

La **IMPORTANCIA**
de la **HIDROMETEOROLOGÍA**
en el **ENTORNO**
ECONÓMICO - SOCIAL

Editado por:
MARINA HERRERA PANTOJA

INTRODUCCIÓN

Los tornados son parte de nuestro tiempo meteorológico y debemos saber más de ellos para poder protegernos. Parte de la inseguridad en nuestro país radica en la falta de información, si estamos debidamente informados por gente calificada en el tema y con la tecnología adecuada, sabremos que hacer ante un fenómeno de esta índole. Cuando se aproxima un tornado uno tiene poco tiempo para tomar algunas decisiones de vida o muerte, un plan y una respuesta rápida son factores clave para sobrevivir al tornado.

Desde tiempos remotos el hombre se preocupó por el tiempo atmosférico y una de sus principales motivaciones era la de controlar las manifestaciones adversas y para manipularlas se remitían a rituales. Los tornados son tan comunes que nuestros ancestros tenían conocimiento de cómo hacerle frente ya fuera quemando palmas benditas, cortando simbólicamente al tornado con un machete o rezando.

Hablar de tornados en México resulta un tema fascinante, pero al mismo tiempo está poco estudiado por nuestra comunidad científica. Se debe de reflexionar ya que es un tema que se percibe como "nuevo" para las autoridades civiles, los organismos y las instituciones.

Uno de los conceptos que toma la investigación es el de desastre, que de acuerdo a Macías (1999), no es natural, ésta es una etiqueta inadecuada porque los desastres son el resultado de las acciones humanas, no de la naturaleza y por lo tanto es necesario retomar aspectos históricos.

ANTECEDENTES

El Centro de Investigaciones de Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) ha desarrollado diversas investigaciones históricas y contemporáneas donde el factor central es el proceso riesgo-desastre y donde ha desarrollado proyectos específicos "*Proyecto Emergente de Investigación de torna*

La importancia del conocimiento de los tornados en México

Ma. Asunción Avendaño García

Instituto de Investigaciones Antropológicas FFyL/UNAM y Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS). Juárez 87, Tlalpan, D.F., CP. 14000

Correspondencia: azul_pumas@hotmail.com

RESUMEN

México está expuesto a lluvias e inundaciones, granizadas, nevadas, heladas, tormentas eléctricas y tornados. Todos estos fenómenos son manifestaciones de las tormentas severas que se presenta en todo el territorio mexicano. Algunos de estos fenómenos naturales se presentan estacionalmente, mientras que otros esporádicamente. Los tornados son fenómenos naturales que se presentan en nuestro país y por lo tanto es necesario conocer su frecuencia y recurrencia. Los tornados se han presentado en nuestro país desde siglos atrás, pero sus efectos devastadores son actualmente más perceptibles debido al crecimiento urbano y al deterioro ambiental. En México actualmente no existe un programa de intervención oportuna para proteger a la población contra estos eventos. Una de las razones de este déficit es que la tecnología con la que se cuenta para realizar un monitoreo adecuado y oportuno es insuficiente. Consecuentemente, las bases de datos con las que se cuenta también son muy escasas. Es importante dar impulso a la cobertura de monitoreo por radares meteorológicos para alcanzar mejores niveles de predicción y pronóstico. El presente documento tiene como finalidad resaltar la importancia del monitoreo de los tornados para mejorar su conocimiento en México cubriendo un vacío de información.

PALABRAS CLAVE: tornado, prevención, riesgo, desastre, tormentas severas.

La importancia de la hidrometeorología en el entorno económico-social

dos en México", y es sede de la *Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas* (CIATTS), este último desde el 2007 a raíz del tornado de Piedras Negras, Coahuila.

La investigación sobre tornados mexicanos se inició hace 12 años por el investigador Jesús Manuel Macías Medrano, del CIESAS, con un estudio de un tornado ocurrido en la localidad Michoacana de Tzintzuntzan y del que publicó el libro que lleva por nombre "Descubriendo tornados en México". El libro referido nos da una riqueza de testimonios históricos de su ocurrencia en México en los siglos XIX y XX.

