Rangos de velocidad de viento Km/h
EF0	Débil	105 – 137
EF1	Débil	138 – 177
EF2	Fuerte	178 – 217
EF3	Fuerte	219 – 266
EF4	Violento	267 - 322
EF5	Violento	>321.87

Fuente: TTU, 2004

Los tornados no-mesociclónicos o “débiles” como las “culebras” sancristobalenses, pueden ser mortales, es decir, representan un gran peligro para la vida humana, y pueden ser también grandes destructores de los bienes de las personas.

Los cuatro tornados que aparecieron en San Cristóbal de las Casas en 2014, muestran desiguales incidencias en su paso por la ciudad, como veremos con datos obtenidos gracias a una revisión hemerográfica más o menos exhaustiva¹, y, sin embargo, la presencia de todos y cada uno de ellos marcó un rasgo común en los habitantes de esa ciudad: un profundo sentimiento de miedo.

Como se observa en el mapa siguiente, los cuatro tornados ocurrieron en la parte central y oriental de la ciudad cubriendo trayectos de diferentes longitudes, siendo el del 6 de agosto el que mayor distancia recorrió y fue el más destructivo.



Mapa 1. Trayectoria de tornados en San Cristóbal de las Casas, 2014

¹ Diarios consultados en formato digital y en diferentes fechas de noviembre de 2014 a febrero de 2015. Nacionales: La Jornada, Milenio, Excélsior, El Universal. Locales: El Informador, Cuarto Poder, Imparcial Chiapas, y portales como Todo Chiapas, SDP Noticias.com; periodistassancristobal.org, Noticiasnet; icosichiapas.gob; ejecentral.com

2.1 Tornado del 15 de junio

(Trayecto A, en el mapa)

Calculamos el largo del trayecto de este tornado en unos 840 metros, tomando una dirección NW-SE atravesando el barrio de Santa Lucía para llegar a la plaza central de la ciudad. Los reportes periodísticos y las versiones de personas entrevistadas sobre el terreno coinciden en que este tornado apareció alrededor de las 16:20 horas. Una fuente periodística (López, 2014) señaló que el tornado llegó hasta el barrio Tlaxcala, al norte de la parte central, y teniendo que haber pasado por el barrio de Mexicanos, pero no encontramos datos al respecto en el trabajo de campo.

Los lugares más señalados por su afectación fueron la plaza central o Catedral, el centro histórico de esta ciudad, el *mercado de dulces y artesanías*, entre la plaza de la Catedral y la plazuela del templo de Santa Lucía.

Los daños que se señalaron principalmente corresponden a la destrucción de una “carpa” y una “mega pantalla” que habían sido instaladas por la autoridad municipal en la plaza central para proyectar juegos de futbol. Afectó a la Catedral “destruyendo tres pináculos, parte de la cubierta del tejado lateral norte y lajas de la escalinata” (INAH, 2014) reportadas en las notas periodísticas como “acabados de fachada”. Hubo caída de al menos tres árboles y ruptura de ramas de varios de ellos. Se registraron daños no cuantificados a varios automóviles y en el Mercado de Dulces y Artesanías, el tornado levantó entre 30 y 50 láminas del techo. Además, con la caída de un árbol en una casa de la calle Josefa Ortiz de Domínguez, del Barrio de Santa Lucia, se produjo una fuga de gas.

No registramos una valoración detallada de los daños (entre los que, además deben contarse el desprendimiento de láminas de viviendas en la parte central y en el barrio de Mexicanos), por parte de la autoridad chiapaneca.

El tornado fue captado por diversas personas que colocaron videos en Internet, de los que se presenta una fotografía.



Fotografía 1. Tornado del 15 de junio, tomada de video de Youtube. Erika Ibarra: <https://www.youtube.com/watch?v=uwZwG4zFKmw>

2.2 Tornado del 22 de junio

(Trayecto B, en el mapa)

El trayecto de este tornado fue calculado en unos 900 metros, con dirección NW-SE, afectando básicamente el barrio de El Cerrillo, la colonia 14 de Septiembre y manifestándose alrededor de las 14:30 horas. Los lugares más señalados en términos de afectación fueron los templos de El Cerrillo así como parte principal de Santo Domingo, el lado Norte, la Parroquia, por la Calle General Utrilla, Caridad y Alameda, hasta llegar al mercado José Castillo Tielemans. En la calle 5 de Febrero, en la zona centro de la ciudad, hubo edificaciones con desprendimiento de tejas.

Los daños registrados en las notas periodísticas, que a su vez dieron cuenta de informaciones de autoridades de la ciudad, básicamente refieren que hubo “al menos 24 viviendas dañadas (tres de ellas reportadas con afectaciones por los árboles que cayeron), cuatro locales comerciales afectados, y seis árboles tirados”, así como “el derribó ramas de la plazuela El Cerrillo y de la Sacristía del mismo lugar”.



Fotografía 2. Tornado del 22 de junio, tomada de video de Youtube
Alerta Chiapas: <https://www.youtube.com/watch?v=R45oSx4gwt0>

2.3 Tornado del 6 de agosto (Trayecto C, en el mapa)

De los cuatro tornados que afectaron San Cristóbal de las Casas en 2014, el del 6 de agosto fue el más intenso, de mayor tiempo de ciclo de vida y un trayecto más largo, calculado en unos 2.5 kilómetros, con dirección NE-SW. El paso de este tornado se originó cerca de la colonia 31 de Marzo a las 13:55 horas, en el Este Noreste de la ciudad, y continuó su recorrido por las colonias Nueva Esperanza, Ojo de Agua, Morelos, Emiliano Zapata, 14 de septiembre y La Isla. Afectó, en consecuencia, al menos tres barrios tradicionales, a saber, El Cerrillo, Centro y Mexicanos.

Los daños fueron cuantiosos, registrando afectación en 13 colonias destacando el desprendimiento de techos de láminas de zinc. Las consecuencias del paso de este tornado merecieron una solicitud de declaratoria de emergencia de parte del gobernador de la entidad, misma que fue aceptada por la Secretaría de Gobernación para destinar recursos

a la atención de la emergencia. Entre los daños principales se destacan la afectación diferencial a viviendas particulares, a negocios pequeños, edificios públicos, caída de árboles y afectación a vehículos y a la infraestructura de distribución de electricidad. Hubo diversas personas que tuvieron lesiones, que no fueron reportadas como graves.

Interesante en la fenomenología de la evaluación de daños de este tornado, fue el incremento de la cifra de viviendas afectadas, cosa que es normal a no ser por la gran diferencia de ésta, que pasó de 140 viviendas afectadas el mismo 6 de agosto a 639 viviendas dos días después.

El tornado derribó 35 árboles, la mayor parte en la colonia 14 de Septiembre, afectó 24 vehículos y según las estimaciones de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), 27 postes y 18 “bancos de distribución” que alimentan a 8845 usuarios, mismos que resultaron afectados directa e indirectamente.

Como se ha indicado la cifra de viviendas afectadas llegó a las 639, pero no ha sido claro aún si se han considerado en este rubro a las viviendas afectadas de la colonia irregular denominada Santa Catarina, en el barrio de Mexicanos, donde se denunció que había 400 familias afectadas por el tornado y que no habían sido atendidas por su condición de “invasores”. (Martínez, 2014a)



Fotografía 3. Tornado del 6 de agosto proporcionada por la Secretaría de Protección Civil del Gobierno de Chiapas.

2.4 Tornado del 8 de agosto

(Trayecto D, en el mapa)

El trayecto de este tornado fue calculado en 1.2 kilómetros, con dirección E-W y generó diversas reacciones de reforzamiento del miedo y sorpresa, entre la población que lo advirtió y, en general, entre los habitantes de la ciudad que habían testimoniado las destrucciones del tonado que ocurrió en los dos días previos.

Los lugares afectados por éste fenómeno fueron, principalmente, cinco manzanas del barrio *Cuxtitali* en el oriente de la ciudad y algunas calles de La Garita. Los habitantes del área afectada señalaron que el meteoro comenzó a la altura de la Reserva Ecológica Moxviquil, en las faldas del cerro del mismo nombre, a las 14:20 horas aproximadamente, y de ahí continuó su recorrido por la zona de La Garita para luego cambiar de rumbo dirigiéndose al Barrio de Cuxtitali. Los reportes noticiosos advirtieron de viviendas que “resultaron con daños parciales y en algunos casos con desprendimiento total de los techos, en las calles Ejército Nacional, Los Arcos, Diagonal de los Cerezos, Los Lirios, Ojo de Agua, Mosqueta, Mirasol, Magnolia, entre otras” (Martínez, 2014b).

Basados en los reportes periodísticos solamente, porque no accedimos a información oficial, registramos que los daños de este tornado no fueron comparables con el anterior porque afectó parcialmente 14 casas en el barrio de “Cuxtitali”. Algunas de esas viviendas sufrieron desprendimiento total de los techos, y son las que se ubican en las calles mencionadas en el párrafo anterior.



Fotografía 4. Tornado del 8 de agosto de 2014 En:

<http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/video-se-registra-otro-remolino-en-san-cristobal-de-las-casas-1407540544>

3

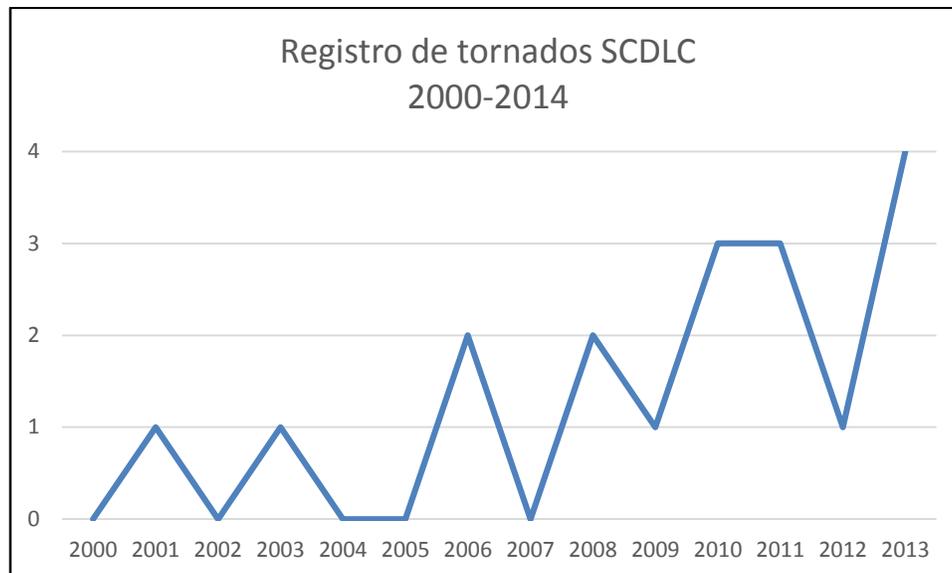
Antecedentes de ocurrencia de tornados en San Cristóbal de las Casas

Para elaborar este apartado del reporte de investigación, que alude a antecedentes de tornados, realizamos una somera recopilación de datos sobre ocurrencia de tornados en San Cristóbal de las Casas, en las fuentes disponibles, que señalamos a continuación:

1- Para la parte histórica, de la época prehispánica hasta el Siglo XIX, revisamos los catálogos históricos de “Desastres Agrícolas en México” elaborados por investigadores del CIESAS (García, Pérez y Molina, 2003; Escobar, 2004).

2-Para la ocurrencia de tornados en el Siglo XX y el actual, revisamos el estudio de los tornados de 2012 en San Cristóbal de las Casas, elaborado por Juan Carlos Velasco (2012), así como otras referencias de literatura histórica y hemerográfica. Utilizamos sustancialmente la base de datos “Tornados México” de la Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas (CIATTS) que tiene asiento en el CIESAS.

Elaboramos una tabla de registros de ocurrencia de tornados que veremos más adelante, donde podremos observar varios asuntos relevantes al respecto. Uno de ellos se refiere a la propensión del área que actualmente ocupa San Cristóbal de las Casas para la ocurrencia de tornados, cosa que debemos considerar con atención. La Tabla contiene solo tres registros de tornados desde la época colonial al Siglo XIX; 2 registros de la segunda mitad del Siglo pasado y 18 registros de año 2002 al 2014, como se observa en la gráfica siguiente, para esta última periodicidad:



Grafica 1. Registro de tornados en San Cristóbal de las Casas
Fuente: Base de Datos Tornados México

Este comportamiento en los registros de ocurrencia de tornados, lo hemos apreciado en la propia elaboración de la base de datos “Tornados México” (Vid. Macías y Avendaño, 2013 y 2014) y ha sido también apreciado en otras bases de datos como las de Estados Unidos (Aguirre, 1994), y Brasil (Candido, 2012), donde la aparición de más registros en épocas recientes no necesariamente sugiere que estén ocurriendo más tornados, sino que tanto el crecimiento demográfico que cubre más áreas urbanizadas, como el surgimiento de artefactos tecnológicos, como los teléfonos celulares, facilitan más tanto la detección como la socialización de esas ocurrencias. Candido (Supra cit) utiliza una buena frase de Carl Sagan para explicar esto en pocas palabras: “la ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia”.

Los tornados generalmente tienen un ciclo de vida corto (NOAA, 2015; Edwards, 2015), en promedio es de 10 minutos y el trayecto de su paso sobre el terreno no suele sobrepasar, en general, unos seis kilómetros. Son fenómenos puntuales y por todas estas características son muy difíciles de detectar. Los casos de tornados que se han registrado con alguna contundencia, se refieren a tornados que han generado daños importantes a la población, sea a las personas o a sus haberes como cultivos o ganado. Los tornados suelen estar asociados a tormentas severas² y con éstas a otros fenómenos de vientos muy fuertes y destructivos como las llamadas “corrientes descendentes” (ráfagas descendentes o “microburst”, en inglés) que suelen dejar destrozos (árboles arrancados de raíz, zanjas en los cultivos, etc.) y un patrón de daños diferente al de los tornados, pero muchas veces, los testimonios no van al detalle y se pierde la posibilidad de consignar la ocurrencia de tornados. Adicionalmente, hay que decir que estos daños cuando se observan después del

² Por tormenta severa entendemos, como lo indica el glosario meteorológico de la Sociedad de Meteorólogos Americanos: en general, cualquier tormenta destructiva, pero usualmente aplicada a tormentas severas locales en particular, es decir, tormentas intensas, tormentas de granizo y tornados. (AMS, 2015)

paso de una fuerte tormenta nocturna suelen también confundir la naturaleza del fenómeno destructor, es decir, si se trató de un tornado o de una ráfaga descendente.

Es de la mayor importancia destacar que los registros de tornados en San Cristóbal de las Casas, que se refieren al último periodo en discusión, es decir, el tramo que va en este Siglo XXI, muestran datos preocupantes en términos de la frecuencia de registros de ocurrencias. En los años 2011 y 2012 se registraron tres tornados en cada uno de esos años y en 2014 la cifra fue de cuatro. Esto significa que durante un año pueden registrarse más de un tornado en el área urbana.

Lo anterior sugiere el establecimiento de medidas precautorias, tanto para generar condiciones elementales de anticipación (observar los llamados parámetros de tornados no mesociclónicos) y advertir a las personas acerca del significado de vivir en área propensa a tornados. Así sean “débiles”, como suele llamarse al tipo de tornados no mesociclónicos observados recientemente en San Cristóbal de las Casas.

Tabla 2. Registros de ocurrencia de tornados en San Cristóbal de las Casas, Chiapas

No.	Año de ocurrencia	Descripción	Fuentes
1	1652	Cuando la gran inundación ocurrió en 1652, en Ciudad Real un huracán se abatió el valle de San Cristóbal y causó enormes estragos en varias regiones de Chiapas, esta ciudad parecía destinada a desaparecer bajo las aguas, los sumideros quedaron totalmente obstruidos.	Flores, 1968:65. En: DAMCH-TI
2	30 de agosto de 1785	Se desató un viento huracanado del norte que destruyó edificios, arrancó árboles y acabó (sic) las siembras de los alrededores a la ciudad. Se desató un fuerte viento con lluvias torrenciales. Destruyó edificios y arrancó árboles y terminó con las siembras, 341 casas derrumbadas. Los barrios muy afectados. La Merced y Mexicanos. El Alcalde Mayor Ignacio de Coronado convocó juntas en El Cerillo para planear la mitigación de los sufrimientos de la población. 30 de agosto -3 de septiembre de 1785 “Casi toda la ciudad fue destruida. Luego cayó la lluvia profusamente y la inundación llegó hasta lo que es hoy la torre de El Carmen (a tres cuadras del	Trens, 1957b:237-38. En: DAMCH-TI Diario Cuarto Poder, entrevista a Manuel Burguete Estrada, Cronista de SCDLC. 10 de agosto de 2014

		parque central). Fue una cosa sumamente grave y causó muchos muertos, sobre todo ahogados. Fue verdaderamente devastador. Entró por la zona nororiente, por lo que es hoy el barrio de Guadalupe”	
3	1864	Huracán, tempestad huracanada en SCDLC	Fuente: DAMCH-TII, y Espinosa, 1987
4	18 de agosto de 1955	Afectó a los barrios de El Cerrillo, Cuxtitali y el más dañado fue Mexicanos. Arrancó árboles, unos sabinos que había en lo que es hoy el Parque de los Periodistas. Hubo destrucción como de 55 casas totalmente. La tromba lanzó al aire animales muertos, caballos, borregos y perros, causó graves daños al entonces mercado Miguel Alemán Valdez que estaba en la plazuela de La Merced, pues le arrancó todas las láminas del techo”... lo curioso de ese tornado de 1955 es que chupó el agua del río Amarillo desde Cuxtitali hasta la Isla; subió el agua total del cauce del río. ¿Te imaginas los millones de litros de agua que elevó a una altura de más o menos mil metros? El viento la subió, quedó por un tiempo en el aire; elevó toda la corriente que traía el río que entonces era bastante porque estaba lloviendo. Generó un panorama dantesco en San Cristóbal...	Fuente: Diario Cuarto Poder, entrevista a Manuel Burguete Estrada, Cronista de SCDLC. 10 de agosto de 2014
5	15 de septiembre de 1968	A manera de antecedente histórico acerca de este fenómeno natural, de acuerdo al autor Aubry (2008:71) mencionó la presencia de ellos. El primero el 15 de septiembre de 1968 y lo describe de la siguiente manera: “Huracán (Tornado seco) en el centro de la ciudad”	Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS. Cita a Aubry, 2008.
6	16 de septiembre de 1969	16 de septiembre de 1969 durante las fiestas patrias: “Culebra de agua” (tornado con lluvia)”	Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS.

