

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

TITULO:

**CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO Y RECONOCIMIENTO DE LA
EXISTENCIA DE LOS TORNADOS EN MÉXICO.**

**PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

PRESENTA:

MARÍA ASUNCIÓN AVENDAÑO GARCÍA

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. JESÚS MANUEL MACÍAS MEDRANO

Ciudad Universitaria., México 2006.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mi familia

A mis papás. Juventino Avendaño C. e Irma García C. Como un testimonio eterno de agradecimiento por haberme brindado la oportunidad de estudiar, por el apoyo moral que desde siempre me dispensaron y gracias al cual he logrado terminar mi carrera profesional, que es para mí, la mejor de las herencias.

A mis hermanos que siempre me consienten: Noe, Moisés, Roberto, Isaías y Jorge.

A mis Tías. Enedina y Gloria Avendaño que siempre tienen sus corazones abiertos para recibir a toda persona que llega a esa casa llena de amor en Tocatlán, Tlax.

A mis abuelitos: Papá Agustín y Mamá Licha como suelo decirles con cariño.

A mis padrinos. Manuelito Fragoso y Silvianita quienes siempre me dan consejos para seguir el buen camino en la vida. A mi madrina Elia Fragoso (†).

Agradecimientos a quienes me apoyaron a finalizar la tesis.

Quiero expresar mi agradecimiento más sincero al Dr. Jesús Manuel Macías M., por la dirección de esta tesis y su invaluable apoyo para la realización de este trabajo de investigación. Por darme la oportunidad de ser parte de su grupo de trabajo en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) e incursionar en los temas de desastres con aportaciones de las ciencias sociales para entender su importancia. Porque su tenacidad y entrega a la investigación es un ejemplo a seguir y continuará siendo un incentivo directo en mi formación profesional.

A los sinodales. Dra. Laura Elena Maderey, Dr. Ernesto Jáuregui, Dra. Liliana Levi, Mtra. Gabriela Vera. Por las correcciones de la presente tesis así como las críticas, comentarios y sus valiosas sugerencias para mejorar el presente trabajo.

Al grupo de Radiación Solar. Dr. Mauro Valdés por las ideas aportadas en su momento, al Dr. Amando Leyva, y en especial al Señor Ernesto quien siempre está para darme consejos.

Al grupo incondicional de amigos que me apoyaron en Coacalco, Edo de México., para realizar las encuestas que fueron la base de esta tesis: Magdalena Hernández, Emma de La Rosa, Lilia Reveles, Claudia Martínez, Beatriz Méndez y Omar Castillo. A Lourdes Martínez quien elaboró los mapas, María del Rayo Alejandra Campos.

A la máxima casa de estudios: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) donde siempre encontraré a una gama de amigos de diferentes actividades tanto académicas, deportivas como artísticas: el Representativo de PUMAS y de la FFyL, así mismo del Coro, Espeleología, en las salidas de trabajo de campo de la carrera de Geografía, en el mismo CIESAS, en fin. De antemano me disculpo si no aparecen todos mis amigos y compañeros. Comencemos con: Rayito, Emmita, Pepé, Vladi, Nancy, Blanquita, Edgar, JC, Jinki, Pao, Horte, Margarita, Chio, Chivis, Itzel, Mayra, Olivia, Sanzón, Chiva, Sabris, Marisol, Rubén, Auri, Abi, Lulú (geofísica), El señor Gerardo Espinoza (PC de Huamantla), Oscar (UTT), Ing. Benjamín (UTT), Familia Monrroy.

Como no te voy a querer...

México, Pumas, UNAM. Goya! Goya! Universidad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
--------------------	---

CAPITULO 1

METEOROLOGÍA DE LOS TORNADOS

Definición	8
Tornados superceldas, no superceldas y Tornados asociados a los ciclones	9
Escala de Fujita - Pearson	13
Fuente de Energía.....	15
Conocimiento de los tornados en algunos países del mundo	17
Organización Tormentas Severas	25
Tecnología.....	27

CAPITULO 2

PRESENCIA DE TORNADOS EN MÉXICO

Antecedentes Históricos de los Tornados denominados “Serpientes, Culebras y Víboras”	36
Registros periodísticos sobre tornados en México 2000-2004	41
Distribución Geográfica de los Tornados en la Republica Mexicana.....	57
El Corredor de los Tornados <i>Landspout</i> denominado “Corredor de las Víboras”	61
La visión de la población acerca del fenómeno meteorológico llamado tornado <i>Landspout</i>	65
Instituciones Gubernamentales	68

CAPÍTULO 3

TORNADOS EN LOS ESTADOS DE MICHOACÁN, HIDALGO, TLAXCALA Y MÉXICO

<i>El Tornado de Tzintzuntzan, Michoacán</i>74
Medio Físico74
Datos generales y descripción de la ocurrencia75
Meteorológica General78
Formas de enfrentar a los tornados para la población79
Impacto económico80
<i>El Tornado de Mala Yerba, Apan, Hidalgo</i>82
<i>El Tornado del Carmen Xalpatlahuaya, Tlaxcala</i>	101
<i>El Tornado de Coacalco, Estado de México</i>	119
Análisis comparativos de las cuatro zonas de estudio	130
CONCLUSIONES.....	137
Bibliografía	144
Anexo	152

ÍNDICE DE CUADROS

Capítulo 1

1.1	Ciclones tropicales 1960-1998	12
1.2	Escala de Fujita	14
1.3	Tornados y corrientes descendientes Uruguay	21
1.4	Tornados Históricos en España	22
1.5	Tornados por continentes.....	23

Capítulo 2

2.1	Registro periodísticos e Internet 2000.....	42
2.2	Registro periodísticos e Internet 2001	44
2.3	Registro periodísticos e Internet 2002.....	45
2.4	Registro periodísticos e Internet 2003.....	46
2.5	Registro periodísticos e Internet 2004.....	49

Capítulo 3

3.1	Catálogo de estaciones climatológicas sistema Clicom	137
-----	--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1

1.1	Formación de un tornado	10
1.2	Información por medio de un radar	32

ÍNDICE DE FOTOS

Capítulo 1

1.1	Tornado en Colorado	8
1.2	Tornado no-supercelda en Sublette, Kansas el 15 de mayo de 1991	11
1.3	Apreciación de los diferentes tipos de tornados, en relación con la	

intensidad del viento máximo	15
1.4 Al menos 6 tornados	28
1.5 Tornados en Texas, 27 de marzo de 1997.....	28
1.6 Radar de banda.....	31

Capítulo 2

2.1 Corresponde a un tornado en las grandes planicies de los EE.UU.....	67
2.2 Tornado en los llanos de Apan, Hidalgo., México	67

Capítulo 3

3.1 Tornado en Tzintzuntzan, Michoacán	77
3.2 Cohetes lanzados por los lugareños (San Isidro Tietlapayac, Hgo.) para evitar la presencia de una “víbora”	97
3.3 Daños ocasionados por el tornado en Mala Yerba, Apan.,Hidalgo	98
3.4 Tornado <i>Landspoust</i> , Apan, Hidalgo	99
3.5 Ventanales desprendidos por el tornado. Edificio de Rectoría	114
3.6 Finalización del tornado <i>Landspoust</i>	115
3.7 El paso del tornado por el edificio “E” dirección de Vinculación de las instalaciones UTT	118
3.8-3.9 Techos afectados, cubiertos por plásticos y lonas por el paso del tornado. Fraccionamiento El Laurel.....	127
3.10-311 Testimonio de árboles caídos por el tornado. Av CTM.....	127

ÍNDICE DE MAPAS

Capítulo 1

1.1 Distribución de tornados alrededor del mundo.....	18
1.2 Radares en Estados Unidos.....	30

Capítulo 2

2.1 Localización de tornados en México.....	59
---	----

2.2 “El Corredor de las Víboras”	64
--	----

ÍNDICE DE CROQUIS

Capítulo 3

3.1 Trayectoria del tornado Tzintzuntzan, Michoacán.	76
3.2 Trayectoria del tornado en Mala Yerba, Apan., Hidalgo	84
3.3 Trayecto y zonas dañadas por el tornado en forma de zigzag en las instalaciones de la UTT, Tlaxcala	117
3.4 Trayecto y zona daños por el tornado en Coacalco	129

ÍNDICE DE GRAFÍCAS

Capítulo 1

1.1 Tornados alrededor del mundo por Brooks H.....	24
--	----

Capítulo 2

2.1 Ocurrencia de tornados por mes en México.....	60
---	----

Capítulo 3

Apan, Hidalgo.

a Velocidad del viento	91
b Velocidad del viento en ráfagas	92
c Temperatura	92
d Humedad Relativa.....	93
e Presión barométrica	93
f Precipitación.....	94
g Radiación Solar	94

Huamantla, Tlaxcala.

3.1 Velocidad del viento	107
--------------------------------	-----

3.2 Velocidad del viento en ráfagas	107
3.3 Temperatura	108
3.4 Humedad Relativa.....	108
3.5 Presión barométrica	109
3.6 Precipitación.....	109
3.7 Radiación Solar	110

INTRODUCCIÓN

“Los tornados han sido un enigma, esporádicos y violentos producen fuertes vientos de superficie y causan anualmente más muertos en Estados Unidos que cualquier otro fenómeno natural, además de los rayos” (Joh Erickson, 1991). La palabra “tornado” proviene del latín tornare que significa “girar”. El tornado es un fenómeno meteorológico que se produce a raíz de una rotación de aire de gran intensidad y de poca extensión horizontal, que se prolonga desde la base de una nube madre, básicamente un Cumulonimbus o Cumulus potente.

Estados Unidos es el país que cuenta con mayor desarrollo tecnológico en cuanto a los estudios se refiere, y sobre todo en la meteorología de mesoescala, esto lleva a que tenga registros de tornados y que tengan claro cuántos tornados se presentan al año. Sin embargo, no quiere decir que sea ahí en donde más tornados se registren ni que sean los más activos, otros países como Canadá, Rusia, Australia, China también son propensos a ellos y han registrado desastres importantes. Sin embargo, hay países en vías de desarrollo como India, Bangladesh, entre ellos México, que carecen de sistemas de monitoreo o registros sistemáticos para la detección de tornados. Por consecuencia en nuestro país se desconoce su impacto global en la geografía nacional.

El presente estudio pretende contribuir al conocimiento y reconocimiento de la existencia de los tornados en México. En otras palabras, se trata de certificar la existencia de los tornados puesto que no están en el inventario de las amenazas naturales, a diferencia de otros fenómenos naturales como huracanes, incendios, sismos, inundaciones, entre otros.

Hablar de la ocurrencia de tornados en México resulta, tanto para investigadores como instituciones un tema desconocido y de poco significado. Si le preguntamos a algún meteorólogo sobre la existencia de tornados en nuestro país, los más abiertos dirán que son débiles y raros, que no se pueden catalogar como tales, y

los más herméticos negarán su existencia dado que piensan que los tornados no ocurren en nuestro país debido a sus características físicas.

Sin embargo, la presente investigación que se ha llevado a cabo aporta resultados interesantes en la que se demuestra que los tornados en el territorio nacional sí existen y su impacto social es significativo. En los medios de comunicación existe un grado de confusión en el vocabulario para denominar a los tornados.

De igual modo es importante resaltar que estos fenómenos son conocidos por las comunidades rurales de diferentes estados de la República con distintos nombres: “Víboras de Agua”, “Manga de Agua”, “Cola de Nube”, “Víbora de Granizo” o “Culebras de Agua”, etc. Los meteorólogos norteamericanos llaman a este tipo de tornados “débiles” o no-supercelda para diferenciarlos de los tornados poderosos que se suelen asociar a sistemas meteorológicos llamados superceldas o mesociclones (masas de aire rotando o columna de nube rotativa el cual puede contener un tornado). Quizás los tornados en México no se consideran tan significativos como los huracanes por citar un ejemplo, pero no por ello dejan de ser importantes o deben de pasar desapercibidos para la población Mexicana, porque como antes mencione causan daños a la población. Cabe señalar, que en México se han detectado superceldas en el Norte del país (ver a Macías, 2002).

Como resultado de todo lo anterior, en México no existen sistemas de alerta como: sirenas, radares, albergues o pronósticos; de modo que es importante dar un impulso a la parte de la meteorología de mesoescala para prevenir o dar información a la población que se encuentra en zona de riesgo propensa a la ocurrencia de tornados. Es decir, se deben desarrollar estudios científicos y un análisis de su impacto social.

Por otro lado, el presente estudio es resultado de una enorme inquietud, ya que ofrece algunos puntos de vista que no han sido suficientemente ventilados en la opinión pública sobre la amenaza de los tornados. La investigación sobre los

tornados mexicanos fue iniciada hace seis años por Jesús Manuel Macías, Investigador del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), con el examen de un tornado ocurrido en la localidad michoacana de Tzintzuntzan el 26 de agosto de 2000, del que publicó un libro que lleva por nombre "Descubriendo tornados en México". El trabajo referido nos da una riqueza de testimonios históricos de su ocurrencia en México desde los siglos XIX-XX. A partir de ese tornado michoacano comenzó el interés por documentar la existencia de tornados en México, tanto en su dimensión meteorológica como en las formas culturales en que las poblaciones de los lugares afectados por ellos los han asimilado bajo el influjo de explicaciones simbólicas muy ligadas a la religión.

En nuestra investigación hemos observado que la mayoría de los tornados que se presentan en México corresponden a lo que se le conoce como *tornado débil* o tornado no-supercelda (del término inglés *non-supercell tornado*), también denominado en inglés como *Landspouts*. Después del tornado de Michoacán, se presentó un fenómeno tornádico muy interesante en la comunidad de Mala Yerba, el 1ro de abril del 2002 en el municipio de Apan, Hgo., que originó un proyecto de investigación dirigido por el mismo investigador y al cual se incorporó la que suscribe. A raíz de este primer trabajo, se acrecentó mi interés por estudiar y recabar información de tornados a tal grado de ubicar el tema en el centro de mi trabajo de tesis profesional.

El creer en la existencia de tornados en México creó grandes incertidumbres e inquietudes provocando el comienzo del trabajo de campo con varias interrogantes, así mismo dió lugar a la elaboración de una gama de hipótesis y a indagar varios aspectos.

Tomando como base los estudios y definiciones de los meteorólogos estadounidenses Bluestein (1985), Smith (1996) y del Servicio Nacional de Meteorología (SMN por sus siglas en inglés, 1992), me permitieron comprender la diferencia entre los tornados superceldas y no superceldas, se retoma de ellos la

definición de tornados así como sus características, formas y desarrollo meteorológico. Cabe mencionar que fue fundamental para esta tesis el libro “Descubriendo tornados en México” de Macías (2002).

En cuanto al aspecto social, se retomo a Macías (2002), Glockner (2000), Broda J (2001) y Maldonado (1989) para entender el proceso de protección como acción simbólica y real, denominación de los tornados, asociación de los tornados en la cosmovisión y el sincretismo.

Para la investigación, no se contó con los instrumentos apropiados que me permitieran tener un registro de estos fenómenos como lo hacen los científicos estadounidenses. Por lo que a través del propio registro hemerográfico que elaboré y las entrevistas con la gente que ha vivido toda su vida en la región, logré construir una metodología que me posibilitó determinar un corredor de tornados en México, donde ocurren con mayor frecuencia y que se puede denominar el “corredor” de los tornados *Landspouts*, “El Corredor de las Víboras”. Se sugiere retomar la denominación popular de los fenómenos en la región que abarca parte del Estado de México, los llanos Apan, Hidalgo hasta el área de Huamantla, Tlaxcala y Puebla. En los estudios de caso de ocurrencias de tornados se han obtenido evidencias y testimonios a través de entrevistas con la gente de esos municipios. La población del corredor los conocen como “Víboras de agua, granizo y de aire” o “culebra”, los cuales han ocurrido con más frecuencia de lo que “aparentemente” se piensa, pues conforme se ha avanzado en la investigación nos hemos percatado que siempre han existido en la zona, sin embargo, no deja de sorprender que para el resto de la población, principalmente en zonas urbanas, son pocos conocidos. Pero lo más inquietante es que para el medio científico el desconocimiento sea aún más grande. Señalo que el “corredor” por ahora es solamente hipotético porque no existen registros meteorológicos. No obstante, en este análisis de registro se observó que los tornados ocurrían con frecuencia, de lo anterior, se sugirió que probablemente es ahí donde existen condiciones meteorológicas que le dan cierta homogeneidad.

En un principio la propuesta era interpolar el “corredor” con datos de las estaciones meteorológicas para conocer el comportamiento en un determinado lapso de tiempo, pero ante la problemática de la falta registros en el Servicio Meteorológico Nacional se recurrió a testimonios orales sobre su correnca del fenómeno en algunos municipios del corredor.

Para entender el estudio de los tornados en México se definieron dos niveles: el primero (la visión de la gente) entender el proceso de la formación (refiriéndose al proceso de desarrollo), fisonomía o asociación con las “víboras” según la gente y así corroborar el fenómeno tornado. El segundo nivel (desde la meteorología), sirvió para obtener datos meteorológicos sobre el comportamiento antes de la presencia de un tornado. Estos dos niveles relacionados, por supuesto, con el ámbito tanto simbólico como físico, dieron pauta para detectar que es una zona vulnerable como veremos en el capítulo 2. Este conjunto de relaciones sociales se entremezclan presentando una riqueza de análisis como un punto de partida o el principio de algunas investigaciones a futuro.

Para realizar la tesis en general se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica y hemerográfica acerca del tema de investigación, consultando libros, revistas, folletos, boletines y periódicos. Por otro lado se realizó trabajo de campo en las cuatro zonas de estudio y se aplicaron entrevistas abiertas y cuestionarios.

La tesis se divide en tres capítulos: El 1ro contiene la meteorología de los tornados (superceldas, no superceldas (débiles o *landspouts*) y tornados asociados a los ciclones) apoyándose en la literatura estadounidense debido a su alta incidencia y tecnología de punta; de igual manera se recabó información periodística para obtener conocimiento de los tornados en diferentes puntos del mundo y por último, sobre las organizaciones que intervienen en el caso de la ocurrencia de un tornado.

El 2do capítulo de la tesis corresponde a los tornados en México, primero se presentan los antecedentes históricos de tornados denominados “Serpientes, Culebras, Víboras”, con ejemplos que muestran cómo la conquista de México significó un proceso de amalgamiento, visto de otra manera, el sincretismo según Maldonado (1989). Para este apartado recurrí a libros y notas periodísticas ante la imposibilidad de obtener otro tipo de registro (datos meteorológicos). El periodo de estudio para conocer la frecuencia y ocurrencia de este fenómeno, además de su localización geográfica, se centra en los años 2000-2004. También se relacionan los tornados *landspouts* con las “víboras” y por último se habla de las instituciones gubernamentales que tienen relación con fenómenos de esta índole en la cual se nota escasez de información (datos meteorológicos), tal es el caso de las estaciones tradicionales, imágenes de satélites y radares con lo que cuenta México. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es la institución que se encarga de procesar los datos, así como también se habla del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) que se encarga de prevenir o mitigar daños a la comunidad.

El tercer capítulo trata de cuatro estudios de caso: Tzintzuntzan, Michoacán., Apan, Hidalgo., El Carmen Xalpatlahuaya, Huamantla, Tlaxcala y por último Coacalco, Estado de México. Se realizó una búsqueda hemerográfica de las zonas antes mencionadas y posteriormente se visitaron las cuatro localidades para hacer la investigación de campo en donde se realizaron entrevistas y encuestas (abierta y cerrada) en la zona dañada por el tornado. Las entrevistas que realicé se fundamentan en el suceso o experiencia vivida por la población en el momento que se presentó el tornado, es decir, la respuesta de orden simbólico y práctico. Posteriormente se recabaron datos meteorológicos, boletines, imágenes de satélite en el SMN. En el caso del Carmen Xalpatlahuaya se tuvo que ir al sitio de la estación que coincidió con el lugar de ocurrencia del tornado, ya que el SMN no contaba con dichos datos. En este mismo capítulo se realiza un análisis comparativo de las zonas antes mencionadas, desde el punto de vista del comportamiento de las variables meteorológicas de la estación automática Apan y

La Universidad Tecnológica Tlaxcala, así como la ocurrencia, temporalidad, trayectoria, las formas, manifestaciones sociales, las múltiples denominaciones que se les da a los tornados, impacto económico y por último los daños en las cuatro comunidades. El capítulo contiene las conclusiones y propuestas.

En este capítulo se usó el material recabado por un grupo de estudiantes de la UNAM dirigido por Jesús Manuel Macías quienes se encargaron de realizar encuestas en las siguientes comunidades: Apan, Hidalgo: Daniel Estrada, Luis Ricardo Chávez, Edson Inchaurregui, Alejandro Guzmán, Rodrigo Tovar, Magdalena Hernández, Emma de la Rosa. Las compañeras antes mencionadas participaron también en el trabajo de campo en la UTT, Tlaxcala y Coacalco, Estado de México., para éste último estado colaboraron: Lilia Reveles, Beatriz Méndez, Claudia Martínez, Omar Castillo. Cabe señalar, que retomo de Alejandra Boyer (2000), Macías (2002), resultados del evento tornádico de Tzintzuntzan, Michoacán. A todos ellos mis reconocimientos.

CAPITULO 1

METEOROLOGÍA DE LOS TORNADOS

Definición

El *tornado* es la perturbación atmosférica más violenta en forma de remolino que se forma a partir de una nube *cumulonimbus*¹, de extraordinario desarrollo resultado de una excesiva inestabilidad; provoca un intenso descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica. Ver página la Internet (http://www.srh.noaa.gov/spanish/glosario/glosario_t.php#TORNADO)

De acuerdo con la National Weather Service (SMN, 1992), los tornados son tormentas de embudo que ocurren cuando chocan masas de aire con diferentes cualidades físicas (densidad, temperatura, humedad y velocidad). Esos violentos vientos giratorios convergen para formar un torbellino, el cual es usualmente estrecho en la base de una nube Cumulonimbus o Cumulus y da al tornado su típica apariencia de embudo, algunos meteorólogos sugieren (Llaugé, 1971) que estos torbellinos, llamados también *chimeneas* o *mangas*, generalmente tienen un diámetro inferior a 1 km, aunque muchas veces apenas llegan a los 100 metros. (ver foto No. 1.1)



Foto N° 1.1. *Tornado* en Colorado (Estados Unidos).
Fuente: Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA)

Tornados Superceldas, No Superceldas y Tornados Asociados a los Ciclones.

Tornados Superceldas

Los tornados poderosos o de mayor magnitud se forman debajo de la base de superceldas que son grandes tormentas eléctricas de larga duración cuyo viento se encuentran en rotación, es decir un mesociclón o supercelda se forma cuando una columna de nube cumulonimbus gira y genera corrientes ascendentes dentro de la misma cumulonimbus, ésta se extiende en algunos kilómetros de diámetro, lo que origina un cierto tipo de tormenta convectivas con ciertas condiciones que pueden generar fuertes vientos, grandes granizadas y tornados violentos, devastadores sobre una amplia trayectoria. Dado que resulta difícil medir la velocidad del viento y la potencia de los tornados, los científicos los clasifican de acuerdo al daño que causan. Según la escala de Fujita, los tornados catalogados como F4 y F5, son considerados como devastador e increíble con velocidad de viento mayores a 320km/h (ver escala de Fujita en este mismo capítulo). De igual manera, los tornados superceldas se generan cuando hay una alta inestabilidad atmosférica dando origen a un vórtice o vórtices, presentando un sistema organizado de circulación, como ya ha sido mencionado, otra característica común es la baja presión atmosférica (fuerza por unidad de área, ejercida sobre una superficie determinada N/m^2) en el centro de la tormenta y enorme velocidad del viento (Ver: Smith R (1996), Doswell and Burgess (1993)).

De acuerdo con Williams, 2000 “La supercelda tiene como única característica, se identifica a distancia por su apariencia de “coliflor”, produce fuertes tornados, intensas granizadas y peligrosos vientos, con violentas corrientes ascendentes superiores a 273 km/h y el aire se eleva aparentemente en forma de sacacorcho; en el tope de la columna que se está elevando forma un “domo” o torre de desarrollo excesivo”.

¹ Nube densa y potente de considerable desarrollo vertical que produce chubascos y tormentas eléctricas.

Las fuertes corrientes ascendentes dentro de la supercelda atraen las corrientes de aire del entorno, de manera que la rotación se va concentrando e incrementando a medida que las corrientes ascendentes crecen en fuerza y extensión. La rotación incrementa su velocidad y las corrientes ascendentes se convierten en una columna estrecha y giratoria hacia arriba. (ver figura No. 1.1)

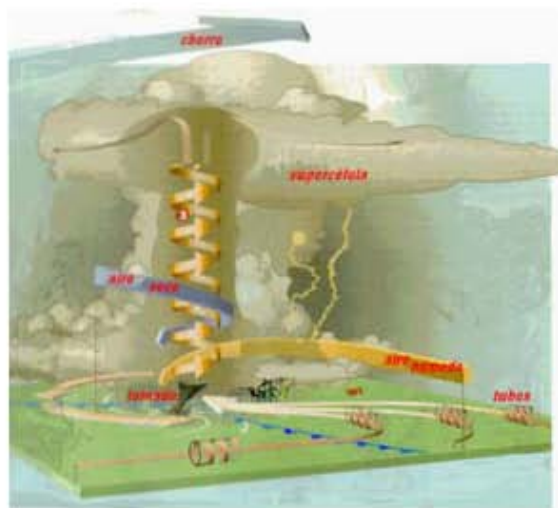


Figura N°1.1. Formación de un Tornado

Tornados no-superceldas

Existe una clasificación de los tornados no-superceldas (*Gustnadoes, Landspouts, Waterspouts*), éstos suelen ser de menor magnitud y débiles a diferencia de los superceldas o mesociclón. La intensidad de los tornados es estimada de acuerdo a la escala denominada Fujita, la cual se basa en la destrucción ocasionada a las estructuras construidas por el hombre y no al tamaño, diámetro o velocidad del tornado, es decir, lo que se evalúa son los daños. El número de escala en la que se encuentran estos tornados son F0 y F1 denominado como tornados débil teniendo un ciclo de vida menor a 10 minutos según Fujita, 1957 (ver Escala de Fujita en este capítulo).