Posteriormente, entre 2004 y 2006, Avendaño (2006) realizó una investigación de cuatro casos de estudio sobre el tema de *tornados*: en Tzintzuntzan, Michoacán; en Apan, Hidalgo, en el Carmen Xalpatlahuaya, Tlaxcala y en Coacalco, Estado de México. En este estudio se recopiló información por medio de notas periodísticas del 2000 al 2004 de la ocurrencia de tornados en el territorio nacional. En este estudio se señala que a consecuencia de los primeros análisis de la ocurrencia de los tornados *no superceldas* y la disposición geográfica de los mismos se observa un área específica donde ocurren estos fenómenos con mayor frecuencia, la cual se denominó corredor de los tornados *Landspouts* o "corredor de las víboras",¹ como analogía al callejón de los tornados de E.U (Avendaño, 2006; Avendaño, 2007).

La producción del conocimiento logrado en el CIESAS a través del proyecto "*Proyecto Emergente de Investigación de tornados en México*", pionero en el campo de estudio, tanto en México como en América Latina, ha permitido desarrollar investigación de tipo meteorológico y antropológico de estos fenómenos, logrando una base de datos tanto hemerográfico como histórico, con más de 60 reportes (Avendaño, 2011). El fascículo "Tormentas Severas" incluye un capítulo sobre los tornados en México y resume los esfuerzos conjuntos de CENAPRED, IMTA-CONAGUA y CIESAS (CENAPRED, 2010).

¹ Se define corredor como sinónimo de franja, área o espacio donde se presentan anualmente los tornados no hay un límite bien definido.

METEOROLOGÍA DE LOS TORNADOS

La palabra "tornado" proviene en latín "tornare" que significa "girar". De acuerdo al Glosario de Meteorología un tornado es *"una columna de aire que rota violentamente, en contacto con el suelo, ya sea que dependa de una nube cumuliiforme o que se encuentre debajo de una nube cumuliiforme, y a menudo (pero no siempre) visible como un embudo"* (Glickman, 2000 en Doswell, 2001).

Algunos tornados están constituidos por un solo vórtice mientras que otros forman un sistema de varios de ellos que se mueven en órbita alrededor del centro de la circulación más grande del tornado. Estos vórtices se pueden formar y desaparecer en segundos (Figura 1).



Figura 1. Tornado con múltiples vórtices. Fuente: Donald Ahren, 1999: 405.

Clasificación de tornados según su origen

Los tornados según su origen se pueden clasificar en: tornados *superceldas* y tornados *no superceldas*.

- a) Tornados *superceldas*: son los que tienen su origen en una tormenta severa de larga duración y cuyo viento se encuentra en rotación, conocida como *mesociclón* o *superceldas*. Se forman cuando una columna de nube *cumulunimbus* gira y genera corrientes ascendentes dentro de la misma *cumulunimbus*, ésta se extiende en algunos

kilómetros de diámetros, lo que origina un cierto tipo de tormenta convectiva con ciertas condiciones que pueden generar fuertes vientos, grandes granizadas y tornados violentos.

b) Tornados no superceldas: El meteorólogo Bluestein de la Universidad de Oklahoma, usó el término "*Landspout*" para identificarlo como otro tipo de tornado: el tornado no supercelda (del término inglés *non-supercell tornado*). La formación de varios tornados *no superceldas* se inicia cerca de la superficie de la tierra y crece hacia las partes superiores. Los tornados *Landspout* son generalmente el tipo de tornados menos severos y en su mayoría se forman bajo nubes *cumulus congestus*. Los tornados *no supercelda* que ocurren en el mar o en otro cuerpo líquido recibe el nombre tromba o *waterspouts* (Smith, 1996). Existe una clasificación (Gustnadoes, *Landspouts*, *Waterspouts*), éstos suelen ser de menor magnitud y débiles a diferencia de los *superceldas* o *mesociclón*.