7	febrero de 1983	Ese fenómeno arrancó las torres del canal 13 que estaban en el cerro del Tzontehuitz; las quebró como palillos de dientes. Tiró los árboles de la alameda Utrilla (frente a Caridad) ; árboles centenarios los arrancó de raíz y uno de esos destruyó el kiosco construido en 1881.	Fuente: Diario Cuarto Poder, entrevista a Manuel Burguete Estrada, Cronista de SCDLC. 10 de agosto de 2014
8	1989	Este mismo autor señaló la ocurrencia de otro fenómeno natural, publicando una fotografía de 1989, describiéndola de la siguiente manera: “Culebra de agua”. Primer plano campo del Molino de la Alborada; segundo plano el nuevo barrio de los Pinitos invade el área del Sur de la ciudad; tercer plano: Cerrito y ciudad; cuarto plano el meteoro cae entre San Antonio de los Montes y La Hormiga, es decir en el cinturón de miseria del Norte.	Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS.
9	7 de marzo de 2002	Afectó las colonias las Comaleras, Leñadores y Almolonga. 1 niño herido (al ser arrastrado por la fuerza del aire). 28 casas dañadas. Postes, cables de luz y árboles caídos. Los daños fueron en un radio de 4km.	BD-Tornados México. Grupo Reforma 07/03/2002
10	22 de octubre de 2004	Un niño indígena falleció y cinco casas dañadas tras el paso de un torbellino en la colonia Primero de Enero, en la parte Norte de San Cristóbal de las Casas. Habitantes de ese lugar explicaron que alrededor de las 15:00 horas un fuerte viento azotó la zona y levantó los techos de por lo menos 5 viviendas.	BD-Tornados México. La Jornada 23/10/2004
11	18 de julio de 2007	Solo se tiene registro de video en sitio Web YouTube.	BD-Tornados México. YouTube Subido por: jllanes07 subido el día 26/06/2008
12	27 de agosto de 2007	Personas en crisis nerviosa, ruptura de ramas, árboles caídos, 12 viviendas afectadas con techo de láminas, asbesto y tejas; ruptura de cable de energía eléctrica, y estructura metálica. Levantó techos de lámina y varias tejas de varias casas. Derribó cables de energía eléctrica y algunos árboles. Y levantó estructuras metálicas. Derribó una barda.	Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS. BD-Tornados México. La Jornada, 28/08/2007

13	7 de junio de 2009	Techumbres de viviendas afectadas, cortes de energía eléctrica.	Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS.
14	9 de octubre de 2009	Arrasó con el techo de 7 viviendas. Caída de un poste. Fuertes ráfagas de viento levantaron por los aires cerca de 25 láminas. Algunas personas tuvieron crisis nerviosa.	BD-Tornados México. El Herald de Chiapas. 10/10/2009 Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS.
15	2 de julio de 2010	Solo se tiene registro de video en sitio Web YouTube.	BD-Tornados México YouTube subido por EdwardO stroker 03/07/2010
16	25 de enero de 2011	Plaza Catedral, sin daños reportados	Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS.
17	21 abril de 2011	Solo se tiene registro de video en sitio Web YouTube. Este video es de un tornado que ocurrió en San Cristóbal de las casas, Chiapas.	BD-Tornados México YouTube Subido por Pablo Evenou* Nota: la Fecha corresponde al día que se subió dicho video a la red.
18	14 de agosto de 2011	Solo se tiene registro de video en sitio Web YouTube.	BD-Tornados México. YouTube Por Alexandro Ibarra Cruz** Nota: la Fecha corresponde al día que se subió dicho video a la red. Tornado en San Cristóbal de las Casas, Chiapas Subido el 14/08/2011
19	10 de abril de 2012	Afectación en col. Lagos de María Eugenia, la calle Prolongación Insurgentes y la Colonia 5 de Marzo. Causaron daños a por lo menos a 43%, las cuales algunas de manera parcial y otras incluso hasta un 80% de su infraestructura en techo.	BD-Tornados México y Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS. Periódico Expreso Chiapas y El Imparcial. 11/04/2012 Tornado en San Cristóbal de las Casas*** Subido por Pablo Evenou, el 21/04/2011
20	11 de julio de 2012	Techumbres de 5 viviendas afectadas. Entrevistas de Juan Carlos Velasco	Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS.

21	30 de septiembre 2012	Barrio San Ramón afectado	Velasco, Juan Carlos. 2012. Tornados en SCDLC, Chiapas. CIATTS.
22	19 de enero de 2013	Barrio de Fátima, al oeste de la ciudad. Seis personas resultaron lesionadas, entre ellas un niño de tres años de gravedad, luego de que un juego infantil... de repente vino un tornado y el brincolín se levantó entre diez y 15 metros...frente a Soriana.	El Arsenal net. Helio Henríquez, 19 de enero de 2013: http://www.elarsenal.net/ Juan Carlos Velasco (comunicación personal)
23	15 de junio de 2014	Centro de la Ciudad de San Cristóbal de las Casas. Caída de dos árboles. En la catedral fueron dañados dos acabados, especie de pequeñas torres. Cayó un árbol y tiró una barda. El viento levantó entre 30 y 50 láminas de techo. Tiró la carpa y dañó la pantalla para transmitir los partidos del mundial del futbol.	BD-Tornados México. Por Elio Henríquez La Jornada 15/06/2014
24	22 de junio de 2014	La Plaza del ex convento de Santo Domingo y Caridad. Arrancó tres árboles de pino.	BD-Tornados México. Por Mirena Mollinedo www.asich.com 24/06/2014
25	6 de agosto de 2014	Col. El Cerrito, Mexicanos, La Esperanza, Ojo de agua, Cuxtitali, La Isla, 14 se Septiembre, 31 de Marzo, Barrio San Ramón, Barrio Tlaxcala, zona Centro, El Paraíso, Diego de Mazariegos. (13 colonias). Tiró techos, líneas de tendido eléctrico y postes. Árboles que se desgajaron y aplastaron vehículos y techos de viviendas. 20 árboles cayeron al suelo, la cancha de basquetbol perdió el techo. El reporte preliminar arroja más de 600 viviendas afectadas.	BD-Tornados México Por Óscar Gutiérrez y Fredy Martín Pérez. El Universal y www.icosochiapas.gob.mx 06/08/2014, 08/08/2014, 09/08/014
26	8 de agosto de 2014	Barrios Cuxtitali y Guadalupe. 12 casas fueron afectadas. Otras notas dice que 8 viviendas afectadas.	BD-Tornados México www.conexiontotal.mx y www.zocalo.com.mx 09/08/2014
<p>Siglas: SCDLC = San Cristóbal de las Casas DAMCH-TI = Desastres Agrícolas en México. Catálogo Histórico. Tomo I (García, Pérez y Molina, 2003) DAMCH-TII = Desastres Agrícolas en México. Catálogo Histórico. Tomo II (Escobar, 2004). * https://www.youtube.com/watch?v=guJT3RqYDMk **https://www.youtube.com/watch?v=VKU1YUFQs ***https://www.youtube.com/watch?v=guJT3RqYDMk</p>			

3.1 Antecedentes de investigación de tornados en San Cristóbal de las Casas

Existe un trabajo antecedente que es pionero y básico como referencia para aproximarse al problema de los tornados en SCDLC. Se trata del estudio de Juan Carlos Velasco, realizado en 2012 y alojado en la página Web de la CIATTS (Velasco, 2012).

Es un estudio específico de los tres tornados ocurridos en 2012 que, no obstante, realizó un esfuerzo por buscar antecedentes de otros tornados que afectaron previamente a la ciudad de San Cristóbal. Esa investigación ha sido un logro importante porque también fue a contracorriente de convenciones académicas y contra la ignorancia de “expertos” en amenazas naturales y enfrentó, además, el escepticismo de funcionarios públicos encargados de la protección de la población civil.

El resumen del trabajo es el siguiente:

“Este documento describe los tornados que se han presentado en el 2012 en la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Fenómeno natural que afecta año tras año a la población, causando daños a sus bienes materiales, que se traducen en pérdidas económicas. El desarrollo del presente trabajo se basó teniendo como fuente de información la observación visual de campo, la revisión hemerográfica, los propios ciudadanos afectados, la prensa escrita, la televisión e internet; además de conversaciones con algunos funcionarios del observatorio de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Protección Civil de Chiapas. Elementos que nos han permitido confirmar la existencia de este fenómeno natural localmente. Sobre esta problemática se tiene escasa atención por parte de las autoridades a nivel estatal y local. Por lo tanto, el propósito de este artículo es hacer una aportación a la comprensión de este fenómeno natural y se centra en analizar las implicaciones durante y después de su ocurrencia a partir de datos registrados por el autor. Exponiendo la capacidad de destrucción y la fragilidad a la que está sujeta la población.” (Velasco, 2012).

4

El ámbito urbano, las amenazas naturales y la configuración de posibles desastres en San Cristóbal de las Casas

Los habitantes actuales y pasados de San Cristóbal de las Casas han coincidido con un emplazamiento físico, desde la fundación de la ciudad en la tercera década del Siglo XVI, donde ha sido cosa regular la presencia de fenómenos naturales que han representado peligros o amenazas a través del tiempo y que se expresan bajo las condiciones propias de su desenvolvimiento. Es evidente que a través del tiempo ha habido cambios en todas las dimensiones de la existencia espacial de los agentes que consideramos en este reporte, pero, como se sabe, no hay similitud en los ritmos de cambios entre las sociedades y los fenómenos naturales. En los apartados siguientes observaremos los rasgos más significativos de ello, poniendo el énfasis en el caso de los tornados.

4.1 Origen y crecimiento de la ciudad de San Cristóbal de las Casas

Según Viqueira (2009) San Cristóbal de las Casas se fundó en el Siglo XVI para ser un asentamiento en condición estratégica (dominio de la región de Los Altos y la costa chiapaneca) y en el Siglo XVII empezó a cobrar relevancia por encontrarse en la ruta a Guatemala y porque Chiapa, la principal ciudad fundada antes (en lo que hoy es Chiapa de Corzo), estaba en decadencia por enfermedades y explotación de los indios. San Cristóbal de las Casas, a decir de Viqueira, nunca tuvo mucha población por las limitaciones de recursos, además de los problemas con fenómenos naturales como inundaciones, hasta finales del Siglo XIX, en que fue la ciudad más poblada de Chiapas.

Lo que algunas lecturas de historiadores muy acuciosos, como los que estaremos citando, ponen en evidencia es que las relaciones espaciales de San Cristóbal de las Casas estuvieron fluctuando y dependiendo de las relaciones entre los diversos asentamientos y las regiones

con las que tenía contacto. El área chiapaneca parecía un territorio dependiente de una cierta dinámica externa que se formalizaba entre el centro de la Nueva España y la región subordinada a Guatemala.

Para el caso específico de la configuración urbana de San Cristóbal de las Casas, que nos interesa para entender la relación de sus pobladores con las amenazas naturales potencialmente desastrosas, Viqueira (2007 y 2009), señala un patrón original de asentamiento basado en la “etnicidad” (probablemente es más correcto decir que se orientó con principios de discriminación racial) para el ordenamiento de las funciones y el crecimiento de esa ciudad, calificada como “dual” (español-indio). Durante muchos años la ciudad sostuvo esa misma disposición espacial hasta que se modificó en 1972 por migración de indígenas chamulas y sucesivamente por otras migraciones de indios de diversas etnias que llegan a la ciudad. Esta noción de dualidad se encuentra señalada en diversos autores (Aubry, 1991; Bermúdez, 2013; París, 2000; Bencala y otros, 2006), así como su desaparición como modo de ser urbano con las migraciones indígenas y de otro tipo, a la ciudad de los años setenta y ochenta. Esos migrantes fueron ocupando áreas periféricas de la ciudad, ampliando su expresión urbana y también ampliando el espectro de actores sociales en las dinámicas económico-sociales y políticas internas.

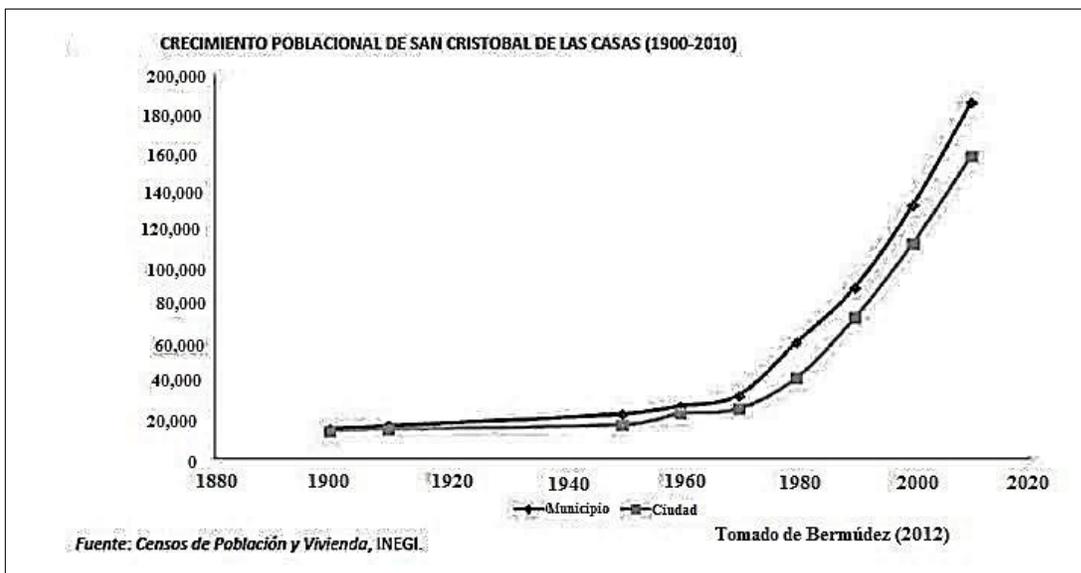
San Cristóbal, por tanto, como ciudad ha creado una compleja diversidad social que va más allá del triángulo mencionado por Viqueira (2007:30): “los campesinos indígenas monolingües; la élite de los ‘auténticos coletos’ y de los ‘fuereños’ provenientes de otros estados de la república mexicana y del extranjero”, para desplazar, como advirtió París en 2001 (vid supra), a la categoría étnica como determinante de una clase social y de un cierto nivel de acceso al poder político. Sin duda que influye aún en esos procesos sociales, pero no los determina ya que, como explica la mencionada autora, ha habido un surgimiento de grupos o familias indígenas que acceden a negocios exitosos en el comercio o en el transporte, y han conformado también grupos con acceso al poder político.

En cuanto a las formas de interacción urbana, es evidente que la ciudad (y el área circunvecina y estatal) es mayoritariamente indígena y los grupos tradicionales de poder, que se asignan el término de “coletos”, son una minoría. La organización de las unidades urbanas en barrios y en colonias sigue teniendo un sentido cultural y administrativo, adecuado al mantenimiento de las relaciones de dominación tradicionales, pero hay una diversidad de áreas que han seguido las leyes del estricto mercado inmobiliario donde los fraccionadores o los antiguos dueños de grandes terrenos tasan la “plusvalía” y “planifican” el crecimiento urbano definiendo zonas de diversificada categoría socioeconómica.

“En efecto, en un extremo, tenemos unas cuantas colonias indígenas de la periferia norte —algunas construidas en torno a un templo evangélico, como es el caso de la Nueva Esperanza— en las que existe un sistema de cargos de tipo comunal —a cuya cabeza se encuentra el agente municipal— y que cuentan con una policía y una cárcel propias, no reconocidas explícitamente por el Estado. Por otro lado, están los barrios

tradicionales más céntricos —que originalmente fueron barrios indios— cohesionados en torno a la organización de su fiesta patronal y que presumen de una identidad mestiza particular. Finalmente, está la pequeña traza histórica, reducto de la élite local, ocupada ahora en gran parte por establecimientos comerciales: hoteles; restaurantes; tiendas de artesanías; cibercafés; etcétera”. (Viqueira, 2007:31)

Bermúdez (2013) destaca la contradicción de los procesos de urbanización en San Cristóbal de las Casas donde se enfrenta la visión de la “ciudad colonial” (de interés turístico y del dominio de los “auténticos coletos”) con la ciudad ordinaria, la real, habitada por diversas identidades, con las colonias de reciente creación que siguen las pautas del mercado inmobiliario y de las necesidades de los sin casa (invasiones), sin planificación urbana, estrictamente hablando, ni concordancia con una forma de ciudad humanizada.



Gráfica 2. Crecimiento poblacional de San Cristóbal de las Casas.

Fuente: Censos de Población y Vivienda 1990 y 2000, INEGI, Tomado de Bermúdez, 2012

El crecimiento de San Cristóbal es un dato fundamental para comprender el nivel de exposición de sus habitantes a las amenazas naturales y no naturales. Es particularmente importante con respecto a los tornados debido a que éstos definen un patrón de afectación más lineal que extensivo, como es el caso de los sismos, inundaciones y otros fenómenos naturales potencialmente desastrosos.

Vamos a reproducir una extensa cita de Bermúdez (2012:5) que sintetiza muy bien el significado de lo anterior y sus implicaciones con procesos de “urbanización salvaje” que son característicos del crecimiento urbano de las ciudades del subdesarrollo:

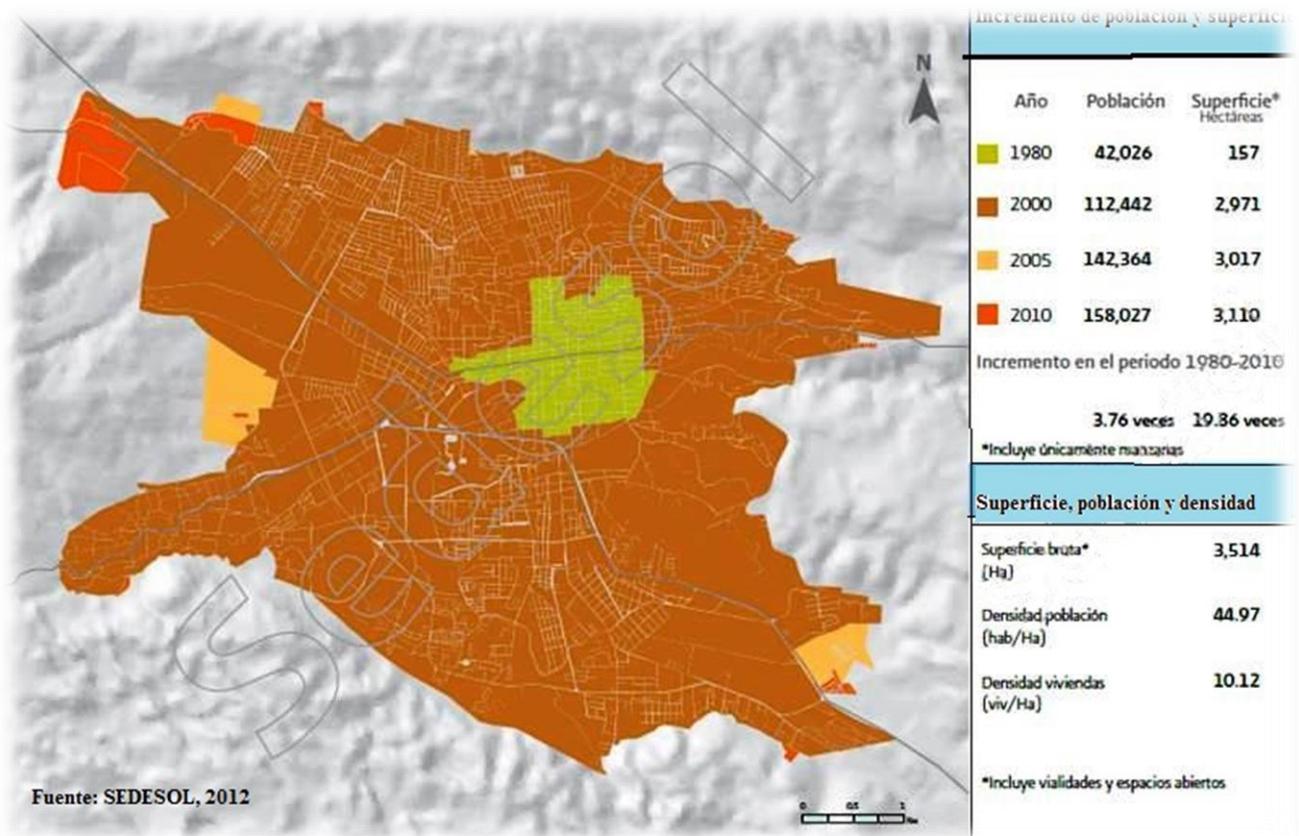
“...la densidad de población del lugar entre 1960 y 2010 ha pasado de 56 a 274 habitantes por kilómetro cuadrado. En ese último año –el mismo de la denuncia de la UNESCO y la respuesta turística empresarial- se contaron 158,027 habitantes... Ante un panorama que sin exageración puede considerarse dramático, se observa la nula intervención de las autoridades gubernamentales –municipales, estatales y federales-, así como la falta de concientización de la población en general. El entorno natural no logra ser apreciado como parte básica del Patrimonio. En cambio, se insiste en la belleza de la ciudad “colonial” por su aspecto pueblerino y casi atemporal; destacándose así tanto sus fachadas religiosas y algunas civiles, como ciertas costumbres populares...”.