El meteorólogo Bluestein de la Universidad de Oklahoma, usó el termino “*landspout*” para identificarlo como otro tipo de tornado: el tornado no-supercelda pues le encontró similitud con los *waterspouts*, es decir los *landspouts* que es una

analogía de la tromba marina común que en la mayoría de los casos se convierten en tornado no-superceldas.

La rotación de varios tornados no superceldas se inicia cerca de la superficie de la tierra y crece hacia las partes superiores, en otras palabras, este tipo de tornados se forma cuando una nube cumulus congestus o cumulonimbus en rápida formación atrae el aire que circula lentamente y de manera giratoria en los niveles inferiores de superficie de la tierra. A hora bien, es importante señalar que no siempre es visible el típico embudo del tornado giratorio el cual es formado por polvo, agua y nubes, es decir, puede haber un embudo formándose desde la nube y un remolino (o vórtice) de polvo que se eleva desde el suelo y entre el embudo de la nube y el remolino en superficie puede ser visible o transparente. Esto se debe a las condiciones de aire seco que tiene una nube de condensación que no hace visible el embudo completamente entre la nube y el suelo.

Técnicamente hablando los tornados no superceldas se forman de un viento giratorio y da inicio a un vórtice vertical pre-existente formado cerca de la superficie, es decir de una corriente ascendente con un vórtice simple que se estira cuando una corriente de aire ascendente convectiva se convierte y se mueve sobre la nube (convección húmeda profunda). (ver foto No. 1.2)



Foto N° 1.2. Un ejemplo de un acontecimiento del tornado (a veces llamado un "landspout") cerca de Sublette, Kansas el 15 de mayo de 1991. Observe que esto es una base nube relativamente alto, estimado en cerca de 5.000 pies. 1991 de la fotografía de C. Doswell.

Tornados asociados a los Ciclones

Durante los huracanes es posible que se desarrollen pequeños tornados que se añaden al poder destructivo de las tormentas, mientras que otros desarrollan múltiples tornados. “Usualmente se desarrollan al frente y en el lado derecho (en el Hemisferio Norte) de los huracanes cuando tocan tierra y empiezan a disiparse. Los vientos de la superficie disminuyen rápidamente y esto crea un fuerte cizallamiento vertical del viento que permite el desarrollo de tornados. A veces ocurre que los vientos destructores de los huracanes y de los tornados sigan la misma trayectoria, haciendo difícil separar los daños. El Huracán Bertha de 1969 produjo un enjambre de más de 100 tornados en la costa de Texas” ver la página de la Internet (<http://www.jmarcano.com/riesgos/informa/huracan/huracan3.html>).

Otro ejemplo es el Huracán Beulah en 1967, el cual golpeó la costa sureña de Texas y produjo 117 tornados (ver cuadro No. 1.1). El Servicio Nacional de Meteorología (NWS por sus siglas en inglés) señala que Generalmente...”tornados asociados con huracanes son menos intensos que éstos que ocurren en las partes centrales de la nación (EE.UU). Sin embargo... los efectos de los tornados... en combinación con los vientos de fuerza de huracanes... pueden producir daños substanciales.”

Tormentas (años)	No. de tornados	F2 daños	F3 o grande daños	Muertes	Heridos Injurias
Agnes (1972)	30	7	2	0	84
Alicia (1983)	22	1	0	0	0
Allen (1980)	35	10	1	0	31
Andrew (1992)	56	1	1	2	49
Beryl (1994)	35	8	3	0	58
Beulah (1967)	117	5	6	5	41
Carla (1961)	20	6	7	14	335*
Danny (1985)	42	9	5	1	63
David (1979)	34	13	2	2	31
Georges (1998)	42	1	0	0	36
Gilbert (1988)	41	3	0	1	10
Josephine (1996)	30	2	0	0	1
Opal (1995)	32	2	0	1	6

Cuadro N° 1.1. Ciclones tropicales desde 1961-1998

Fuente tomada por Curtis L, 2004.

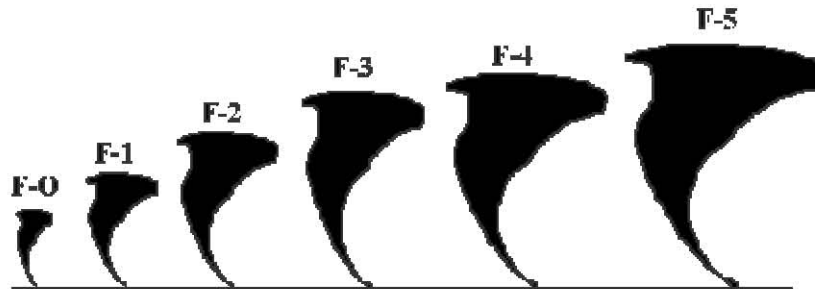
Los huracanes Katrina, Stan y Wilma, todos ellos del 2005, han propiciado tornados. En Cuba, tres tornados asociados a Wilma castigaron a la occidental provincia de Pinar del Río. En la Zona de San Juan y Martínez, en dicha provincia, uno de los tornados afectó depósitos de tabaco, uno de los principales rubros de explotación de la isla que genera ventas anuales por unos 250 millones de dólares. De igual manera, Wilma generó múltiples tornados en diversos puntos de Florida e incluso cerca de las instalaciones de la NASA en Cabo Cañaveral. Otro ejemplo es el de Georgia en el que por el huracán Katrina se registraron algunos tornados que arrancaron docenas de edificios y causaron al menos un muerto de acuerdo a la siguiente página (<http://www.lukor.com/not-por/0508/30204020.htm>).

Escala de Fujita-Pearson

Existen varias clasificaciones para medir las escalas de un tornado, pero dos son las más aceptadas universalmente, una es la Escala de Fujita, de la cual se desprende una segunda clasificación que simplifica a la primera.

La Escala de Fujita, fue elaborada en 1957 por T. Theodore Fujita de la Universidad de Chicago. Esta escala se basa en la destrucción ocasionada a las estructuras construidas por el hombre y no al tamaño, diámetro o velocidad del tornado. No se puede, entonces, mirar un tornado y calcular su intensidad. Se deben evaluar los daños causados.

Hay 6 grados (del 0 al 5) y se antepone una “F” en honor a su autor:



Numero en la escala	Denominación de Intensidad	Velocidad del viento	Tipo de daños
F0	Vendaval	60-100 km/h	Daños en chimeneas, rotura de ramas, árboles pequeños rotos, daños en señales y rótulos.
F1	Tornado moderado	100-180 km/h	El limite inferior es el comienzo de la velocidad del viento en un huracán. Arranca partes de algunos tejados, mueve coches y auto-caravanas, algunos árboles pequeños arrancados.
F2	Tornado importante	180-250 km/h	Daños considerables. Arranca tejados, casas débiles destruidas, grandes árboles arrancados de raíz, objetos ligeros lanzados a gran velocidad.
F3	Tornado severo	250-320 km/h	Daños en construcciones sólidas, trenes afectados, la mayoría de los árboles son arrancados.
F4	Tornado devastador	320-420 km/h	Estructuras sólidas seriamente dañadas, estructuras con cimientos débiles arrancadas y arrastradas, coches y objetos pesados arrastrados.
F5	Tornado increíble	420-550 km/h	Edificios grandes seriamente afectados o derruidos, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de aceros dañados.

Cuadro N° 1.2. Escala de Fujita

Fuente: <http://orbita.starmedia.com/ampgonpo/escalator.htm>

Teóricamente podría existir un tornado F6 con vientos a velocidad Mach 1, pero no se ha probado su existencia.

Como se mencionó anteriormente, existe una segunda escala de clasificación de un tornado.

Tornados Débiles

- Un 69% de todos los tornados son débiles.
- Menos de el 5% de muertes son causados por estos tornados.
- El tiempo de vida del tornado es menor a 10 minutos.
- Los Vientos son menores a 180 km/h.

Tornados Fuertes

- El 29% de todos los tornados son fuertes.
- Alrededor de un 30% de muertos son causados por estos tornados.
- Puede durar 20 minutos o más en su trayectoria.
- Los Vientos son entre 180-320 km/h.

Tornados Violentos

- El 2% de todos los tornados son violentos.
- Un 70% de muertes son causados por este tipo de tornado.
- El curso de vida puede exceder 1 hora.
- Sus vientos son superiores a 320 km/h.



Foto N° 1.3. Apreciación de los diferentes tipos de tornado, en relación con la intensidad del viento máximo
Fuente: Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera.

Fuente de energía

“Cualquiera de los fenómenos que se dan en la atmósfera terrestre, llámese lluvia, viento, huracán, tormentas, etc., tiene como mecanismo motor el calentamiento de la misma atmósfera de la superficie terrestre y del océano, debido a la radiación proveniente del Sol.

“Al ser calentada la superficie de la Tierra, principalmente en la zona ecuatorial, aumenta la temperatura del aire, éste se hace más ligero se eleva a grandes alturas, para después dirigirse hacia las partes más frías del planeta. En su camino del ecuador hacia los polos, parte de esta corriente se hunde aproximadamente a 30° de latitud y se subdivide en dos: una de ellas regresa por la superficie al ecuador, dando origen a los vientos alisios del noroeste, en el hemisferio norte; y la otra continua por la superficie hacia el norte, virando hacia el este, dando origen a los vientos dominantes del oeste. El aire que continua por la parte alta de la atmósfera en su camino hacia el norte, conforme se aleja del ecuador se enfría y se hace pesado, hundiéndose en las cercanías del polo norte, para después regresar al sur, virando al oeste a medida que avanza, tomando el nombre de vientos dominantes del este al aproximarse a los 60° de latitud, donde chocan con los vientos del oeste, que son más cálidos, provocándose los llamados frentes polares. Este proceso ocurre igualmente en el hemisferio sur; y así tenemos que los vientos alisios que soplan hacia el ecuador, ahora son del sureste, teniendo también los vientos dominantes del oeste y del este.

“Dado que por efecto de la rotación de la Tierra cualquier movimiento que se da en la superficie tiende a desviarse hacia la derecha de su dirección original en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur, entonces todas las corrientes de viento que se generan en la atmósfera deberán sufrir esta desviación. Así, cuando en el hemisferio norte una corriente de aire se dirige hacia el sur sufre una desviación hacia el oeste. Como consecuencia de esto, en ciertas condiciones cuando las corrientes del este se dirigen sobre la superficie hacia un determinado punto en forma radial, en torno a éste se puede formar un remolino. (La desviación que sufren los cuerpos en su movimiento, causada por la rotación de la Tierra, es llamado efecto de Coriolis en honor a quien describió matemáticamente esta causa)” (Revista. Ava. Huracanes Junio de 1974).

Conocimiento de los tornados en algunos países del mundo

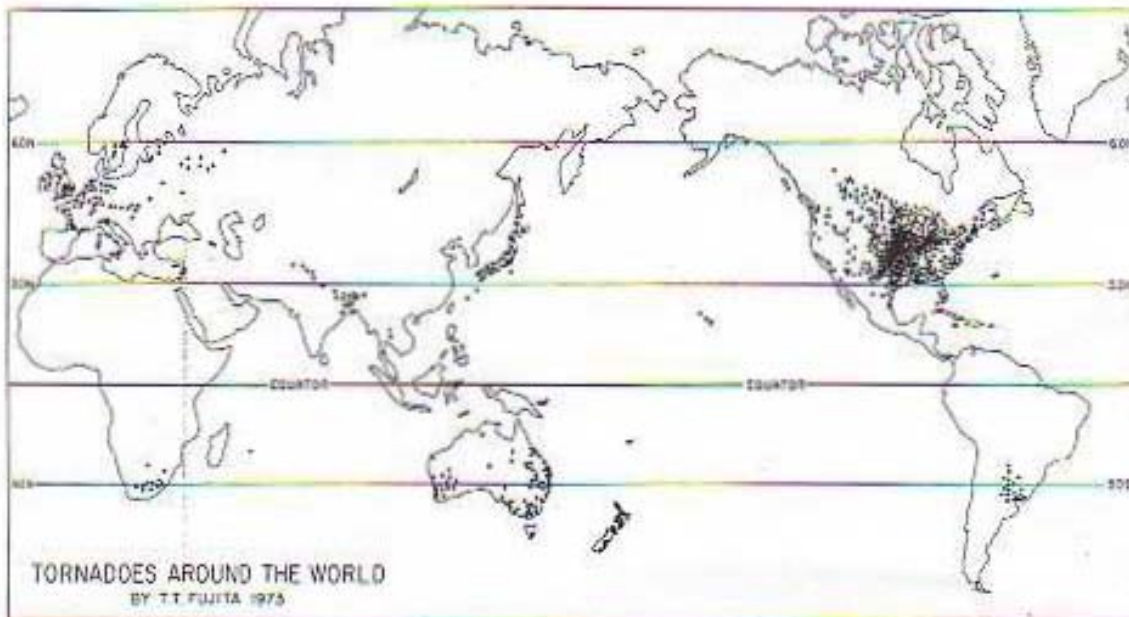
La meteoróloga Pareida M de Costa Rica señala que “Los tornados se producen generalmente en la zona de transición entre las masas de aire polar y tropical, entre los 20° y 50° de latitud, a ambos lados del ecuador, siendo poco frecuentes en latitudes mayores de 60°, donde el aire no contiene la humedad y la temperatura necesaria para la formación de este fenómeno y en la región ecuatorial, donde la atmósfera no tiene la inestabilidad necesaria para desarrollar una tormenta severa de tal magnitud” ver página (<http://www.imn.ac.cr/educa/tornado1.htm>).

Sin embargo, como veremos en el siguiente apartado, se demuestra que; los tornados se observan entre los 15° y 20° Latitud en México.

La distribución de tornados alrededor del mundo

“Los vientos más violentos en la naturaleza generan los tornados. De ellos, los más devastadores e intensos encuentran las condiciones propicias para su desarrollo con mayor frecuencia en la región occidental media de los Estados Unidos, en el llamado “callejón de los tornados” ó cinturón de tornados que va de Texas a Nebraska” (Nacional Geographic, 1998).

Como se dijo, Estados Unidos es un país que cuenta con mayor desarrollo tecnológico en cuanto a estudio se refieren y sobre todo en la meteorología de mesoescala, esto lleva a que tenga registros de tornados y que tengan mayor claridad de cuántos tornados se presentan al año (ver Mapa No. 1.1).



Mapa Nº 1.1. Distribución de Tornados alrededor del Mundo (Joe. Eagleam University of Kansas, 1991)

Hay testimonios de que en otras partes del mundo han existido tornados que han causado grandes destrozos. Por ejemplo en Europa en julio de 1965 en las regiones de Val Padana y Fluorenzuola d'Arda, junto a la "Autostrada del Sole" pertenecientes a Italia. Otro ejemplo es el de 26 de junio de 1967 en la zona del Norte de Francia, Bélgica y Holanda. De igual modo el 8 de mayo de 1970 al Sur-Suroeste de Portugal un tornado afectó a una vasta superficie. Todos ellos además de las numerosas afectaciones provocaron víctimas humanas².

El peor tornado en Europa ocurrió el 19 de agosto de 1985, cuando murieron entre 70 y 200 personas en Moneuil, Francia. El que más muertes ha causado en el mundo ocurrió el 26 de abril de 1989 en Bangladesh, cerca de Dakha, cuando murieron aproximadamente 1 300 personas y más de 12 000 sufrieron lesiones³.

En la comunidad Valenciana, España “en Granada diversos tornados han destruido campos de fútbol, carreteras y han provocado inundaciones. Aunque es en Estados Unidos donde estos fenómenos naturales destructivos son más

² Candel Vidal. Atlas de Meteorología. 1971. G4.

violentos. En zonas áridas nunca se observa este fenómeno”⁴. Según National Geographic Society en Zonas áridas nunca se han observado este fenómeno pero otros autores han detectado lo contrario, como se verá más adelante. Cabe señalar que los tornados son fenómenos que se tiene que explicar por la *Vorticidad*⁵ y esta a su vez por la dinámica de los fluidos ver a (Doswell, 2000).

En Chile “Existe el registro de dos catástrofes [sic] calificadas como tornados, ambas en el Norte. La primera ocurrió entre Iquique y Antofagasta el 20 de junio de 1929, notificándose la ocurrencia de un violento huracán que “arremolinó” las dunas que rodean Iquique, invadiendo casi por completo esa ciudad y en menor medida, la Pampa, Antofagasta y Chañaral. El otro caso, también en Antofagasta, ocurrió a mediados de julio 1954 provocando la muerte de dos menores. En ninguno de los dos se ha podido establecer la formación característica de un tornado e incluso en el segundo se habla de vientos 80 km/h, lo que sería insuficiente como para catalogarlo de tal” ver página (<http://www.angelfire.com/co2/elbows2/tornados.html>). Según la escala de Fijita F0 se encuentra en velocidad de viento entre los 60-100km/h, por consiguiente 80km/hr se encuentra dentro del rango.

Para Cuba los tornados son conocidos como rabo de nube o manga de viento. Según los estudios de Arnaldo Alfonso “realizados entre 1981 y 1985, el promedio anual de tornados en Cuba fue de 41 siendo uno de los más altos del planeta teniendo en cuenta el área geográfica. En cuanto a la distribución por meses se plantea que son menos frecuentes de noviembre a enero y por lo tanto aumenta su frecuencia de febrero a octubre, con el pico más alto en mayo y junio.

“En *Cuba* se recuerda muchos tornados como el de Las Cruces (Cienfuegos) del 29 de mayo de 1973, que provocó daños considerables al derrumbar varios árboles, destruidas totalmente 22 casas y afectar parcialmente otras 31. Se

³ Scout R. Lilibridge, 1991.

⁴ National Geographic Society. Peligros Naturales de América del Norte. Washigton, D.C., julio de 1998.

⁵ Se refiere a la condición propicia para generar remolinos por el choque de corrientes de aire.

reportó un muerto y nueve heridos graves. Se estimaron vientos mayores a 200 km/h clasificándolo un F3. También se recuerda el de San José de las Lajas del 27 de junio de 1980, el cual se desarrolló en una extensa área de tormentas que afectó la porción septentrional de la provincia de Cienfuegos. Provocó un muerto, siete heridos graves y un herido leve, dejando 5 casa destruidas totalmente y 7 de manera parcial. El 23 de mayo de 1985 en el poblado de Ranchuelo ocurrió otro evento a las 7:00p.m hora local que afortunadamente no provocó pérdidas de vidas humanas. En 1999 los tornados de Pedroso (Pedro Betancourt, Matanzas), Cruces (Cienfuegos) y otros tres en la zonas cercanas a Calimete (Matanzas). En el de Pedroso, clasificado como F4 hubo que lamentar la pérdida de cuatro personas, así como una en el de Cruces. En el 2003 ocurrió en el poblado de Vereda Nueva”⁶. Un caso más fue el 4 de julio del 2004⁷.

La especialista uruguaya Meteoróloga Mireya Soriano L, señala que en su país “Los tornados, las corrientes descendentes y el granizo, suelen ser más intensos y destructores en el período (octubre a marzo), pero su ocurrencia no se limita a esa época del año. Todos ellos generan emergencias sociales, y han causado frecuentemente víctimas fatales entre seres humanos, salvo el caso del granizo, cuya morbilidad en seres humanos es mucho menor, aunque no nula”

⁶ Por Carlos A. Santamaría. Historia y Meteorología. CM2JC. 2003.

⁷ **Fuerte tornado deja 18 heridos en Cuba**

El Universal.

Domingo 04 de julio de 2004

Internacional, página 8

Un fuerte tornado, con vientos de hasta 200 kilómetros por hora, afectó la ciudad de Manzanillo, en el sudeste de Cuba, con un saldo de 18 heridos y 200 casas dañadas.

Según el Instituto de Meteorología, el fenómeno atmosférico fue el resultado de una tromba marina que se formó en la tarde del viernes en el golfo de Guacanayabo, y al penetrar en tierra se convirtió en un tornado.

Además de las viviendas, resultaron dañadas una guardería, una escuela, una policlínica, un astillero e instalaciones eléctricas y de comunicaciones. (AFP)

Tornados y corrientes descendentes en Uruguay

Tabla I -2.1.b Tornados, corrientes descendentes, tormentas severas								
#	Fecha	Origen	Localidad	Departamento	Tipo	Muertos	Heridos	CRS
1	28-7-95	Blixen	Artigas Bella Unión Otros (indef..)	Artigas	Tormenta Severa	0	0	0,00
2	3-4-95	Blixen	Termas del Arapey	Salto	Tormenta Severa/ Tornado	0	S/I	0,00
3	12-1-96	Blixen	Sequeira Paso del León Catalán La Bolsa Cerro Amarillo Guayubirá Javier de Viana Bernabé Rivera Artigas Rivera Tacuarembó	Artigas Artigas Artigas Rivera Artigas Artigas Artigas Rivera Rivera Tacuarembó?	Tormenta Severa/ Viento fuerte	0	S/I	1,05
4	11-11-96	Blixen	Chuy	Rocha	Tormenta Severa	0	0	0,05
5	16/26-5- 00	SNE	Montevideo Costa de Oro	Montevideo Canelones	Temporal de lluvia y viento + inundación	0	1760	s/i
6	27-1-01	SNE	Migues	Canelones	Descendente	0	559 ⁸	s/i
	26-12-01	SNE	Varios	Canelones Cerro Largo Maldonado Montevideo San José	Temporal de lluvia y viento fuerte	2	133	s/i
7	24-4-03	SNE	Paysandú	Paysandú	Tormenta Severa	1	0	

Cuadro N° 1.3. Tornados y corrientes descendentes

Las Islas Canarias, España. “Está dentro del área propensa a la aparición del fenómeno, ya que se encuentra entre los 25° y 45° de latitud norte. Las Islas Canarias están prácticamente exentas de ello al encontrarse en una latitud muy meridional, casi fuera del intervalo de influencia, entre los 25° y los 30° norte. Pero la Península Ibérica se halla entre los 35° y los 45° de latitud norte y, por tanto, en plena zona de actividad. Aquí, aunque los tornados no son tan conocidos ni tan frecuentes como en Estados Unidos, donde se producen anualmente más de 700, no son ni mucho menos excepcionales como se pensaba hace años. Entre 1989 y 1999 se contabilizaron oficialmente 66 tornados en España, prácticamente la mitad en las Islas Baleares, y una importante proporción en Barcelona, Cáceres y

Teruel. El resto se reparte prácticamente por toda la geografía española. Estas cifras oficiales facilitadas por el Instituto Nacional de Meteorología no tienen en cuenta sin duda otra multiplicidad de tornados que, de inferior magnitud, no han provocado daños, o bien muy escasos, pero que han sido observados por la población en toda la geografía española. En ningún caso la fuerza del viento ha superado el nivel F3 (severo) de la escala de Fujita” ver página (<http://www.proteccioncivil-andalucia.org/Emergencias/Tornados.htm>).

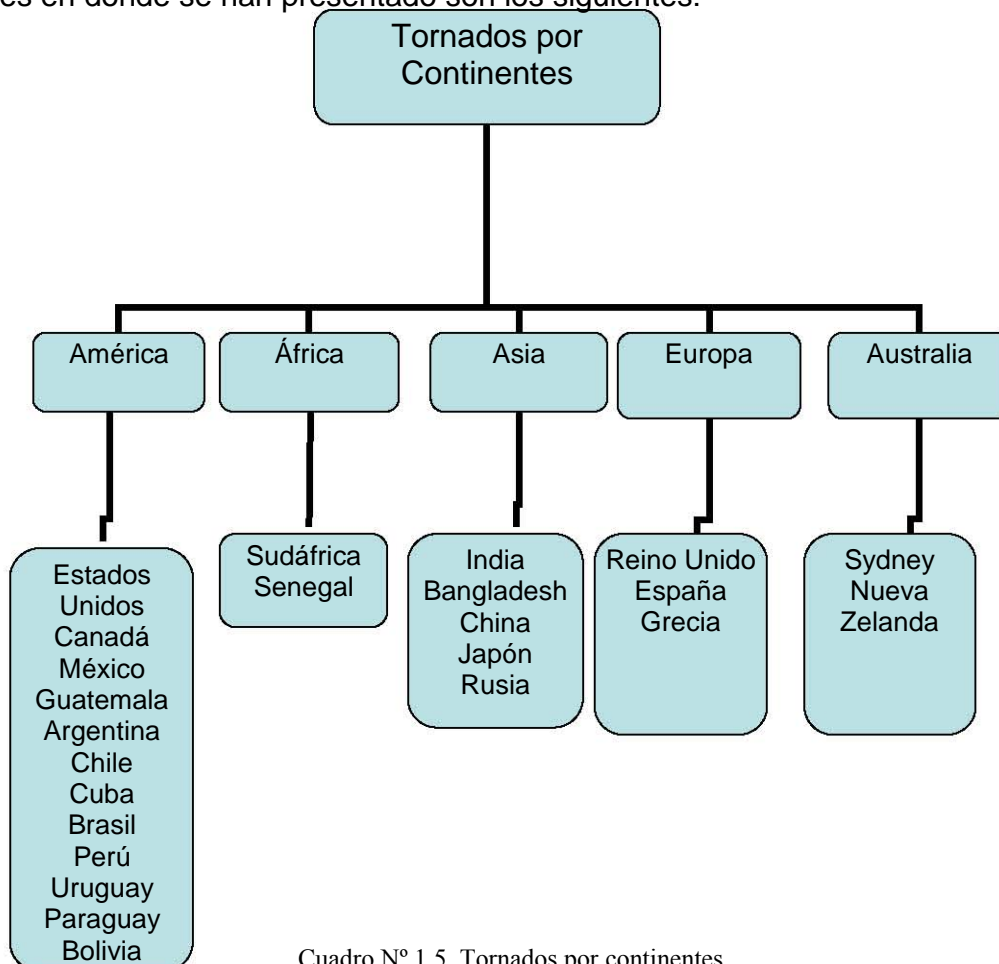
Tornados históricos en España

Fecha	Localización
1978	Sevilla
1990, 8 de octubre	Tromba ,marina a 5 millas al Sudoeste de Menorca
1992	Ciudadella – Ferreires (Baleares)
1993, 24 de mayo	Tornado F – 2 en Sigüenza (Guadalajara)
1994, 31 de julio	Espliga de Francoli (Tarragona)
1996, 15 de agosto	Tornado F – 2 en Gilena (Sevilla)
1996, 12 de septiembre	Cala Ferrera. Se registraron 5 ó 6 tornados.
1997, 13 de septiembre	Cala de Ibiza
1999, 1 de junio	San Leonardo de Yagüe y Navaleno (Siria)
1999, 28 de agosto	Maestrazgo (Teruel)
2001, 19 de octubre	Tornado F – 2 en Villatobas (Tolrdo)
2001, 19 de octubre	Vilamont (Gerona)
2002, 13 de marzo	Benalup – Casas Viejeras (Cádiz)
2003. 27 de octubre	Tornado F-2 en Villamartín (Cádiz)

Cuadro Nº 1.4. Tornados históricos en España.