Figura 2: *Landspout* in East Wenatchee, Washington.

Fuente: <http://www.home-weather-stations-guide.com/waterspouts.html>

ESCALA DE FUJITA Y FUJITA MEJORADA (EF)

Existen varias escalas para medir la intensidad de un tornado, pero la más aceptada es la Escala de Fujita, elaborada en 1971 (<http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/f-scale.html>). Esta escala se basa en la destrucción ocasionada a las estructuras realizadas por el hombre y no al tamaño o velocidad del tornado. Se debe de evaluar los daños y se antepone una F en honor del autor (Tabla1).

ESCALA DE FUJITA MEJORADA

Actualmente se ha elaborado una Escala de Fujita Mejorada la cual dispone de los mismos grados de intensidad para clasificar a los tornados: de 0 a 5 (Tabla 2). La

diferencia fundamental surge en clasificar los daños respecto a diferentes y nuevas clases de estructuras e incluso dos categorías de árbol (WSEC, 2004).

Sin embargo, es importante destacar que la Escala Mejorada de Fujita no es de medición sino una estimación de los vientos, utiliza ráfagas de tres segundos en el lugar de los daños, basándose en un juicio de daños en 8 niveles de una lista de 28 indicaciones. Estas estimaciones varían según la altura y la exposición. Es importante recordar que las ráfagas de 3 segundos no se refieren al mismo viento utilizado en las observaciones de superficie tomadas por estaciones meteorológicas en exposición abierta; utilizando una medida de velocidades de una milla por minuto (ver The National Weather Servicio, 2004).

Tabla 1. Escala de Fujita para tornados, basada en los daños causados (1971)

Numero en la escala	Denominación de Intensidad	Velocidad del viento (km/h)	Tipo de daños
F0	Vendaval	60-100	Daños en chimeneas, rotura de ramas, árboles pequeños rotos, daños en señales y rótulos.
F1	Tornado moderado	101-180	Arranca partes de algunos tejados, mueve coches y autocaravanas (combinación de vivienda y medio de transporte), algunos árboles pequeños son arrancados.
F2	Tornado importante	181-250	Daños considerables. Arranca tejados, casas débiles destruidas, grandes árboles arrancados de raíz, objetos ligeros lanzados a gran velocidad.
F3	Tornado severo	251-320	Daños en construcciones sólidas, trenes afectados, la mayoría de los árboles son arrancados.
F4	Tornado devastador	321-420	Estructuras sólidas seriamente dañadas, estructuras con cimientos débiles arrancadas y arrastradas, coches y objetos pesados arrastrados.
F5	Tornado increíble	421-550	Edificios grandes seriamente afectados o derribados, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de aceros dañados.

Fuente: <http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/f-scale.html>

Tabla 2. Rasgos de velocidad de viento para la Escala Fujita Mejorada (EF) derivados de los rasgos de velocidad de viento de la Escala Fujita

Escala de fujita			Escala fujita mejorada (ef)		Escala ef mejorada en uso	
Escala Fujita	Más veloz 1/4-Km. (km./h.)	Ráfaga de 3 Segundos (km./h.)	EF Escala	Ráfaga de 3 Segundos (km./h.)	EF Clases	Ráfaga de 3 Segundos (km./h.)
F0	64-115	72-124	EF0	104-136	EF0	104-136
F1	116-179	125-187	EF1	137-174	EF1	137-176
F2	180-251	188-257	EF2	175-219	EF2	177-216
F3	252-331	258-334	EF3	220-267	EF3	217-264
F4	332-416	335-417	EF4	268-318	EF4	265-320
F5	417-508	336-507	EF5	319-374	EF5	Superior a 320

Fuente: WSEC, 2004

LA IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DE LOS TORNADOS EN MÉXICO