A esta referencia del “entorno natural”, habría que agregarle la necesidad de ver que también implica peligros que es fundamental no desatender.

Vásquez (2007:120), realizó un breve análisis demográfico de la ciudad en los siguientes términos:

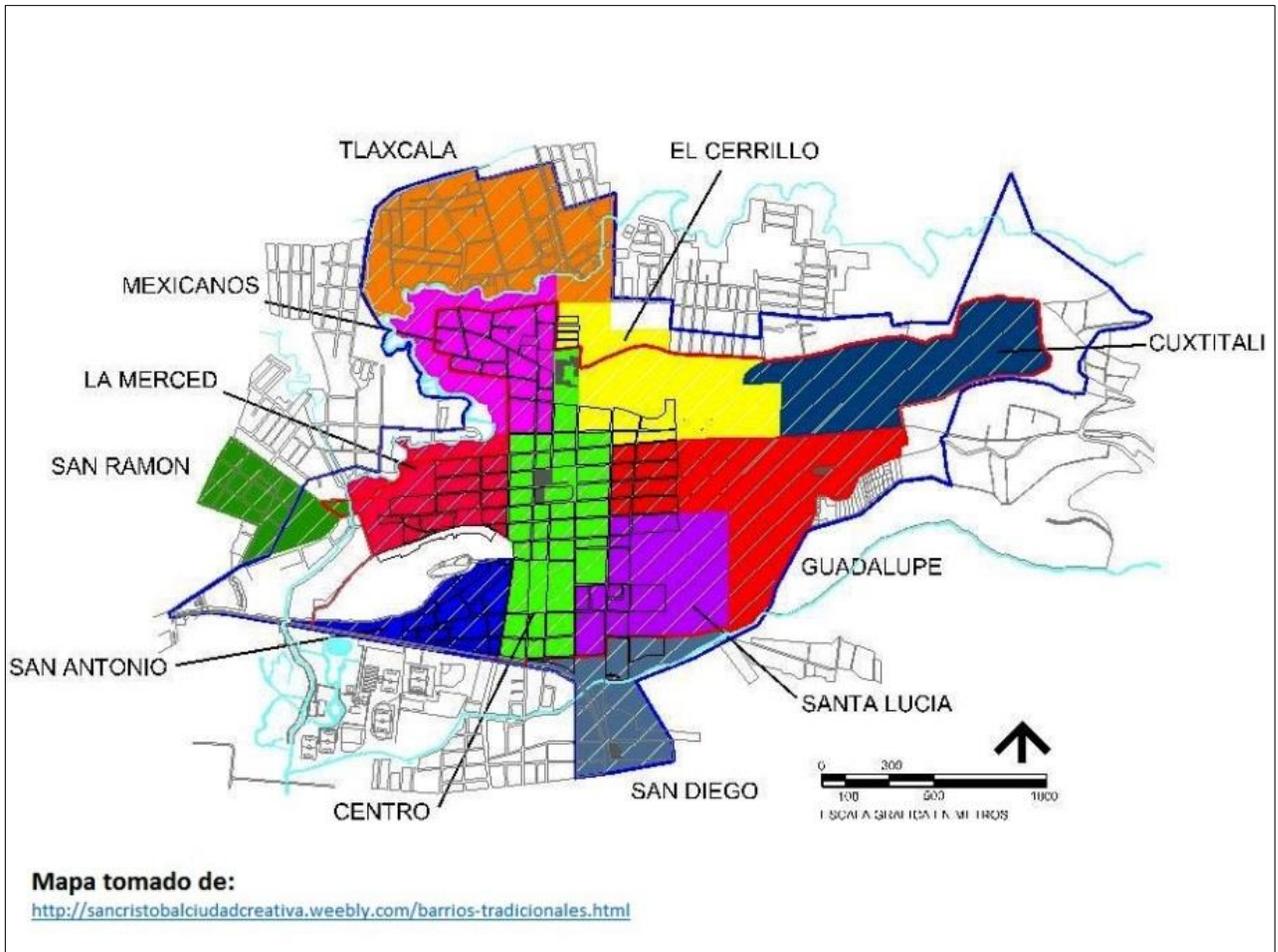
“A partir de los resultados de los conteos del INEGI de 1995 y del año 2000, se proyectó una población de 161 213 habitantes para el municipio en el año 2005, 178 357 personas para el 2010 [el dato final del censo de 2010 fue de 185,917 habitantes], 197 307 para el 2015 y para el año 2020 una población de 218 270, a las cuales el municipio deberá atender, en los próximos 20 años, sobre demandas de suelo, servicios, vivienda, entre otros, para la futura población, aspectos que implican territorio... sistemas ambientales o recursos naturales.”

La cita refuerza también la necesidad de comprender la proyección del grado de exposición creciente de los sancristobalenses a las amenazas de su entorno.



Mapa 2. Incremento de población y superficie
Fuente SEDESOL, 2012

Los registros históricos que aluden a desastres o sucesos calamitosos en San Cristóbal de las Casas, advierten de los daños en los barrios tradicionales. Como veremos en este avance de investigación, los barrios afectados por los tornados de 2014 son de los más antiguos de SCDLC, lo que hace suponer que históricamente los tornados también han ocurrido en trayectos fuera de la traza urbana tradicional, y por tanto habría poca afectación a las personas. El trazo de los trayectos de dos tornados ocurridos en la ciudad en 2012, elaborado por Velasco (2012), muestra que éstos afectaron el sur de la ciudad en colonias de reciente creación.



Mapa 3. Barrios tradicionales
 Fuente: Sitio WEB “San Cristóbal Ciudad Creativa”

4.2 El entorno y las expresiones desastrosas de San Cristóbal de las Casas

Como el caso de los tornados en San Cristóbal de las Casas es la parte central de este reporte, veremos algunas especificidades en el siguiente apartado. De manera general comentaremos otras amenazas naturales que pueden crear condiciones de desastre en la ciudad. Hay literatura diversa que trata de manera específica sobre el entorno peligroso de esta ciudad. En general los documentos oficiales de intervención o “planificación” gubernamental (SGM, S/F; SMAV, 2010; SEMARNAT, 2013; etc.) tienen consideraciones sobre las amenazas naturales de San Cristóbal de las Casas. Otras investigaciones pre académicas también (González y otros, 2010). El nivel de aproximación es burdo y difuso, de manera que no se puede ver claramente el significado de esas amenazas para los habitantes de la ciudad. Veamos algunos ejemplos de amenazas.

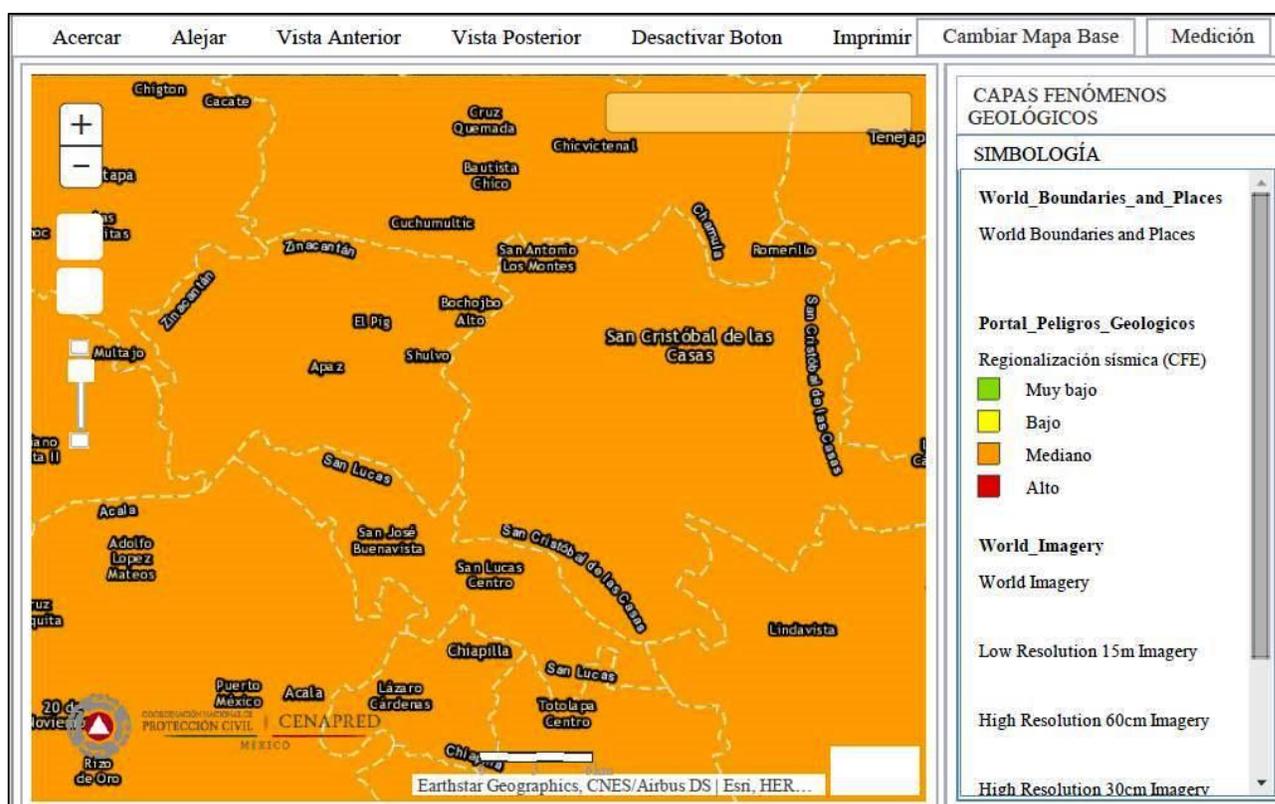
Los más explícitos peligros o amenazas de la naturaleza que pueden influir para que la sociedad san cristobalense derive a condiciones de desastre se refieren a sismos, deslizamientos, tormentas severas (que pueden producir descargas eléctricas, granizo y

tornados, y que pueden estar asociadas o no a ciclones tropicales), así como las inundaciones a las que las circunstancias del emplazamiento urbano, le es propenso y que veremos más adelante, además del caso del peligro sísmico.

Revisaremos enseguida esas amenazas o peligros (usamos indistintamente estos términos), en algunos casos las observaremos a través de etiquetas como “riesgo” o “índice de peligro” o de “vulnerabilidad” tratados en el Atlas Nacional de Riesgos (ANR)³ creado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y que configuramos a una escala que comprende el municipio de San Cristóbal de las Casas y áreas contiguas.

Como veremos, es difícil acceder a niveles aceptables de inteligibilidad de esas amenazas por las limitaciones de expresión cartográfica y sus simbologías (captadas aquí en impresión de pantalla), para efectos tanto de la comprensión real de su peligrosidad como para la adopción de medidas de planificación preventiva y de preparativos para desastres.

4.3 El peligro sísmico en San Cristóbal de las Casas



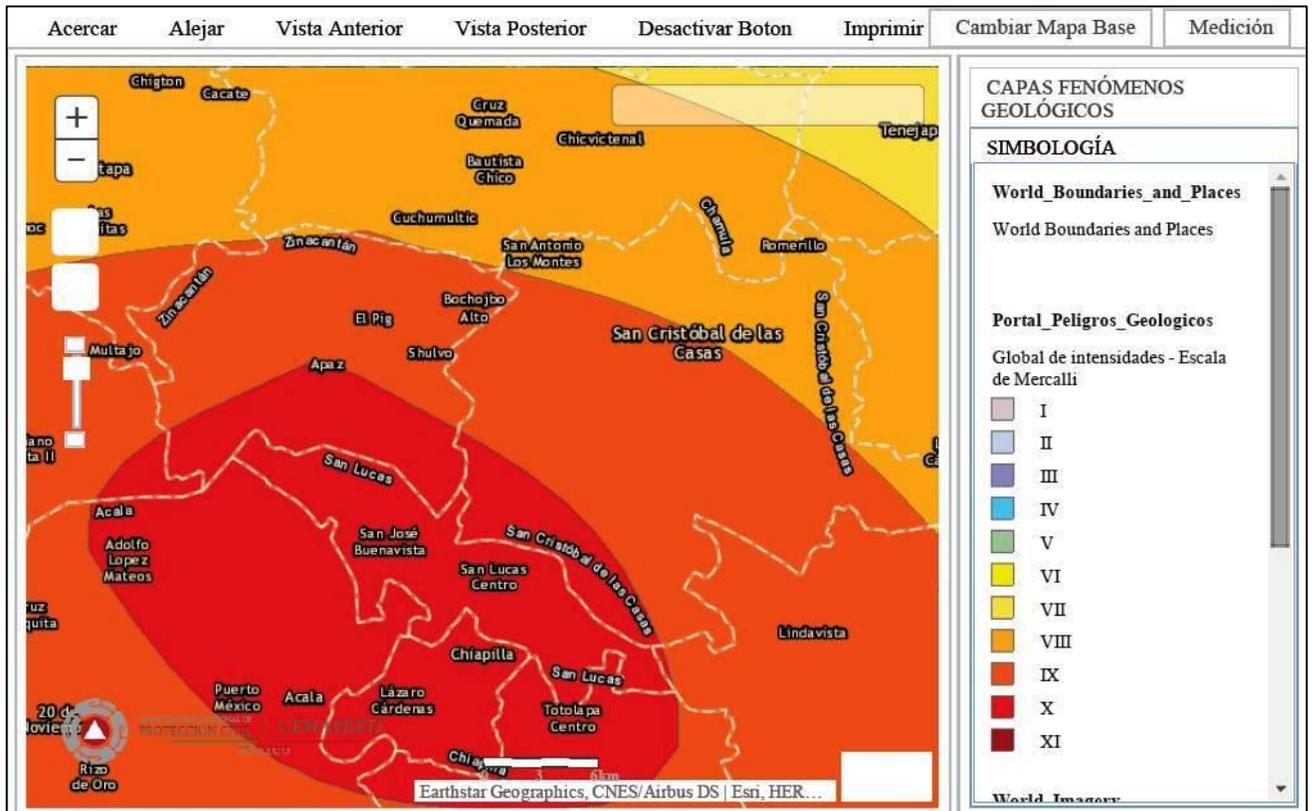
Mapa 4. Regionalización sísmica (CFE)

Fuente: página Web del Atlas Nacional de Riesgos consultada el 19 de febrero de 2015.

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/images/PHPcenapred/index/>

³ Todos los mapas referidos en este sentido fueron tomados de la página Web del Atlas Nacional de Riesgos el 19 de febrero de 2015: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/images/PHPcenapred/index/>

San Cristóbal de las Casas se encuentra en una zona sísmica caracterizada por riesgo medio según la regionalización de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) consignada en el ANR. Esta ubicación contrasta con el siguiente mapa.



Mapa 5. Global de intensidad – Escala de Mercalli

Fuente: Página Web del Atlas Nacional de Riesgos consultada el 19 de febrero de 2015.

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/images/PHPcenapred/index/>

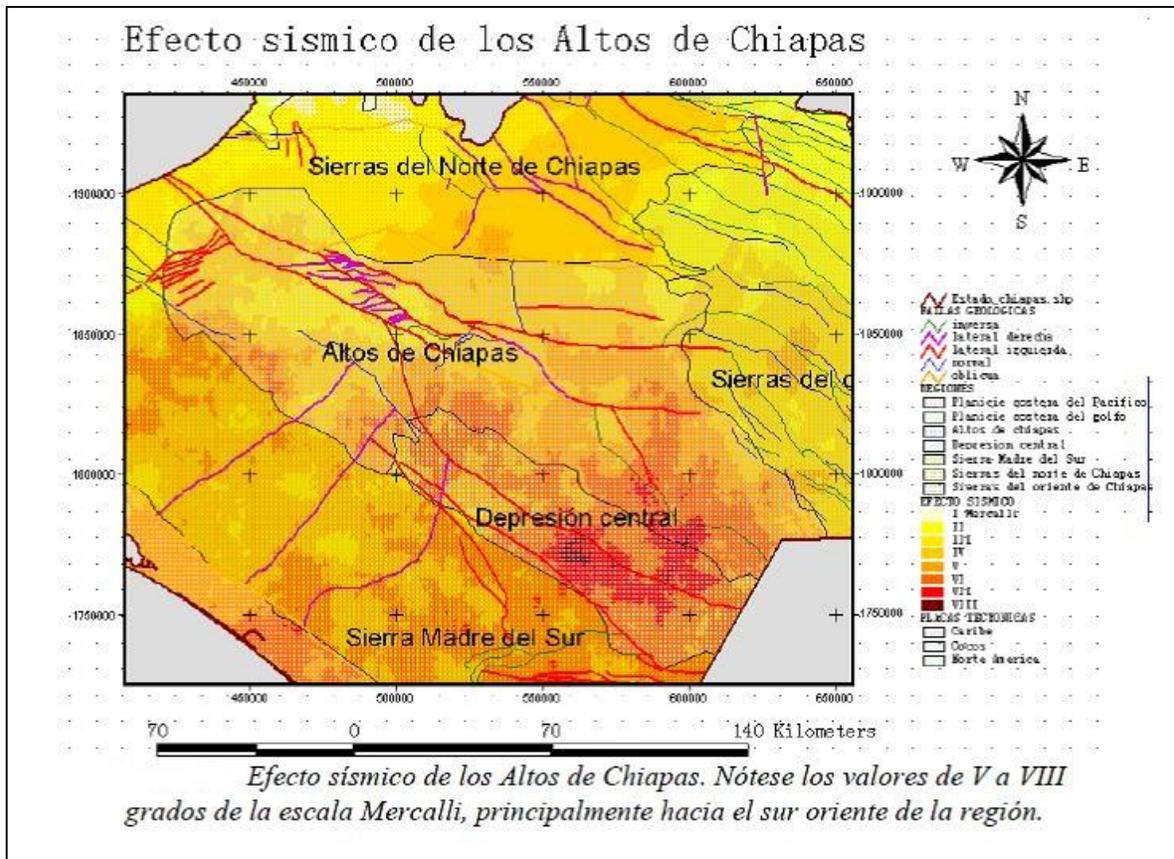
El mapa 5 muestra las áreas que han manifestado expresiones dañinas por sismos en la escala de intensidad Mercalli y, como se observa, el municipio de San Cristóbal de las Casas tiene cabida en tres niveles de esa escala: VII, IX y X, que son de los más altos. El área urbana de San Cristóbal, estará comprendida en la interacción de los niveles VIII y IX, lo cual, de suyo, representa un nivel de afectación pasada y potencial, muy significativos. Un mapa equiparable es el del Atlas de Peligros del Estado de Chiapas (SGM; S/F) presenta datos que no son similares (véase más abajo el mapa “Efecto sísmico de los Altos de Chiapas”):

Características de los grados o niveles VII a IX de la Escala Mercalli Modificada	
Tomado de Haaz (2015)	
Grado VII	Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.
Grado VIII	Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en la personas que guían vehículos motorizados.
Grado IX	Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.

Tabla 3. Características de los grados o niveles VII a IX de la Escala de Mercalli Modificada.
Fuente: Haaz (2015)

Algunos registros históricos mencionan afectaciones importantes en San Cristóbal, como en el terremoto de 1652 (Aubry, 1991; De Vos, 1986 y Flores, 1978) y de 1744 (Burguete, 1987), de 1804 y 1817 (Aubry, 2004). Por otro lado, Aubry (1994) menciona eventos sísmicos con “daños monumentales” en 1652, 1744, 1761, 1785, 1804, 1817, 1859, 1894, 1902 y 1979, y lo interesante de esta serie de menciones del citado autor es que señala que estos eventos sísmicos “fueron graves solamente cuando coincidieron con inundaciones” (1994:307). Ello pone en relieve la condición de cruce o coincidencia de materialización de amenazas en el emplazamiento sancristobalense.