Fuente. Protección Civil – Andalucía .España.

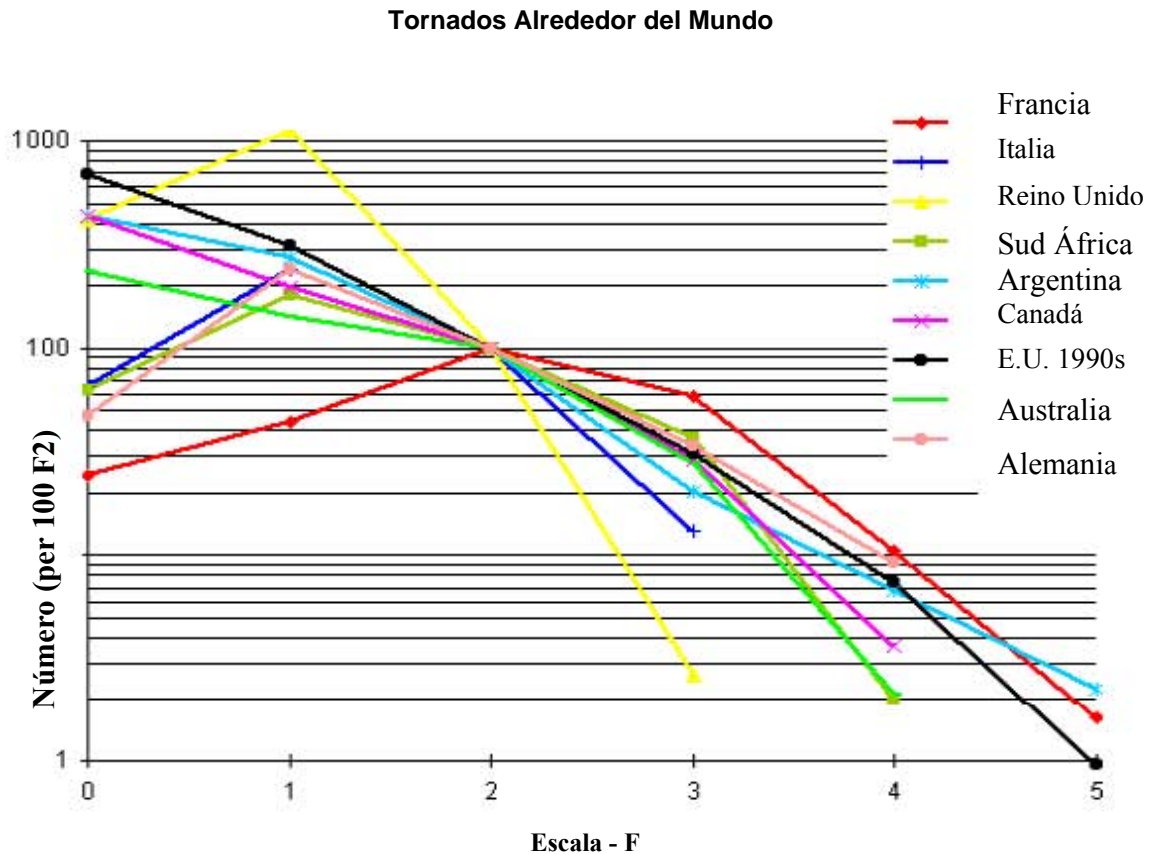
El siguiente diagrama se elaboró a partir de los registros periodísticos de diferentes años. Tiene el propósito de documentar los tornados por continente. Los países en donde se han presentado son los siguientes:



Cuadro N° 1.5. Tornados por continentes.
Elaboró Ma. Asunción Avendaño G. Con base a notas periodísticas

Cabe señalar que ante la imposibilidad de obtener mayor información de registros meteorológicos de tornados en diferentes países se construyó el diagrama por registros periodísticos. Esto no quiere decir que sean los únicos eventos tornádicos que se hayan presentado en los continentes, no porque no ocurran tornados, sino porque no se cuenta con la tecnología adecuada para realizar los registros.

En la siguiente gráfica de TORNADOS Alrededor del Mundo tomada de Brooks (1999), se muestra una clara comparación de los grados de tornados en varios países. 100 tornados con escala de F2



Gráfica N° 1.1. Tomada de Harold E. Brooks, pagina de Internet.

División en dos rangos

Australia, Canadá, Argentina, Reino Unido, Estados Unidos tiene una frecuencia de 105 a 700 con escala de F0, siendo Australia el mínimo y E.U el máximo. Con escala de F1 sobresale Reino Unido con 1000 tornados y el mínimo Australia. Los cinco países coinciden con la escala de F2, con 100 tornados. Reino Unido, alcanza su máxima escala con F3, con 15 tornados aproximadamente; Argentina, Canadá, Australia y Estados Unidos, tienen un rango de 20 a 30 teniendo como mínimo el país argentino y un máximo E.U. Australia finaliza 1 tornados, con una escala de F4 de igual manera Canadá con un mínimo de 3 tornados. Por último de esta primera etapa, Estados Unidos y Argentina, la primera 1 y la segunda con 2.

Segundo rango

Francia, Alemania, Sud África, Italia con una rango de 115 como mínimo en Francia y un máximo de 70 en Italia, con escala F0. Con escala de F1 sobresalen Italia y Alemania, teniendo 250 aproximadamente y un mínimo de 40. Los cuatro países coinciden con la escala de F2 con 100 tornados. Italia finaliza su escala con F3 con un número de 13 tornados, Alemania y Sud África tienen un rango similar a 30 y Francia con máximo de 50 tornados. Alemania y sud África finalizan con una escala de F4, la primera con 9 y la segunda con 1. Por último Francia tiene la máxima escala de esta segunda etapa o rango con casi 1.

Todos los países coinciden con la escala de F2 alrededor de 100 tornados.

Brooks (1999) advierte que el número de reportes se ha incrementado a través del tiempo y sobre todo respecto a los tornados “débiles”, en tanto la década de los noventa del siglo XX fue la primera con más tornados F0 reportados que los F1. Advierte que en la supuesta distribución estadística de los tornados, tomando en cuenta la escala Fujita, el número debe declinar logarítmicamente en la medida en que se incrementa el valor en la escala F. De esa manera, para comparar, Brooks encontró que en 1920 se reportaron sólo 7 tornados en F0 contra 700 de esa misma intensidad en 1990. Asimismo, el número de tornados F4 reportados (ocho) para esas fechas fue el mismo.

Organización Tormentas Severas

Debido a que EE.UU es un país frecuentado año con año por los tornados es donde se han desarrollado métodos y conocimiento de avances en tormentas severas, por consiguiente es donde ha surgido un mayor avance en Sistema de Protección. Se brinda una mayor atención a los tornados en cuanto a la difusión, publicación de boletines para que la población en riesgo obtenga información y tome acciones recomendables para protegerse en sus efectos. Por ejemplo, existe información al público desde folletos con sugerencia para protegerse contra los tornados, hay páginas en Internet, como la Agencia Federal para Manejo de

Emergencia (FEMA) donde ofrece sugerencias sobre planeación. Además hay una serie de lineamientos y preparativos emitidos por la FEMA dando ejemplos generales sobre dónde, cuándo se presentan y cómo prepararse.

Vigilancia y advertencia de tornados

El Servicio Meteorológico Nacional emite una vigilancia de tornados cuando existe la posibilidad que se produzca el fenómeno en su área. La población tiende a estar alerta por si se avecina un tornado, acostumbra a escuchar la radio o ver los reportes meteorológicos en la televisión para informarse de los nuevos acontecimientos y tomar previsiones.

“El callejón de los tornados” cuenta con un sistema de sirenas o alarmas que la población ha aprendido a distinguir para tomar las medidas de precaución de acuerdo al caso. Por ejemplo, las sirenas anuncian el riesgo de que se desarrolle un tornado, en el momento en que el tornado se presenta se pone en función el Watch (Advertencia) y cuando las condiciones meteorológicas son favorables para la formación de tal fenómeno o ya fue visto por la población en cierta comunidad, anuncian el Warning (Aviso, la presencia del tornado), las alertas se dan través de las sirenas. Hay ocasiones que los tornados se producen con tanta rapidez que no es posible emitir algunas de estas advertencias con suficiente anticipación. Los sistemas de aviso son resultado de una interacción sumamente compleja entre los meteorólogos con sus monitoreos y la población, es decir, entre los aspectos tecnológicos y sociales.

“La NOAA también atiende el Centro Nacional de Previsión de Fuertes Tormentas de Kansas City, Missouri, que es responsable de preparar y enviar mensajes sobre supuestas tormentas severas locales, incluidos los tornados. Estos mensajes, llamados alerta de tornado o de fuerte tormenta eléctrica, incluyen información para uso público y servicios de aviación. Los meteorólogos mantienen una continua vigilancia de las evoluciones del tiempo. Las alertas se lanzan cuando son necesarias, en lugar de hacerlo según un programa establecido. Los

avisos de tornados y tormentas son emitidos por las oficinas locales. Todos los condados están ligados a determinadas oficinas de campo, dependiendo del personal de la estación, cobertura y disponibilidad de medios de comunicación con el público y los funcionarios de seguridad pública” (Erickson, 1991).

Tecnología

Satélites Meteorológicos

En 1955 en los Estados Unidos la administración Eisenhower anunció planes para lanzar el primer satélite americano durante el año Geofísico Internacional 1957-1958.

“El primer satélite completamente dedicado a la meteorología fue lanzado el 1 de abril de 1960. A principios de la década de los 70, los satélites en órbita polar de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ofrecían una cobertura global en la banda del infrarrojo (IR) durante el día y la noche. A partir de ese momento las imágenes de satélites han sido utilizadas para localizar sistemas de tiempo significativos” (ver: <http://www-atmo.at.fcen.uba.ar/~satelite/his-can.htm>).

“Los satélites son de especial importancia para detectar con antelación las tormentas y ciclones tropicales, nos proporciona una cobertura casi continua de las condiciones atmosféricas que dan lugar a tornados, frentes de borrascas y otras tormentas locales graves de convección vertical. Antes de que se formen las tormentas graves, en las imágenes del satélite se puede detectar signos reveladores de gran convección vertical y, cuando se presentan, es importante seguir su evolución y vigilar sus desplazamientos. Cuando es necesario, el Servicio Meteorológico avisa para evitar el peligro (ver foto No. 1.4, 1.5).

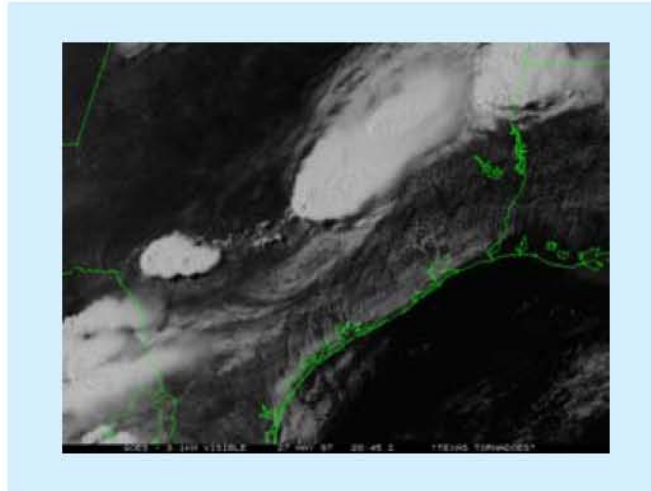


Foto N°.1.4. Al menos 6 tornados

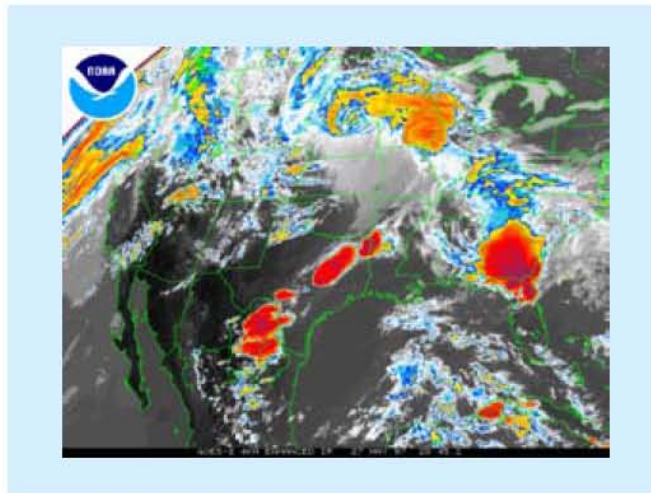


Foto N° 1.5. Tornado en Texas, 27 de Marzo de 1997

“Las imágenes de los satélites también sirven para estimar las cantidades de precipitaciones a fin de prever inundaciones repentinas. En invierno los satélites vigilan la acumulación de nieve en las montañas y la aglomeración de hielo en los ríos para detectar posibles inundaciones. Las imágenes de los satélites se emplean para vigilar el avance hacia el sur de las temperaturas de las heladas en superficie y poder avisar a los cultivadores de cítricos. Los satélites también pueden detectar fuentes de calor y se han mostrado eficaces para localizar con exactitud incendios forestales en áreas remotas. También se detecta fácilmente con exactitud incendios forestales en áreas remotas, el humo procedente de incendios forestales así como de erupciones volcánicas” (Erickson, 1991).

Radar Meteorológico

Como se puede apreciar a lo largo de este capítulo, los fenómenos meteorológicos llamados tornados son estudiados principalmente en los Estados Unidos por su alta incidencia y por consecuencia cuenta con la tecnología adecuada, elementos que ayuda a tener un sistema de prevención ante estos fenómenos.

La innovación del radar da inició en la segunda Guerra Mundial, cuando Estados Unidos comenzó a fabricar radares capaces de detectar la formación y desplazamiento de tormentas, esto con la finalidad de prever las condiciones meteorológicas, además con objetivo principal de poder detectar el movimiento de la aviación y de las embarcaciones de las fuerzas enemigas. Con el transcurso del tiempo, el Laboratorio de Radiación del MIT (Massachussets Institute of Technology) mejoró la técnica de su fabricación. La palabra radar corresponde a las iniciales de “radio detection and ranging”.

Sin embargo esta herramienta se ha sido perfeccionado, en 1988 una nueva red de radares llamados Radares Meteorológicos Doppler WSR-88D el cual son equipos capaces de seguir y predecir el comportamiento de fenómenos meteorológicos significativos como fuertes tormentas, tornados, granizadas, huracanes, lluvia, etc., de esta manera detectan el curso de un fenómeno para luego realizar labores informativas y preventivas para la población de la posible zona afectada. El radar es apropiado para la detección de tornados, ya que tiene como característica altas velocidades en sus vientos.

Por el momento, la alerta para tornados depende de la red de radares, que actualmente disponen de 156 estaciones del servicio meteorológico nacional de Estados Unidos (ver mapa No. 1.2).



Mapa N° 1.2. Radares en Estados Unidos.

Fuente: <http://www.srh.weather.gov/ridge/>

Existe dos tipos de radares: los radares fijos y los radares móviles. La primera de ella como su nombre lo indica trabaja desde un punto fijo anclado a la tierra, también es conocido como radar convencional que es utilizado por el Servicio Meteorológico Nacional (ver foto No. 1.6) detecta la presencia de gotas de agua y partículas de hielo en el aire. Cuanto mayor sea el tamaño y concentración de las partículas de la precipitación, más intenso es el eco (reflectividad) en el radar, con lo que se puede emplear para medir la intensidad de la lluvia y de la nieve. La segunda se instalan en armazones aéreas, satélites., tiene la ventaja de trabajar con longitudes de onda más larga.



Radar de banda S del Marshall radar Observatory (MRO), en Montreal, Canadá, con un disco de unos 10 m de diámetro

Vista interior del radar de banda S del NSSL donde es posible observar el ródomo y el reflector (o disco) de unos 9 m de diámetro

Foto N° 1.6. Radar de banda

Fuente: http://www.grahi.upc.es/menu/curs/html_pages/trasp3.html#anchor847911

El radar doppler sobre ruedas (DOW, por sus siglas en inglés), intercepta las tormentas y estudia su estructura oculta a corta distancia. Esta es utilizada por los “cazadores de tornados” principalmente. Los científicos han detectado en la pantalla del radar al que se observa un manchon en forma de coma indica la probabilidad de un tornado.

“Como una de las características de los tornados es la alta velocidad de sus vientos, el radar Doppler es muy apropiado para detectarlos. En algunos casos se pueden detectar pruebas de la formación de un tornado hasta 20 minutos antes de que el embudo alcance el suelo.

“Los tornados también producen una imagen en forma de gancho muy pronunciado en la pantalla de radar, reflejando la cerrada espiral de la formación de nubes del temporal. Los ecos en forma de gancho representan la espesa lluvia o granizo que suele haber en los flancos de fuertes temporales. Es típico que los tornados surjan de las regiones suroccidentales de estos temporales. Desgraciadamente no todos los temporales productores de tornados tienen este aspecto característico; sin embargo, la aparición de tal eco durante una tormenta normalmente revela un aviso de tornado” (Erickson, 1991). (ver figura No. 1.2)

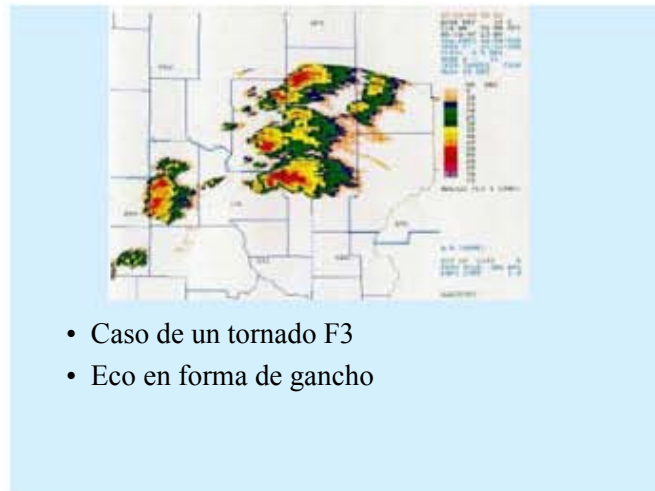


Figura N° 1.2. Información por medio de un radar

Como se puede apreciar la importancia de contar con la tecnología adecuada para el registro, ayuda a tener un sistema de prevención ante estos fenómenos.

Sin embargo el radar estacionario no puede ver los detalles finos de la tormenta lejana por que un haz del radar pierde enfoque a través de las grandes distancias.

“Les tomó varios años a los radares originales, conocidos como WSR-57, para cubrir todo Estados Unidos, pero para 1970 el trabajo estaba casi completo. Conforme más radares eran instalados, el número de tornados reportados aumentó dramáticamente. Es interesante ver que una vez que la red se estabilizó, de 1970 a 1990, también lo hizo el número de tornados”⁹.

⁹ <http://www.elcato.org/publicaciones/articulos/art-2003-05-21.html>

CAPITULO 2

PRESENCIA DE TORNADOS EN MÉXICO

Debido a la alta incidencia de estos fenómenos meteorológicos potencialmente desastroso en Estados Unidos, este país ha desarrollado un sistema de alerta de tormentas severas, el cual está encargado de avisar a la población sobre la posible ocurrencia del fenómeno desde un inicio, para que una vez presentado el fenómeno darle seguimiento hasta su desvanecimiento y mantener informada a la población durante todo momento de su localización e intensidad. Como se vio en el capítulo anterior, para realizar este tipo de actividades los científicos utilizan una serie de instrumentos que van desde las imágenes de satélite, radar doppler, desarrollo de programas para la interpretación de información proveniente de los instrumentos antes mencionados, hasta la cámara de vídeo y la información proveniente de la propia población.

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 causan año con año.

Como se ha visto, otros países como Canadá, Rusia, Australia, China, India, Bangladesh, Cuba, etc., también son propensos a este tipo de fenómenos, registrando desastres importantes y México no es la excepción. Sin embargo al referirse a la ocurrencia de tornados en México llega a resultar, tanto para investigadores como instituciones un tema desconocido y de poco significado. Esto crea una escasez de prevención, es decir, no existe un sistema de monitoreo para alertar a la población. En nuestro país existen Instituciones, organizaciones, que son el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) que se encargan de registrar e informar sobre los

fenómenos naturales que se presentan en el primer caso, y coordinar las acciones preventivas para disminuir el riesgo año con año en el segundo. Cabe mencionar que en los manuales de ambas instituciones no existe registro de la presencia de tornados en México.

Ante la imposibilidad de obtener datos meteorológicos sobre la existencia de tornados para esta investigación, tuve que recurrir a notas periodísticas de los diferentes diarios del país, de esta manera pretendo contribuir al conocimiento y reconocimiento de su existencia dado que en el inventario de amenazas naturales en México o en el Atlas de Riesgo de la República Mexicana no está catalogado como fenómeno potencialmente desastroso para la población en general. El periodo de registros decidí que fuera a partir del año 2000 al 2004, porque permite conocer la frecuencia y ocurrencia de este fenómeno en un tiempo determinado además de su localización geográfica.

En el presente capítulo, la información-base la constituye notas periodísticas de diferentes medios de comunicación que refieren al fenómeno en la República Mexicana, con diferente denominación y sin embargo dentro de estos reportes se encuentran las características fundamentales de un tornado. Con estos datos, se formaron tablas de registros a partir del año 2000 al 2004, los cuadros contiene las siguientes variables del evento: fecha del evento, lugar afectado, daños ocasionados, denominación dada por los diferentes medios, testimonio, características y fuente periodística que registró el fenómeno meteorológico. A su vez, obtuve información por estado y delimité la distribución espacial de tornados en el territorio nacional, lo que me dio una visión más amplia de las zonas susceptibles al fenómeno. Cabe señalar, que realicé entrevistas en diferentes municipios de algunos estados de la Republica Mexicana con el objetivo de tener conocimiento del nombre popular por lo cual es conocido principalmente por los campesinos. Los estados que visité fueron los siguientes: Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Zacatecas y Michoacán.

Una vez realizado el trabajo hemerográfico, procedí a organizar la información para procesarla y obtener gráficas de cuántos de estos fenómenos ocurren al mes y cuando inicia o termina su “temporada”. Para corroborar que en México hay zonas con ciertas condiciones atmosféricas que son aptas para la formación de tornados, se tomaron elementos de comparación como forma y el patrón de daños. Al finalizar, realicé una crítica o comentario a la denominación por nota periodística para poder unificar en un sólo nombre al fenómeno llamado tornado.

Sugiero un área geográfica a la que denomino “El corredor de los Tornados *Landspouts*” o “Corredor de las Víboras” y comprende cuatro estados, parte del Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla. En este corredor llevé a cabo entrevistas en diferentes municipios, estas consistieron en preguntar la ocurrencia y recurrencia del fenómeno en dicha zona, así como sus características, denominación y tradiciones que practica la población para defenderse ante este fenómeno.

Históricamente existe información importante sobre el estudio de tornados en México que ha sido recuperado por Macías M, (2002) en su libro “Descubriendo tornados en México”. En el cual nos permite hacer un recorrido histórico donde da cuenta de la existencia de estos fenómenos a partir de información en siglos XIX y XX, por ejemplo, ahí se expone el caso de tornado de Tzintuntzan ocurrido el 26 de agosto de 2000.

Realmente son pocos los investigadores que le dan importancia a este tema, de ahí que mi interés por contribuir a enriquecer el conocimiento de dicho fenómeno en la Geografía Nacional de México

Antecedentes Históricos de los Tornados denominados “Serpientes, Culebras, Víboras”

Las primeras evidencias de la existencia de los tornados comienzan desde los pueblos prehispánicos los cuales muestran sus avances a través de los códices, donde plasmaron tanto su forma de pensar como su concepción del mundo. De la misma manera que se registraron acontecimientos históricos y su conocimiento de los fenómenos naturales. A continuación se darán unos ejemplos.

En las principales referencias a los elementos naturales de agua, viento y su relación con los fenómenos naturales y deidades en el Códice Borgia, se encuentran:

- Quetzalcóatl “Serpiente de plumas de Quetzal”. Dios creador, venus matutino, Dios del conocimiento.
- Ehécatl “viento”. Dios del viento. Advocación de Quetzalcóatl.
- Tlaloc “El que hace brotar”. Dios de la lluvia.
- Mixcóatl “Serpiente de nube” Dios estelar y de la caza, dios de los Chichimecas.

El antropólogo (Piña Chan, 2000) nos menciona:

“El Dios Quetzacóatl tuvo su origen en una vieja deidad del agua (la serpiente-nube-de lluvia), desde luego asociada al rayo-trueno-relámpago-fuego; que su creación y culto se realizó en Xochicalco hacia los fines del Horizonte clásico de Mesoamérica.