Los tornados se pueden presentar en diferentes partes del mundo, no obstante, es en Estado Unidos de América es donde frecuentemente se presentan estos fenómenos naturales y por ello las autoridades siempre están atentas al pronóstico del tiempo. El país vecino ha desarrollado métodos y conocimientos sobre las tormentas severas, por consiguiente es donde se observa un mayor avance en su Sistema de Protección. Se brinda una mayor atención a los tornados en cuanto a su difusión, publicación de boletines para que la población en riesgo obtenga información y tome acciones recomendables para protegerse de sus efectos. Por ejemplo, existe información para el público desde folletos con sugerencias para protegerse contra tornados, hay páginas de Internet, como la de la Agencia Federal para Manejo de Emergencia (FEMA) donde ofrecen sugerencias sobre planeación. Además cuentan con una serie de lineamientos y

La importancia de la hidrometeorología en el entorno económico-social

preparativos por la FEMA dando ejemplos generales sobre dónde, cuándo se presenta y cómo prepararse.

La finalidad de este sistema de alerta temprana es la de salvar vidas y reducir los daños que puedan causar a la población, pues tratar de disminuir el riesgo a la infraestructura existente en el campo y ciudades es prácticamente imposible. Hasta el momento el objetivo principal es tratar de proporcionar más tiempo a la población para que pueda resguardarse del fenómeno y así disminuir el número de muertos que causa año con año.

En México, no se llevan registros sistemáticos entorno a los tornados. Sin embargo, se pueden encontrar documentos que hacen evidente el hecho de que desde tiempos inmemorables los tornados se han presentado encubiertos bajo otras denominaciones como: "viboras de agua, de granizo, de aire", "colas, colas de nubes", "culebras", por mencionar algunas. Nuestros ancestros tenían conocimiento de este tipo de fenómeno natural, era un conocimiento "empírico" que en la actualidad persiste entre los campesinos. Recientemente se ha publicado el primer tornado documentado en México, el tornado de Tlaltecocolco 1521, (Velasco, 2010). La presencia de los tornados en el territorio nacional es significativa pues éstos han tenido impactos económicos, sociales y culturales a lo largo de la historia (Macías, 2001; Macías et al., 2007b; Avendaño, 2006, 2007, 2008, 2009).

En la parte norte del país se ha identificado tornados *Superceldas* (Macías 2001; Roger, 2000). En el centro de país se han presentado tornados *no superceldas* (*landspouts, waterspouts*) y con múltiples vórtice (Avendaño, 2006). En nuestro país se dan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de estos fenómenos. Algunos de éstos se presentan estacionalmente, mientras que otros esporádicamente. Dado que los tornados son fenómenos naturales que se presentan en nuestro país es necesario conocer su frecuencia y recurrencia.

Cuando se aproxima un tornado uno tiene poco tiempo para tomar algunas decisiones de vida o muerte, un plan y una respuesta rápida son factores claves para

sobrevivir a este fenómeno meteorológico. Los tornados representan un peligro para los habitantes que están expuestos.

IMPACTO ECONÓMICO DE ALGUNOS CASOS DE TORNADOS

En cuanto al impacto económico que han provocado estos fenómenos la información es casi inexistente. Sin embargo, pocos estudios han dado a conocer las pérdidas económicas sufridas: en el caso del tornado de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala los daños ascendieron a casi un millón de pesos, según estimación de la misma institución, en el caso del tornado de Coacalco, Estado de México cuyo municipio estimó un monto de \$112, 303.25 (Avendaño, 2006). Los daños directos de la ocurrencia del tornado de Tzintzuntzan se estimó en \$49, 208.832 (Macías, 2001).

Los eventos desastrosos, muchas veces funcionan como detonadores de procesos que afectan a la sociedad. El 24 de abril del 2007 se presentó un tornado con múltiples vórtices en Piedra Negras, Coahuila,² clasificado por el Servicio Meteorológico de los Estados Unidos con categoría F3 de acuerdo a la escala de Fujita Mejorada (Macías et al., 2007b). Tuvo que pasar este desastre para iniciar su reconocimiento y establecer su importancia, pues por un momento se pensó que era el primer tornado en México. Cabe mencionar que estos fenómenos no son resultados del cambio climático ya que se han presentado desde siglos atrás, como mencionamos antes. Sus efectos devastadores son visibles debido al crecimiento urbano así como el deterioro ambiental y sin embargo, en México no existe un programa de intervención oportuna para proteger a la población y la tecnología con la que se cuenta es insuficiente. Se debe de poner atención a este tipo de fenómeno natural ya que puede provocar la pérdida de vidas humanas. Las siguientes Figuras muestran los daños de los tornados antes mencionados.