No obstante, el Servicio Sismológico Nacional (2002) considera que “Aunque los sismos no son fenómenos extraños a Chiapas, sismos de magnitud mayor o igual a 6 son poco frecuentes. El sismo ocurrido el 16 de enero del 2002, de magnitud 6.3, fue sentido fuertemente en los estados de Chiapas y Tabasco, e incluso se llegó a sentir levemente en la ciudad de México. Debido a que el 28 de Noviembre del año 2001 también ocurrió un sismo en la misma región, con características similares (M 6.3), es importante comparar estos dos eventos para entender las causas de los mismos.”



Mapa 6. Efecto sísmico de los Altos de Chiapas
Fuente: SGM (S/F)

Aunque en México se ha invertido considerables cantidades de recursos financieros para el desarrollo del conocimiento sismológico, dicho sea en un sentido comparativo, y se han instalado diversas redes de monitoreo (incluso hay “sistemas” de alerta sísmica en la Ciudad de México, Toluca, Acapulco, Chilpancingo y Oaxaca), el estado del conocimiento real sobre la peligrosidad de la mayoría de las ciudades respecto de esta amenaza, es confuso.

San Cristóbal de las Casas es un ejemplo. Por un lado se mantiene en una clasificación de riesgo “mediano” para efectos de regionalización, y por otro, está considerado en los grados de mayor intensidad de la escala Mercalli modificada. La conclusión, por tanto, obligada, prudente, y plena en generalidad, es la que hacen González y otros (2012) para la sismicidad del norte de Chiapas: “Los resultados muestran que aunque se esperan magnitudes sísmicas no importantes en la escala destructiva (hasta 5.5) o 150 gales aproximadamente, por ser sismos superficiales y considerando que existen construcciones a base de materiales muy débiles y con alto grado de vulnerabilidad, los daños que puedan sufrir durante fenómenos naturales como sismos, huracanes, ráfagas de vientos, serán importantes y deben tomarse medidas.”

4.4 Inundaciones en San Cristóbal de las Casas

Los registros históricos señalan a las inundaciones en San Cristóbal de las Casas como un problema grave que ha sido casi invariablemente referido por diversos trabajos históricos y contemporáneos con interés ambiental y de riesgos (Montoya y otros, 2008; Bermúdez, 2013; Mayorga, 2007; etc.). Tenemos la impresión, y lo formulamos en el plano hipotético, de que a pesar de lo anterior, el problema esencial de las inundaciones no se ha entendido bien en términos de su dinámica, como se aprecia en publicaciones que tocan el tema (Bencala y otros, 2006; González y otros, 2010).

Los registros históricos de las inundaciones en San Cristóbal de las Casas son constantes desde la época colonial y en casi todos ellos⁴ se encuentran dos temas asociados, a saber, el exceso de precipitación y el taponamiento o bloqueo de “sumideros” de desagüe. En tanto que los excesos de precipitación (en términos de las capacidades de drenaje) pudieron estar asociados a ciclones tropicales o a tormentas severas ligadas a otros sistemas de mesoescala como los denominados *sistemas convectivos de mesoescala*⁵, la dinámica de la inundación se explica por la naturaleza kárstica del emplazamiento de la ciudad, que regula la mecánica (y la química) de la filtración, los escurrimientos y el drenaje, cosa que, en buena parte, no se ignora, como se advierte en algunas de las caracterizaciones geohidrológicas que han abordado el problema (Mayorga, 2007, García, 2005, Espíritu, 1998), así como en documentos oficiales (ECOSUR, 2005).

Tan se han tenido claros los ingredientes de las inundaciones, a través de la historia, que con frecuencia se atendió el problema del dren de las aguas acumuladas, sea por el destape de los “sumideros” (por buzos indígenas, según los registros históricos coloniales) o por la construcción del túnel de “avenamiento” de 1976. Lo que ha sido también claro es que no se han satisfecho las necesidades de conocimiento y anticipación de los fenómenos meteorológicos productores de la precipitación. Más adelante retomaremos el tema de las inundaciones en karst.

“Desde el punto de vista topográfico, la Cuenca del Valle de Jovel es una cuenca cerrada en donde los escurrimientos deberían formar una laguna en las partes bajas, de manera natural en la confluencia de los arroyos Chamula y Ojo de Agua con el Río Amarillo se forma una zona de inundación, y otra más en la unión del río Amarillo con el Fogótico. Existen salidas naturales a través de cavernas, conductos y sumideros, los cuales permiten el desalojo de agua, además se construyó un túnel con el propósito de evitar inundaciones, que empezó a funcionar en 1976 (Ayuntamiento Municipal de San Cristóbal de las Casas y

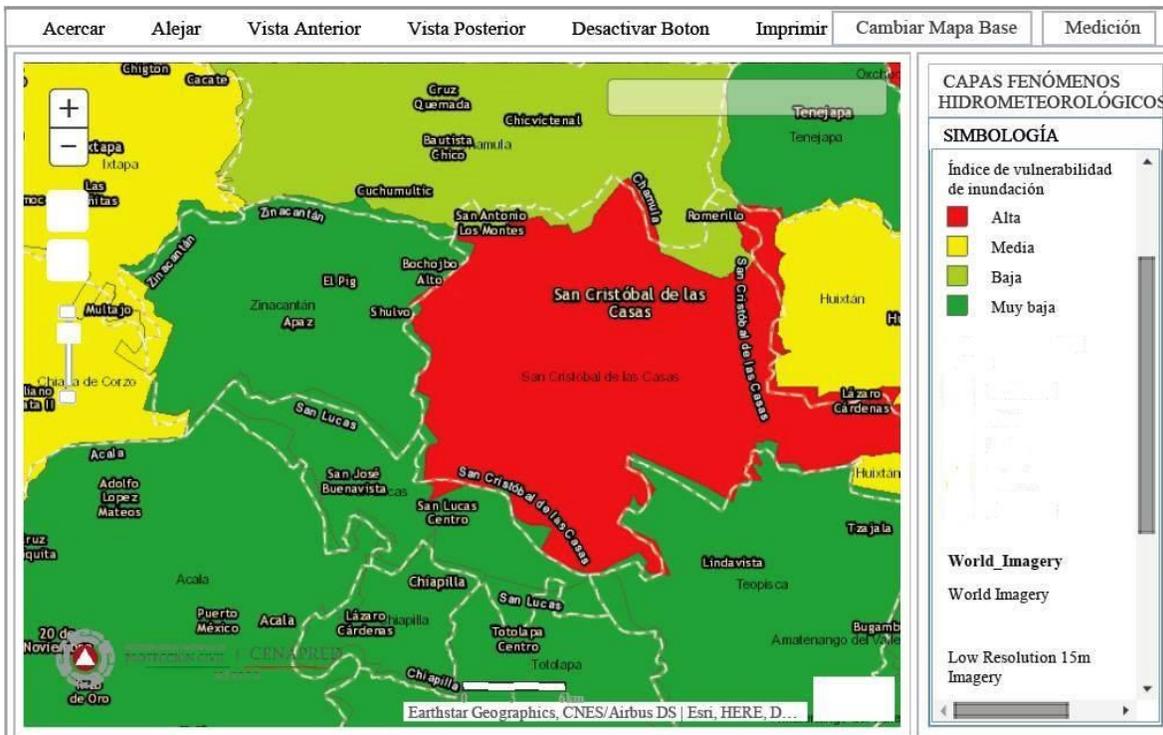
⁴ En una revisión somera localizamos 3 registros de inundaciones importantes en el S-XVI; 9 en el S-XVII, 3 en el S-XVIII, 8 en el S-XIX, y de los 14 registros del S-XX y 3 del S-XXI, aparecen solo como inundaciones relevantes tres registros previos a la inauguración de un túnel de drenaje (avenamiento) terminado en 1976.

⁵ Estos sistemas son definidos en el Glosario Meteorológico norteamericano como: “...un sistema de nubes que se genera asociado a un conjunto de tormentas eléctricas y produce un área contigua de precipitación del orden de 100 km o más en escala horizontal y viaja al menos en una dirección. (AMS, 2015)

CONAGUA, 2010; Montoya et al, 2008), con lo cual se tiene una cuenca abierta artificialmente.” (Patricia González, et al. 2012, p-4)

El ANR ofrece la posibilidad de captar algunos mapas relacionados con inundaciones en San Cristóbal de las Casas; uno establece que el municipio tiene una vulnerabilidad alta a ese fenómeno, y en otro mapa, el municipio se ubica en área de riesgo de inundación “baja”. En otras palabras, el área municipal que aloja a la ciudad de San Cristóbal de las Casas, es altamente vulnerable a las inundaciones y es, al mismo tiempo, de bajo riesgo de inundación. Desde luego que esta contradicción puede explicarse por las opciones conceptuales de los términos “vulnerabilidad” (¿física? ¿social?), y “riesgo” (amenaza X vulnerabilidad = riesgo). Sin embargo, cualquiera que sea la adopción conceptual de esos términos, lo cierto es que las condiciones actuales de San Cristóbal de las Casas, no soportan una afirmación sobre las posibilidades reales de riesgo de inundación. El plano de la alta vulnerabilidad a inundarse es, por lo dicho, más que obvio: toda forma kárstica (*poljé*) como la que sirve de sitio y situación a San Cristóbal de las Casas es, por su naturaleza, un área inundable (el *poljé* de San Cristóbal tendría un enorme lago si no fuera por los drenajes “sumideros” subterráneos).

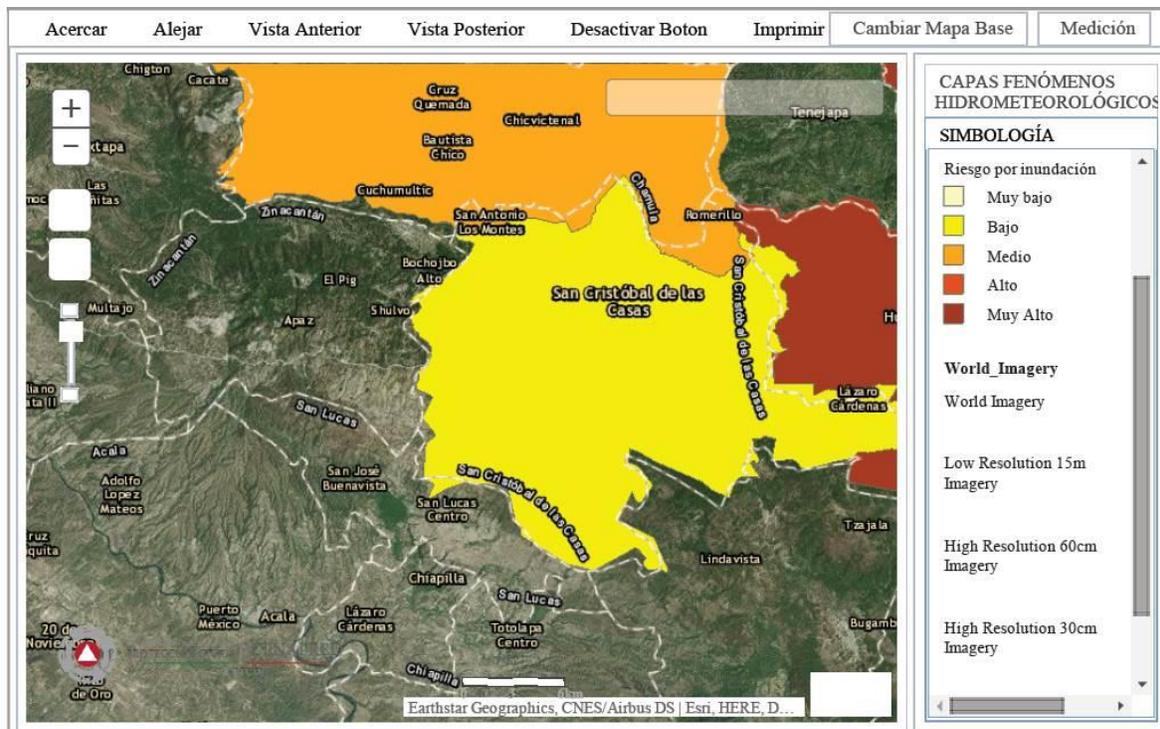
Por otra parte, el factor que transporta agua al *poljé* o valle de Jovel, aparentemente no se ha puesto en relación con las capacidades de los drenajes (naturales y el túnel artificial). Nos referimos a la precipitación. El ejercicio cartográfico de simulación por inundaciones publicado por Montoya y otros (2008), no considera cálculo alguno de precipitación. Ese es el factor que está haciendo falta para tener una estimación confiable del “riesgo” de inundación en un área kárstica como la que tratamos. Otros detalles a estimar corresponderían a la caracterización de la mecánica dual de inundación (kárstica y no-kárstica) del valle mencionado. Referencias vagas y generales a ciertos rangos de precipitación en el área (véase a Arellano, 2010; quien igualmente cita a Magaña, 2002), tampoco son de gran utilidad.



Mapa 7. Índice de vulnerabilidad.

Fuente: Página Web del Atlas Nacional de Riesgos consultada el 19 de febrero de 2015.

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/images/PHPcenapred/index/>



Mapa 8. Riesgo por inundación.

Fuente: Página Web del Atlas Nacional de Riesgos consultada el 19 de febrero de 2015.

<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/images/PHPcenapred/index/>

Tenemos que insistir en que lo señalado por diversas investigaciones que han tratado el tema de las inundaciones y los humedales de San Cristóbal de las Casas (Mayorga, Supra cit.; González y otros 2012; y Rojas, Alba y Rojas, 2011), es un indicativo de que hay una comprensión del significado del Karst como sustrato natural y su relación con las inundaciones. Sin embargo, subsisten dudas acerca de la existencia de una cabal comprensión de sus potenciales dimensiones desastrosas, dado que la magnitud de precipitaciones depende de sistemas meteorológicos de micro y meso escala. También depende de otros sistemas peligrosos como los ciclones tropicales, que tampoco son cabalmente comprendidos para fines de pronóstico y prevención de desastres. Las capacidades de drenaje de la cuenca endorreica son la clave para la prevención de inundaciones, y no observamos, con certeza, que se tengan reunidos los elementos esenciales de su conocimiento.

No sería gran consuelo señalar que el problema de la insuficiente comprensión del significado de las inundaciones en karst sea privativo de México. Por ejemplo, Bonacci y otros (2006), y Maréchal y otros (2008), coinciden en afirmar que las inundaciones, sobre todo las repentinas, solo recientemente, se han identificado como un nuevo tipo de peligro en los terrenos kársticos. Gutiérrez y otros (2014) atribuyen buena parte de las razones de esa “novedad” al crecimiento demográfico reciente sobre terrenos kársticos y al mal uso de los recursos existentes ahí.

Todo ello lo podemos confirmar en nuestras experiencias de investigación. Del año 2005 al año 2008 realizamos un estudio de reubicaciones por desastre en el sur del estado de Yucatán. Dichas reubicaciones fueron motivadas por inundaciones consecuencia del paso del huracán Isidoro de 2002. Este estudio nos permitió observar que el tipo de inundación que ocurrió por ese evento (luego de casi 7 días después del paso del mencionado huracán), no se había entendido cabalmente. No logramos captar explicaciones satisfactorias de la dinámica de la misma, ni a nivel de los funcionarios estatales de protección civil, encargados de “dictaminar el riesgo” de inundación, ni al nivel de los expertos técnicos de las oficinas de la Comisión Nacional del Agua. Tampoco obtuvimos “pistas” confiables del casi siempre infalible saber popular. Todos coincidían en adjudicar la inundación al desbordamiento de un río que se encuentra a una distancia de 150 km del área inundada del área de estudio (Vid: Macías, Montiel y Salinas, 2009; Macías y Malcon, 2009; Reyes, 2009).

Observamos que existía (y existe) un desconocimiento hidrológico importante del karst de esa zona y de las dinámicas de inundación asociadas, lo que es, por tanto, un requisito fundamental de “valoración de riesgo”, más aún, si se van a tomar decisiones, como la reubicación de comunidades humanas, que afectarán la vida colectiva de personas. Ese requisito no estaba satisfactoriamente resuelto.

Maréchal et al. (Supra cit.), señalan que, en general, se han identificado tradicionalmente cuatro principales geo-peligros asociados al karst, a saber: a) el colapso de la parte superior de los cenotes (del maya: *dzonoot/ dolina* en castellano ; *sinkholes*, en inglés); b) la inundación de los propios cenotes; c) las altas concentraciones de gas radón en la

cimentaciones y en los sótanos de las casas; y, c) la vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación. Ahora se agrega el de las inundaciones. Una de las razones que pueden explicar ese tardío reconocimiento, se puede encontrar en la complejidad del o los acuíferos en karst, que son diferentes a la mayoría de los acuíferos no kársticos cuya comprensión ha dominado las explicaciones hidrológicas⁶.

Por lo anterior, Bakalowicz (2005) afirma que “Los métodos de estudio usados en hidrogeología clásica (perforación de pozos, prueba de bombeo y modelos de distribución), son generalmente inválidos y no exitosos en acuíferos kársticos, debido a que los resultados no pueden extenderse a todo el acuífero ni a alguna de sus partes, como se hace en acuíferos no kársticos”.