“...las serpientes emplumadas de los tableros (desdoblamiento del pájaro serpiente) simbolizan la lluvia, la nube de agua que desplaza por el firmamento; en tanto que los monstruos escamosos simbolizan el trueno-relámpago-rayo y los fenómenos asociados a la lluvia, por lo cual ambos animales fantásticos o dragones celestes ocupan un lugar superior (los tableros); mientras que las

serpientes emplumadas de los taludes simbolizan el agua que han caído a la tierra o terrestre (río, arroyo, lagos, etc.) y de ahí su ubicación en un plano inferior”.

Lo anterior suponemos, alude al fenómeno como tornado, es decir interpretamos que muestra la visión prehispánica expresada a través de sus conceptos religiosos o míticos y plasmados en sus códices y esto sugiere de la existencia de los tornados.

Estos tornados denominados por nuestros ancestros prehispánicos “serpientes o dragones”, da muestra de la amplia cultura y tradición que aún persiste en México. Al revisar la información histórica se podrá tener una visión amplia de este fenómeno meteorológico poco estudiado en nuestro país. Al hablar del Dios Mixcóatl (Dios de los Chichimecas) denominado “Serpiente de nube” se observa en la cosmovisión de la cultura prehispánica que se asocia a la Serpiente. Es decir, hay una similitud de la formación de un tornado la cual siempre está asociada a movimientos violentos en la atmósfera, es decir al encontrarse una corriente de aire fría y seca y otra de aire caliente y húmedo. Al chocar estas corrientes forman una columna de aire ascendente con vientos giratorios con velocidades impresionantes dando una forma vertical o inclinada cuyo vórtice está dirigido al suelo, misma que la gente asociaba a la forma y movimiento de una serpiente.

Otro ejemplo que podemos observar es el de “la región de los totonacas de la sierra, donde los truenos no son grandes dioses. Pueden considerarse deidades secundarias a las órdenes de San Juan Aktsini. Este dios del agua vendría a ser así el primero de los cuatros Grandes Truenos: los Dueños del agua que cae, de la lluvia y también compañeros y vigilantes de los vientos, pues los tienen guardados en un gran cofre”. Señalo que estas deidades secundarias salían del cofre como castigo por no hacer las ofrendas necesarias y causaban calamidades a la población.

En tanto que, “Los nahuas concebían al rayo en la forma de una serpiente; y a Tláloc se le representa, frecuentemente, armado con rayo-serpiente. Los “anteojos” y los “bigotes” característicos de ese dios no son otra cosa que serpientes estilizadas. Esta concepción del rayo-serpiente es todavía tan vigorosa en todo México que los Domingos de Ramos, en los atrios de las iglesias, se venden hierbas especiales destinadas a ser quemadas durante las tormentas para evitar que las serpientes caigan sobre la Tierra. La conjunción del Trueno y del Viento produce la tempestad: el Rayo es desatado por el Viento –o se desata del calzado del Trueno- bajo la forma de una serpiente llamada *kitsis-luwa*; es decir: 5-Serpiente. *Kitsis-luwa* simboliza directamente, pues al Rayo; e indirectamente a la lluvia que va a fecundar la tierra y permitir el crecimiento del maíz. Los Truenos tienen un carácter ambiguo: regadores de la milpa, su papel es benéfico. Pero cuando no se les hace ofrendas abaten a los árboles y matan. O bien, con el nombre de Vientos, devastan los cultivos. Es necesario, pues implorarles y hacerles ofrendas para evitar esas calamidades” (Ichon, 1990).

Los siguientes párrafos muestran cómo la conquista de México significó un largo proceso de sincretismo entre las culturas indígena y española. De ahí surgió una nueva forma de comprender estos fenómenos, tradiciones y costumbres que hoy observamos, tal y como sucede en las festividades con las tradiciones del Día de la Candelaria y el Domingo de Ramos, tradiciones que se realizan en Tzintzuntan, Tlaxcala, Hidalgo., para solicitar protección ante las tempestades. “En septiembre de 99 los misioneros encontraron en el calvario de Cempoaltepec dos enormes lombrices en los niveles que correspondían al oriente al poniente. Fue durante la víspera de la fiesta de San Miguel y don Epifanio alarmado por el descubrimiento, aseguró que esa maldad provocaba “culebras de agua” es decir, tormentas con fuertes vientos y aguaceros, Don Silvano mencionó que esos animales, al agitarse en el agua de los niveles, producen nubes y caídas de agua con forma de serpiente” (Glockner, 2000).

Lo importante de esta aportación no es sólo recopilar dicha información relacionada con fenómenos meteorológicos, si no la relación que existe entre los tornados y las tradiciones indígenas. En la actualidad deben analizarse a partir de su referente histórico prehispánico, es decir, asociar al tornado con el acercamiento simbólico en la forma (cuando se crea una forma de víbora, es decir la unión de un vórtice¹⁰ en superficie con las nubes) que presenta el fenómeno meteorológico, da como resultado del movimiento circular del viento arremolinado que aparentemente desciende desde la nube hacia el firmamento, dando una fisonomía de víbora o serpiente.

Por otro lado, según nuestros registros, los tornados se presentan en el centro de la Republica Mexicana (ver cuadro No. 2.1) y sin embargo hay lugares en donde se dan más frecuentemente, como es el caso del estado de Michoacán y Estado de México por mencionar algunos.

Para el siglo XIX, de acuerdo con la recopilación de registros de eventos que tuvieran similitud con carácter tornádico, Macías extrajo la información del libro Desastres Agrícolas en Catálogo Histórico (Escobar A, 2004), agrupando una selección de los registros catalogados como: “Huracán”, “Granizada”, “vientos”, “Inundación”, en diferentes estados del país como testimonios en el siglo XIX. Dentro de las categorías antes mencionadas sólo se tomaron los de Michoacán y Estado de México con la finalidad de tener antecedentes históricos de lo que al respecto sucede en la zona central.

Cabe mencionar que en el presente trabajo se observa un brinco desde la época prehispánica a la conquista y de la conquista al siglo XIX, porque no fue prioridad recabar detalladamente toda la información que existe. Sin embargo, se considera que se deben seguir rastreando los registros sobre los tornados. Esta recopilación tiene el propósito de dar un panorama general de la existencia de los tornados desde los códices, se sugiere que es necesario hacer un rastreo histórico para

¹⁰ Se refiere a la condición propicia para generar remolinos por el choque de corrientes de aire.

poder entender cómo se concebían los tornados y como ya había conocimiento del fenómeno desde la época prehispánica.

A continuación se presentan los registros relativos al fenómeno tornádico del siglo XIX.

- Catalogado como “Huracán”
- 7 de abril de 1883 en Apatzingán, Michoacán.
- “El huracán se llevó las casas de madera de los ranchos que encontró a su paso y destruyó igualmente las huertas de sandía y otros frutos, causando a los propietarios de éstas lo mismo que a los de ganado, pérdidas considerables.”
 - S, 1883, 1º. de mayo
- Catalogado como “Lluvias abundantes”
- 25 de junio de 1888 en Cupátaro, Cuto Seco, Michoacán.
- “La corriente arrastró 14 cerdos y varias reses. Fueron destruidas modestas habitaciones [...], la manga en su caída dejó terribles huellas, pues arrastró un enorme risco de peñasco, formando un tajo escabroso.”
 - S, 1888, 12 de junio
- 6 de junio de 1891 en Parangaricutiro, Michoacán.
- “Una manga de agua destruyó setenta y ocho casas, algunos ecuaros de maíz y más de 25 árboles frutales [...], las pérdidas se calculan en más de cuatrocientos pesos.”
 - S, 1891, 19 de junio
- Catalogados como “Granizada”
- 25 de julio de 1888 en Ario de Rosales, Michoacán.
- “El viento acompañado de agua y de granizo causó considerables perjuicios. Arrasó por completo techos de paja y teja, arrancó algunos árboles de raíz.”
 - S, 1888, 9 de julio; Galván, 1951: 348
- Catalogado como “Viento”:
- Septiembre de 1888 en Ario y Tacámbaro, Michoacán
- “En Tacámbaro el viento hizo volar los techos de más de 80 casas y echó por tierra los cafetos y otros árboles frutales. En Ario muchas casas se han quedado sin techo y muchos árboles fueron arrancados de raíz. Los postes el telégrafo cayeron.”
 - S, 1888, 14 de septiembre
- Catalogados como “Inundación”
- Julio-agosto de 1893 en Tarandácuaro, Michoacán.
- “En Tarandácuaro cae una manga de agua, causando perjuicios en las siembras.”
 - Noble y Lebrija, 1956:143
- Catalogado como “Huracán”
- 19 de mayo 1854 en el D.F
- “entre tres y cuatro de la tarde sopló un viento fuerte del suroeste que, arreciando por grados, llegó a ser en pocos instantes un huracán, que ocasión el derrumbe del arco triunfal”
 - Noble y Lebrija, 1956:123
- Septiembre de 1893 en el Valle de México.
- “En el valle de México últimamente se desprendió una tormenta, con carácter de tromba que arrancó árboles, mató animales y arrastró madera”.
 - S, 1893, 27 de septiembre

- 12 de mayo de 1897 en San Pedro Xalostoc y Santa Clara Coatitla, Estado de México.
 - “Lista de los donativos enviados para ‘auxiliar a las víctimas de la manga de agua’ que inundó los pueblos de San Pedro Xalostoc y Santa Clara Coatitla del distrito de Tlanepantla”.
- AHEM, Hacienda Pública, 1897, v.28, e.32, 33fs.

Los registros antes mencionados nos dan una idea generalizada de la presencia de tornados del siglo XIX, es decir, estos fenómenos meteorológicos siempre han existido pero no se les ha dado importancia por parte de las instituciones.

Registros periodísticos sobre tornados en México 2000-2004

La información recabada por los medios de comunicación da inicio a partir de Marzo a Noviembre del 2000-2004. revisando día a día diferentes fuentes periodísticas como: EL Reforma, El Universal, La Jornada, Excelsior, La prensa, Notimex, El Sol de Tlaxcala, Síntesis de Tlaxcala, El Sol de Hidalgo, etc. Otras fuentes de apoyo para el trabajo fueron la Internet e *Infolatina*¹¹, radiodifusoras y comunicación personal. (En algunos casos se tuvo que ir al estado para obtener dicha información, Hidalgo, Tlaxcala).

En la siguiente tabla, se presenta la información obtenida sobre lugares afectados, daños, denominación, testimonios, características físicas y fuente por presencia de tornados en nuestro país a partir del 2000-2004, reportado por periodistas de diferentes fuentes. Es necesario mencionar que esta tabla se irá enriqueciendo con el paso del tiempo.

¹¹ Base de datos que recupera información en textos completos de periódicos y revistas principalmente de circulación nacional.

Registro periodísticos e Internet 2000

Fecha	Lugar Afectado	Daños	Denominación	Testimonios, Comentarios, Entrevistas, etc.	Características Físicas	Fuente
7 de Marzo	En San Luis Río Colorado, Sonora.	No reportados. Se presentó un tornado, no llegó a tierra pero provocó movilización del personal de Protección Civil.	Nevada y tornado en Sonora			El universal. Martes 07-03-00
10 de Abril	Nativitas Coatlán, Guigovelaga y Lachiguri, comunidades de la Sierra Mixe zapoteca, Oaxaca.	Arrancó docenas de árboles y destruyó los techos de unas cien viviendas en diez minutos. Debido a la fuerza del meteoro, las tres localidades carecían del servicio de energía eléctrica hasta el domingo por la noche.	Aplica el DN-III. Daña una tromba cien viviendas en tres poblados de Oaxaca.	Consideraron al fenómeno meteorológico como un "castigo de Dios".	-Tromba afectó la tarde del sábado. -10 minutos.	Descubriendo los Tornados en México. 10-03-00
8 de Mayo	Comunidades de la ampliación Balsa Larga e Hidalgo, municipio de Omealca, Veracruz	Muchos daños a viviendas, árboles frutales, infraestructura, heridos.	Primera tromba afecta a 60 viviendas y lesiones a un menor.	"Sólo zumbaba el viento y a su paso arrancó todo, grandes árboles de mango y casa", explicaron.		El informador, Guadalajara. 08-05-00
26 de Agosto	San Miguel y el Rincón. Tzintzuntzan Michoacán.	Un saldo de trece heridos, 45 viviendas dañadas y 225 damnificados. Arrancó de raíz grandes árboles y ocasionó crisis nerviosas.	Damnificados 225 por tromba			El Universal 28-08-00
28 de Agosto	Chetumal, Quintana Roo.	Ninguno	De forma inusual se formó un "remolino" en las costas de Quintana Roo.	Según Alejandro Padrón, director de Protección Civil " <u>Estos sistemas, cuando se forman en tierra se llaman tornados</u> . Son altamente destructores, son sistemas de radio pequeño, un radio de aproximadamente 100 metros. Cuando son en tierra nos causan algunos prejuicios en la tierra, como puede ser en vehículos, en casas. Son sistemas de muy baja presión y que con vientos arriba, hasta de 500 kilómetros por hora. Definitivamente aquí no se presenta ese tipo de	-Unos minutos después, el fenómeno desapareció.	www.tvazteca.com 29-08-00

				fenómenos”.		
9 de Septiembre	Municipio de Tlalixcoyan, Veracruz.	En Veracruz, cerca de 30 viviendas fueron destruidas en su totalidad por un tornado que azotó el municipio de Tlalixcoyan, la madrugada de este viernes. La zona más afectada se presentó en la congregación Canal 22, donde 24 casas prácticamente volaron, debido a los fuertes vientos; en tanto que en la misma cabecera municipal cayeron cinco viviendas más sin registrarse víctimas personales.	Destruye tornado 30 casas en Veracruz.	Federico Aceves Rosas, jefe del centro de Previsión del Golfo de México, de la Comisión Nacional del Agua, lamento que las próximas 24 horas <u>podrían continuar las lluvias y tornados</u> , por lo que alertó a las autoridades municipales y de Protección Civil, para que tomen las medidas de pertinentes.	-Se registraron lluvias y vientos de más de 140 kilómetros por hora. -Por la madrugada.	El Universal Sábado 09-09-00
8 de Octubre	Boca de Uxpanpa, Minatitlán, Veracruz.	Casi 200 familias resultaron afectadas por el tornado, lo que obligó al Ejército Mexicano a implementar el Plan DN-III de emergencia.	El fenómeno arrasó con todo. *Habitantes de Minatitlán, Veracruz, sufren los efectos que dejó un tornado.	“Pues no le sabría decir porque estábamos durmiendo y nos agarró ahora sí sorprendidamente, sí se cayó toda, pues se vino para abajo y ya todo se voló los trastes, las colchas todo se mojó, nos mojamos también nosotros”: Juana Hernández, afectada. Guillermo Hernández, de Protección Civil de Minatitlán, comento: “Aproximadamente como a las dos...dos y media de la mañana se presentó un problema hidrometeorológico, un tornado que hizo destrucción de casa y viviendas aquí en esta población ”.	-Los vientos alcanzaron una velocidad de hasta 120 km por hora. -Madrugada	www.tvazteca.com 9 de Octubre

Cuadro N° 2.1

*Son Subtítulos de la nota principal

Elaboró: Ma. Asunción Avendaño G.

Registros periodísticos e Internet 2001

Fecha	Lugar Afectado	Daños	Denominación	Testimonio, Comentarios, Entrevistas, etc.	Características Física	Fuente
18 de Mayo	Comunidad de Mixcum, en el municipio de Cacahoatán, Chiapas.	Arrasaron 20 casas, una escuela primaria y una iglesia en el ejido Santa Lucía.	Vientos y lluvias arrasan con 20 casas, la primaria y la iglesia del ejido Santa Lucía, Cacahoatán.	El director de Protección Civil municipal Raúl Ortiz Lázaro indicó que un tornado de baja densidad fue el causante de los destrozos y que los habitantes de ese lugar se tuvieron que refugiar en otras casas.	-Fuertes ventarrones acompañados de lluvia.	La Jornada Sábado 19-05-01
16 de Junio	Teapan, Sierra de Tabasco.	Los productores hicieron un cálculo preliminar de las pérdidas, cerca de 54 millones de pesos se perdieron en los daños a 25 hectáreas de papaya de plátano.	Un tornado acaba con plantíos de plátano y papaya en Tabasco.	Bernabé Jiménez, habitante de Teapa narró los hechos: "Fue como a eso de las 4 y media la tarde, puro aire fuerte azotó la casa, tuvimos que poner cadenas". Bernabé Aguirre, encargado de un rancho, señaló: "Se veía nublado y se venían las nubes así, que te dijera yo, como si un tornado se viniera, pero fue como una cosas de relámpago". La última vez que se registró un fenómeno similar fue <u>hace 4 años</u> .	-Por la tarde del sábado. -La duración de los fuertes vientos rebaso los 15 minutos.	www.tvazteca.com 17-06-01

Cuadro N° 2.2

Elaboró: Ma. Asunción Avendaño G

Registros periodísticos e Internet 2002

Fecha	Lugar Afectado	Daños	Denominación	Testimonios, Comentarios, Entrevistas, etc.	Características Físicas	Fuente
1 de Abril	Mala Yerba, Apan, Hidalgo	Destruyó y afectó alrededor de 150 casas. Al menos 100 casa resultaron afectadas, “algunos con techumbre y otras de losa han sido fracturadas, y calculo que son 500 personas damnificadas”.	Azota tornado comunidad de Hidalgo; no hubo Víctimas. Reportan 500 damnificados por remolinos en Hidalgo.	Felipe Vera, relata que, ante el temor de que a sus pequeños “se los llevara el aire”, los escondió debajo de la cama, pues los remolinos “traían mucha fuerza”.	-El fenómeno tuvo una duración de dos horas. -Después de las 18:00 horas. -En cuestión de minutos perdieron todo, luego de que una serie de remolinos arrasó con algunas viviendas.	El Universal Martes 02-04-02 www.tvazteca.com 02-04-02
30 de Julio	Los Mogotes, Coyuca de Benítez, Guerrero.	Un Hotel: techos de 30 habitaciones.	Derribó techos y árboles un tornado en Guerrero.	-El Director de Protección Civil de Coyuca de Benítez, José Luis Serna Santiago, en entrevista dijo que “es un fenómeno sin precedentes, raro y aislado que por la geografía del estado no es común; jamás había visto que tocara tierra uno de éstos, porque sabemos que las serpientes de agua sólo se forman en el mar” -El pescador Andrés Osuna, narro: “Estaba con mi familia en la casa y escuché un fuerte ruido, pensé que estaba saliendo el mar, luego el techo de la casa voló, algunas tejas fueron a dar hasta allá en la laguna (a medio kilómetro); tengo 50 años viviendo aquí y nunca había visto algo así; era un	-Fue alrededor de 30 a 40 segundos. -Por la noche del día martes	El Universal Jueves 01-08-02

		Dejó a un turista lesionado, 11 viviendas sin techo, 30 árboles derribados, una barda de 300 metros derrumbada y ocho automóviles con daños en los parabrisas y láminas.	El tornado de Coyuca de Benítez fue como en las películas: testigos	tornado, no traía agua, fue cosas de segundos, arrancó los árboles desde la raíz”. -“estaba platicando con el velador aquí en el estacionamiento, cuando ví atrás de la barda del hotel que era una culebra, blanca, redonda, lo que es un remolino, como las de agua, se <u>veía desde el piso hasta el cielo</u> . El velador le echó la luz con la lámpara y dijo que era un tornado, entonces nos metimos corriendo aquí (oficina administrativa) y vimos como levantaba las cosas en el aire” dijo Galeana Benavidez.		www.suracapulo.com.mx 31-07-05
--	--	--	---	---	--	--

Cuadro N° 2.3

Elaboró: Ma. Asunción Avendaño G.

Registros periodísticos e Internet 2003

Fecha	Lugar Afectado	Daños	Denominación	Testimonios, Comentarios, Entrevistas, etc.	Características Físicas	Fuente
6 de Abril	Reynosa, México	Varias calles quedaron bloqueadas por árboles y cables eléctricos caídos. También quedaron dañados carteles publicitarios, barandales de metal, señales de tránsito y varias viviendas de madera en zonas pobres de la ciudad.	Tornado inunda vecindarios en la ciudad fronteriza de México.		-Duración de 15 minutos -Por la noche del Martes -Lo acompañaron fuertes lluvias, granizo y vientos de hasta 100 kilómetros por hora.	Yahoo noticias, Miércoles 09-04-03

			Tornado azota colonias de Reynosa.			Tv Azteca
9 de Mayo	San José Teacalco, Tlaxcala	No menciona los daños que ocasionó dicho fenómeno. Cercas de 100 familias resultaron afectadas y 17 personas lesionadas.	Recibirán atención gratuita en SESA, afectados de Teacalco. <i>*Por indicaciones del gobierno, la Secretaría de Salud dará atención gratuita a todas aquellas personas que hayan sido afectadas por las ráfagas de viento, lluvia y granizo que el viernes pasado azotaron al municipio.</i> Dotará DIF de despensas dobles a damnificados por tornados en Teacalco.		-ráfagas de viento, lluvia y granizo.	Síntesis, Región, Tlaxcala. 11-05-03 Síntesis Región, Tlaxcala. 12-05-03
19 de Mayo	Manuel Ávila Camacho, Toluca, Estado de México.	El fuerte viento se llevó los techos de láminas de cartón y teja, árboles que cerraron el paso vehicular.	¡Volaron los techos de 20 casas!	“Fue como un tornado”, comentaron los vecinos de la calle Manuel Ávila Camacho.	-Sucedió a las 17:50horas. -Fuertes vientos se llevó los techos.	El Diario de Toluca. Lunes 19-05-03
No dice	Ciudad Serdán Puebla.	40 familias damnificadas, tiró bardas y varios árboles.	Fuertes lluvias Deja 4 muertos en Guerrero y Zacatecas. <i>*(Reportan 40 Familias Damnificadas, Tornado en Ciudad Serdán)</i>			Excelsior. 31-05-03
2 de Junio	Nuevo Ladero, Tamaulipas.	Más de 100 árboles derribados así como docenas de espectaculares y marquesinas. Causó daños en tres subestaciones electrónicas que la CFE tiene en la ciudad.	Azota vientos de 120hph a nuevo ladero, provoca cortes de energía.		-Vientos huracanados de hasta 120 kilómetros por hora acompañados de lluvia. -El fenómeno inició antes de las 22:00 horas	Notimex 03-06-03

		Dejó sin energía eléctrica a 70% de la población, lo que originó escasez de agua potable que se prolongó hasta el mediodía del martes. Caída de 18 anuncios espectaculares y cerca de 80 árboles que fueron sacados de sus raíces por el fuerte viento.	Sorprende tornado a Nuevo Ladero		de este lunes. -Duró menos de 30 minutos. -Tormenta eléctrica convertida en tornado- Por la noche del lunes. -Ráfagas de aire de hasta 70 millas.	El Universal. Miércoles 04-06-03
16 de junio	Valle de Toluca, Estado de México.	Ninguno	De pasadita.		-Domingo a las 15:17 horas. - Por varios segundos la formación de un tornado.	Reforma 18-06-05
29 de Julio	El Xalisco, Nayarit.	Destruyó sembradíos y alrededor de 60 viviendas, además de causar la muerte algunas cabezas de ganado y <u>deja algunas personas heridos.</u> Principalmente del ejido El Terazo. Afectó unas 200 personas que se quedaron a la intemperie.	Reportan daños en sembradíos y viviendas por lluvias en Nayarit.	-La comisión Nacional del agua (CNA) confirmó que el fenómeno meteorológico es conocido como “ <u>culebra de agua</u> ” y es una especie de <u>tornado o huracán a pequeña escala.</u> -De acuerdo a la información del Departamento de Meteorología de la CNA, este tipo de fenómenos se presenta durante los meses de julio y agosto y es el primero de la actual temporada de lluvias en la entidad.	-Con vientos de más de 100 Kilómetros por hora. -Remolino de viento y agua	Notimex-General. 29-07-03

Cuadro N° 2.4

*Son Subtítulos de la nota principal

Elaboró: Ma. Asunción Avendaño G.