² Cabe mencionar que el tornado también impactó a la ciudad de Eagles Pass en EU teniendo siete pérdidas de vidas humanas y tres en México.



Figura 3: Tornado en Yucatán, 2007.



Figura 4 Tornado en Apan, Hidalgo, 2002.



Figura 5. Daños en Rectoría de la UTT, Tlaxcala, 2004.



Figura 6. Árboles derribados por el tornado de Coacalco, EdoMex



Figura 7 Daños en Rectoría de la UTT, Tlaxcala, 2004



Figura 8. Viviendas dañadas por el tornado de Coacalco, EdoMex.

De acuerdo a CENAPRED (2009), las pérdidas económicas del tornado de Piedras Negras se estimaron en poco más *de 125 millones de pesos, de los cuales 59.8 se consideraron como daños directos y 65.3 como efectos indirectos asociados al impacto del fenómeno. Sin duda el sector más afectado fue el sector eléctrico, que concentró el 40% de los mismo** (Tabla 3). Además del monto señalado se deben lamentar los decesos ocurridos.

Tabla 3 Resumen de daños ocasionados por el tornado del 24 de abril en el municipio de Piedras Negras, Coahuila.

Concepto	Daños directos (miles de pesos)	Daños indirectos (miles de pesos)	Total (miles de pesos)	Porcentaje del total
Infraestructura social				
Vivienda	27,279	2,988	30,267	34.2
Educación	7,231	2,535	9,766	7.9
Salud	150	362	512	0.4
Infraestructura Hidráulica	0	80	80	0.1
Subtotal	34,661	5,965	40,625	32.5
Infraestructura económica				
Sector eléctrico	25,168	24,960	50,128	40.0
Subtotal	25,168	24,960	50,128	40.0
Sectores productivos				
Comercio e industria	0	6,197	6,197	5.0
Subtotal	0	6,197	6,197	5.0
Otros sectores				
Medio ambiente*	0	22,656	22,656	18.1
Atención a la emergencia	0	5,565	5,565	4.4
Subtotal	0	28,221	28,221	22.5
Total	59,829	65,342	125,171	100

* El monto de daños en medio ambiente corresponde a los sectores ejercidos en las labores de remoción de escombros, retiro de árboles caídos y reforestación.

Fuente: CENAPRED, 2009, 546

Algunas de las colonias afectadas por el fenómeno fueron: colonia Deportiva, Presidentes, Periodistas, Ejido Villa de Fuente y Villa de Fuentes. Esta última sufrió los daños más severos, en su mayoría la pérdida de viviendas (Figuras 9 y 10).



Figura 9. Daños por el tornado de Piedras Negras, 2007.



Figura 10. Viviendas dañadas por el tornado de Piedras Negras, 2007.

En total fueron 1,380 las viviendas que presentaron algún tipo de afectación; 233 daños menores, 242 parciales, 63 daño total (reconstrucción en el mismo sitio), mientras que 193 viviendas se reubicaron; otras 649 viviendas presentaron daños mínimos y las familias fueron apoyadas con un monto de dos mil pesos cada una, con el fin de resarcir los perjuicios en la cancelería, vidrios y puertas (CENAPRED, 2009). Los árboles arrancados de raíz, coches volteados, viviendas destechadas, viviendas arrasadas por completo, vidrios rotos, fueron los daños producto de los fuertes vientos asociados al tornado. Los vientos y los objetos levantados por las ráfagas representan el mayor peligro durante un tornado, éstos pueden sorprender a la población en cualquier lugar como: oficinas, viviendas, escuelas, en la calle, en el campo, etc. (Avendaño, 2010).