San Cristóbal de las Casas es una ciudad asentada en un ambiente kárstico y, como dice Zhou (2007), de los tres tipos de inundación reconocidos en esas condiciones (inundaciones relacionadas con recarga en el cenote o dolina; inundaciones relacionadas con el flujo, y las inundaciones relacionadas con la descarga) es esencial identificar el tipo de inundación de que se trata para resolver el problema de inundaciones, y recomienda:

“Las zonas propensas a inundaciones en karst deben ser reconocidas, y deberían aplicarse restricciones y leyes sobre uso de la tierra. Se deben abordar las características únicas del karst para diseñar y ejecutar planes de control de escurrimiento y de erosión. Destapando sumideros obstruidos, creación de cuencas de retención o instalar pozos de inyección de *clase V* es posibles soluciones para mejorar el drenaje de aguas pluviales.” (Zhou 2007:963)

Retomamos una de las advertencias de Montoya y otros (2008) que, en el tema de las inundaciones en San Cristóbal de las Casas, es contundente y advierte de las complicaciones que son típicas de las medidas ingenieriles para control de inundaciones y que suelen ser solo soluciones parciales y de temporalidad limitada, con una consecuencia negativa en términos de la multiplicación de los peligros por la “falsa seguridad” que representan para la ocupación humana de las áreas riesgosas:

“Después de terminado el túnel [de “avenamiento”], el crecimiento urbano de la ciudad se extendió a estas zonas por el ya bajo riesgo de inundación, pero sigue el problema porque siempre fueron humedales y son las partes más bajas, por lo tanto son propensos a sufrir inundaciones,

⁶ Los acuíferos kársticos, según Maréchal (op cit), se caracterizan por un doble sistema de flujo que consiste de un sistema fisurado que representa el almacenamiento masa de agua en la piedra caliza que algunos consideran que tiene, al menos en parte, un flujo que sigue la llamada “Ley de Darcy”, y un sistema de conductos que une la red de cavernas kársticas que transmiten agua por flujos turbulentos. El intercambio entre los dos sistemas es controlada por diferencias de cargas hidráulicas así como por la conductividad hidráulica y la configuración geométrica.

por tormentas o por las constantes lluvias torrenciales.”. (Montoya y otros, 2008:196)

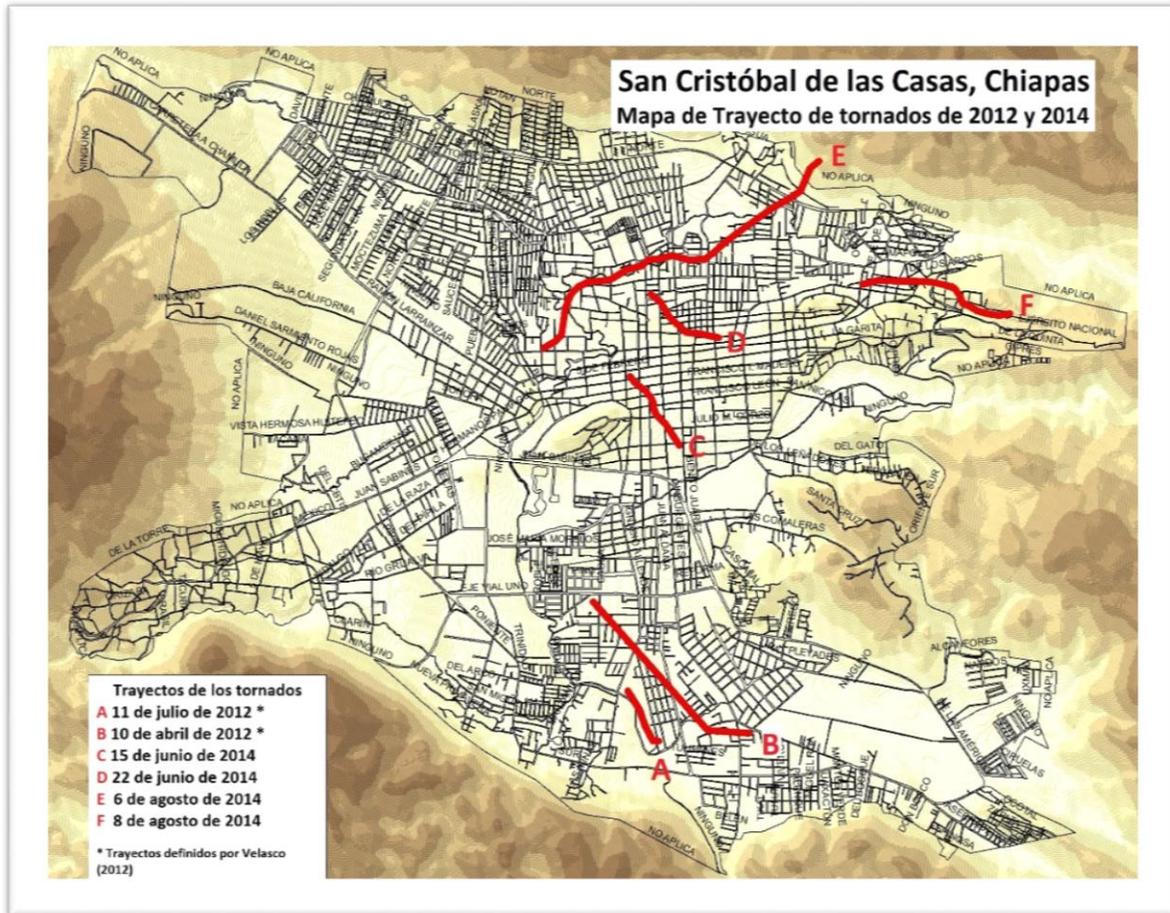
Esta cita refleja, sin embargo, que los fundamentos de un futuro evento desastrosos ya están definidos si no se generan planes que refuercen la reducción del riesgo de inundación.

4.5 La aproximación general al problema de los tornados en San Cristóbal de las Casas

En el capítulo previo se observaron algunos aspectos de los antecedentes de la ocurrencia de tornados en San Cristóbal de las Casas, así como de su estudio. La investigación emprendida y que es sujeto de este reporte, tiene entonces un trecho recorrido y el desarrollo propio de esta investigación arroja varios datos de comprensión sobre la vulnerabilidad de los habitantes de esta ciudad.

Hemos señalado que las características de los registros de ocurrencia de tornados en el área urbana mostraban evidencia de una gran propensión a la formación de tornados dado que en tres años recientes, 2011, 2012 y 2014, habían “tocado tierra” más de un tornado por año, y la definición de los trayectos de seis de los tornados (los 4 de 2014 y 2 de 2012) ocurrieron en diversas áreas de la ciudad.

El mapa que se presenta más adelante, muestra los trayectos recorridos por esos seis tornados e ilustra que esos fenómenos pueden afectar cualquier parte de la ciudad. Es importante destacar también, que siendo correcta la afirmación anterior, la mayoría de los registros de los tornados advierten de una mayor propensión en la parte central de la ciudad, en los barrios de Mexicanos, El Cerrillo, Cuxtititali, La Merced, Centro y Guadalupe, aunque se han mencionado otros barrios afectados en el pasado como Tlaxcala, María Auxiliadora, San Ramón y La Hormiga, entre otras colonias como Las Comaleras, Leñadores, Almolonga, Erasto Urbina, Molino Utrilla, Molino de la Alborada, el barrio Los Pinitos, 5 de Mayo y San Antonio de los Montes. Esta información puede verse con mayor detalle en el capítulo anterior.



Mapa 9. Trayecto de tornados 2012 y 2014

4.5.1 Tornado y culebra. Dos significados con dos implicaciones

Debemos poner un especial énfasis en que, como en otras zonas del país, los habitantes de San Cristóbal de las Casas que han tenido algún tipo de contacto con los tornados, directo o indirecto, los han comprendido con el término de “culebra”. No sobra decir que esa forma de asimilación está ubicada en una esfera simbólica relacionada con la religión o con otras creencias sobrenaturales, o bien, como una asignación nominal del fenómeno que sin embargo lo coloca en un área indefinida respecto de su causalidad. En esa esfera de consideración, dichos fenómenos son vistos como incontrolables y, aunque en esa dimensión el comportamiento colectivo de la gente es la de resignación, las investigaciones realizadas (Macías, 2002; Avendaño, 2012) han mostrado que la gente ha desarrollado desde tiempos remotos ciertas formas de protección también simbólicas. De lo que se trata, hay que subrayar, es que esas formas de protección no solo sean reales sino eficientes y efectivas.

Esos fenómenos que se ven en la esfera simbólica como “culebras”, son conocidos por la ciencia como tornados, y señalar esto tiene su importancia en el hecho de que son

amenazas reconocibles y la gente que está en riesgo respecto de ellas, requieren de la protección que los agentes gubernamentales están obligados a proporcionar al ciudadano. Debemos remarcar este asunto porque la responsabilidad gubernamental va desde la necesidad de desarrollar las mejores acciones para el conocimiento y previsión, hasta de desarrollar planes de enfrentamiento y de recuperación.

4.5.2 Declaratoria de emergencia

De los cuatro tornados de 2014, uno de ellos, como ya se advirtió del ocurrido el 6 de agosto, generó muchos daños y la solicitud del gobierno del estado, aceptada, de una *declaración de emergencia*, procedimiento necesario para que el gobierno federal transfiera recursos del Fondo para la Atención de Emergencias, del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), para atender necesidades vitales y de salud de la población.

La operación de estas acciones, en el caso que tratamos del tornado del 6 de agosto, ha tenido ingredientes de arbitrariedad, confusión y no se apegan a las normas, dado que una emergencia es concebida como una condición previa a la ocurrencia de un “fenómeno perturbador”⁷. El caso del tornado del 6 de agosto, claramente se trató de una condición en la que ya habiendo sucedido dicho fenómeno, se empezaron los procedimientos señalados para efecto de acceder al FONDEN. Aunque se avisó de la emisión de declaratoria de emergencia de la SEGOB el 8 de agosto, en realidad la declaratoria de emergencia se expidió formalmente el 18 de agosto de 2014 (SEGOB, 2014), 12 días posteriores al impacto del tornado.

Es evidente que esta forma de operar de las organizaciones de protección civil mexicanas y su relación con los fondos financieros, debe sufrir modificaciones que hagan que las acciones no contradigan sus normas. Debe haber una conciencia clara, en los funcionarios públicos, del significado del término *emergencia*, tal como se implantó en las normas referidas, y, adicionalmente, pero de singular importancia: debe haber un reconocimiento del tipo de patrón del daño de los tornados, que no es el mismo de otros fenómenos potencialmente desastrosos como los sismos o las inundaciones, por ejemplo, que producen un patrón de daños extensivo.

Uno de los pasos esenciales para ese efecto es que el gobernador de la entidad solicita a la “instancia técnica facultada”, una opinión o dictamen. En esta fase inicial, intervienen varios factores pero uno, de suyo importante, es que la “instancia técnica facultada” debe

⁷ La definición oficial señala: “Emergencia: Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población, generada o asociada con la inminencia o presencia de un fenómeno natural perturbador; se declara por la Segob a petición de una entidad federativa” (SEGOB, 2006). La definición propia de la Ley estatal chiapaneca de Protección Civil, aprobada en 2014, indica básicamente lo mismo: “...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, generada o asociada con la inminencia, alta probabilidad o presencia de un agente perturbador”. (POE, 2014)

reconocer el fenómeno destructor como tornado. En este caso fue la Comisión Nacional del Agua (CNA), la instancia que calificó al fenómeno destructor, efectivamente, como tornado y, además, dio un dictamen de la magnitud/intensidad del fenómeno catalogándolo como F0, el valor mínimo en la escala Fujita. Esta información no se precisa en la solicitud formal que presenta el Gobernador de la entidad a la Secretaría de Gobernación. Lo anteriormente dicho, es un tema de relevancia que será cubierto en durante el desarrollo de esta investigación.

Tocado de pasada el tema de la *declaratoria de emergencia* y las dificultades conceptuales respecto de la comprensión del concepto de emergencia, así como la incursión en irregularidades de actuación respecto a las normas, consideramos que hay otros aspectos de mayor relevancia que caracterizan las complicaciones que presenta la eventual ocurrencia de tornados en México y en San Cristóbal de las Casas, como veremos enseguida.

4.5.3 Gobierno, Protección Civil y tornados

Todo lo que hemos afirmado, sugiere que las organizaciones de gobierno no están preparadas para proteger a la población frente a tornados, no solo nos referimos a la organización de Protección Civil, sino a todas las organizaciones o dependencias que se relacionan con el conocimiento, anticipación y comprensión de esos fenómenos y las necesidades de protección de la población

El conocimiento meteorológico en México y en Chiapas es muy limitado. En diversas ocasiones y por diversos medios se ha señalado la falta de un desarrollo en meteorología de mesoescala y la necesidad de incorporar el eficiente uso de radares meteorológicos, particularmente los conocidos como Doppler.

La creación del Centro Hidrometeorológico de Tuxtla Gutiérrez, dentro del programa de modernización del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), representa un esfuerzo importante que sin embargo requiere ser estimulado con urgencia. Buena parte de su personal operativo se encuentra en formación y es importante orientar esfuerzos para generar opciones de formación en ámbitos donde se tiene un desarrollo científico y operativo en los problemas de mesoescala (que atienden tormentas severas y amenazas asociadas) y que sin duda se encuentren en el extranjero. Los escasos recursos tecnológicos con los que cuentan no ayudan para que ese nuevo centro pueda cubrir las necesidades de anticipación. En el caso del tornado del 6 de agosto debieron improvisar procedimientos para categorizarlo y cumplir con la exigencia de formular opinión técnica sobre el fenómeno para cumplir los requisitos formales de la declaratoria de emergencia.

Pese a que se han financiado investigaciones y otras actividades,⁸ para conocer, re-conocer y mejorar las organizaciones relacionadas con los fenómenos climáticos “intensos” y su pronóstico (Vid: Prieto, 2008; Prieto y otros, 2006; Prieto y otros, 2012), la ocurrencia de los tornados sancristobalenses (en realidad esto aplica a todos los casos de tornados y fenómenos potencialmente desastrosos de mesoescala en el país) dejó ver que, o no hay resultados favorables que hasta el momento justifiquen el financiamiento que se invirtió para ello, o bien, hay enormes dificultades para su asimilación a pesar de que quienes han participado de esos análisis no son ajenos al acceso de altos cargos en el Servicio Meteorológico Nacional.

Las organizaciones de Protección Civil en México no han asimilado, digamos que en términos organizacionales, las características de afectación de los tornados. La intervención en el postimpacto de estas organizaciones refleja desconocimiento y pocas capacidades de análisis y asimilación de las experiencias.

Un ejemplo que muestra lo anterior son las actividades de recuperación en San Cristóbal de las Casas, luego del tornado del 6 de agosto, que fueron centradas en la entrega de láminas metálicas. La revisión somera de los daños y de los escombros dejados por el paso del tornado (véanse fotografías abajo), ilustra la acumulación de láminas metálicas que fueron proyectiles amenazantes.

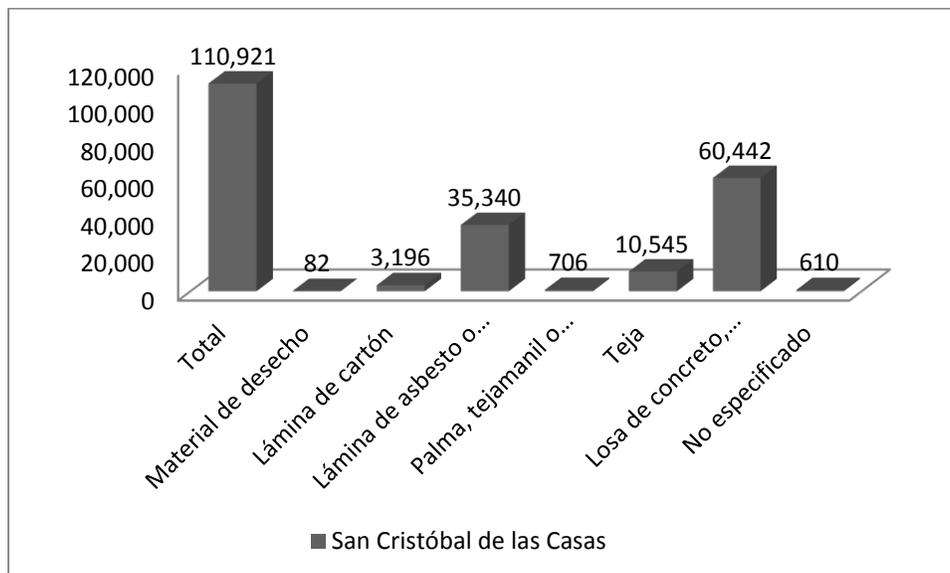


Fotografías 5 y 6. Láminas metálicas depositadas como escombros de los tornados
En San Cristóbal de las Casas. (Fotografías proporcionadas por el Gobierno de Chiapas)

Los eventos analizados de ocurrencia de tornados muestran rasgos físicos de vulnerabilidad en las viviendas de la ciudad, sobre todo en el componente de los techos, que han sido los elementos más atacados por los vientos, como ya señalamos. En este sentido resulta una complicación que el censo del INEGI de 2010 no pusiera en acceso fácil la variable de techos como componente de las viviendas, sin embargo, es posible observar los datos del censo del año 2000 y considerar adicionalmente, aunque con absolutas reservas (porque no

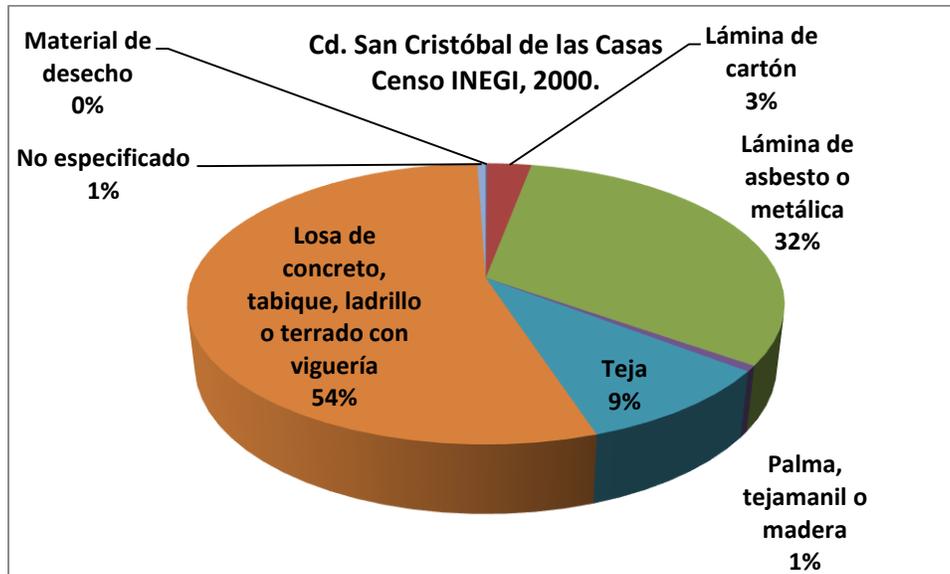
⁸ Por ejemplo en 2003 Conacyt financió un proyecto para acceder a mejores formas de Pronóstico de fenómenos meteorológicos “intensos” para el estado de Chiapas, que desarrolló el IMTA-CONAGUA. En: <https://www.imta.gob.mx/historico/instituto/historialproyectoswrp/listadoth.php?anio=2006>

ofrece información específica de los instrumentos de medición ni de sus valores), la referencia que hace Montoya y otros (2008), a este componente de las viviendas de San Cristóbal.



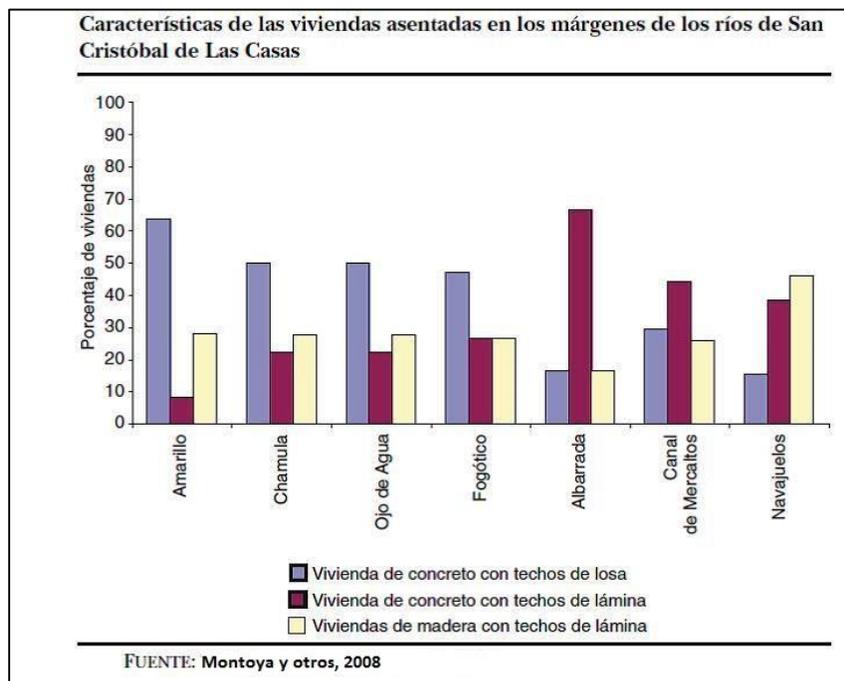
Gráfica 3. Viviendas particulares habitadas según material en techos.
Fuente: INEGI 2000

Como se observa en la dos gráficas, abajo y arriba, de esta línea, del total de viviendas que había en esa fecha, poco más de la mitad (54%) tenía techos sólidos (losa de concreto, tabique, ladrillo o terrado con viguería) que además son suficientemente pesadas y con “anclaje” al resto de la estructura de la vivienda que les hace muy resistentes a los fuertes vientos. El restante 46% de los techos de viviendas de la ciudad son de materiales muy ligeros (láminas de cartón o metálicas, tejamanil, palma, etc.) que son absolutamente vulnerables a los vientos y, de todos esos material, como hemos visto y señalado, son las láminas de metal las que representa un verdadero peligro para la población debido a que se convierten en proyectiles muy amenazantes para la salud y la vida de los vecinos. Los expertos en este campo, podrían realizar investigaciones específicas para determinar que parte de este tipo de techos falla y proponer mejoras ya que no necesariamente la solución es el cambio de material de techo sino, probablemente, los anclajes a otras partes estructurales.