Registros periodísticos e Internet 2004

Fecha	Lugar Afectado	Daños	Denominación	Testimonio, Comentarios, Entrevistas, etc.	Características físicas	Fuente
7 de Mayo	El Carmen Xalpatlahuaya, Municipio de Huamantla, Tlaxcala.	Destruyó parcialmente tres naves de estudio y las instalaciones de rectoría de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala. Dejó un alumno lesionado.	Destruyen tromba instalaciones de UTT.	“De pronto observaron que el cielo se oscureció, se oscureció, se escucharon algunos truenos en el cielo, la energía eléctrica se fue, las computadoras se apagaron y empezó a caer lluvias acompañada de fuertes vientos, luego vimos “árboles arrancados desde la raíz”, comentó uno de los alumnos de la Institución.	-una fuerte tromba que duró 15 minutos. -Los hechos ocurrieron la tarde de este viernes cerca de las 15:45 horas.	El Sol de Tlaxcala. Sábado 08-05-04
		Destruyó 100 cristales de ventanas y puertas, varias estructuras de las ventanas de los laboratorios, material de vidrio de los laboratorios, plafones de las techumbres como el de rectoría, láminas de fierro de los techos y algunos sistemas de cómputo”.	Destrozos por tornados en la UTT.	-Autoridades de la presidencia de comunidad de Xalpatlahuaya, indicaron que un fenómeno de estas características no se había presentado desde hace 70 años en esa región. -Según algunos testigos, dijeron que el año pasado se presentó en San José Teacalco un fenómeno similar, y hace unas semanas en el municipio se domingo Arenas, donde afectó docenas de viviendas, el tornado se enlazó con las nubes y “arranco” de raíz, árboles, postes de luz y lo que encontraba a su paso.	-El tornado duro unos 8 minutos	El Sol de Tlaxcala. Domingo 08-05-04
15 de Junio	San Antonio del Río, municipio de San José Gracia. Aguascalientes.	No menciona los daños que ocasiono dicho fenómeno.	Curioso fenómeno con lluvias en municipio.	Se observó la formación de nubes en forma de embudo extrañas y dejaron consecuencias en San José de Gracia, pues aquella comunidad afectada se	-Fuerte viento, lluvias y granizo. -Se observó durante tarde del martes fue nubosidad de	El Sol del Centro. 17-06-04

				formó tornado de categoría mínima o que entre la gente del campo es mejor conocido como “culebra”. -Funcionarios de del meteorológico explicaron que las autoridades de Protección civil o de seguridad no deben escandalizarse ni la población alarmarse cuando se menciona que hubo un tornado de mínima intensidad, pues es lo que se presentó aunque es mejor identificables como “culebra” en el lenguaje popular.	tipo mamatus.	
20 de Junio	General Terán, Nuevo León.	Derribó postes, árboles y techos de láminas.	Tira ventarrón postes en NL.	“Nos llegó como un tornado, era un aire muy fuerte que corría para atrás y para adelante y empezó a llevarse las láminas que cayeron en los carros, los postes de la luz también se cayeron”, expresó Manuel Elizondo Villarreal, habitante de la cabecera.	-En sólo 10 minutos, un ventarrón acompañado de granizo. -Rachas de hasta 80 kilómetros por hora.	Reforma 22-06-04
24 de Junio	Los Garcías, Municipio de Meoquí, Chihuahua.	Caídas de postes y árboles, levantamiento de techos de láminas, casas inundadas, animales arrastrados. Derribamiento de un poste de concreto de una tonelada de peso.	Daños por lluvias y granizo.		-Una tempestad con viento, lluvias y granizo. -Por la noche del martes.	El Diario de las Delicias. 25-07-04
26 de Junio	Matzaco, Izúcar de Matamoros, Puebla.	Afectó a más de 20 viviendas y provocó alarma.	Provocó daños raro fenómeno meteorológico en Matzaco, Puebla.	El personal de Obras Públicas del municipio efectuará a partir de mañana	-La noche del sábado se inicio un remolino.	Notimex-General 27-06-04

			Alarma extraño fenómeno en Matzaco, Puebla.	un recorrido por los inmuebles de la comunidad, que fue comparado como un mini tornado.	Acompañado de lluvia y granizo. -21:30 hrs.	El Universal 27-09-04
29 de Julio	Coacalco de Berriozábal, Estado de México.	Más de 300 viviendas resultaron afectadas, con techo desplomados, muros, dañados, postes de luz y árboles.	¡Tornado! Destrozan fuertes vientos, puertas y ventanas en colonia de Coacalco.	El desconcierto en el rostro de los damnificados fue la constante en una “noche de terror”, para quienes en cuestiones de unos minutos lo perdieron todo.	-En solo unos minutos. -Ráfagas de vientos. -A lo lejos se formaba una corriente de aire de grandes proporciones, que a gran velocidad derrumba árboles y postes.	La Presa 31-07-04 La Presa 01-08-04 La Jornada 31/07/04
			Afectados por minitornado, en la incertidumbre.	El Laurel, Los portales y El Chaparral, cuyas viviendas resultaron afectadas por el minitornado –como lo llamaron las autoridades-	-Ocurrió la tarde del jueves	

			<p>Daña minitornado más de 300 casas en el municipio mexiquense de Coacalco.</p>	<p>“Sólo ví volar pedazos de láminas de mi casa, había mucho viento adentro y se oían golpes y vidrios que se rompían. Provocó pánico, sobre todo en los niños y las señoras; fue preocupante porque también se fue la luz”, declaró Horacio flores, vecino del lugar. -“ Como a los cinco minutos después de que había pasado el primer tornado vino el segundo, fue cuando empezó a escucharse mucho ruido en mi casa y a estremecerse, lo que hicimos fue meternos en el bañito que está debajo de la escalera; ya cuando salimos sólo vimos todo roto”, relato Gabina Vilchis</p>	<p>Fuertes lluvias que comenzó después de las 17 horas estuvo acompañada granizo y fuertes vientos que formaron un remolino que abarcó varias colonias.</p>	<p>La Jornada 30-07-04</p>
			<p>Ventarrón daña casas en Coacalco. Cayeron postes de luz y árboles.</p>			<p>El Universal 30/07/04</p>
			<p>Daña ventarrón 350 viviendas en el Esdomex.</p>		<p>Ventarrón que azotó por la tarde. -Se registró alrededor de las 18:00 horas -Se registró un fuerte viento.</p>	<p>El Universal 31/07/04</p>
			<p>Asciende a 125 las viviendas afectadas en Coacalco y Nextlapa</p>			<p>Notimex- Estados 30-07-04</p>
			<p>Da Coacalco ayuda afectados por el Tornado.</p>		<p>-Vendaval acompañado de</p>	<p>El Universal 31/08/04</p>

			Reportan casas dañadas por tromba		lluvias y granizo.	El Universal Miércoles 04-08-04.
30 de Julio	Saltillo de Coahuila	No menciona los daños que ocasiono dicho fenómeno.	Registra Saltillo primer tornado	<p>-La Comisión del agua confirmó que el fenómeno climatológico observado el viernes en Derramadero era un tornado, mismo que fue el primero registrado en Coahuila.</p> <p>-Manuel Ruiz Carrillo, meteorólogo de la CNA, comentó que el fenómeno no alcanzó a madurar por lo que no tocó tierra, suceso que marca el inicio de la destrucción con vientos superiores a 500 kilómetros por hora.</p> <p>“Su crecimiento y su desarrollo de primera etapa si lo es, pero no toca tierra”, explicó, “vamos a decir que es un ‘bebé tornado’, por decirlo de alguna manera, nació y creció, pero no maduró, le faltó crecer más y tocar tierra; cuando toca tierra es cuando hace sus Desastre.</p> <p>-La dimensión del cono y lo espectacular del fenómeno fue observado por trabajadores de la armadora automotriz a la entrada del segundo turno.</p>	-Cono. -Embudo delgado.	Palabra de Saltillo. El Reforma 03-08-04
13 de Agosto	Paracho, Michoacán	Más de 160 viviendas destruidas y por lo menos 600	Reportan una granizada en la comunidad indígena de	-El Fenómeno Meteorológico tenía forma	-Forma de cono.	Notimex 13-08-04

		damnificadas.	Paracho.	de cono, similar al de un tornado, según explicó en entrevista el comandante de Protección Civil, Vicente Garibay.		
23 de Octubre	San Cristóbal, Chiapas.	Un niño indígena falleció y cinco casas dañadas.	Muere un niño tras el paso de un torbellino en Chiapas.	-Habitantes de ese lugar, explicaron que alrededor de las 15:00 hrs un fuerte viento azotó la zona y levantó los techos de por lo menos 5 viviendas.	-Por la tarde a las 15:00. -Fuertes vientos.	La Jornada. Sábado 23-10-04
28 de Octubre	Tijuana, Baja California.	Derribó anuncios y señalamientos viales. Derribó dos muros de bloques en un Centro comercial en construcción, tumbó un señalamiento vial, destrozó vidrios en una preparatoria, derribó anuncios espectaculares.	Sorprende torbellino la 5 y 10. Azota "tornado" cruce 5 y 10	-De acuerdo a las versiones de testigos, el "tornado" tenía una dimensión aproximada de 30 metros, e inició a la altura de una ladera cercana al fraccionamiento Residencial Agua Caliente, arriba del bulevar Alba Roja. -" Fue una cosa horrible, se oscureció de repente y el aire llegó muy fuerte, como si hubiera sido un huracán pero girando rápidamente y en círculos con fuertes zumbidos", refirió Dalia Hernández Castañeda, quien reside en la calle Agua Prieta, a pocos pasos de donde cayó la enorme estructura de metal.	-Un remolino similar a un tornado. -El suceso se registró hoy cerca de las 11:00 hora.	El Sol de Tijuana. Viernes 29-10-04 Frontera. Sin fecha internet

Cuadro N° 2.5

Elaboro: Ma. Asunción Avendaño G.

En los cuadros se puede observar que el promedio mínimo anual de tornados del 2000, 2003 y 2004, en México se presenta alrededor de 8 tornados y 2001-2002 sólo dos eventos por año, esto no quiere decir que no se hayan presentado más, pues se trata sólo de los que fueron registrados, significa que se le dio más énfasis al primer periodo antes mencionado (por cuestiones de tiempo). El total de registros periodísticos es de 28.

El no tener un monitoreo de estos fenómenos meteorológicos hace imposible evaluar el riesgo de su ocurrencia, de ahí la importancia de registrar los daños materiales y a veces cuantiosas afectaciones que ocurren como consecuencia de estos fenómenos necesitan de mayor atención, puesto que los tornados se generan de forma rápida y su ciclo de vida suele ser por breves “minutos” o persiste en decenas de minutos, por lo que no pueden ser previstos con mucha anticipación, por lo tanto lo hace aún más peligroso y minimizarlos es un riesgo para la población en general.

A continuación se presenta un ejemplo completo de la noticia de un tornado en Nayarit y el subrayado tiene el propósito de resaltar los daños.

Publicación: Notimex
Fecha 29 de Julio del 2003

Reportan daños en sembradíos y viviendas por lluvias en Nayarit

Tepic, 29 jul (Notimex).- Una tromba azotó varias comunidades del municipio de Jalisco y destruyó sembradíos y alrededor de 60 viviendas, además de causar la muerte de algunas cabezas de ganado y dejar algunas personas heridas, reportó hoy la Dirección Estatal de Protección Civil.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) confirmó que el fenómeno meteorológico es conocido como “culebra de agua” y es una especie de tornado o huracán pequeña escala, con vientos de más de 100 kilómetros por hora.

El director de Protección Civil, Heriberto Betancour Arámbula, dijo en entrevista que la fuerza del aire levantó los techos y derrumbó los muros de 59 viviendas, principalmente el ejido EL Testerazo, ubicado a unos 10 kilómetros de esta capital.

De acuerdo al reporte de la Dirección Municipal de Protección Civil, en El Testerazo, unas ocho personas resultaron heridas al caerles pedazos de láminas de asbesto y ladrillos tras la destrucción de techos y paredes de viviendas.

El meteoro, que afectó a unas 200 personas que se quedaron a la intemperie, también azotó la zona donde se ubican las colonias Lomas Verdes y El Ocho, en las inmediaciones de la ciudad de Tepic.

De inmediato, personal de Protección Civil, del ayuntamiento de Jalisco y del Sistema DIF Estatal, valoró los daños y comenzó a entregarlos primeros apoyos provisionales en láminas, catres y cobijas a los damnificados.

De acuerdo con la información del Departamento de Meteorología de la CNA, este tipo de fenómenos se presentan durante los meses de junio y agosto y es el primero de la actual temporada de lluvias en la entidad.

La nota señala daños ocasionados por dicho fenómeno, es decir, al hablar de daños a los sembradíos, ganados, viviendas y personas heridas, esto involucra cierta responsabilidad para las autoridades gubernamentales, por lo tanto es necesario que la población conozca los peligros a los que están expuestos, ya que una población informada sería una población más segura y sabría qué hacer ante estos fenómenos naturales. Por ello la responsabilidad del gobierno en el fortalecimiento de una educación de la protección implica no sólo enseñar a la población lo que tiene que hacer cuando ocurre un desastre, sino también emprender un proceso de "concientización" ante un riesgo que los amenace.

De acuerdo a los cuadros 2.1-2.5, al presentarse un evento tornádico en nuestro país, es catalogado por los medios de comunicación, llámese prensa nacional o local, noticias por Internet, televisoras, radios como: remolinos, vientos, fuertes lluvias, ráfagas de viento, lluvia, raro fenómeno, granizo, minitornado, ventarrón, granizada, torbellino, tromba; esta última ha sido muy usual por los medios, ya que al buscar por trombas enriqueció el trabajo. Literalmente una tromba es un tornado en el mar y se les conoce como "waterpouts" (manga de agua, trompa de agua), sin embargo cabe aclarar, que existe en las regiones marinas. Estas denominaciones que eluden o esconden a los tornados en México fueron de suma importancia para encontrar mayores registros, pues quizá la idea que se tiene de que en México no existen tornados, provoca en los medios masivos una serie de confusión en el vocabulario, ya que al catalogar a este evento no saben como definirlo y por consiguiente no se da el nombre correcto.

Son pocas las notas periodísticas que los llama tornados, aunque, el encabezado o el título principal de las notas juega un papel importante, pues como se ha mencionado, **no** todas las notas periodísticas dan el nombre correcto de tornado,

por ejemplo “De pasadita”, “provocan daños raro fenómeno meteorológico en Matzaco, Puebla”; “Curioso fenómeno con lluvias en el municipio”, etc., (ver cuadros por denominación). Como usuario es realmente problemático saber de qué fenómeno se está hablando.

Por otro lado, es necesario mencionar que en algunas notas periodísticas destaca o sobresale el conocimiento de algunas Instituciones sobre la existencia de este fenómeno el cual es minimizado, por ejemplo: *“De acuerdo a la información del Departamento de Meteorología de la CNA, este tipo de fenómenos se presenta durante los meses de julio y agosto y es el primero de la actual temporada de lluvias en la entidad”* (Notimex-General, 29-07-03). Como ésta y otros testimonios muestran la poca importancia para anexar este fenómeno en el Atlas de Riesgo, pues saben que existen y se deslindan ante un compromiso a la sociedad. Como instituciones encargadas de proporcionar información al público y en la prevención de desastres deben de tomar las responsabilidades que les correspondan.

Distribución Geográfica de los Tornados en la República Mexicana

México es un país expuesto a diversos tipos de fenómenos naturales como son: sismos, actividad volcánica, heladas, sequías, granizadas, tormentas tropicales, etc.

Debido a su ubicación geográfica se encuentra en la región intertropical que es propicia para los ciclones tropicales; de igual modo por estar en una zona extratropical se encuentra en una zona susceptible a los tornados. De acuerdo con la Meteoróloga Pareida M (ver capítulo 1) señala que los tornados se producen entre los 20° y 50° de latitud a ambos lados del ecuador, siendo poco frecuentes en latitudes mayores de 60°. Sin embargo, en este apartado se demuestra cómo los tornados están presentes también entre los de 15° y 20° Latitud Norte.

En la parte norte del país, se han identificado tornados superceldas (ver Macías, 2002). En la actualidad, los registros con que contamos para conocer la frecuencia e intensidad de estos fenómenos, además de su localización geográfica, son pocos remitiéndose exclusivamente a notas periodísticas y comunicaciones populares. Con base en estas fuentes de información se construyó el mapa número 2.1. Los lugares donde la población atestigua su ocurrencia y donde se puede observar la localización del fenómeno está señalada en color verde. Es importante destacar que los datos vertidos en este mapa, no son de todos los fenómenos que se han presentando en un período determinado de tiempo, falta una búsqueda que requiere mayor tiempo y además de que es importante el trabajo de campo que permita una mayor profundidad en los resultados.



AGUASCALIENTES
BAJA CALIFORNIA
COAHUILA
CHIAPAS
GUANAJUATO
GUERRERO
HIDALGO

ESTADO DE MEXICO
MICHOCAN
NAYARIT
NUEVO LEON
OAXACA
PUEBLA
QUERETARO

QUINTANA ROO
SONORA
TABASCO
TAMAULIPAS
TLAXCALA
VERACRUZ
ZACATECAS

Es importante señalar que al llevar a cabo las entrevistas y la revisión de la información periodística registramos que se da este tipo de fenómeno llamado científicamente tornado, pero en las localidades de las personas entrevistadas es conocido popularmente como: “Cutzanda” “Culebra” (Tzintzuntzan, Michoacán) “Manga de Agua” (Almoloya, Hidalgo); “Víboras de Agua” (Teacalco, Huamantla, Tlaxcala; Tonicaco, Estado de México); “Culebras de Agua” (Lagos de Moreno,

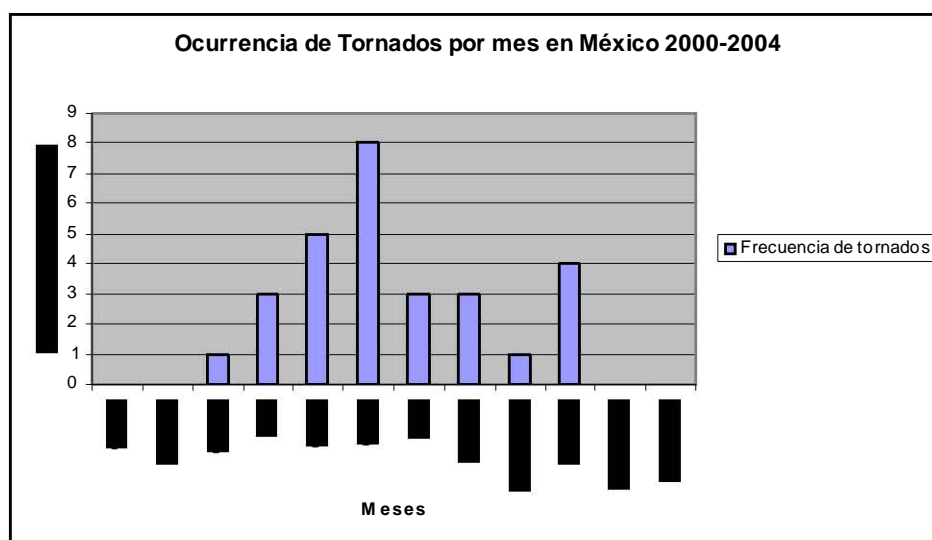
Jalisco; Fresnillos, Zacatecas), “Cola de Nube” (San Martín T. Municipio de Jilotepec de Molina, Estado de México), “Culebra” (José de Gracia, Agascalientes), “Culebra Blanca” (Coyuca de Benítez, Guerrero), “Serpiente de Agua” (Guerrero), “Dragones” (Tolimal, Colima).

En realidad como se puede ver en el mapa y en los testimonios, existe un cierto patrón de ocurrencia de tornados, que se ubica en el centro de la República Mexicana y en algunos estados son recurrentes, de lo que se hablará más adelante.

Es posible afirmar que en nuestro país se presentan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de tornados *Landspouts*, que en algunos lugares se presentan estacionalmente, mientras que otros esporádicamente.

Ocurrencia de tornados

Con base en el cuadro de reportes periodísticos se generó el gráfico sobre la temporalidad de la presencia de los tornados en nuestro país.



Gráfica N° 2.1. Elaboró Ma. Asunción Avendaño G.
Con base a las notas periodísticas

Como se puede observar, la presencia del fenómeno se percibe en los meses de Marzo a Octubre, siendo Mayo y Junio los meses con mayor actividad, mientras que en marzo y septiembre se dan los de menor incidencia.

Es necesario mencionar que la falta de estudio sobre el tema no garantiza que el comportamiento en dicha tabla sea confiable, ya que como se verá en el “Corredor de las Víboras” y el capítulo 3 hay lugares en donde se presenta con cierta frecuencia entre los meses de junio, julio y agosto, de acuerdo con las encuestas y entrevistas realizadas en las cuatro zonas de estudio. Esto quiere decir que aún no se puede saber con exactitud su comportamiento a lo largo del año, pues el fenómeno no guarda un patrón de comportamiento definido, aunque sí están asociados con la temporada de lluvias.

El Corredor de los Tornados *Landspout* denominado “Corredor de las Víboras”

La mayoría de los tornados que se presentan en México corresponden a lo que se le conoce como tornado débil o tornado no-supercelda, también denominado en inglés como *Landspouts*, como ya se menciona.

Como consecuencia de los primeros análisis de la ocurrencia de los tornados la disposición geográfica de los mismos se surge que hay un área específica donde ocurren con mayor frecuencia que se puede denominar corredor de tornados *Landspouts* o “El Corredor de las Víboras”, esto con la finalidad de retomar la denominación popular de esos fenómenos, este corredor abarca parte del Estado de México, los Llanos Apan, Hidalgo, Tlaxcala y parte de Puebla con las siguientes coordenadas: 97°20' a 98°40' Longitud Oeste y 18°50' a 20° Latitud Norte aproximadamente (ver mapa No. 2.2). Para poder corroborar los estudios de los casos de ocurrencia se han obtenido evidencias y testimonios directos a través de entrevistas con la gente de esos lugares.

Estrictamente la zona de los llanos de Apan es una extensa planicie, interrumpida por algunas montañas de mediana elevación entre las haciendas de Ocotepec y San Juan Ixtimalco, entre Soltepec y Mazaquiahua, abarca parte de los estados de Hidalgo, Tlaxcala y una pequeña porción del Estado de México. Por consiguiente, al ser una planicie contribuye a que los vientos circulen con mayor fuerza y que se desarrollen los remolinos generadores por la *vorticidad* y el movimiento en forma ascendente y descendente que propicie una corriente de aire que gira y se eleva. Esta zona podría ser considerada como zona tornadogénica, ya que la investigación que he llevado a cabo por medio de los testimonios de la población la frecuencia de las “víboras” ocurre en épocas de seca (abril, mayo) y de lluvia (en los meses de junio, julio, agosto). Cabe mencionar que no se cuenta con suficiente tecnología para conocer la presencia de este fenómeno por año.

Originalmente se tenía la idea de interpolar los datos meteorológicos de las estaciones aledañas a la zona de estudio, para observar el comportamiento en un determinado tiempo en la zona de estudio, es decir de 1990 a 2004, sin embargo por falta de datos, estaciones lejanas, estaciones sin servicio, no se llevó a cabo un análisis meteorológico. Por ello sólo se presentan notas periodísticas, testimonios fotográficos, entrevistas en la zona del “Corredor de las Víboras”.

A partir de estas entrevistas se corrobora la frecuencia de los tornados en el “Corredor”, ya que todas las personas entrevistadas dijeron estar familiarizadas con este tipo de fenómeno y señalan que año con año se ven amenazados y la principal afectación recae en los cultivos principalmente. Del mismo modo se encontró que estos fenómenos se presentan tanto en la épocas de seca como en la de lluvia, además de que son muy recurrentes en los estados que conforma dicho corredor, para el caso de Tlaxcala en particular se encontró que han sido muy frecuentes en las localidades de San José Xicohtecatl, Sta Ana Ríos, Benito Juárez, San Martín Notario, Ranchería la Cruz, San Martín Notario, San Diego Xalpatlahuaya, Tecuac, El Carmen Xalpatlahuaya, Guadalupe., ubicados en el municipio de Huamantla.

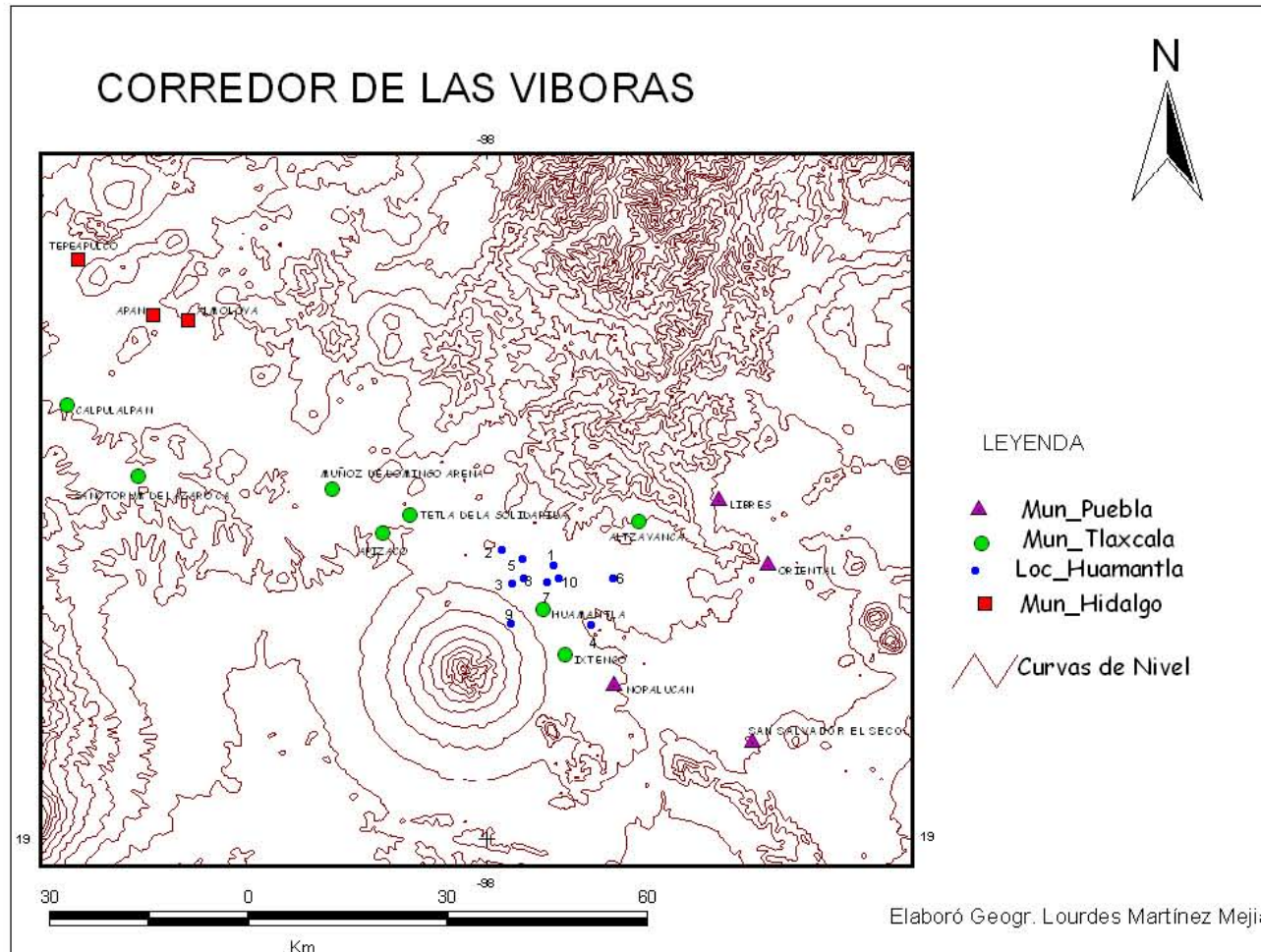
También se encontró que este tipo de tornados se han presentado en los municipios de Calpulalpan, Lázaro Cárdenas, Tetla, Muñoz de Domingo Arenas, Apizaco, Teacalco, Ixtenco, pertenecientes al mismo estado. Algunos entrevistados mencionan que no solo los han observado en el estado de Tlaxcala sino también en los municipios de Nopaluca, Libres y Oriental en el estado de Puebla. En el estado de Hidalgo se han presentado en localidades de Apan, Almoloya y Tepeapulco.