RECONOCIMIENTO DE LOS TORNADOS

Es así que en agosto de 2010, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) editó un fascículo de divulgación en el país, cuyo tema principal son "Tormenta Severas", en el que se incluye un capítulo sobre tornados en México y que trata sobre su "distribución"³ y contiene "recomendaciones elementales". El siguiente mapa muestra la distribución de los tornados en territorio nacional.

Además en el marco de la conmemoración del Bicentenario, el CENAPRED elaboró el mapa y folleto "*Peligros Naturales y Tecnológicos relevantes durante el periodo 1810/2010*" con el objetivo de fortalecer la memoria histórica de las manifestaciones de estos fenómenos impulsando una "cultura" de prevención y protección civil en los mexicanos. Ahí aparecen los tornados por primera vez, por lo que podemos considerar que es un gran avance al reconocer la presencia de los tornados en México.

³ Los funcionarios aún tienen prejuicio sobre éstos, ya que se les menciona de la siguiente manera: "posibles tornados", por lo que se carece de variables meteorológicas. Las recomendaciones que presento están basadas en la experiencia de la misma gente afectada por estos fenómenos.

La prevención de los desastres quiere decir, en primer lugar, anticiparse a ellos, reconocer que pueden ocurrir y conocer cómo y en dónde sucederá según la naturaleza del impacto esperado (Macías, 1999). En este sentido, la importancia radica en admitir la presencia de los tornados en el territorio mexicano, tanto por parte de las instituciones como de las instancias gubernamentales.

En marzo de 2011 el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) incorporó el término tornado en el *manual del código internacional FM 12-X1 SYNOP* y exhorta a los observadores meteorológicos del país a registrar este tipo de fenómeno (Herrera, 2011). Cabe mencionar que antes del 2009 no se consideraba a los tornados en el SMN. En este sentido la prevención de desastres está relacionada con las tormentas severas y por consiguiente el gobierno tendrá que atender a la población vulnerable.

CONCLUSIONES

Dado que los tornados son fenómenos naturales que se presentan en el país es necesario estar preparados para responder adecuadamente ante su ocurrencia. Los vientos y los objetos levantados por las ráfagas representan el mayor peligro durante un tornado, éstos pueden sorprender a la población en cualquier lugar (oficina, vivienda, escuela, en la calle, en el campo, etc).

Los tornados son fenómenos que exigen un sistema de alerta para la reducción de desastres en México. Se debe tener una organización interinstitucional para la prevención de riesgos y atención de contingencia naturales. Asimismo tener la responsabilidad pública y la participación social en la reducción de desastres y riesgos, es decir, realizar una buena planeación. La organización de sistemas de alerta involucra a los niveles federal, estatal y municipal en términos de responsabilidades.

La importancia de la hidrometeorología en el entorno económico-social

REFERENCIAS

Avendaño Ma. A. 2006. *Contribución al conocimiento y reconocimiento de la existencia de los tornados en México*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. UNAM. México.

Avendaño Ma. A. 2008. *Acciones preventivas ante tornados en México*. Memorias del Congreso Mexicano de Meteorología AC. México

Avendaño Ma. A. 2009. *Evidencias y reconocimiento de los tornados en México. El caso del tornado en Quintana Roo*. Memorias del Congreso Mexicano de Meteorología AC. México

Avendaño Ma. A. 2010. Tornados, en *Tormentas severas*. Serie de Fascículos N°15. SEGOB-CENAPRED. México. p 34-46

Avendaño Ma. A. 2011. El fascículo Tormentas Severas cubre un vacío en el conocimiento sobre amenazas naturales, en *La reconfiguración sociocultural y lingüística de Xaltitla en el Alto Balsa, Guerrero*. IchenTocolotl. CIESAS. México. Abril 2011. Año 21, Num 248. p.13-14

CENAPRED. 2009. Impacto socioeconómico del tornado ocurrido el 24 de abril de 2007 en el municipio de Piedras Negras, Coahuila, en *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2007*. Serie impacto socioeconómico de los desastres en México N°9. CENAPRED-SEGOB. México. p 533-568

CENAPRED. 2010. *Peligros Naturales y Tecnológicos. Relevantes durante el periodo 1810-2010*. CENAPRED-SEGOB. México.