Gráfica 4. Viviendas particulares habitadas según material en techos (Porcentaje).
Fuente: INEGI 2015

Como advertíamos, el artículo de Montoya y otros (2008) señala que realizaron una caracterización de las viviendas en torno a las corrientes de agua de San Cristóbal de las Casas⁹ y ofrecieron la gráfica que reproducimos a continuación:



Gráfica 5. Características de las viviendas asentadas en los márgenes de los ríos de San Cristóbal de las Casas. Fuente: Montoya y otros (2008).

⁹ Ríos Amarillo y Fogótico. Arroyos: Chamula, Ojo de agua, Albarrada, Canal de Mercatos y Navajuelos

En esa gráfica se puede observar una cierta división de componentes de techos de viviendas por corriente hídrica: las viviendas en torno a los ríos Amarillo, Fogótico y a los arroyos Chamula y Ojo de Agua, en un 60% tienen materiales de mampostería con techos de losa de concreto y el restante 40 % son viviendas con techos de lámina. Las viviendas de los tramos de los arroyos Albarrada, Canal de Mercaltos y Navajuelos, tienen un componente inverso ya que la mayoría de las viviendas son de materiales ligeros y techos de lámina (no especifican si metálica, de cartón o desechos).

Como quiera que sea, ya vimos que los tornados han ocurrido en diferentes áreas de la ciudad y que las viviendas que están en condiciones menos resistentes son las de material ligero con techos igualmente ligeros y mal anclados. Evidentemente que estas características son más directamente relacionables con los segmentos de la población más pobre.

Terminamos este apartado con las siguientes consideraciones: si bien, las condiciones postimpacto imponen la necesidad de reponer, como vimos en los casos de los tornados de 2014, los techos de las viviendas como una actividad urgente (techos de lámina metálica o de cartón), sobre todo si falla el establecimiento de albergues o si no falla, para responder positivamente a la resistencia de los damnificados a trasladarse a ellos.

Es importante y urgente iniciar un programa de mejoramiento de vivienda considerando el problema de la debilidad de los techos. No es posible ignorar que son un factor de vulnerabilidad a los tornados (y en general a vientos fuertes como las micro-ráfagas), y tampoco que San Cristóbal de las Casas ocupa un área muy propensa a la ocurrencia de esos fenómenos. Adicionalmente, se debe crear un programa informativo para la población en general acerca de las amenazas de los tornados y la recomendación de acciones conducentes.

5

Análisis preliminar del comportamiento colectivo de emergencia por el paso de los tornados en San Cristóbal de las Casas

La investigación trata de considerar un espectro problemático que tiene el propósito de entender el panorama general que ofrece, desde el punto de la seguridad humana, social, civil, ciudadana, etc., la ocurrencia de tornados en San Cristóbal de las Casas.

Nuestra centralidad son las personas, aunque damos cabal comprensión al fenómeno natural. La demarcación espacial es la ciudad de San Cristóbal de las Casas, y temporalmente nos ubicamos en el periodo reciente de la ocurrencia de los tornados de 2014, aunque escudriñamos diferentes épocas históricas pertinentes.

Presentaremos a continuación una serie de reflexiones iniciales que tienen como base la experiencia de interacción con los habitantes de San Cristóbal de las Casas en el trabajo de campo. La investigación ha tenido que considerar que existe un importante nivel de complejidad por el hecho de tratar de analizar, individualmente, los 4 tornados que en 2014 sufrieron los habitantes de esa ciudad. Aunque anticipamos las dificultades que ello representaba en términos de la búsqueda de información con los afectados (tres de los tornados ocurrieron en el área céntrica de la ciudad) pudimos constatarlo en el trabajo de campo. Encontramos que fue difícil distinguir, en general, el impacto individual de cada tornado, salvo el del caso del 6 de agosto que fue el más destructivo y el más memorable.

Aunque este reporte rápido da cuenta del enfrentamiento de los habitantes sancristobalenses con los cuatro tornados como fenómenos naturales que generaron reacciones sociales similares, evidentemente la magnitud diferencial del caso del tornado

del 6 de agosto mostró la emergencia de otros fenómenos sociales que no fueron los mismos en los otros casos.

5.1 La explicación de la existencia del fenómeno *tornado* en San Cristóbal de las Casas

Es pertinente recordar que el periodo de trabajo de campo realizado, fue aproximadamente cuatro meses después de la ocurrencia del último de los tornados, es decir, del 8 de agosto de 2014. Esto quiere decir que, mucho antes, pero especialmente durante los días que siguieron a la operación formal de los gobiernos municipal, estatal y federal de las acciones de recuperación, los habitantes de San Cristóbal, afectados o no, tuvieron que asimilar la formalidad de la existencia de esos tornados, identificarlos con éste nombre aunque se dieran usos alternativos como el de “culebra”. Nos proponemos, por tanto, discutir las diversas formas en las que los informantes explicaron la existencia del fenómeno.

Las formas en que explicaron la existencia del fenómeno, son diversas y reflejan la pluralidad de influencias e información que dichos habitantes tienen cotidianamente. Hewitt (1983) decía que solo en ocasión de impactos desastrosos, mediados por fenómenos naturales, el grueso de la población ha podido acceder a alguna explicación científica de esos fenómenos, es decir, que solo en esas circunstancias críticas accede al conocimiento que le está vedado en condiciones no críticas.

Ordenamos preliminarmente las respuestas de los entrevistados en los siguientes términos: *Simbólico-religiosa*; *naturalista-ambientalista* (donde ubicamos aquellas repuestas que atribuyeron esos fenómenos básicamente al cambio climático aunque también a otros procesos de degradación ambiental); y una *combinación religioso-ambientalista* (que atribuye culpa humana por la alteración o afectación al entorno ecológico y que, por tanto, merece un castigo de Dios).

Por otro lado, muchos de los entrevistados explicaron el fenómeno utilizando términos y conceptos meteorológicos o “científicos”: fuerza de los vientos, remolino, diferencia de temperatura de vientos, calentamiento del suelo que se transmite a la masa de aire (convección), etc. Algunos comentaron que la deforestación del cerro y el desgaje de los mismos cerros de dónde sacan la cantera provocaban que el viento entrara con más fuerza. Decían que se formaban producto de la conjunción de dos corrientes de aire, una fría y otra cálida, aludían a que esta última era producto del calentamiento del suelo que en su momento tuvo arboles (bosque) y ahora se encuentra deforestado.

Los informantes expresaron que el fenómeno culebra-tornado es habitual en el área, y que lo han vivido durante décadas aunque, efectivamente, encontramos personas que dijeron que no los conocían. Por otro lado, aunque conocen el fenómeno, dijeron que no se les ha presentado tan destructivo como el del 6 de agosto, y que la mayoría no “tocan tierra” o “no bajan”, se ven en el cielo o a lo lejos y no son destructivos. Cuando se les preguntaba

de los tornados, había expresiones como: *“¡ah si las culebras!”*, *“son tornados pero aquí les decimos culebras”*.

El tornado del 6 de agosto fue considerado por muchos, como algo que nunca se había visto en la zona, calificándolo como “extraordinario” y “anormal”. Por otra parte, otras personas que hacían referencia a que los tornados-culebras eran frecuentes en la zona, decían que eso sucedía en una época específica del año (secas/ agosto).

En general, la explicación por la vía que combina lo simbólico-religiosa con el ambientalismo alude a que muchos de ellos atribuían la aparición de los tornados a un castigo de Dios por contaminar el río, al igual que por la tala de árboles. Un castigo o un designio divino, que coincidía, según mencionaron, con las festividades de la virgen de la Asunción (mencionaron fechas específicas que coincidían con festividades del Barrio de Mexicanos) estaban orientadas, según señalaron algunos entrevistados, a prevenir la ocurrencia de las “culebras”.

Las personas manifiestamente creyentes, relacionaron la aparición de estos fenómenos naturales con una explicación religiosa, y se refirieron a las vírgenes: Virgen del Tránsito (o de la Transición), Virgen de la Coronación en el Barrio de Mexicanos y la Virgen del Rayo de catedral. La Virgen de la Coronación, valga señalar, es la única imagen que tiene en sus pies las culebras. Advirtieron que generalmente estos fenómenos aparecían en sus fiestas patronales que son el 13, 15 y 18 de agosto.

5.2 La ocurrencia de los tornados (emergencia), comportamiento colectivo y reacción gubernamental

En las entrevistas con las personas afectadas, nos interesaba caracterizar la situación en la que estaban cuando ocurrió el tornado o los tornados, es decir, qué clase de actividades realizaban en ese momento y como fueron modificándolas en el enfrentamiento con el fenómeno. Esta indagación, además, tuvo el propósito de tener claro si las personas afectadas percibieron algún elemento premonitor del paso del tornado, o si hubo alguna información de cualquier tipo relacionada con ese evento o con la tormenta que lo produjo. Este tema es relevante por su utilidad para comprender y caracterizar el comportamiento colectivo de emergencia.

La mayoría de los entrevistados en las distintas áreas afectadas por los tornados, cuando éstos ocurrieron, se encontraba realizando las actividades cotidianas del lugar, la hora y el día que correspondió. Se encontraban, por ejemplo, trabajando, vendiendo, realizando labores domésticas, cuidando a los niños, etc. Los dos primeros tornados, del 15 y 22 de junio, ocurrieron en domingo, y afectaron a los barrios del Centro y Santa Lucía principalmente. El tornado del 6 de agosto, el más intenso, se verificó en miércoles y afectó los barrios de Cuxtitalli, El Cerrillo, Centro y Mexicanos. El tornado del día 8 de ese mes, sucedió en un viernes afectando básicamente el barrio de Cuxtitalli.

En términos generales, se puede decir que algunas personas no se percataron del fenómeno hasta que alguien les dio aviso. También, el ruido provocado por los escombros que arrastraba el “remolino” y el sonido de los vientos los puso en alerta de lo que estaba ocurriendo, aunque no supieran con precisión de que se trataba. La mayoría de ellos buscó protegerse y salvaguardar a su familia, ya que se encontraban dispersos y algunos incluso en lugares distintos, a los cuales les agobiaba la idea de que estuvieran heridos y pudieran estar en condiciones terribles.

El tornado del 22 de junio, el más “céntrico”, dejó a su paso mucho temor y susto en la población sancristobalense y en los turistas que presenciaron los hechos. Algunos vendedores en vía pública lo único que hicieron para poderse sostener de pie, fue agarrarse de postes de luz y otros agarrándose de asientos de fierro que están en la plaza del Cerrillo o bien ocultándose dentro de los negocios en esa zona.

Como se ha dicho, el caso del tornado más intenso, es decir, del 6 de agosto, fue el más impactante, a decir de los entrevistados. Minutos previos a la presencia de ese fenómeno, era un día soleado y con mucho calor. Su trayecto fue muy destructivo dejando en la población un sentimiento de profundo temor ante este fenómeno natural, porque no lo podían explicar. Como señalamos, algunas personas escucharon el ruido y fueron a protegerse a lugares que en ese momento consideraron seguros, si estaban en la intemperie se tiraron al suelo. Algunos otros que les tocó en su casa y por la fragilidad de la vivienda lo único que hicieron taparse o bien proteger con la cama o pared de la misma.

El último evento tornádico, ocurrido el 8 de agosto, sucedió cuando los habitantes de San Cristóbal de las Casas ya habían experimentado el fuerte y dañino evento de dos días antes, mismo que por las condiciones desastrosas que dejó, había ocupado lugares centrales en los medios de comunicación. En este último caso de 2014, algunos entrevistados dijeron haber observado que algunas personas tuvieron manifestaciones de “nerviosismo” o tensión (estrés) colectiva. Líneas abajo comentaremos la posible influencia de ello en la percepción de la gente respecto del alertamiento de este tornado.

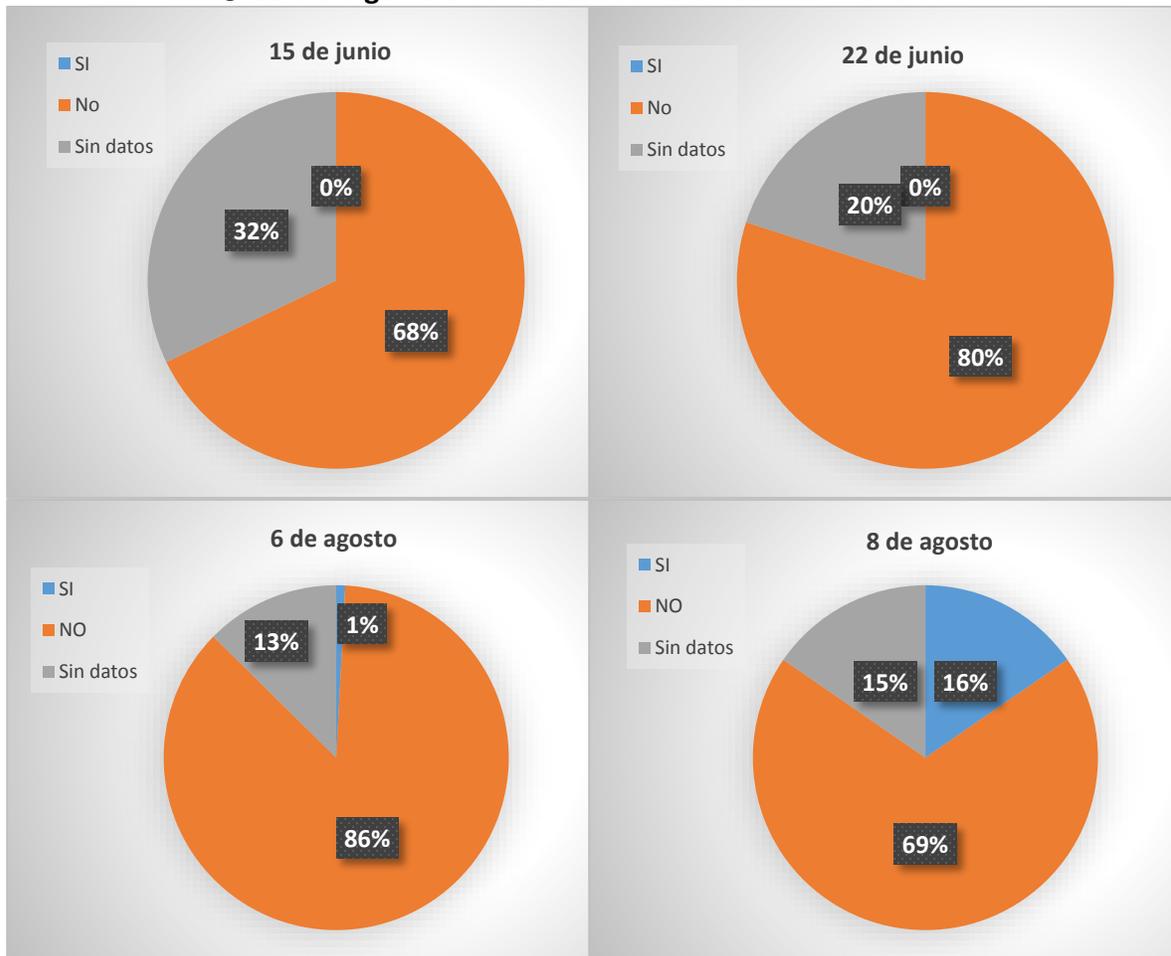
5.3 Alerta contra tormenta

Se interrogó acerca de si las personas entrevistadas habían tenido algún aviso sobre la posible ocurrencia de una tormenta severa, a la que estaría asociado un tornado. Evidentemente, esta pregunta podría parecer no pertinente dado que es sabido, desde nuestra experiencia de investigación en el CIESAS sobre tornados, que en México no se han desarrollado los elementos mínimos para anticipar con determinada precisión espacial y para generar avisos efectivos a la población en riesgo. La realidad es que la pregunta fue planteada para obtener la constatación de lo que acabamos de señalar y para subrayar el grado de desprotección que tiene la gente frente a estos fenómenos.

Todos los entrevistados coinciden en que no hubo medios de comunicación que informaran respecto a la ocurrencia de “culebras”- tornados o bien algún aviso de que se estuviera desarrollando algún tipo de circunstancia meteorológica asociada. Solo se percataron de éste cuando ya estaba presente o bien, cuando otras personas, del entorno vecino, se los comunicaron. Algunas personas entrevistadas dijeron tener el “presentimiento” que algo iba a ocurrir, debido a que se percataron del cambio brusco de las condiciones meteorológicas y pensaron que había una alta probabilidad de lluvias fuertes.

Las gráficas comparativas a continuación, presentan los porcentajes de las respuestas concretas a esta pregunta que se incluyó en el cuestionario indicado en el capítulo anterior, y según los casos de las fechas respectivas de ocurrencia de los tornados. Para las dos primeras fechas, no se registró una sola respuesta positiva, mientras que ésta fue de 1% para el caso del tornado más intenso (6 de agosto) y ascendió a un 16% para el último tornado. Evidentemente, no hubo ningún alertamiento de anticipación específico, pero si el 16% de los entrevistados se sintieron “alertados” representa solo a dos personas de la muestra simple (N=13) en el área de trayecto en el barrio de Cuxtitali, y esto, como señalamos, también pudo ser por la influencia de las anteriores ocurrencias y su fenomenología social asociada.

¿Recibió algún alertamiento acerca de esta tormenta?



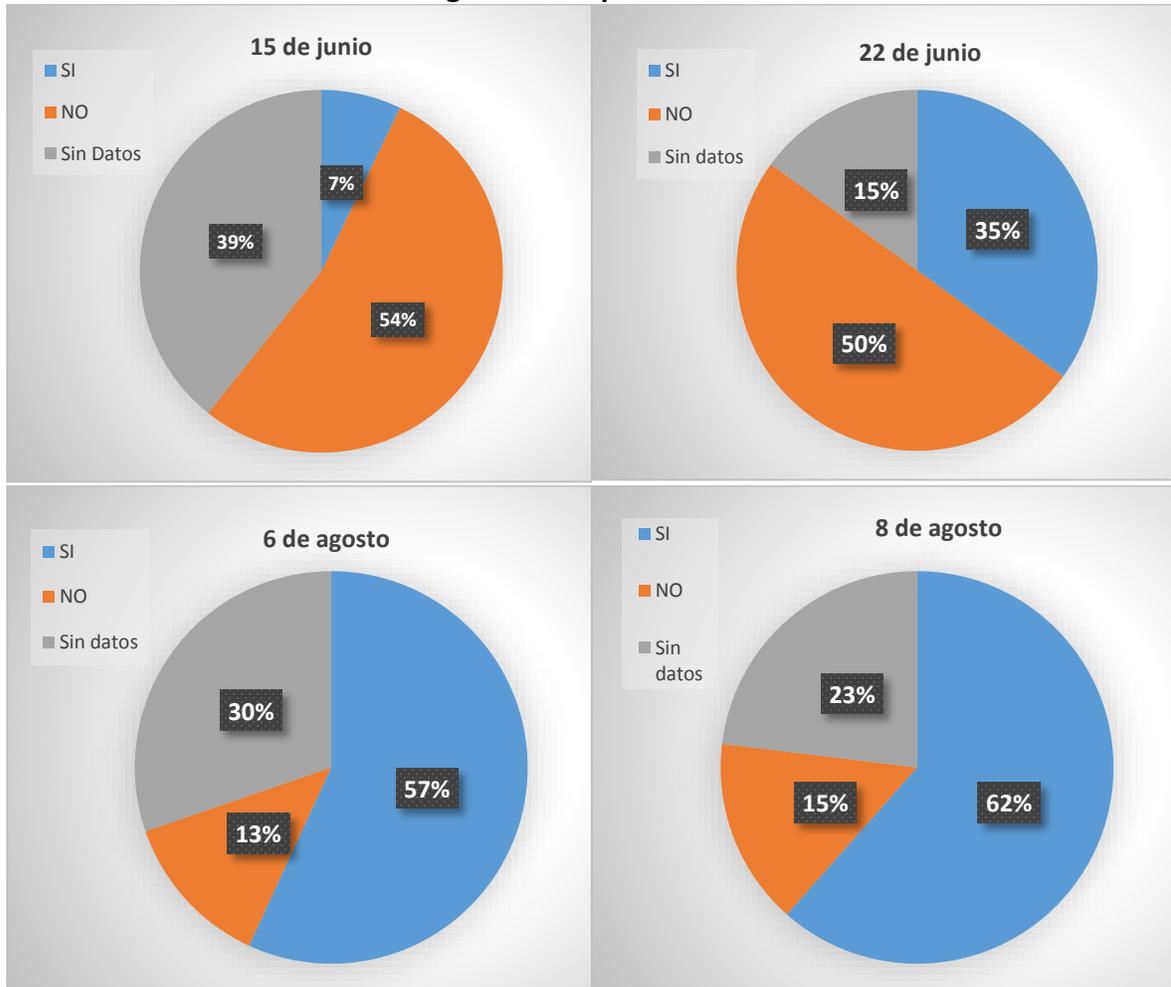
Gráfica 6. Respuestas a la pregunta acerca del alertamiento de tornado.