Cabe señalar, que hay una práctica que mezcla elementos simbólicos con contenidos técnicos que se usan, en la región que se comenta, para enfrentar a las “Víboras de granizo”. Estas consisten en los “cohetones o cohetes de nube” que son lanzados por los lugareños para evitar la formación de esos tornados débiles, y que son semejantes a los que lanzan en las festividades de los pueblos, aunque son un poco más grandes. Las personas, utilizan el cohetes, debido a que este fenómeno se presentan en la estación de lluvias cuando sus cultivos están en su apogeo de jilotear o en la maduración de la planta del maíz, de ahí la importancia de no permitir que se desarrolle.

Por otro lado, hay una riqueza cultural sobre las “víboras” entre la población rural de la provincia, riqueza que se esta perdiendo en las nuevas generaciones más jóvenes, ya que los tiempo cambian y con ello las costumbres y el conocimiento de nuestros ancestros, tiende a perderse, debido a la migración temporal ó definitiva de las zonas rurales, así como al crecimiento de la zona urbanas.

Estos fenómenos meteorológicos no son exclusivos del corredor, también se presentan en otros lugares de la República, como se vio en la distribución de los tornados en México de este capítulo, un ejemplo más es el caso del Estado de México: Jilotepec, Tonatico, Coacalco y Toluca donde realice una visita de campo y la gente de esa comunidad aseguró haber visto “cola de nube y tornados”.

A continuación se presenta el “Corredor de las Víboras” con los testimonios de la población en los diferentes estados.



Elaboró Geogr. Lourdes Martínez Mejía

Mapa N° 2.2. El Corredor de los TORNADOS *Landspouts* “El Corredor de las Víboras” abarcando parte del estado de México, los llanos de Apan, Hidalgo., Tlaxcala y parte de Puebla.

La visión de la población acerca del fenómeno meteorológico llamado tornado *Landspout*

Existe una gran variedad de definiciones similares acerca de lo que es un tornado, propuesta principalmente por meteorólogos estadounidenses. Existen fenómenos meteorológicos en nuestro país que tienen características que se apegan a esas definiciones que han sido catalogados principalmente por las comunidades rurales, pero que se les denomina “Culebras de Agua”, “Culebras de Aire”, “Víboras de Agua”, “Víbora de Aire o de Granizo”, “Cola de Nube”, “Torito”, “Mangas de Agua”, “Mofera” etc.

En abril 2002 y septiembre 2003 se realizó trabajo de campo dirigida por Jesús Manuel Macías, en el estado de Hidalgo (ver capítulo 3). La investigación que se llevó a cabo dio resultados interesantes que demuestran que los tornados siempre han existido en el territorio nacional, pero es conocido por una gran variedad de nombres. Pocos son los testimonios o evidencias de estos fenómenos y sin embargo la “Víbora de agua”, como es llamado por los lugareños del la zona de Apan, Hidalgo., presenta las características de un tornado, el cual se encuentra dentro del corredor. Sólo por mencionar uno de tantos ejemplos de nombres que se les da en diversas partes México, conocido por los campesinos o en las zonas rurales principalmente.

La población que se ubica en lo que denomino “Corredor de las Víboras” los conoce como “Víboras de agua, de granizo y aire” o “culebras” los cuales al parecer han ocurrido con más frecuencia de lo hasta ahora recabado en nuestra investigación. En la medida que se avanzó en la investigación se pudo constatar que estos fenómenos atmosféricos han ocurrido desde tiempo atrás en la zona, sin embargo, no deja de sorprender que para el resto de la población, principalmente en zonas urbanas, sean pocos conocidos. Por ejemplo en una entrevista que realice en Santa María Tocatlán, Tlaxcala (Diciembre, 2004) en

relación con los tornados el señor Filemón Avendaño, de 71 años, señaló lo siguiente:

“Las víboras de agua se forman cuando la nube está gruesa; al encontrarse dos nubes renace el remolino comenzando por la parte de suelo, este remolino asciende y se conecta con la nube, en ese momento la nube se hace en forma de víbora de arriba hacia abajo, es decir hay contacto con la nube y el suelo. A partir de ese momento, da comienzo la fuerza de la naturaleza: tira árboles, casas, y destruye sembradíos. Por todo lo anterior, es llamado el fenómeno como la víbora de agua...”

Meteorológicamente, estos tornados o víboras a que se refieren el Sr. Filemón, son derivadas de formaciones de nubes *cumulonimbus* principalmente (son nubes bajas de gran desarrollo vertical, con una base de poca altitud) o nubes cumuliformes, que se producen a raíz de una rotación de aire de gran intensidad y de relativamente poca extensión horizontal. Se caracterizan por un gran desarrollo vertical, es decir, son nubes que forman grandes corrientes circulatorias internas que se mueven de manera vertical y de las que eventualmente se conectan con pequeños sistemas circulatorios de superficie, que los meteorólogos denomina vórtices (remolinos), para formar una especie de embudo que se observa ligado a la nube en su base y que aparentemente busca hacer contacto con la superficie de la tierra. Aquí se está hablando de la meteorología de los tornados *Landspouts*, con la formación de las víboras.

Las condiciones atmosféricas del corredor, sugieren que son propicias para la formación de estos fenómenos. Ante la imposibilidad de obtener registros Meteorológicos de mesoescala se recurrió a los testimonio de la gente y evidencias fotográficas de tornados *Landspouts* (“Víboras”) que se presentan en la República Mexicana, esto coincide con la morfología y características de los tornados *Landspouts* de Estados Unidos.

A continuación se presentan algunas de las características comparativas de un tornado *Landspouts* o no supercelda en Estados Unidos y el tornado registrado por nosotros en Llanos de Apan, Hidalgo. La finalidad de la comparación es demostrar la enorme similitud de forma y las condiciones que son propicias para la formación de estos fenómenos en el “Corredor”, así como en el resto del país, para que sean reconocidos por las instituciones gubernamentales como

fenómenos naturales potencialmente desastrosos. Los tornados en México no son reconocidos como los huracanes, granizo, sismos, inundaciones, entre otros fenómenos naturales y no por ello dejan de ser una amenaza para la población.

Categorías comparativas en la morfología

Características más comunes para la Identificación de un tornado en E.U	Característica de una “Víbora de agua” en México
<p>El tornado se forma en conexión con una Nube de tormenta, llamada “Cumulonimbus”</p> <p>El tornado aparece en la base de una nube Cumulonimbus y se extiende verticalmente hacia abajo hasta alcanzar el suelo en Forma de embudo o manga.</p> <p>Comúnmente un tornado va acompañado por lluvia, granizo, relámpagos, rayos y de la oscuridad propia de la nubes.</p> <p>El efecto de destrucción de un tornado es mayor en el área afectada que el de un Huracán , debido a que la energía por liberar se concentra un área más pequeña. Por Tanto el efecto de la velocidad del viento y La baja presión hace que el daño sea mayor.</p> <p>Los tornados se desplazan aprox. a 50 km/h, sin embargo, algunos se mueven lentamente, mientras otros alcanzan velocidades de 100 Km/h o más. La trayectoria promedio de un tornado es de unos 400 metros de anchos y unos cuantos kilómetros de largo. Algunas de éstas han alcanzado valores excepcionales de 1.6 Km de ancho y 480 Km de largo.</p>	<p>Se produce en una nube Cumulonimbus. El giro del viento es ciclónico, es decir, al contrario de las manecillas del reloj.</p> <p>La “Víbora de agua” se extiende verticalmente hasta alcanzar suelo.</p> <p>Después del evento se presentó una Granizada (Santiago Tetlapaya, Hgo.) y oscuridad de la propia nube.</p> <p>Afectó alrededor de 150 casas Y generó alarma entre los habitantes del Municipio de Apan, Hgo. (El Universal) comunidad afectada MalaYerba</p> <p>Su trayectoria fue de Este a Oeste, al Sur de Apan.</p> <p>Según en la escala de Fujita es de poca intensidad.</p> <p>Tarda alrededor de 8 minutos en formarse y desvanecerse (vídeo tomada por el profesor : Heladio Sánchez, 01/04/02) Se presentó alrededor de las 16:00p.m</p>
 <p>Foto N° 2.1. Estados Unidos.</p>	 <p>Foto N° 2.2. México.</p>

Se presentan dos imágenes la primera corresponde al tornado de las grandes planicies de los Estados Unidos y la segunda al tornado de los llanos de Apan, Hgo., México.

Si observamos el tornado de Mala Yerba y lo relacionamos con la Escala de Fujita, se puede concluir que la intensidad del tornado corresponde a un F0, más adelante se hablará particularmente de este tornado (ver capítulo 3).

Dado que resulta tan difícil medir los vientos y el potencial de los tornados, los científicos los clasifican según el daño que causan, como ya se mencionó en el capítulo 1.

De acuerdo con Macías (2002) se considera que el mecanismo exacto que determina el paso final de la tornadogénesis supercelda aún no es del todo comprendido. Se dice que esencialmente la supercelda crea condiciones ambientales bajo de ella que genera tornados, pero la tornadogénesis requiere de condiciones de frontera de bajo nivel tanto en escenarios supercelda como no supercelda, aunque en el caso específico de la no supercelda hay preexistencia de condiciones de frontera tanto en el tornado como en la tormenta original.

Instituciones Gubernamentales

Servicio Meteorológico Nacional

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es el organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país. Su objetivo principal es dar información continua a la población sobre el estado del tiempo.

Para referirnos a la tecnología en México con relación a los tornados, primero nos remitiremos a las estaciones climatológicas con las que se cuenta. En México existe una red bastante densa de datos meteorológicos: 3500 estaciones climatológicas tradicionales operado por el SMN de las cuales sólo funcionan 3000 aproximadamente¹². Dichas estaciones no se encuentran distribuidas de la mejor manera posible, ni las observaciones se han distinguido en muchas de ellas por

¹²Conversación vía telefónica con Ing. Othon Cervantes (Responsable del área de Estaciones Climatológicas)

una aceptable continuidad. Sin embargo, existen bases de datos como el Eric y el CLICOM (Catálogo de Estaciones Climáticas Sistemas), que se componen por estados de la República Mexicana, estación, clave, periodo en años, con periodos de fechas muy variables, los hay desde 1947 a 2004, por mencionar algún ejemplo.

Desafortunadamente las fechas a consulta para este estudio no fueron aceptables puesto que en ninguno de los cuatro años considerados se encontró información. Generalmente hay estaciones sin datos y no cuentan con gente capacitada que tome la lectura. Además hay que considerar que no se da el mantenimiento adecuado a dichas estaciones. Por otro lado, al consultar el manual de SMN se encontró por “nube embudo”, lo que sería lo más cercano al tornado, por consiguiente la información que se tiene con relación a los tornados es más por la versión de la gente que por las estaciones meteorológicas.

Por otra parte, el uso de los satélites continúa siendo un recurso de gran importancia en el monitoreo de sistemas convectivos intensos (como huracanes, ciclones de latitudes medias, etc.), que detectan cambios en la temperatura superficial del mar, vegetación continental, producción primaria en los océanos, incendios forestales, etc. Así como hay modelos de probabilidad para los huracanes, también debería de haber programas o software para la detección de tornados. El uso del satélite es importante para la meteorología y climatología en México, pero para hablar de tornados no es suficiente, cabe mencionar que al adquirir imágenes de satélite por parte del SMN no se logra ver la formación del tornado por lo que hay que hacer estudios de mesoescala.

El radar meteorológico Doppler proporciona uno de los métodos más eficaces para el estudio de las tormentas severas, es sin duda una valiosa herramienta tecnología de punta. En EE.UU hay un gran avance del uso de ese instrumento para los tornados superceldas. Sin embargo para el caso los tornados no superceldas o *Landspouts*, se está perfeccionando su metodología ya que no es

está claro el algoritmo como en el caso de los superceldas. De acuerdo con Smith R, (2-15-96) “Con la llegada de los Radares WSR-88D y las capacidades de fortalecerlos se dio gran atención a los mesociclones y su asociación con las tormentas severas, los pronosticadores y otros involucrados en el procesamiento de alertamiento tomaron en cuenta. Sin embargo los tornados no están combinados con los mesociclones; ellos pueden desarrollar una amplia variedad de situaciones y pueden tomar diferentes formas. Es importante recordar que muchos tornados especialmente los no superceldas no son fácilmente detectados por esos instrumentos y un gran número de tornados no están asociados con los mesociclones que son detectables por radar.” Estos tipos de radares con los que identificaban los superceldas no funcionan necesariamente para los no-supercelda. A pesar de que el Radar Doppler puede detectar las condiciones de los tornados, es importante recordar que la formación de ellos puede ser tan rápida que no se alcanza a anunciar su llegada. Por otro lado, siempre que es inminente la llegada de un huracán, es aconsejable mantenerse vigilante buscando los indicios de un posible tornado, pues hay tornados asociados a los huracanes, como señalo en el capítulo anterior.

Al realizar la visita al SMN (12-02-05) nos informaron que de los doce radares que existen en México sólo seis están activos o en funcionamiento en: Acapulco, Guerrero; Cancún, Quintana Roo; Guasave, Sinaloa; Cuyutlan, Colima; Tampico, Tamaulipas; y Puerto Ángel, Oaxaca. Los otros seis radares están inactivos debido a fallas y daños del sistema. Si bien, cada radar abarca un área de 480 km, y al intercalarse cubren las áreas faltantes; se asume que el área de cobertura sería un 80% del territorio nacional tomando en cuenta la cobertura de los radares. Por ejemplo el radar Obregón y Palmito cubren áreas o dan coberturas sin datos. La cobertura del radar transmite la información en tiempo real, cada 15 minutos llega la información (hora local). Pero ¿que sucede con los radares?. El mal funcionamiento de los radares genera problemas a la población por tanto, debería existir la interpretación de las imágenes de radares que permitiera que la información llegara al público interesado. Es decir, cuando se

procesa y se almacena toda la información obtenida del radar se debería hacer el análisis y posteriormente la interpretación, para informar a la población en riesgo.

La problemática que enfrenta el SMN debido a la mala ubicación de la red radares, y a la falta del equipo necesario para detectar los tornados debe ser subsanar con el monitoreo de tornados con base en la meteorología de mesoescala, para este caso se requiere fundamentalmente del apoyo de modelos de pronósticos a escala local.

Protección Civil

En México se cuenta con un sistema integral para proteger a la población en caso de riesgo el cual es llamado Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), éste se creó el 6 de mayo de 1986 a raíz del sismo que sufrió la ciudad de México y “uno de sus propósitos fue que, a nivel de las entidades federativas, se crearan réplicas adecuadas a las administraciones públicas de ese nivel de gobierno” (Macías, 2005). También su principal objetivo es el de planear para enfrentar situaciones de emergencia, dicho de otra manera coordinar las acciones preventivas como sismos, huracanes, incendios, erupciones volcánicas, etc. El hablar de este sistema y sus obligaciones como organización implica asumir que la sociedad tiene responsabilidad, en cuanto poner en práctica las medidas de prevención que el organismo ha establecido.

Revisando el programa nacional de protección civil 2001-2006, se corrobora que los tornados no están contemplados dentro de dicho programa, debido a que no los consideran como un fenómeno potencialmente desastroso, sin embargo y aun cuando es un fenómeno de escala local, no dejan de causar daños a las poblaciones.

Además existe el Centro Nacional de Prevención de Desastre (CENAPRED), que es parte del SINAPROC, cuyo objetivo principal, como su nombre lo indica, es prevenir desastres. Para prevenir un desastre primero se deben conocer los

fenómenos que causan daños principalmente a la población, como los que están incorporados en el Atlas de Riesgo. Al consultar el Atlas se da uno cuenta de que no existe el fenómeno “tornado”, “culebra”, “víbora” no esta catalogado como fenómeno hidrometeorológico, por lo que es necesario integrarlo. Lo anterior refleja el poco estudio e información sobre tornados no-superceldas o *Landspouts*, por consiguiente se sugiere darle la debida importancia para informar a la población sobre las medidas que debería tomar cuando se presente el fenómeno, es decir que permita actuar correctamente ante una emergencia.

CAPITULO 3

LOS TORNADOS EN LOS ESTADOS DE MICHOACÁN, HIDALGO, TLAXCALA Y MÉXICO

El presente capítulo se trata de la ocurrencia de tornados en cuatro zonas: Tzintzuntzan, Michoacán; Mala Yerba, Apan, Hidalgo; El Carmen Xalpatlahuaya, Huamantla, Tlaxcala y por último Coacalco de Berriozabal, Estado de México.

Se delimita la zona de estudio, esto con la finalidad de tener una idea generalizada de la topografía en relación a la presencia de los tornados. Se presenta boletines y datos meteorológicos de los días del evento, con imágenes de satélites, interpretación de encuestas y entrevistas realizadas, notas periodísticas y por último daños ocasionados por el tornado.

Para este apartado se obtuvo un equipo de trabajo dirigido por Jesús Manuel Macías el cual consintió encuestas a dichas comunidades para Apan, Hidalgo: Daniel Estrada, Luis Ricardo Chávez, Edson Inchaurregui, Alejandro Guzmán, Rodrigo Tovar, Magdalena Hernández, Emma de la Rosa. Las compañeras antes mencionadas participaron en la UTT, Tlaxcala y Coacalco, Estado de México., para éste último estado colaboró Lilia Reveles, Beatriz Méndez, Claudia Martínez, Omar castillo. Cabe señalar, retomo por la autora Alejandra Boyer, (2000) y Macías (2002) resultados del evento tornádico de Tzintzuntzan, Michoacán.

Como se ha visto en el capítulo anterior, la presencia de tornados en México es recurrente a lo largo de la geografía nacional. Ahora toca exponer las evidencias que hay de este fenómeno meteorológico llamado tornado.

Los tornados mexicanos no tienen reconocimiento oficial y el desconocimiento de la amenaza de ellos hace imposible evaluar el riesgo y su ocurrencia. Por ello, un primer paso es reconocer su existencia para incorporarlos a los inventarios de amenazas.

El Tornado de Tzintzuntzan, Michoacán

Para este apartado se recorrió la comunidad de Tzintzuntzan el 21 de Diciembre de 2004 realizando entrevistas a personas que presenciaron el tornado, además se consultó el boletín meteorológico. Cabe mencionar que los resultados de las encuestas son tomadas por la autora Boyer (2000).

Medio Físico

Tzintzuntzan significa “Lugar de Colibrí”. Fue capital de los antiguos tarascos, que descendían de tribus primitivas que llegaron a la zona lacustre de Pátzcuaro, en el siglo XII y que conquistaron a quienes habitan esa región y conformaron el imperio tarasco, extendiéndose a partir de Tzintzuntzan.

El municipio de Tzintzuntzan se localiza en el norte de estado de Michoacán, en las coordenadas 19°37'00” de latitud norte y 101°35'00” de longitud oeste, a una altura de 2,300 msnm. Limita al norte con Quiroga, al noroeste con Morelia, al este con Lagunillas, al suroeste con Huiramba, al sur con Pátzcuaro y al oeste con Erongarícuaro. Se ubican en 28 localidades, siendo algunas: Ichupio, Patambicho, San Lorenzo, Sanabria, Ihuatzio y Pzo. Tzintzuntzan.

El lago de Pátzcuaro por los estados del tiempo que lo afectan, por su clima y por su geomorfología, constituye a una zona propicia para la formación de las trombas y pasar a trombas de tierra como propone Macias para diferenciarlos de las trombas de agua. En general, los depósitos de agua como presas, lagos y pantanos regulan la temperatura, al tiempo que aportan humedad a las áreas de entorno. Esta acción es mayor en medida que el cuerpo de agua tenga una extensión más amplia, como es el lago de Pátzcuaro, así como las grandes presas del país.

Datos generales y descripción de la ocurrencia

A partir del día 27 de agosto de 2000, los medios de comunicación masiva dan a conocer reportes meteorológicos sobre “una fuerte tormenta”, “damnificados por tromba”, a nivel nacional y local, en las comunidades de Tzintzuntzan, Michoacán., antigua capital del reino purépecha.

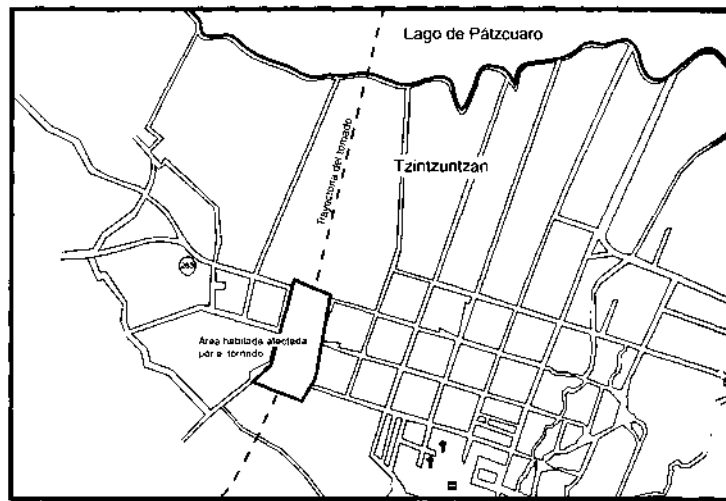
“Ayer a las cinco de la tarde en un cerro, a la altura de la comunidad de Ihuatzio; isleños y turistas veían con sorpresa el fenómeno climático que amenazaba con tocar tierra, pero éste se desvaneció entre nubarrones” (*El Sol de Morelia*).

“El fenómeno natural que se dejó sentir en esa región, también arrastró de raíz grandes árboles y ocasionó crisis nerviosas entre algunas personas que veían cómo se desprendían los techos y caían las bardas de adobe”.(*El Universal*).

El impacto que causó el fenómeno meteorológico entre los turistas fue sin duda una amenaza, pero aún más para esos habitantes, el caso concreto de las colonias de San Miguel y El Rincón pertenecientes a la población indígena de Tzintzuntzan. Asimismo, “en Coahuayana 20 hectáreas de cultivo de plátano resultaron afectadas; fueron derribados varios árboles, antenas de televisión, cables de teléfono y del servicio de energía eléctrica”. (*El Universal*).

Dentro de las comunidades antes mencionadas, las autoridades municipales y de protección civil realizaron una evaluación de los daños ocasionados, para organizar apoyos a los damnificados.

El tornado tocó la superficie del lago de Pátzcuaro, donde describió una trayectoria errática de dirección NE-SO (ver croquis No. 3.1) para tocar tierra en el barrio de El Rincón, al norte de Tzintzuntzan. Los entrevistados coincidieron en que la duración del tornado desde que tocó tierra, hasta que desapareció fue de 10 a 15 minutos aproximadamente y su recorrido en tierra fue al menos de tres kilómetros, alrededor de las 16:00hrs.



Croquis N° 3.1. Trayectoria del tornado en Tzintzuntzan
Fuente: Descubriendo los tornados en México (2002).

De acuerdo con Macías (2002) “Los tzintzuntzenses designaron al fenómeno: tromba, culebra, huracán, remolino, torito, ojo de buey, animal, terremoto, entre otras”.

Los habitantes de Tzintzuntzan que experimentaron el paso del tornado fueron entrevistados, lo que permitió conseguir elementos para explicar, las formas en las que el fenómeno fue procesado mentalmente y relatado. A continuación se presenta la transcripción de algunos fragmentos. Cabe señalar que las siguientes entrevistas las llevé a cabo el 21 de diciembre de 2004.

En la comunidad de Tzintzuntzan, Alejandra Martín de 20 años originaria de Tzintzuntzan, Michoacán, recuerda el suceso del día 26 de agosto de 2000 de la siguiente manera:

“Yo estaba en mi cuarto y salí a cerrar una puerta y vi que una, como se llama, una higuera estaba haciendo muy, muy, muy feo el aire y entonces me asusté y me regresé a mi cuarto y cuando iba pasando yo atravesando esta puerta para ir a mi cuarto se cayó un cancel, lo tumbó el aire ya que entre a mi cuarto hasta que pasó...”

Baldomero Sánchez E. de 65 años vio al tornado desde que penetra tierra, muy cerca de donde vive.

“Yo estaba aquí sentado cuando oí que zumbaba algo y salí y me asomé aquí y los vide que ya venía, pero ya traía un tejado arriba, un tejado arriba lo atraía, volteando, y ahí seguimos y ahí estaba unos aguacates muy grandes y nomás está ese árbol... onde está la cruz... los morillos del tejado... y de ahí agarró nomás estaba parado poniéndole la cruz, así nomás mire, así nomás y él arriba... no pos arrancó todo esos árboles, mire, ¿qué dejó? Zas, zas, el tronadero por las casitas que se iba llevando.

Tronaba, “p’abajo” cuando yo empecé a salir, pero ya cuando venía aquí, ya nomás tronaba, pero era la madera, lo que arrancaba, los árboles, y se jué, mire, hasta aquellos árboles altos donde está la nube blanca y se vio y ya venía de regreso p’abajo y entonces yo corrí de allí, corrí a decirles a las familias”

Los testimonios anteriores reflejan la vivencia de un fenómeno conocido por ellos con sus respectivas tradiciones para protegerse, pero no experimentado en el momento. Al realizar un recorrido en los alrededores en especial en la isla de Janitzio, las personas asumen que el fenómeno se le conoce como “Cutzanda” “remolino en la nube” el cual se presente principalmente en temporadas de lluvias según los entrevistados originarios de los alrededores del lago de Pátzcuaro.