CENAPRED. 2010. *Tormentas severas*. Serie de Fascículos N°15. CENAPRED-SEGOB. México.

REFERENCIAS

Avendaño Ma. A. 2006. *Contribución al conocimiento y reconocimiento de la existencia de los tornados en México*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. UNAM. México.

Avendaño Ma. A. 2008. *Acciones preventivas ante tornados en México*. Memorias del Congreso Mexicano de Meteorología AC. México

Avendaño Ma. A. 2009. *Evidencias y reconocimiento de los tornados en México. El caso del tornado en Quintana Roo*. Memorias del Congreso Mexicano de Meteorología AC. México

Avendaño Ma. A. 2010. Tornados, en *Tormentas severas*. Serie de Fascículos N°15. SEGOB-CENAPRED. México. p 34-46

Avendaño Ma. A. 2011. El fascículo Tormentas Severas cubre un vacío en el conocimiento sobre amenazas naturales, en *La reconfiguración sociocultural y lingüística de Xaltitla en el Alto Balsa, Guerrero*. IchanTocolotl. CIESAS. México. Abril 2011. Año 21, Num 248. p.13-14

CENAPRED. 2009. Impacto socioeconómico del tornado ocurrido el 24 de abril de 2007 en el municipio de Piedras Negras, Coahuila, en *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2007*. Serie impacto socioeconómico de los desastres en México N°9. CENAPRED-SEGOB. México. p 533-563

CENAPRED. 2010. *Peligros Naturales y Tecnológicos. Relevantes durante el periodo 1910-2010*. CENAPRED-SEGOB. México.

CENAPRED. 2010. *Tormentas severas*. Serie de Fascículos N°15. CENAPRED-SEGOB. México.

Doswell CA. 2001. *What is a tornado?*. http://www.cimms.ou.edu/~doswell/a_tornado/atomado.html. Consultado en marzo de 2011.

Donald A. 1999. *Meteorology today. An introduction to weather climate, and the environment*. sixth edition. EE.UU.

Herrera G (compilo). 2011. *Manual de código internacional FM 12-X1 SYNOP*. CONAGUA-SEMARNAT-SMN. México.

Home Heather Stations Guide. 2005 Waterspouts, Landspouts, Dust Devils and Other Spinning Winds. <http://www.home-weather-stations-guide.com/waterspouts.html>. Consultado en marzo de 2011.

Macías JM. 1999. *Desastres y protección civil: problemas sociales, políticos y organizacionales*, Dirección General de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal, CIESAS, México, 1999.

Macías JM. 2001. *Descubriendo tornados en México. El caso del tornado del Tzintzuntzan*. México. CIESAS. México.

Macías JM. 2007a. "Los desastres, su impacto social y la importancia de su prevención", en: *Memorias del Seminario de protección civil y desastres inducidos por fenómenos naturales*. Fondo Consultivo Científico y Tecnológico-CONACYT, México.

Macías JM, Avendano A y otros. 2007b. *Reporte de Investigación. El tornado de Piedras Negras del 24 de abril de 2007*. CIESAS. México.

Roger E. 2000. Supercell of the Serranías del Burro (México). <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/114980.pdf>. Consultado en marzo de 2011.

Smith R. 1996. Non-supercell tornadoes: a review for forecasters.
<http://www.srh.noaa.gov/topics/attach/html/ssd95-8.htm> . Consultado en marzo de 2011.

Velasco O. 2010. *The earliest documented Tornado in the Americas*. Tlatelolco, August 1521. American Meteorological Society. EEUU

WSEC. 2004. A Recommendation for Enhanced Fujita Scale (EF-Scale). Wind Science and Engineering Center. Texas Tech University. Lubbock. Texas.