5.4 Daños sufridos u observados

Prácticamente todos los entrevistados y encuestados en las áreas de los cuatro trayectos tornádicos coinciden en que habían visto algún tipo de daño dejado por el tornado. Porcentajes diferenciales se muestran cuando la pregunta se centraba en si el informante sufrió esos daños. A reserva de elaborar una caracterización más detallada del tipo de daños, podemos adelantar que van desde la pérdida de algún tejado, conformado por láminas metálica, hasta: tejas, vidrios, macetas, árboles, mercancías (dependiendo del puesto comercial que tuvieran), ropa, muebles, en algunos casos alguna parte de su casa colapsó e incluso se entrevistó a una persona que tuvo pérdida total de su hogar.

Los daños a los bienes públicos, por ejemplo, en la infraestructura de comunicaciones telefónicas o de transporte de energía eléctrica (postes, alambre, transformadores, etc.), o de otro tipo, se consideran solo en la categoría de daños observados.

¿Sufrió usted algún daño o pérdida con el tornado?



Gráfica 7. Respuestas a la pregunta acerca del daño o pérdidas por tornado.

Los tornados de junio de ese año, fueron los que tuvieron una menor longitud de trayecto y más corta duración. Como se observa en las gráficas anteriores, en esos casos, los porcentaje de afectados fueron de alrededor del 54 y 50%, lo que subraya, en efecto, que los respectivos tornados no fueron muy dañinos. Sin embargo, en el caso del 6 de agosto, los porcentajes de afectación directa se incrementaron al 57%, contra solo 13% de entrevistados que dijeron no haber tenido afectaciones materiales. El caso del tornado del 8 de agosto, como ya señalamos, refleja un sesgo que se explica por la proporción de la muestra, como ya señalamos, y por ello el porcentaje de damnificados (dañados) directos fue el mayor, de 62%.

Todo esto subraya la naturaleza dañina de los cuatro tornados de SCDLC en 2014, y destaca la conveniencia de no minimizarlos por no ser “como los tornados de Estados Unidos”.

5.5 Factores de riesgo/Factores de protección

El tema de los “factores de riesgo”, en el campo de estudio de desastres y proveniente de la epidemiología, ha sido de una enorme utilidad para caracterizar las condiciones, factores y elementos que individualmente o en combinación, definen un determinado nivel de tránsito al estado de daño por la relación con un fenómeno peligroso, como el tornado. El análisis de estos aspectos, dialécticamente conduce al tema de los factores de protección y más propiamente de auto-protección. En el estudio de estos aspectos, durante el paso del Tornado del Zócalo de la Ciudad de México, el 1 de junio de 2012 (vid Macías, 2013), se encontró que esa composición: factores de riesgo-factores de protección, estaba definida por contextos socio-espaciales más generales que eran las determinantes de que las personas ocupen un lugar en el espacio en determinadas condiciones temporales, es decir, implica la ubicación en un lugar determinado por razones sociales que engloban condiciones de tránsito o de permanencia.

Dicho lo anterior, observamos las respuestas de los entrevistados respecto de su comportamiento protectorio durante el paso de los tornados en San Cristóbal de las Casas. El nivel de análisis sobre este tema está en su fase preliminar, pero podemos adelantar algunos aspectos relevantes. Hay una primera agrupación de comportamientos autoprotectores dependiendo de si estaba en el interior de una edificación o en exteriores. No sobre reiterar que nos referimos a los casos de los entrevistados que estuvieron en contacto directo o cercano con el paso del tornado.

Tabla 4. Comportamiento de auto protección y factores de lesión Tornados en San Cristóbal de las Casas			
	Contexto socio-espacial	Comportamiento de autoprotección	Factor es de riesgo o lesión
Interior de Edificación	Familias o individuos en casas o departamentos	-Buscaban el sitio más alejado de la puerta, -Se apoyaron en una esquina de la casa -Niños se metieron debajo de la cama -Se abrazaron entre familiares protegiendo a los niños y arrinconándose en una pared, esquina -Se protegieron dentro del baño, el único con losa o techo de cemento -Personal de taller mecánico se protegieron dentro de un automóvil	Proyec tiles Caída del techo
	En comercios pequeños	Cerraron los negocios	Proyec tiles Caída del techo
Exterior de Edificación	Personas en vehículos en tránsito	Conductores de vehículos se detuvieron ante la fuerza del viento y la obstrucción de calles. Otros no se detuvieron por no percatarse del tornado.	Proyec tiles
	Transeúntes	-Personal de servicio de limpieza del municipio corrieron a protegerse en baño del lugar -Se refugiaron en el Kiosco del Cerrillo -Agarrarse de postes de luz o bien tirando al suelo, para no ser arrastrado por los fuerte vientos.	Proyec tiles Viento
	Comerciantes en vía pública	-Se ocultaron en las partes más alejadas de las entradas -Se movieron del lugar dejando sus mercancías, toda una familia se metieron debajo de las mesas donde ponen su mercancía -Algunos se metieron a la iglesia de Caridad para esconderse y dejaron la mercancía	Proyec tiles Viento

El cuadro 4, nos muestra una primera distinción del contextos socio-espacial referido al “interior de edificación” que reúne, por un lado a familias o individuos viviendo en casa o departamento, y por otro lado a comercios. En la misma tabla se señalan algunos de los ejemplos de comportamiento de autoprotección y los principales factores de riesgo o lesión propios del contexto. Como se observa, las descripciones de los entrevistados acerca de su comportamiento de protección coinciden en la búsqueda de lugares más seguros al interior de la edificación, respecto del tipo de peligro que percibieron en el momento, porque, evidentemente, no tenían información alguna ni de que se trataba de un tornado, ni de las características dañinas que les son inherentes.

El otro contexto socio-espacial se refiere a las personas que estaban fuera de alguna edificación, es decir, en “exteriores”. La razón de esa ubicación pudo ser por tratarse de transeúntes, por laborar en la vía pública o por transitar en vehículo en el momento del paso del tornado. La observación para este tipo de contexto, es la misma que para el anterior: las personas obraron en su protección de acuerdo con las amenazas que percibieron en el momento. Desde luego que por su naturaleza de ubicación y contextual. Los factores de riesgo o lesión son diferentes salvo los referidos a los proyectiles.

Lo dicho, además, sirve para reafirmar que, contrario al discurso oficial de las organizaciones de protección civil en México y en otros países, las personas en riesgo actúan permanentemente procurando su seguridad, es decir, realizando acciones autoprotectivas cuando son necesarias. El comportamiento colectivo descrito para el caso de las emergencias que estamos tratando, contradice las afirmaciones comunes que atribuyen a las “víctimas” la conducta pasiva del “síndrome del desastre” de Wallace (1956). Un ejemplo de estudio de caso de impacto de tornado, referido en estos términos, es el de Drabek y otros (1981) que analizaron el comportamiento de las personas afectadas por el tornado de 1979 en Wichita Falls, Texas, que dejó más de 5000 damnificados que necesitaban ayuda inmediata. Del total de las víctimas, solo 13 % dijo haber sido rescatada por personas que reconocieron como miembros de alguna organización de atención de emergencias. El resto de las víctimas, dijo haber sido rescatada o atendida por ciudadanos comunes, vecinos, etc. que incluso eran víctimas también: el cincuenta y nueve por ciento de todas las víctimas lesionadas entrevistadas dio ayuda a otra persona dentro de minutos después del paso del tornado. Estimaron que eso equivalía a más de 10.000 personas.

5.6 Después del paso de los tornados: observación del comportamiento de la gente

La interacción con las personas entrevistadas con respecto a la forma como ellos refirieron el comportamiento de otras personas nos permitió ubicar tres categorías o grupos. Como en los otros rubros de este reporte, tenemos que indicar que el análisis, hasta este punto, no es exhaustivo y que la investigación en marcha puede arrojar mejores acercamientos a los aquí señalados. Por considerar esas limitaciones y con las debidas precauciones, no abordamos el plano de las organizaciones sociales o de otro tipo, establecidas o emergentes (Dynes, 1999), que pudieron hacerse presentes en las condiciones del impacto desastrosos de los tornados. Nos limitamos a justipreciar las referencias de los entrevistados acerca de las actividades y acciones que emprendieron organizadamente los afectados, sea por lazos de vecindad, parentesco u otros.

La primera categoría comprende acciones y actividades colectivas donde los habitantes afectados obraron de manera organizada, sea espontánea o utilizando las formas de organización pre-existentes y le denominamos *comportamiento organizado activo*. La denominación puede parecer tautológica hasta cierto punto. Sin embargo, lo importante de ella es que permite hacer una diferenciación con las otras dos categorías que hemos denominado: *comportamiento desorganizado activo* y *desorganizado pasivo*.

Ejemplos referidos de la primera categoría (*comportamiento organizado activo*), son los caso del Barrio Mexicanos donde los habitantes cercaron (“encapsularon”) a funcionarios de protección civil en protesta por su actuación (“casi los linchan”), o los habitantes de la “vecindad” más próxima a las oficinas de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (ex Instituto Nacional Indigenista), donde los agentes gubernamentales no les proporcionaron ninguna ayuda para hacer limpieza y levantar los escombros, por considerarlos “invasores”. Los residentes decidieron emprender dichas acciones e incluso levantar sus techos para poder quedarse en el lugar, ya que, según nos dijeron, no tenían a donde ir.

La segunda categoría (*comportamiento desorganizado activo*), comprende a las actividades de exploración de lo ocurrido: “iban a ver qué había pasado... sin hacer nada y estorbar al ejército que había llegado...”, o bien al periodo de búsqueda de organización para actuar que fue entendido como: “sin saber que hacer o recurrir para poder amainar los daños ocasionados en sus viviendas”.

La tercera categoría (*comportamiento desorganizado pasivo*), comprende al comportamiento que se ha tomado erróneamente como ejemplo de “pánico” y que es usado para generalizar las reacciones de la población post impacto: “las señoras chillaban como locas y se quedaban sin saber qué hacer”; “gente llena de pánico, mujeres gritando”, “...se refugiaban y no veían más cosas”. “...nerviosismo, de gente llorando fuera de sus hogares, una desolación y tristeza...”. Sin duda que las referencias a este tipo de comportamiento individual, más que colectivo, suelen ser motivadas por la misma impresión de choque del impacto desastroso. Es una imagen de suyo memorable, pero no es, como se ha demostrado, el comportamiento generalizado que corresponde más bien a la primera categoría mencionada.

Uno de los temas de nuestra labor interrogativa asociada a lo anterior, tiene que ver con los rasgos percibidos por los afectados, que influyeron en los intentos de organización o en las actividades realizadas de manera organizada, para encaminarse a las formas de recuperación del impacto. Aunque hubo referencias a actitudes y comportamientos de personas que no se inclinaron a colaborar organizadamente (por ejemplo en las tareas de limpieza, remoción de escombros y de relación con los agentes gubernamentales encargados de censar damnificados y evaluar daños y necesidades), la mayoría de las referencias y caracterizaciones de esos comportamientos coincide en que la búsqueda del funcionamiento organizado fue preponderante. Los ejemplos en la observación empírica:

Los informantes comentan que después del tornado, ellos mismos comenzaron a levantar sus cosas y aunque cada quién se preocupó inicialmente “por lo suyo”, hubo casos en que vecinos y familiares acudían a ayudar a las personas con daños severos. En una casa, por ejemplo, días después del paso del tornado, los vecinos se organizaron para techarla con láminas que el mismo tornado había arrancado o dañado de otras casas.

La organización vecinal se hizo presente en algunas calles, donde las personas se apoyaron para la remoción de escombros en el exterior de su domicilio y en la solicitud de apoyo al gobierno. Esto último, se presentó en una calle donde las personas cerraron la circulación en protesta de la falta de atención por parte de las autoridades. Las acciones observadas de organización vecinal, tuvieron parangón y, en algunos casos, relación, con la organización familiar para sacar escombros y limpieza de los hogares dañados.

5.7 El auxilio de agentes del gobierno (municipal, estatal, federal)

Como una base para estimar la respuesta gubernamental en el caso de las emergencias que tratamos, importa mucho considerar las visiones de las personas afectadas respecto de esa intervención externa (que invariablemente se compara con la de las propias víctimas). Hay dos momentos de esa intervención que fueron calificados: ayuda de emergencia y el rol en la organización de acciones de recuperación.

El análisis de este aspecto para el caso de los cuatro tornados, muestra complicaciones muy interesantes. Las opiniones de los entrevistados mostraron que la intervención en el auxilio fue diferencial y al parecer dependió tanto de la ubicación, como de la longitud del trayecto y severidad de daños de cada tornado. El tornado del 15 de junio que afectó el centro de la ciudad fue atendido con rapidez por las organizaciones que atendieron la emergencia. Sin embargo en varias secciones afectadas por el tornado del 6 de agosto, las personas dijeron que las organizaciones gubernamentales llegaron “después de una hora”, cosa que vieron tardía.

Hubo dos organizaciones identificadas, además del ejército: bomberos y protección civil, que tuvieron diferente estimación respecto al desempeño de sus funciones, en esa fase de intervención externa. Otras organizaciones como la Comisión Federal de Electricidad, no fueron consideradas en el primer plano del auxilio directo a la gente, aunque su rol en realidad es notable en el restablecimiento de sus funciones, como indica su misión institucional.

Por otra parte, percibimos que en la interrogación sobre este tema, los entrevistados comentaron sobre la ayuda de recuperación (ya trascendiendo el auxilio inmediato postimpacto) involucrando a los niveles estatales, (gobernador de la entidad) y la insuficiente o nula atención de sus demandas (láminas y otras cosas) al estilo de la simulación propia de la cultura política mexicana, que aparenta buena disposición y eficiencia en un momento, y en otro, no cumple con esas actividades. Este trato del político se identificó tanto en vecinos como en comerciantes organizados.

Los entrevistados, en general, no tuvieron dificultades para describir las actividades que apreciaron en la intervención externa: “...protección civil y el ejército llegaron a la zona y la acordonaron, para empezar a ayudarles. Pasaron a las casas, vinieron después de que pasó el tornado, vinieron los de protección civil, luego se puso una mesa para registrar a los damnificados...”

Finalmente, hay que señalar que en el trabajo de campo encontramos a personas que, siendo notoriamente afectadas en sus bienes por los tornados, no contaron con ningún apoyo no observaron la presencia de alguna autoridad después del fenómeno. Este es un tema específico que será profundizado en la investigación.

6

Recomendaciones

El avance de la investigación que se presenta nos ha permitido atisbar algunos de los problemas que se presentan y ofrecemos algunos comentarios, en términos de recomendaciones, para superar aquellos que nos parecen más urgentes.

6.1 Recomendaciones para el conocimiento científico de tornados y tormentas severas

1. Desde que iniciamos la investigación sobre tornados en México hemos insistido, y lo reiteramos en esta ocasión, en la necesidad de desarrollar la investigación de meteorología de mesoescala, para estar en condiciones de tener elementos confiables de anticipación. En este sentido, se hace necesario subrayar la necesidad específica de observar los llamados *parámetros de tornados no mesociclónicos*, que corresponden a la tornadogénesis de la mayoría de los tornados que hemos visto en el país.

2. Con base en avances de la meteorología de mesoescala, y en la comprensión de los códigos sociales de las personas en riesgo, se recomienda construir una suerte de sistema de alerta anticipada con la consideración de esos parámetros para el componente “monitoreo-pronóstico”, y la aplicación de los códigos sociales para tomar decisiones de emergencia, en la elaboración de mensajes (componente decisión y medios) y divulgación (medios-Protección Civil)

6.2 Recomendaciones a las organizaciones de protección civil y gestión de riesgo

3. Diseñar un programa de difusión sobre tornados y prevención de desastres para advertir a las personas en riesgo, acerca del significado de vivir en área propensa a tornados.

4. Organizar foros de discusión entre los más altos funcionarios para asimilar **el concepto de emergencia**, aplicable en las **declaratorias de emergencia** relacionadas con los fondos financieros para atender y prevenir desastres. La forma de operar de las organizaciones de protección civil mexicanas y su relación con los fondos financieros, debe sufrir modificaciones que hagan que las acciones no contradigan sus normas.

5. Debe haber un reconocimiento del tipo de patrón del daño de los tornados, que no es el mismo de otros fenómenos potencialmente desastrosos como los sismos o las inundaciones, por ejemplo, que producen un patrón de daños extensivo.

6. Modificar procedimientos y materiales de ayuda en emergencias y recuperación en los casos de ocurrencia de tornados que tienen que ver con los techos de casas. Las condiciones postimpacto muchas veces imponen la necesidad de reponer los techos de las viviendas como una actividad urgente (techos de lámina metálica o de cartón), sobre todo si falla el establecimiento de albergues o si no falla, para responder positivamente a la resistencia de los damnificados a trasladarse a ellos.

7. Iniciar un programa de mejoramiento de vivienda (o incorporar en existentes) considerando el problema de la debilidad de los techos. No es posible ignorar que son un factor de vulnerabilidad a los tornados (y en general a vientos fuertes como las micro-ráfagas). Tampoco se puede ignorar voluntariamente que San Cristóbal de las Casas ocupa un área muy propensa a la ocurrencia de esos fenómenos.

Bibliografía

Aguirre, Benigno E. 1994. Population and detection of weak tornadoes. **International Journal of Mass Emergencies and Disasters**. 12 (3): 261-278.

AMS. 2015. **Glossary of Meteorology**. American Meteorological Society. En: http://glossary.ametsoc.org/wiki/Mesoscale_convective_system

Arellano, José Luis. 2010. La Gestión Integral de Recursos Hídricos en Cuencas: Una estrategia para reducir la Vulnerabilidad ante Inundaciones en la Sierra Madre de Chiapas. En: Rev. **Ingeniería Agrícola y Biosistemas**. México. Universidad Autónoma Chapingo. (2):23-37. doi: 10.5154/r.inagbi.2010.05.006

Aubry, Andrés. 1991. **San Cristóbal de las Casas. Su historia urbana, demográfica y monumental. 1528-1990**. INAREMAC. México.

Aubry, Andrés. 1994. Miedo urbano y amparo femenino: San Cristóbal de Las Casas retratada en sus mujeres. En: **Mesoamérica** (28). México.

Aubry, Andrés. 2004. El Templo de San Nicolás de los Morenos: Un espacio urbano para los negros de Ciudad Real. En: **Mesoamérica**. (46): 135-151. (enero–diciembre). México.

Avendaño, María Asunción. 2012. *Etnometeorología de los tornados en México. El caso de la ranchería Xaltitla, municipio de Atltzayanca, Tlaxcala*. Tesis de Maestría. UNAM. México.

Bakalowicz, Michel. 2005. Karst groundwater: a challenge for new resources. En: **Hydrogeology Journal**. 13 (1): 148-160. DOI: 10.1007/s1004000404029.