Foto N° 3.1. Tomada por Felipe Rubio de la Torre. Tornado en Tzitzuntza, Michoacán.
Según las personas el suceso se dio alrededor de las 16:30p.m

El área afectada de Tzintzuntzan se ha caracterizado a partir de las casas (manzanas) por las que el tornado “marcó” su trayectoria dentro del poblado, que fueron tres. Se ha contabilizado que en el área afectada hay 45 casas de las cuales 30 resultaron con un determinado nivel de afectación y arroja un valor

porcentual de 66%. Ello es consistente con el estudio de Boyer (2000): 65% de los casos entrevistados resultaron dañados y 35% no reportó daños.

“La respuesta inmediata relacionada con la presencia percibida del tornado, y que podemos considerar como el “comportamiento de emergencia” fue también contundente ya que el 95% de las personas entrevistadas se quedó en su casa cuando percibió el tornado, en tanto consideró que estaba en un lugar seguro; sólo el 5% decidió ir a otro lugar en busca de mayor seguridad. La mayoría de los casos, el 96%, señaló que había sentido miedo ante la presencia del fenómeno, pero de ellos sólo el 32% pensó que podía sufrir daños mientras que 38% reportó únicamente haberse sentido intimidado por el ruido y el aspecto del tornado, un fenómeno no visto con anterioridad, pero no llegó a pensar que le causara daños” (Boyer, 2000).

“La mayoría de los habitantes que estuvieron cerca del fenómeno, es decir, los habitantes del área afectada, el 58% dijo tener temor de que vuelva a ocurrir un tornado e identificaron la repetibilidad como el aspecto más impactante y dañino de la ocurrencia del tornado del 26 de agosto de 2000” (Macías, 2002).

Meteorología General

Informe Meteorológico

Para el día que se presentó el tornado en Tzintzuntzan, Michoacán, se obtuvo el informe meteorológico general emitido el 26 de agosto de 2000, por el Servicio Meteorológico Nacional.

El 26 de agosto del 2000, muestra el pronóstico de lluvias máximas puntuales en 24 horas, comenzando con intensas (Mayores de 70 mm): Chiapas; Muy fuertes (de 50 a 70 mm): Tabasco; Fuertes /de 20 a 50 mm): Campeche, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán; Moderadas (de 10 a 20 mm): León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas; Ligeras (de 5 a 10 mm): Coahuila, Colima, Durango,

Guerrero, Hidalgo, Michoacán y Tlaxcala; Escasas (menores de 5 mm): Morelos y Zacatecas (ver anexo).

Asimismo, el informe meteorológico No. 4.1.477 se observa tres divisiones para el estado del cielo, obteniendo un máximo de temperatura y una mínima por regiones (pacífico, golfo e interior). En la región Pacífico, indica que la ciudad de Hermosillo, Sonora y Cd. Constitución, BCs; ambos con cielo despejado/medio nublado con un máximo de 40°C y Oaxaca, Oax., presenta cielo despejado/medio nublado/ con lluvias, con un mínimo de 13°C. En la región Golfo Matamoros, Tamps., presenta cielo despejado/medio nublado con un máximo de 38°C y un mínimo de 15°C. Región interior Piedras Negras, Coah., presenta cielo despejado/medio nublado con un máximo de 42°C y un mínimo de 06°C.

Morelia, Michoacán se encuentra en la región Pacífico con cielo despejado/medio nublado/lluvias con un máximo de 28 y un mínimo de 14.

Desde el punto de vista meteorológico, el boletín antes presentado es una muestra de la falta de información a nivel local, no es suficiente para localizar o saber de la presencia de algún evento tornádico, llámese tornados superceldas, no superceldas o *Landspouts*. Cabe señalar que, para hablar de tormentas severas en el estado de Michoacán para el 26 de agosto y para los tres estados del capítulo restantes se tiene el mismo problema, no existe información que ayude a entender las condiciones de un fenómeno de esta índole. Por consiguiente no se pondrá el informe meteorológico para los siguientes capítulos por lo descriptivo que es.

Formas de enfrentar a los tornados para la población

Dentro de la población se encuentra una gran variedad de tradiciones para enfrentar o protegerse de los tornados con una respuesta simbólica. La gente de Tzintzuntzan recurrió como protección ante este fenómeno meteorológico de

manera simbólica, relacionado con la religión, es decir acudieron a quemar “palmas benditas” con la finalidad o creencia de “espantar” al “torito” o “culebra” como fue llamado por la comunidad. De igual manera se acudió como acción protectora, dando a los niños cuchillos, machetes para que realizarán movimientos simbólicos para “cortar” al tornado de lejos. Cabe señalar que el Señor Baldomero Sánchez acudió a la señal de la Santa Cruz con su mano. Lo anterior implica una cultura heredada por abuelos, es decir de generación en generación se aprende esta práctica, aunque poco a poco se va perdiendo.

No obstante, es necesario matizar la finalidad de la palma bendita como protección religiosa frente a fenómenos meteorológicos adversos. La práctica consiste de manera general en quemar la palma, la cual es bendecida el Domingo de Ramos por el sacerdote de la iglesia, lo anterior significa la entrada de Cristo en Jerusalén cuando al paso de Cristo fue regado de palmas, se considera que estas palmas ejercen un poder protector. Al presentarse una tempestad acuden a quemar un poco del palma, la ceniza se distribuye en el suelo en forma de cruz para proteger a la familia, en este mismo contexto señalan las “culebras”.

Cabe mencionar, que las personas que hicieron este acto de protección simbólica fueron las personas que lo vieron de lejos.

Impacto económico

Hablar del impacto económico implica una gran gama de estructuras sociales. Tzintzuntzan comunidad artesanal, con viviendas de adobe principalmente, fue sorprendida por un tornado. El total de los daños directos de la ocurrencia del tornado se estimó en 49 208.83 pesos y es importante relacionar tal cifra para tener una idea de qué tan poderoso puede ser este impacto.

“El número de cabezas de familia, jefes de unidades domésticas o propietarios o posesionarios de casa afectadas, es de 31. El total de los costos dividido entre las

cifras de afectación arroja el dato de 1 555 pesos por familia. Este sería un dato arbitrario, ya que la entrega de ayuda fue desigual” (Macías, 2002). Sin embargo, hay otros datos que se imponen para relacionar. “La administración municipal de Tzintzuntzan dispone de una “partida” para desastres naturales que se ubica en su presupuesto anual de egresos. Es de 40 mil pesos. Esta partida tiene como antecedente una granizada que se presentó en 1996, entonces grandes pérdidas materiales que al ser cubiertas con fondos del municipio, impidieron gastar en otra actividades y desarrollar otro programa (Loeza,k, 2001).

“El gasto total de este fondo para los daños del tornado fue de \$ 14 761.90, lo que apenas significó 37% del total de la partida. Hasta aquí las cifras hablarían ciertamente de un impacto relativamente poco importante para los afectados y para el mismo erario municipal” (Macías, 2002).

En el cuadro de afectación establece claramente que el 58% de los daños se encontró en las casas de los lugareños y otra cifra significativa muestra que la pérdida del cultivo de maíz, significó más del 24% de los daños causados.

El Tornado de Mala Yerba, Apan., Hidalgo

Luego del tornado que se presentó en Mala Yerba, Apan, Hidalgo., se realizó un trabajo de campo el cual fue dividido en dos períodos:

En el primer período se aplicaron encuestas y se realizaron en los días 8 y 9 de junio del 2002 en la comunidad de Mala Yerba, esto con la finalidad de corroborar que el fenómeno reportado correspondió a una serie de tres tornados que ocurrieron de manera simultánea.

En el segundo período se visitaron 7 comunidades (Emiliano Zapata, Lázaro Cárdenas, Mala Yerba, Almoloya, Santiago Tetlapayac, Benito Juárez, Calpulalpan) aledañas a Mala Yerba, del 12 al 16 de septiembre de 2003, aplicando nuevamente encuestas y entrevistas con la finalidad de analizar las acciones que la población campesina realiza como defensa ante la presencia de los tornados, que los llama o conoce como “víboras de agua o de granizo”, además de registrar su frecuencia en la zona.

Medio Físico

El nombre de Apan, deriva de las raíces náhuatl atl “agua” y pan “en” o “sobre”. “En o sobre el agua”. Se localiza al sur del estado de Hidalgo, en la región de las planicies, conocido nacionalmente como Los Llanos de Apan. Entre las siguientes coordenadas 19° 42´ 47’’ la latitud norte y 98° 27´ 28’’ de longitud oeste, a 2, 439 msnm. Colinda al norte con el municipio de Cuautepec de Hinojosa; al este con el municipio de Almoloya, al sur con el estado de Tlaxcala, al oeste con los municipios de Tepeapulco y Emiliano Zapata.

La mayor parte del municipio es plano, encontrándose ahí los Llanos de Apan, por su relieve permite que las localidades se encuentren vulnerables ante estos fenómenos tornádicos, ya que la zona está conformada por llanos y cerros de

poca altura, esto propicia condiciones para la formación de los tornados como se verá más adelante.

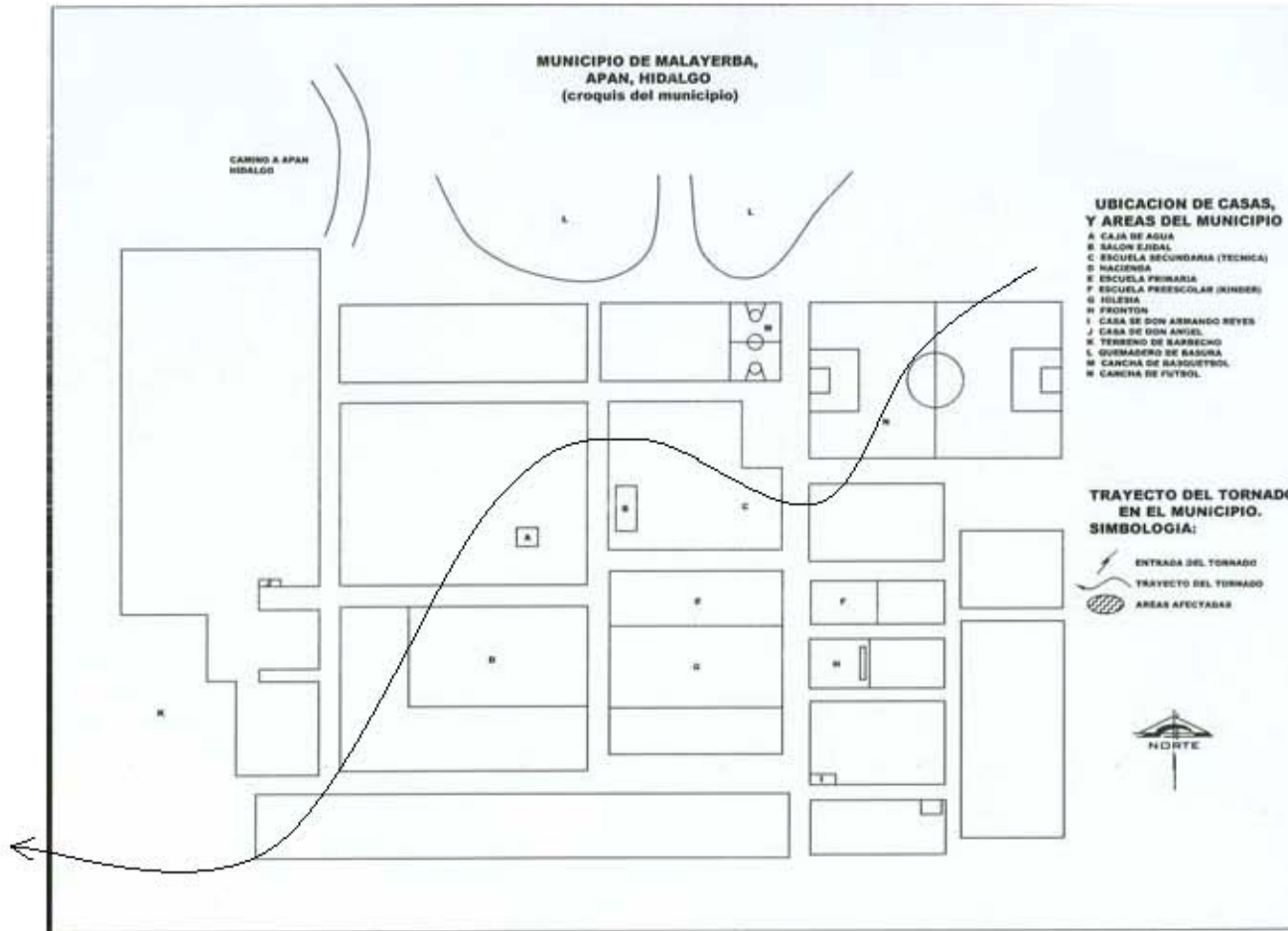
Datos generales y descripción de la ocurrencia

Un inusitado fenómeno meteorológico se presentó en Mala Yerba y generó alarma entre los habitantes. “El fenómeno tuvo duración aproximadamente de dos horas e hizo que de inmediato acudieran al lugar elementos de la cabecera municipal, sin que pudieran auxiliar en mayor medida a los afectados, al no contar con el equipo para el caso” (*El universal*).

Al realizar la investigación de campo se estableció que dicho evento tuvo una duración menor a 10 minutos. El reporte de *TV Azteca* menciona: “en cuestión de minutos los habitantes de la comunidad de Mala Yerba, en el municipio de Apan, Hidalgo, lo perdieron todo, luego de que una serie de remolinos arrasó con algunas viviendas”. En este reporte periodístico hay una confusión al denominar remolino en vez de tornados.

En la comunidad afectada, el ejército mexicano aplicó el plan de emergencia DN-III para ayudar a la población civil en la región de Mala Yerba, apoyando en la alimentación de las personas, así como repartición de catres, cobertores y cobijas. Dichas familias afectadas se refugiaron en un albergue provisional en la Casa Ejidal de esta comunidad.

Tres tornados tocaron superficie en los llanos de Apan el día lunes 1 abril del 2002, alrededor de las 16:00 horas, describiendo una trayectoria errática de dirección de Este a Oeste (ver croquis No. 3.2), puntualizando que el más pequeño de éstos, llegó a la localidad llamada Mala Yerba, dicha comunidad se encuentra al sur del municipio de Apan (cabecera municipal) a 11 km aproximadamente. Se considera que la duración del tornado al formarse y desvanecerse fue de 8 minutos aproximadamente.



Croquis N° 3.2. Trayectoria del tornado Mala Yerba, Apan., Hidalgo

Elaboró: Isaías Avendaño

En junio del 2002 se realizó un periodo de trabajo de campo sobre la ocurrencia del tornado en la comunidad de Mala Yerba, Apan, Hidalgo. La encuesta que se aplicó, se compone de 6 datos de identificación y 24 preguntas de opción múltiple; algunas de estas preguntas incluyen una descripción (ver anexo). Se aplicaron 45 encuestas en total.

La primera pregunta se relaciona con la ubicación de la vivienda, es decir la zona afectada por el tornado y la no afectada, por consiguiente, se contabilizó que la zona afectada por el tornado es de un 78%, y un 22% por la zona no afectada. En esta pregunta nos percatamos que las personas encuestadas recuerdan perfectamente el evento ocurrido en Mala Yerba.

El 82% de la gente acepta haber sufrido daño o pérdida por el tornado tales como: los techos con un 69%, las paredes semidestruidas con un 13%, un 15% de bardas, 20% de vidrios, 7% de sustos. Sufrieron otros daños como: perdidas de animales, muebles, ropa, techo de corrales, tinacos, tuberías, árbol arrancados, antena TV, trasto de cocinas, etc. Por otro lado, el 18% respondió que no había sufrido algún daño o pérdida ante el tornado. La mayor parte de la comunidad fue dañada por la presencia del tornado en cuestión de minutos. Mala Yerba es una comunidad que se dedica principalmente al campo, algunas casas están construidas de adobe aunque también hubo bardas de block que fueron derrumbadas. El tornado y otros fenómenos naturales no respetan el nivel socioeconómico de la gente (ricos o pobres). Probablemente los daños son resultados de la actividad humana, es decir la situación de un desastre como una consecuencia social.

La respuesta inmediata ante la presencia del tornado fue contundente: un 71% de las persona optaron por quedarse en casa, el 2% salir de casa, el 2% salió de casa de amigos o parientes, otro 2% ir a un lugar más seguro y el 22% no sufrieron daños. Como se observa en el 71% de las personas la reacción inmediata fue protegerse en un lugar que consideró seguro (casa de concreto).

Esta “seguridad” dependió de las condiciones materiales con las que estaba construida su casa, las personas que consideraron frágil su vivienda acudieron con sus vecinos o parientes.

La mayoría de los encuestados dijo que corrían peligro ante la presencia del tornado (98%) y un 2% no contestó. Por otro lado, el 42% optó por miedo a lesión o muerte y el 58% no contestó, 4% por daños, el 15 % fuerza y ruido del tornado, 8% se veía feo o peligroso y otros como: remolinos grandes, sustos por su familia, miedo a las piedras que vuelan, se ahoga con el polvo, miedo por su familia, que el viento se llevara a los niños, sintió que la loza se caía, la casa se cimbraba, etc.

Por otro lado, al preguntarles ¿En qué momento sintió que usted y, su familia corrían peligro? un 73% de las personas contestaron que cuando vio al tornado, el 7% cuando le dijeron que había un tornado, y un 18% cuando se dañó su casa y el 4% no contestó.

Se observa un alto porcentaje de la gente que percibió al tornado como un riesgo, temor, miedo o una amenaza ante un fenómeno conocido pero no vivido o experimentado dentro de su entorno. Esto origina trastorno a los niños principalmente ya que se queda plasmado en el recuerdo de cada una de las personas dañadas, por consecuencia, difícil de olvidar.

Un 82% de las personas sentían ya no correr peligro cuando el tornado se detuvo, un 9% cuando estuvo en un lugar seguro, en este caso fue la Casa Ejidal, la cual se encuentra en la misma comunidad, el 4% se regresó a su casa, un 2% aún siente que él y su familia corren peligro y el 2% no contestó.

La mayoría de la gente se sintió sin peligro cuando ya no vio el tornado, la presencia del fenómeno es fundamental.

La mayoría de los habitantes que estuvieron cerca del fenómeno, es decir, los habitantes del área afectada (98%), le dio miedo de que hubo un tornado y un 2% contestó que no (esta persona no tuvo daños en la casa). Sin embargo al preguntales ¿por qué?, el 22% dijo que por riesgo a perder la vida o por lesiones, el 13% por daños materiales, el 20% por peligrosos, el 16% que vuelva a ocurrir, el 2% no sabe que hacer, el 27% otros como: peligro a la familia, porque se veía horrible, porque nunca había habido algo semejante, porque se llevó un borrego, porque lastimó a sus hijos casados, experimentó estar dentro del tornado.

Al preguntarles ¿cuál consecuencia del tornado les pareció más peligrosa? el 73% dijo ser más peligrosa la posibilidad de que vuelva a ocurrir otro tornado, el 18% dicen que las viviendas dañadas y el 15% otros como: posibilidades de que hayan muertos, de que sufran daños los familiares, los niños son muy vulnerables. El 96% no habían experimentado una situación similar, sin embargo 2 personas dijeron que si, pero sin sufrir daños, estas personas sintieron que su familia corría peligro.

El 89% no tiene conocimiento de que un evento de esta índole se haya presentado en Mala Yerba, pero el 9% menciona haber visto tornados en las fechas siguientes: en 1978, 1985, 31 de mayo del 2002. Este último porcentaje tiene conocimiento de la ocurrencia de otros tornados en el área, relatos de diversos miembros de la propia comunidad de Mala Yerba. Cabe aclarar que hay conocimiento de la presencia de tornados en los llanos, es decir en los alrededores.

Con respecto a la actuación de las autoridades, el 100% de la gente encuestada, dijo que las autoridades no dieron aviso. Por lo tanto el 100% no supo qué hacer ante el tornado. Este mensaje es muy revelador al no contar con información, se sugiere realizar campañas con información acerca de tornados en la zona, así la población podrá tomar medidas ante la presencia de tornados, en tanto las autoridades deberán elaborar un plan de prevención para la población.

Las autoridades municipales, Ejército, Protección Civil, Cruz Roja, Bomberos, la delegada municipal, y médicos., asistieron y prestaron ayuda durante y después del evento. Las acciones emprendidas fueron; proporcionar asistencia médica, remoción de escombros, ayuda para el rescate de bienes y/o víctimas, recabar información acerca de los daños en general, de igual manera apoyaron con alimentos y colchonetas. En estos eventos la movilización es de gran ayuda para las personas en el momento que está ocurriendo el fenómeno no importando cuánto es apoyado, lo importante es que hay alguien con quien se cuenta en el momento del desastre, aunque después vienen los problemas como la mala repartición de materiales para reconstruir la vivienda dañada.

En cuanto a la reconstrucción, el 87% dijo haber tenido apoyo de láminas de asbesto y de cartón, algunas personas dijeron tener asesoría técnica y orientación para prevenir el mismo daño.

De acuerdo con la gente encuestada, el 96% de las personas dijo que la ayuda fue útil. El 2% de estas personas dijo que la ayuda no fue suficiente y el 2% no contestó. Para hablar de la ayuda, primero se debe entender la situación en la que se encuentran las familias, la desesperación que sienten en el momento de perder sus pertenencias que con esfuerzo han obtenido, al ver que en segundos pierden sus techos, ventanas o animales, etc. Por ello la importancia de ser apoyados durante y después del desastre. La ayuda llegó por parte del municipio de manera urgente. La mayor parte de la gente quedó satisfecha con la repartición de láminas y consideró que la ayuda fue suficiente y oportuna. Sin embargo el 2% mostraron inconformidad ya que consideró que la repartición no fue equitativa. Ante la presencia de un desastre se presenta oportunidad para obtener beneficios, dado los abusos de las autoridades, sin importar la necesidad de comprar materiales.

En la pregunta ¿Cree que las autoridades deberían avisar sobre la ocurrencia de tornados y que éstos pueden ser peligrosos?, la respuesta fue contundente ya que

el 98% sí cree que deben de avisar a la población y 35% dijo para prevenir. Para obtener mayor información sobre qué hacer ante un tornado, las propuestas de las personas que sufrieron y experimentaron el fenómeno podrían aportar mayores argumentos. La gente comentó que las autoridades deberían mantener un sistema de alerta, de esta manera mejoraría la prevención, por ejemplo: tener un lugar seguro en caso de que vuelva a suceder, estar atento y yo creo que es conveniente que se empiece a difundir entre los científicos y la población que las “víboras” son tornados *Landspouts*.

La siguiente pregunta hace alusión a la repetibilidad del tornado en la comunidad, el 78% cree que pueda haber otro tornado, el 9% no cree que pueda suscitarse otro fenómeno de esta índole y un 13% no sabe. Este 78% afirma que se presentará otro tornado en la comunidad de Mala Yerba, como se mencionó anteriormente las personas pueden dar opiniones importantes y por consiguiente posee más información de su entorno.

En la siguiente pregunta hubo gran variedad de respuestas: en caso de que sucediera otro tornado en la zona ¿Cree que Mala Yerba correría peligro?. Prácticamente el 100% de la gente dijo que sí, el 11% dijo que ya hubo un tornado, el 75% por la fuerza de los tornados, el 24% por la viviendas frágiles, el 7% por los daños causados por el tornado 1 de abril del 2002. Físicamente Mala Yerba está desprotegida, por falta de cerros según la gente entrevistada con frecuencia se presentan remolinos.

Un 93% acepta que corren peligro en caso de que sucediera otro tornado, el 4% no cree que corra peligro (su casa es muy resistente) y un 2% no contestó. La mayoría dijo que corrían peligro debido al tipo de materiales de las casas, por las láminas que son frágiles, de igual manera están concientes de la fuerza que genera los tornados que son peligrosos y que pueden matar gente.

¿Qué haría usted si se presentara otro tornado? el 47% optó por quedarse en su casa, el 49% ir a un lugar seguro, el 4% hacer caso de las instrucciones de

autoridades. El 49% de las personas optan por ir al salón ejidal del poblado mejor conocido como troje o casa ejidal ya que consideran que es un lugar seguro.

Para analizar, el comportamiento de la gente entrevistada ante la presencia de un tornado poco experimentado, pero conocido por la mayor parte de Mala Yerba, Apan, se recurrió a los testimonios de los afectados.

En la comunidad de Mala Yerba , los jóvenes Oscar Godínez Hernández, Saúl Godínez Días, Juan Godínez Hernández, Agustín Godínez, Arturo Godínez. Originarios de Mala Yerba, Apan., Hidalgo, recuerdan el suceso del día 1 de Abril de 2002 de la siguiente manera.

OG: Nosotros estábamos aquí en el frontón, un rato, estábamos y empezamos a ver que se formó ahí por ese, que decimos la loma nosotros ahí, este, y empezamos a ver que empezó poco a poco, poco a poco...

JG: Como especie de remolinos así estábamos conectados así desde las nubes hasta abajo, eran 3. Sí estaba más o menos al mismo vuelo yo diría y luego se juntaron 2 y ese se hizo uno ¿no? Y es el que se vino para acá.