Barrio del Castillo, Irene, Jéscica González Jiménez, Laura Padín Moreno, Pilar Peral Sánchez, Isabel Sánchez Mohedano y Esther Tarín López. 2009. **El estudio de casos**. Universidad Autónoma de Madrid. 3º Magisterio Educación Especial. Madrid. 16 pp.

Bencala, Karin; Rolf Hains, Eric Liu, Theresa Nogeire, Dan Segan, y Samantha Stevens. 2006. *Desarrollo de un Plan de Administración Sostenible para la*

Cuenca de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Tesis Maestría de Ciencias y Administración del Medio Ambiente de la Bren School of Environmental Science and Management. Universidad de California. Santa Bárbara. 156 pp.

Bermúdez H., Luz del Rocío. 2013. Patrimonio vivo. San Cristóbal de Las Casas: la 'ciudad colonial' y sus desafíos. Presentación en el **III Congreso Internacional sobre Patrimonio Cultural en México**, "Retos del siglo XXI para la salvaguarda del Patrimonio Cultural", Oaxaca de Juárez, 7 diciembre 2012.

Babie, Earl.1988. **Métodos de investigación por encuesta.** Biblioteca de la salud. Fondo de Cultura Económica. México.

Bonacci, O., I. Ljubenkov, y T. Roje-Bonacci. 2006. Karst flash floods: an example from the Dinaric karst (Croatia). En: **Natural Hazards and Earth System Sciences.** Copernicus GmbH. European Geosciences Union. (6): 195–203.

Bunting, William y Brian Smith, 1993. *A Guide for Conducting Convective Windstorm Surveys.* NOAA, Technical Memorandum NWS SR-146. 46 pp.

Burguete Estrada, Manuel. 1987. **Curiosidades y misterios de la historia chiapaneca.** Gobierno del Estado de Chiapas. México.

Candido, Daniel Henrique. 2012. *Tornados e trombas-d'água no brasil: modelo de risco e proposta de escala de avaliação de danos.* Tesis de Doctorado. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências.

Crane, Julia y Michael Ambrosino, 1992. **Field Projects in Anthropology.** Prospect Heights. Waveland Press Inc. 3a ed.

Davies-Jones Robert, Jeffrey Trapp y Howard Bluestein. 2001. Tornadoes and Tornadic Storms. En: Charles Doswell. (Editor) **Severe Convective Storms. Meteorological Monographs.** Cap 5. 28 (50): 167-222.

De Vos, Jan. 1986. **San Cristóbal. Ciudad Colonial.** Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.

Drabek, Thomas, Tamminga HL, Kilijanek TS, et al. 1981. **Managing Multiorganization Emergency Responses: Emergent Search and Rescue Networks in Natural Disaster and Remote Area Settings.** Boulder, CO. Natural Hazards Research and Applications Information Center, University of Colorado at Boulder.

Dynes, Russell R. 1999. **La planificación de emergencias en comunidades. Falsos supuestos y analogías inapropiadas.** CUPREDER/BUAP. Puebla, México. (2). Julio.

ECOSUR. 2005. **Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico.** Gobierno del Estado de Chiapas. México. 406 pp.

Edwards, Roger. 2015. *The Basics About Tornadoes.* En: <http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/#TheBasics>

Elke M., D. Glaser, K. Setty, D. Sussman y D. Yocum. 2007. *Diseño e Implementación de Soluciones para los problemas de recursos hídricos en San Cristóbal de las Casas, México.* Tesis de Maestría. University of California, Santa Barbara. 214 pp.

Escobar, Antonio. 2004. **Desastres Agrícolas en México. Catálogo Histórico.** Tomo II. Fondo de Cultura Económica. México.

Espíritu Tlatempa, Gloria. 1998. *Evaluación de la disponibilidad de agua mediante análisis geográfico en la Cuenca de San Cristóbal, Chiapas.* México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México.

Espíritu-Tlatempa, G. y R. Rodiles-Hernández. 2013. La cuenca del río Amarillo y los humedales de montaña. En: **La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado**, pp. 58-61. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio) y Gobierno del Estado de Chiapas, México.

Flores Ruíz, Eduardo. 1978. **La Catedral de San Cristóbal de las Casas Chiapas, 1528-1978.** Universidad Autónoma de Chiapas. México.

García, Antonino. 2005. *La gestión del agua en la cuenca endorreica de San Cristóbal de Las Casas.* Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo. México.

García, Virginia, Juan M. Pérez-Z., y América Molina. 2003. **Desastres Agrícolas en México. Catálogo Histórico.** Tomo I. Fondo de Cultura Económica. México.

González Domínguez, Patricia; Eduardo de Jesús Martínez Ovando, María Patrocinio Alba López y Sergio Gómez Urbina. 2012. **Estrategia para la Restauración de la Cuenca del Valle de Jovel.** Programa Cuencas y Ciudades del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. y la Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. Versión Junio. México. 59 pp.

González Herrera, Raúl; Osiris Astrid Toledo Cruz, Iván Velasco Aguilar, Pedro Vera Toledo y Rodolfo Palacios Silva. 2010. Construcción social de la vulnerabilidad por fenómenos naturales, caso San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. En: **Lacandonia**. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 4 (2): 103-115. México.

González-Herrera, R., Aguilar-Carboney J.A. Mora-Chaparro J.C., Palacios-Silva R.J., Figueroa-Gallegos J.A. 2012. Análisis estadístico del peligro e inferencia del riesgo sísmico en el norte del estado de Chiapas. **Ingeniería Revista Académica de la FI-UADY**. 16 (1): 51-57, México.

Gutiérrez F., M. Parise b, J. DeWaele, H. Jourde. 2014. A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst. En: **Earth-Science Reviews** (138): 61–88.

Haaz. Hugo. 2015. **Escala Richter y Mercalli**. México. UNAM. Instituto de Ingeniería. Acceso Feb 2015.

http://www.ingenieria.unam.mx/haaz/geologia/articulos/04_escala_de_ritcher_y_de_mercalli.pdf

Hewitt, Kenneth. 1983. The Idea of Calamity in a Technocratic Age. En: **Interpretations of Calamity**. Kenneth Hewitt (Editor), Allen and Unwin, Londres.

INAH, 2014. Sin daño estructural, catedral de San Cristóbal de las Casas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. Dirección de Medios de Comunicación. Comunicado No. 3. 21 de junio. En: http://www.inah.gob.mx/images/stories/Boletines/BoletinesPDF/article/7233/comunicado_reporte_chiapas.pdf

INEGI. 2011. *Panorama sociodemográfico del Distrito Federal*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI, 2015. **Censo de Población y Vivienda 2010**. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

Consulta:

[www3.inegi.org.mx/sistemas/ResultadosR/CPV/Default.aspx?texto=San Cristobal de las casas](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/ResultadosR/CPV/Default.aspx?texto=SanCristobal%20de%20las%20casas)

Lisbona Guillén, Miguel. 2007. Vecinos y gobierno tras la inundación de 1921 en San Cristóbal de Las Casas. En: **La ciudad de San Cristóbal de las Casas, a sus 476 años: una mirada desde las ciencias sociales**. Dolores Camacho Velázquez, Arturo Lomelí González y Paulino Hernández Aguilar (Coordinadores). Gobierno del Estado de Chiapas. México. 72-94 pp.

López, Alejandro. 2014. *Fuertes vientos devastan centro histórico de San Cristóbal de las Casas*. En: **Todo Chiapas**. 15 de junio. En: <http://todochiapas.mx/2014/06/fuertes-vientos-devastan-centro-historico-de-san-cristobal-de-las-casas/>

Macías, Jesús Manuel. 2001. **Descubriendo tornados en México. El caso del tornado de Tzintzuntzan**. CIESAS, México.

Macías, Jesús M. 2008. **Reubicaciones por desastre. Análisis de intervención gubernamental comparada**. CIESAS. Papeles de la Casa Chata. México.

Macías, Jesús M.; Karen Montiel y Moisés Salinas. 2009. La reubicación de El Escondido. En: **Investigación evaluativa de reubicaciones humanas por desastre en México**. Jesús M. Macías (Coordinador). CIESAS. Papeles de la Casa Chata. México.

Macías, Jesús M. y Anuar Malcon. 2009. La reubicación de Tigre Grande. En: **Investigación evaluativa de reubicaciones humanas por desastre en México**. Jesús M. Macías (Coordinador). CIESAS. Papeles de la Casa Chata. México.

Macías, J. M. (Coordinador). 2013. **El Tornado del Zócalo de la Ciudad de México. La ocurrencia del evento tornádico del 1 de junio de 2012 en la Ciudad de México y Área Metropolitana**. CIESAS/CIATTS. México. En proceso de publicación.

Macías, Jesús Manuel y Asunción Avendaño. 2013. *Los Tornados en México. Base de datos de tornados México*. Reporte electrónico de la Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas (CIATTS). CIATTS. México. Disponible en: <http://ciatts.ciesas.edu.mx/Documentos/articulos/tornadosEnMexico.pdf>

Macías, Jesús Manuel y Asunción Avendaño. 2014. Climatología de tornados en México. **Investigaciones Geográficas**, (83): 75-88. Instituto de Geografía UNAM. México. doi: 1014350/rig.35726. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rig/article/view/35726/41716>

Magaña, Víctor Orlando y Méndez P. J. 2002. Sobre la variabilidad y el cambio climático en Chiapas. En: Pohlan J. (ed.). **México y la Cafeticultura Chiapaneca. Reflexiones y Alternativas para los Cafeticultores**. Shaker Verlag. Aachen, Alemania. 55-64 pp.

Maréchal, J.C.; B. Ladouche y N. Dörfliger. 2008. Karst flash flooding in a Mediterranean karst, the example of Fontaine de Nîmes. En: **Engineering Geology**. 99 (2008): 138–146. doi:10.1016/j.enggeo.2007.11.013.

Martínez, Manuel. 2014a. *Colonos piden apoyo tras tornado*. Diario Cuarto Poder. 12 de agosto. EN: <http://www.cuartopoder.mx/colonos-piden-apoyo-tras-tornado/>

Martínez, Manuel. 2014b. *Nuevo tornado provoca daños*. Diario Cuarto Poder. 9 de agosto. EN: <http://www.cuartopoder.mx/nuevo-tornado-provoca-danos/>

Mayorga Ochoa, Jorge. 2007. Diagnóstico de la situación ambiental en el municipio de San Cristóbal de las Casas. En: **La ciudad de San Cristóbal de las Casas, a sus 476 años: una mirada desde las ciencias sociales**. Dolores Camacho Velázquez, Arturo Lomelí González y Paulino Hernández Aguilar (Coordinadores). Gobierno del Estado de Chiapas. México. 193-223 pp.

Montoya Gómez, Guillermo; José Francisco Hernández Ruiz, Miguel Ángel Castillo Santiago, Diego Martín Díaz Bonifaz y Alfredo Velasco Pérez. 2008. Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. En: **Estudios Demográficos y Urbanos**. El Colegio de México. 23 (1): 83-122. México.

NOAA. 2015. *Tornado live Cycle*. En: http://www.crh.noaa.gov/Image/dmx/Tornado_Life_Cycle.pdf

París Pombo, María Dolores. 2000. Identidades excluyentes en San Cristóbal de las Casas. En: **Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales**. (58): 89-100. México.

POE. 2014. *Ley de Protección Civil del Estado de Chiapas*. México. Gobierno del Estado de Chiapas. Publicada en el Periódico Oficial del Estado no. 138 de fecha 18 de septiembre de 2014. Decreto número 563.

Prieto, Ricardo. 2008. *Diagnóstico de las capacidades, fortalezas y necesidades para la observación, monitoreo, pronóstico y prevención del tiempo y el clima ante la variabilidad y el cambio climático en México*. Informe Final. México. Instituto Nacional de Ecología/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 173 pp.

Prieto-Gonzalez, Ricardo, Martín Mundo-Molina, Juan M. Caballero. 2006. The Effects of Intense Weather Systems over the Chiapas State of Mexico. En: SERA-C. STISS, Landshut, Dec. 2006 Memorias DE *THORPEX*. 3pp.

Prieto, Ricardo, Mateos Farfán Efraín, Mendoza Uribe Indalecio, Santana Sepúlveda Julio Sergio y Sánchez Hernández Luis Alberto. 2012. *Los pronósticos*

meteorológicos por Ensamble para la República Mexicana. En: Memoria del XXII Congreso Nacional de Hidráulica. Acapulco, Guerrero, México, noviembre 2012.

Reyes Velázquez, Abigail. 2009. *“Del cielo no cayó el agua”. Estudio de los procesos cársticos y su relación con las inundaciones en la región sur de Yucatán.* Tesis Licenciatura en Geografía. UNAM. México. 145 pp.

Rojas García Javier, María Alba López y Rojas García O. 2011. *Los Humedales de San Cristóbal: Identificación, diagnóstico y priorización de sistemas de humedal.* Informe Final. México. Pronatura Sur A. C.

Secretaría de Medio Ambiente y Vivienda (SMAV). 2010. *Programa de Manejo de una Área Natural Protegida de jurisdicción estatal. Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Humedales de Montaña La Kist”.* Gobierno del Estado de Chiapas. México. 125 pp.

SEDESOL. 2012. **La expansión de las ciudades 1980-2010 México.** Secretaría de Desarrollo Social. Segunda edición. 294 pp.

SEGOB. 2006. *Acuerdo que establece los Lineamientos para emitir las declaratorias de emergencia y la utilización del fondo revolvente.* Secretaría de Gobernación. Diario Oficial de la Federación. México. 20 de diciembre.

SEGOB, 2014. *DECLARATORIA de Emergencia por la presencia de tornado y granizada severa ocurrido el día 6 de agosto de 2014, en el Municipio de San Cristóbal de las Casas del Estado de Chiapas.* Diario Oficial de la Federación. México. 18 de agosto de 2014.

SGM (S/F). **Atlas de peligros del estado de Chiapas.** México. Servicio Geológico Mexicano. 134 pp.

SEMARNAT. 2013. *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (POET).* SEMARNAT/SEMAHN-Gobierno del Estado de Chiapas. México. Versión Preliminar, enero de 2013. 365 pp.

Servicio Sismológico Nacional. (2002). *Sismo de Chiapas del 16 de Enero de 2002 (Magnitud 6.7)*

Enero 21, 2002. México. En:
http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/Chiapas160102_files/chiapas160102.htm

(Acceso Febrero 2015)

TTU. 2004. *A Recommendation for an Enhanced Fujita Scale (EF-Scale)*. Submitted to the National Weather Service and Other Interested Users. Wind Science and Engineering Center. Texas Tech University. Lubbock, Texas.

Vásquez Sánchez, Miguel A. 2007. Ecología urbana en San Cristóbal. La sociología de la conservación. En: **La ciudad de San Cristóbal de las Casas, a sus 476 años: una mirada desde las ciencias sociales**. Dolores Camacho Velázquez, Arturo Lomelí González y Paulino Hernández Aguilar (Coordinadores). 233-242 Gobierno del Estado de Chiapas. México.

Velasco, Juan Carlos. 2012. *Tornados en SCDLC, Chiapas*. México. CIATTS. En: http://ciatts.ciesas.edu.mx/Documentos/articulos/Tornados%20sclc_2012.pdf

Viqueira, Juan Pedro. 2007. Historia crítica de los barrios de Ciudad Rea". En: **La ciudad de San Cristóbal de las Casas, a sus 476 años: una mirada desde las ciencias sociales**. Dolores Camacho Velázquez, Arturo Lomelí González y Paulino Hernández Aguilar (Coordinadores). 29-59. Gobierno del Estado de Chiapas. México.

Viqueira, Juan Pedro. 2009. Cuando no florecen las ciudades: La urbanización tardía e insuficiente de Chiapas. En: **Ciudades mexicanas del siglo XX. Siete estudios históricos**. A. Lira Vásquez y A. Rodríguez Kuri, (Coordinadores). pp. 59-178. El Colegio de México / Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

Wakimoto, Roger y James Wilson. 1989. Non-Supercell Tornadoes. En: **Monthly Weather Review**. American Meteorological Society. (117): 1113-1140.

Wallace, Anthony. 1956. **Tornado in Worcester. An Exploratory Study of Individual and Community Behavior in an Extreme Situation**. National Academy of Sciences/ National Research Council. Pub 392.

Zhou, Wanfang. 2007. Drainage and flooding in karst terranes. En: **Environmental Geology**. 51 (6): 963-973. DOI: 10.1007/s0025400603653

ANEXO



Cuestionario Tornados de San Cristóbal de las Casas 15 de junio de 2014

Nombre: _____

Dirección completa de levantamiento de cuestionario: _____

Teléfono al que se le puede localizar _____

Barrio _____

Primera sección, para quienes viven, trabajan o transitaron en el área afectada

Por favor, ponga una cruz en el paréntesis de la respuesta que considere correcta.

1. ¿Vio usted el tornado? SI () NO ()

Si la respuesta es SI, ¿a qué hora lo vio? _____

Cuando ya no lo pudo ver, ¿fue porque disipó? SI () NO ()

2. ¿Observó usted algún daño? SI () NO ()

Si, la respuesta es SI, por favor describa el daño _____

Por favor, estime en pesos el daño que usted calcula a su propiedad: \$ _____

3. ¿Escuchó usted algún ruido del tornado? SI () NO () ¿Vio algún transformador de luz afectado? SI () NO ()

4. Al reverso de esta hoja, por favor dibuje la forma del tornado.

5. ¿Observó fuertes vientos NO asociados directamente con el tornado? SI () NO ()

Si la respuesta es SI, ¿empezaron antes de la llegada del tornado? SI () NO ()

6. Por favor estime los más fuertes vientos que observó Dirección _____ Estime cuanto tiempo duraban _____ (en minutos o segundos)

7. De estos vientos no tornádicos, ¿observó algún daño? SI () NO ()

Si la respuesta es SI, por favor describa _____

Por favor, estime en pesos el daño que usted calcula a su propiedad: \$ _____



Cuestionario Tornados de San Cristóbal de las Casas 15 de junio de 2014

8. ¿Hubo granizo en San Cristóbal de las Casas? SI () NO ()

Si la respuesta es SI, ¿qué tamaño y forma observó de los granizos más grandes? (por ejemplo: tamaño de una moneda, de una pelota de béisbol, canica, palomita de maíz):

9. ¿A qué hora empezó a caer granizo? _____

10- ¿Se cubrió el piso de granizo? SI () NO ()

11. ¿Hubo alguna inundación? SI () NO ()

2. ¿Hubo rayos o truenos que causaron daños? SI () NO ()

Si la respuesta es SI, por favor describa:

13. Por favor, describa cualquier cosa que usted sintiera rara o importante acerca de esta tormenta:

14. ¿Usted recibió algún alertamiento acerca de esta tormenta? SI () NO ()

Si la respuesta es SI, ¿Quién le alertó?:

Segunda sección, sólo para quienes viven en el área afectada

15. ¿Sufrió usted algún daño o pérdida con el tornado? SI () NO ()

16. ¿Sintió que usted y su familia corrían peligro? SI () NO ()

¿Por qué?

17. ¿En qué momento sintió que usted y su familia corrían peligro?

(Sólo a los que reportaron que sintieron que corrían peligro)



Cuestionario Tornados de San Cristóbal de las Casas 15 de junio de 2014

18. ¿Cuándo sintió que usted y su familia ya no corrían peligro?

(Sólo a las personas que reportaron haber sentido que corrían peligro)

19. ¿Le da miedo el hecho de que haya habido un tomado? SI () NO ()

¿Por qué?

20. ¿Cuál consecuencia del tomado le parece la más peligrosa?

21. ¿Sabe usted si han habido otros tornados o "culebras de viento", "culebra de nube", "culebra de agua" en San Cristóbal de las Casas o cerca de aquí?

SI () NO ()

Si la respuesta es SI, Donde _____ y
cuando _____

Gracias por darnos su tiempo para cubrir este cuestionario. Sus respuestas van a ayudar mucho al conocimiento de estos fenómenos. El Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), agradece mucho su colaboración en este esfuerzo científico.