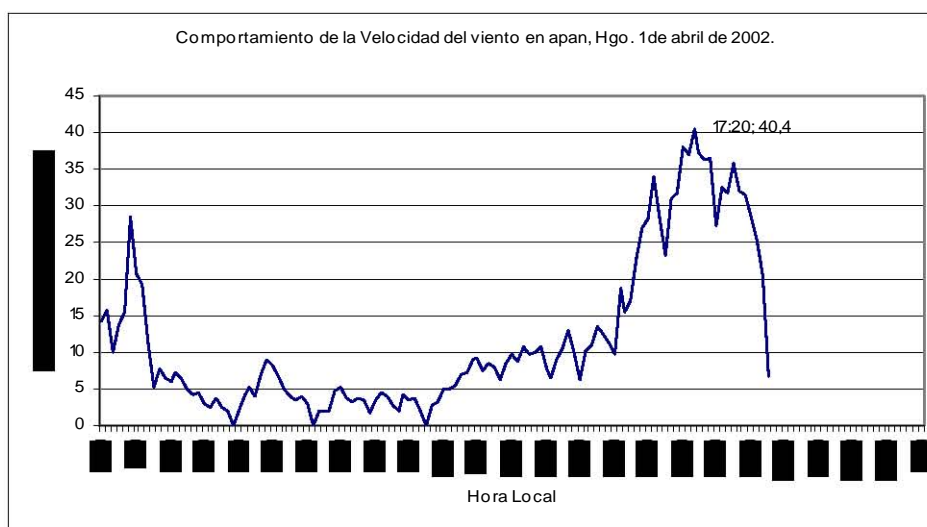
OG: De hecho, yo mejor di estaba yo aquí en el frontón... que corremos para allá y, y vimos como pasó todo esto aquí, duro, o sea, paso nada más así aire fuerte como si trajera piedras y todo, o sea que. Y si de echó parece que si trajo piedras y este, cosas todo lo que agarraba a su paso se lo llevaba, los, los techos de los este. Pues se puede decir de trojes que estaban hechas, se los llevaba, empezaba así a meterse de ese lado y de tan solo este aquí este, que se veía bien seguro ya se empezó a meterse el aire, a meterse el aire, que lo lleva, que se lo bota, lo botó y así paso todo esto, donde pasaba usted. ... estaba fuertísimo, así fuertísimo este porque ahí, allá más adelantito una casa de mi tía este, llevaba una piedra así este, el remolino, pues no pudo haber sido otra cosa más que el remolino, una como de 120 kilos o más de, de piedra pero piedra maciza., así la llevaba, imagínate...

Lo anterior da muestra del impacto que ocasionó el tornado ante la gente. Por otro lado, sin duda se logra identificar la formación del tornado al señalar la conexión entre las nubes y la superficie.

Comportamiento general de las variables meteorológicas del 1 de Abril de 2002, Apan, Hidalgo.

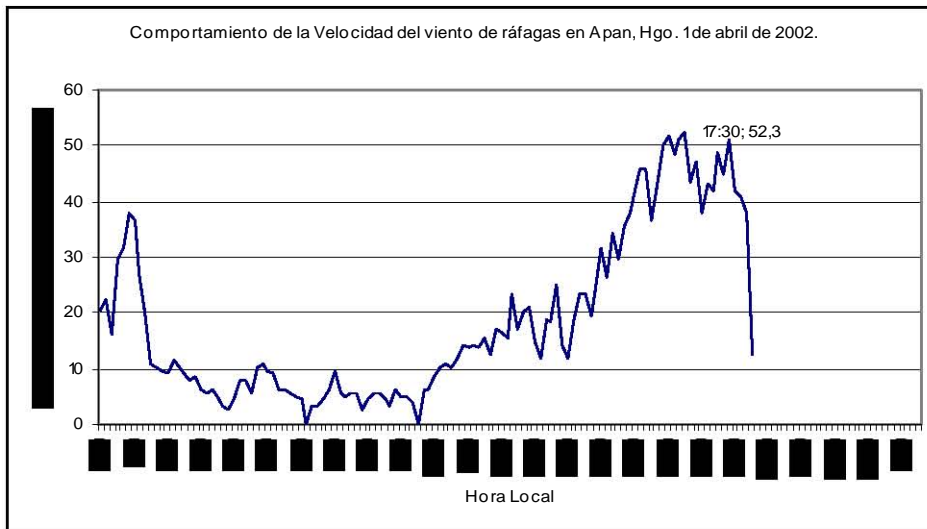
Las variables meteorológicas se obtuvieron de la Estación Hidroclimatológica Automática (EHCA) perteneciente al Municipio de Apan, Hidalgo., del 1 de abril de 2002, la cual esta conformada por un “conjunto de sensores que registran y transmiten información meteorológica de forma automática de los sitios donde están colocadas. Su función principal es la recopilación y monitoreo de algunas variables meteorológicas (ver anexo) del lugar para generar archivos del promedio de cada 10 minutos de cada 3 horas para cada variable. El área representativa de las estaciones es de 5km de radio aproximadamente” (ver la siguiente página <http://smn.cna.gob.mx/productos/emas/doc/estacion.html>). Esta misma definición es utilizada para el caso de la estación (EHCA) UTT, Tlaxcala., por consiguiente no se pondrá el funcionamiento meteorológico en el siguiente subcapítulo.

Los siguientes gráficos corresponden al comportamiento de las variables meteorológicas (Velocidad del Viento, Velocidad del Viento máximo en ráfagas, Temperatura Promedio, Humedad Relativa, Presión Barométrica, Precipitación y Radiación) del tornado de los datos de la estación automática, Apan, Hidalgo.

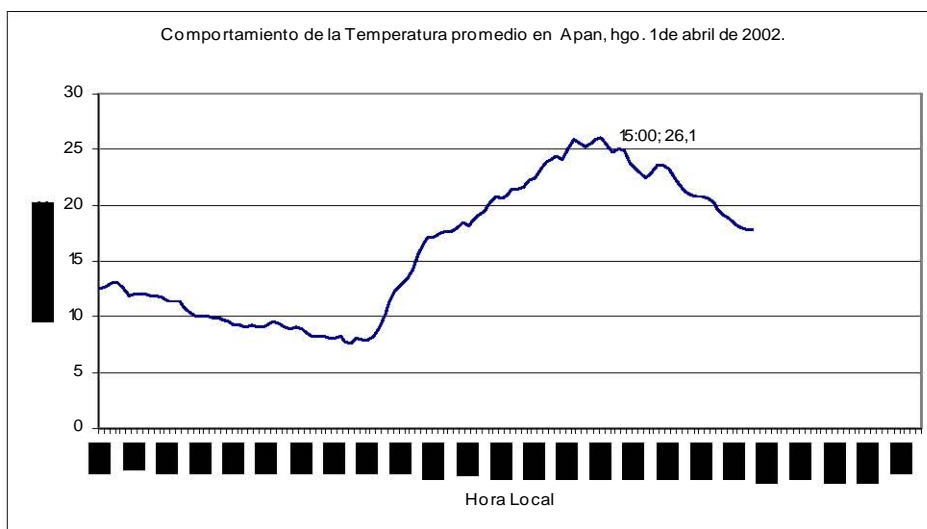


Gráfica a. Velocidad del viento

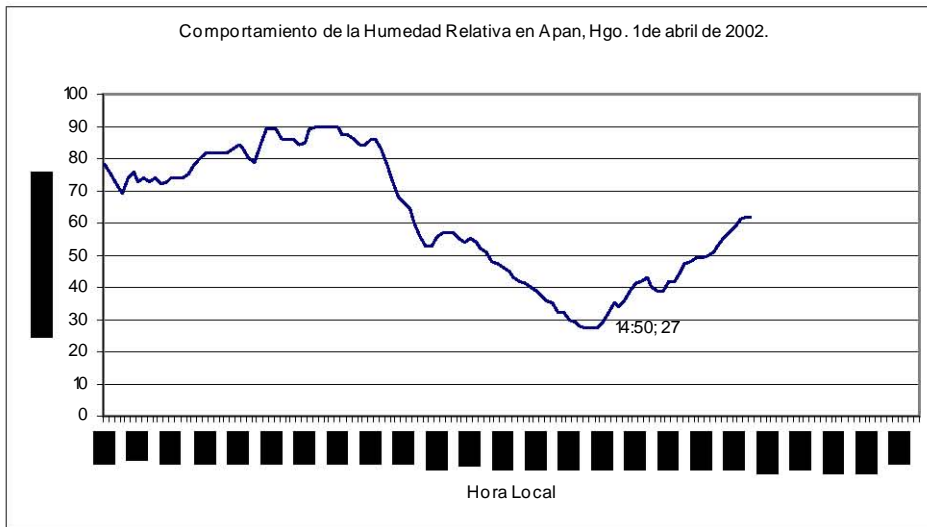
La velocidad del viento es el promedio asimétrico de las velocidades medidas en un lapso de 10min., su unidad de medición es en km/h.



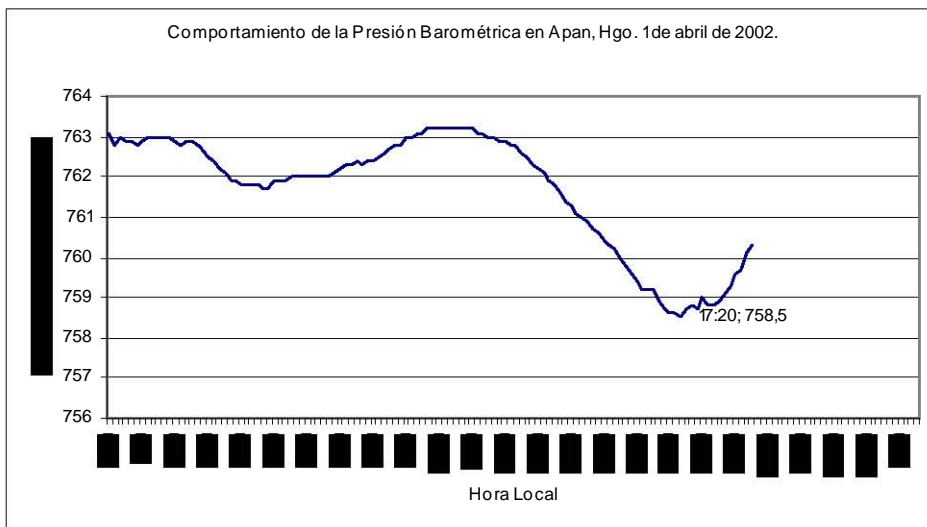
Gráfica b. velocidad del viento en ráfaga
Velocidad del viento máximo durante el intervalo de 10 min. Con duración a 5 segundos y esta dada en Km/h.



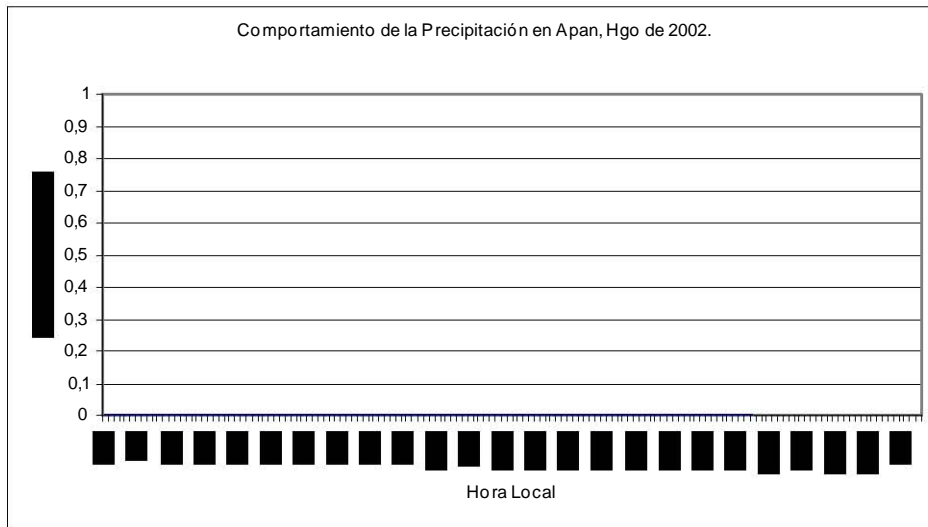
Gráfica c. Temperatura.
El comportamiento de la temperatura es medido por unidad en °C.



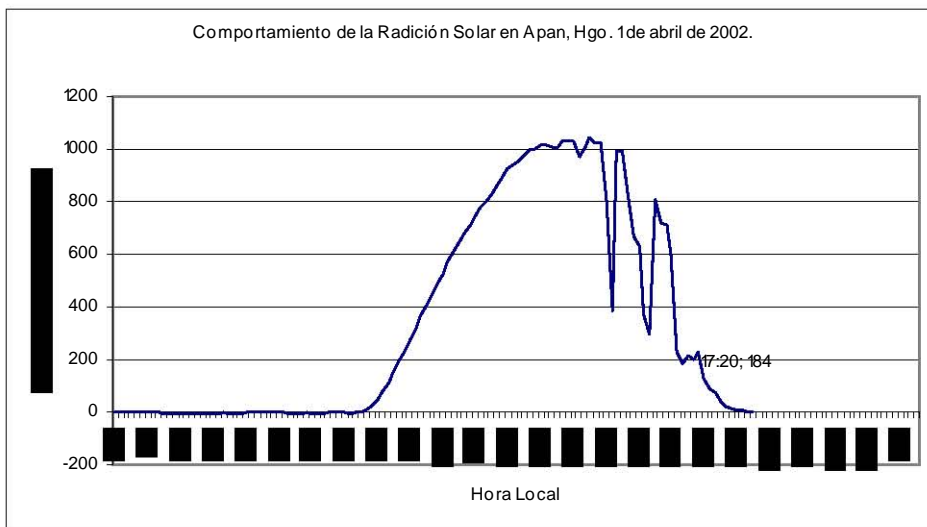
Gráfica d. Humedad Relativa.
Comportamiento de la Humedad Relativa se obtiene en porcentaje.



Gráfica e. Presión barométrica
Presión Barométrica promedio durante el intervalo de 10min, unidad milibar (mbar).



Gráfica f. Precipitación.
Es la lámina de precipitación acumulada en un lapso de 10 minutos, su unidad de medición es mm (milímetros)



Gráfica g. Radiación solar.
La radiación solar son Valores promedio de los medios en un lapso de 10 minutos (se toman mediciones cada minuto), su unidad de medición es en W/m^2 (watt/ m^2). El Sensor de radiación solar, esta dada en W/m^2 .

Para el 1 de abril del 2004 en la comunidad de Mala Yerba perteneciente al municipio de Apan, Hidalgo., la variable meteorológica de la EHCA se comportó de la siguiente manera, cabe mencionar que dicha estación se encuentra a 11km de la estación Apan.

La gráficas "a y b", corresponden a la velocidad del viento y de ráfagas, se observa un comportamiento estable 01:30hrs a 14:20hrs a partir de esta hora (en ambas gráficas) asciende, llegando un punto máximo de 40.4 km/h siendo la 17:20hrs y a las 17:30 hrs en ráfagas 52.3km/h durante el día.

Al comparar la gráficas "c y d" se observa una alteración en el comportamiento, es decir hay un aumento de temperatura con un valor de 26.1°C a las 15:00hrs, a las 14:50 hay un descenso de Humedad Relativa con 27%.

De acuerdo con la gráfica "e", en la Presión Barométrica se observa un descenso brusco comenzando a las 12:00 hrs con un valor 763.10 llegando a un mínimo de 758.5 milibares a las 17:20. Hay una diferencia de 4.6 milibares en 5 horas.

En la gráfica f. no hay registro de precipitación.

Por último, de acuerdo a la variable meteorológica de la gráfica g, su comportamiento es inestable puesto que antes de la 1:00hrs hubo poca nubosidad. La máxima cantidad de radiación solar durante el día es de 1041 watt/m² y un mínimo de 184 watt/m² a las 17:20.

El comportamiento de las variables en las gráficas indica que hubo un evento fuera de lo normal, es decir entre las 15:00 a las 17:00. Se observa una inestabilidad del tiempo.

Es importante señalar que desde el punto de vista meteorológico, los datos antes escritos son una muestra de la falta de estaciones, ya que la estación (EHCA)

tiene un área representativa de 5km de radio, y los tornados se presentaron a una distancia de 8km a 11km, dando como consecuencia que los datos de las graficas varíen aunque es notorio que hubo inconsistencia durante todo el día, sin embargo no es suficiente para saber de un evento tornádico. Señalo que, para obtener información de la estación (EHCA) en los cuatro casos de estudio solo se obtuvo dos estaciones Apan, Hidalgo y Huamantla, Tlaxcala. Este último con resultados interesantes.

Cabe mencionar que para el análisis de las gráficas es necesario referir los datos a la hora local, “hora de verano” u “hora de invierno” refiriéndose al mes en que se presentó dicho evento, en este caso hora de verano en México, ésta significa que hubo un corrimiento o desplazamiento en el eje del tiempo de 5 horas, de los datos originales o crudo, y esto significa que la hora estaba en tiempo UT, la hora media del meridiano de Greenwich (el meridiano de los 0°). De igual manera sucede con la estación UTT, Huamantla, Tlaxcala.

Nota: Las gráficas están incompletas por falta de datos.

Formas de enfrentar a los tornados para la población

Para segundo periodo de campo del 12 al 16 de septiembre de 2003, se visitaron 7 comunidades (Emiliano Zapata, Lázaro Cárdenas, Mala Yerba, Almoloya, Santiago Tetlapayac, Benito Juárez, Calpulalpan) aledañas a Mala Yerba, aplicando nuevamente encuestas y entrevistas con la finalidad de analizar las acciones que la población campesina realiza defensivamente ante la presencia de los tornados, que para la población son llamados o conocidos como “víboras de agua o de granizo” y buscar qué tan frecuentemente se presentan en dicha zona.

Los habitantes de esas comunidades antes mencionadas recurren a ciertas acciones para “espantar”, “cortar” a las víboras de agua o de granizo. Algunas tienen que ver con acciones reales y otras simbólicas o católicas, un ejemplo de

ello fue en la comunidad de Santiago Tetlapayac, los habitantes utilizan los "cohetes" para deshacer el granizo y evitar la presencia o el desarrollo de las "víboras" para evitar que llueva en demasía. Cabe mencionar que la decisión de lanzar los cohetes es cuando observan la rotación y un desplazamiento de la nube, en ese momento deciden lanzar cohetes para "desvanecer".

La misma gente afirma que hay otras maneras de ahuyentar a estas "Víboras" como, "quemando la palma bendita", esta tradición consiste, en que la gente acude a la iglesia el Domingo de Ramos, éstas son llevadas a sus casas y son utilizadas cuando hay tempestades o formación de víboras, ya que estas resultan ser devastadoras principalmente para las cosechas.

Finalmente, existe otra creencia simbólica y es la de "cortar" a dicho fenómeno y consiste en que principalmente los niños sacan un machete o un cuchillo en forma de cruz, simbolizando que está cortando a la "víbora".

De las tres formas de acciones o manifestaciones antes mencionadas, la más efectiva es la de los "cohetes" pues el estallido produce ondas sonoras y esto hace que vibre la nube, que se disperse para no formar una tempestad, sin embargo, según los habitantes dicen que una vez formada la víbora es casi imposible "espantarla", es decir desvanecerla (ver foto No. 3.2).



Foto N° 3.2. Tomada por Ma. Asunción Avendaño G. 16-09-03. (San Isidro Tletlapayac, Hgo.)
Cohetes lanzados por los lugareños de la comunidad, alrededor de las 4:30 p.m, para evitar la presencia de una "víbora".

Según las personas entrevistadas estos fenómenos se presentan principalmente en temporadas de lluvias. La inestabilidad atmosférica son condiciones propicias para la formación de un tornado por lo tanto en temporada de lluvias existe una mayor posibilidad de presencia de estos fenómenos ya que favorece a la formación de las nubes cumulonimbus (ver capítulo 1).

Impacto Económico

A partir de las casas dañadas por las que el tornado marcó su trayectoria en la comunidad de Mala Yerba, se observó que el área afectada del tornado ocurrió la tarde del lunes 1 de abril de 2002, desprendió cables de luz, decenas de aves muertas, arrancó techos, derribó algunas bardas de adobe y block, se llevó tinacos llenos de agua. El director de Obras Públicas, Evaristo Luna informó que al menos cien casas resultaron afectadas, “algunas con techumbres y otras de losa han sido fracturadas, y calculó que son 500 personas damnificadas”¹³. Las familias afectadas tuvieron que pasar la noche en la casa ejidal de la comunidad Mala Yerba (ver foto No. 3.3).

Por un lado, se registraron los daños ocasionados por el tornado y por otro lado, investigué el costo del área afectada cuyo monto no se logró obtener¹⁴ en el palacio municipal de Apan, aunque se sabe que éste lo absorbió la alcaldesa Guadalupe Muñoz, cuyo apoyo proporcionó después del siniestro.



Foto N° 3.3. Daño ocasionado por el tornado, Mala Yerba. Tomada por TV azteca.

¹³ <http://www.tvazteca.com.mx/hechos/archivos2/2002/4/51697.shtml>

¹⁴ No se obtuvieron los datos en los dos recorridos a Apan, Hidalgo., debido a que el personal se encontraba ausente.

Sin duda se trató de un fenómeno tornádico, pues al visitar las zonas aledañas a Mala Yerba, se tuvo la oportunidad de contar con fotografías tomada por el Lic. Pedro Hernández (ver foto No. 3.4), aficionado a la fotografía, quien por casualidad paso por el momento, llamando su atención de dicho evento, el cual logró fotografiar capturar las imágenes elocuentes de los tornados, que corresponde a lo que se le conoce como tornado débil o no supercelda. De igual manera Don Javier Argis, fotógrafo del municipio de Almoloya fotografió al fenómeno y un último testimonio o evidencia obtuvo el profesor Eladio Sánchez de la comunidad Santiago Tetlapayac de municipio de Almoloya, estas personas lograron tener evidencias contundentes para la investigación y apreciar el desarrollo.

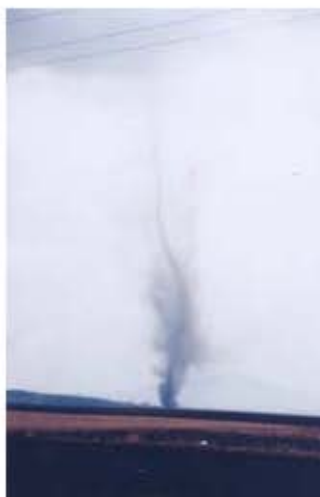


Foto N°. 3.4. Tornado *Landspout*, Apan Hidalgo
Tomada por: Lic. Pedro Hernández

Cabe mencionar que el día que se presentó el fenómeno meteorológico fueron tres tornados simultáneamente los que se formaron. El “pequeño” fue el causante de los destrozos. Si se hubiese desplazado hacia la comunidad el “grande” ¿Qué hubiera pasado?, posiblemente el daño hubiese sido mayor, pero los tornados son erráticos, no hay un comportamiento definido y no se mide por el tamaño o su forma, por ello hay que darles importancia, ya que no se puede saber con exactitud cuándo y a qué hora se presentará.

México cuenta con tecnología que permite detectar condiciones meteorológicas para diferentes fenómenos, por ejemplo, huracanes, lluvias, incendios, etc., pero no tienen la capacidad para detectar los tornados como sería el radar doppler con ciertos programas adecuados, que no existe en el país ¿Qué se podría hacer?, primero los tornados tienen que ser reconocidos y aceptados por el Servicio Meteorológico Nacional, que es el organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país. En el capítulo anterior se hizo mención que el SMN tiene conocimiento de su existencia y sin embargo no están catalogados en sus manuales como tales. Entonces, se tendría que proponer que se capacitará a las autoridades estatales y municipales para que a su vez difundan que el nombre correcto de estos “tornados no supercelda”. Los tornados no superceldas, como el sucedido en Mala Yerba, Apan, Hidalgo., alcanza a mi juicio la escala F0 pero no por ello deja de ser peligro para la población.

El Tornado del Carmen Xalpatlahuaya, Huamantla., Tlaxcala

El trabajo de campo se realizó después del tornado que se presentó en la Universidad Tecnológico de Tlaxcala (UTT) perteneciente a la comunidad del Carmen Xalpatlahuaya a 10km aproximadamente de Huamantla, la cabecera municipal.

En una visita al municipio de Tocatlán, Tlaxcala., el señor Ángel Avendaño comentaba sobre una “víbora de agua” que había dañado la UTT. Con la finalidad de corroborar el fenómeno, se consultó el periódico. EL Sol de Tlaxcala, efectivamente publicó la presencia de un tornado que dañó las instalaciones. Por lo tanto el 16 de agosto de 2004, se decidió realizar encuesta y entrevistas principalmente al personal administrativo y docente ya que había poco alumnado cuando se presentó el tornado, alrededor de las 16:00p.m.

Medio Físico

Huamantla “Lugar de árboles formados o juntos”. Ubicado en el Altiplano central mexicano a 2,500 msnm y al oriente del estado de Tlaxcala, se encuentra el municipio de Huamantla. Se sitúa en un eje de coordenadas geográficas entre los 19° 19' latitud norte y 97° 55' longitud oeste en un extenso valle en la ladera noroeste del volcán de la Malinche. Sus principales localidades son la cabecera municipal, Huamantla, Soltepec de Ignacio Zaragoza, Benito Juárez y el Carmen Xalpatlahuaya.

El municipio presenta tres formas características de relieve: la primera corresponde a zonas accidentadas y abarca aproximadamente el 20% de la superficie, la segunda corresponde a zona semiplano y abarca aproximadamente el 30% de la superficie, y la tercera corresponde a zonas planas se localizan en el centro del municipio, están formadas por los Llanos de Huamantla que comprende el 50% restante del territorio.

En zonas como Huamantla o mejor dicho en las faldas de la Malintzin puede haber una rotación lenta pre-existente del aire en los niveles bajos que puede ser causada por las corrientes formadas por las montañas de los alrededores, en este caso sería la Malintzin y en conjunto con las zonas planas se puede generar vorticidad provocando tornados *Landspouts*, que comienza cerca de la superficie de la tierra en forma de remolino creciendo hacia las partes superiores. A partir del mes de Marzo se forman las tolveneras, los remolino (sin tener contacto con la nube aparentemente) y los tornados. Esto significa una mayor concentración para el estudio de caso. Señalo que las coordenadas antes mencionadas se encuentran en el “Corredor de las Víboras”.

Datos generales y descripción de la ocurrencia

La Universidad Tecnológica de Tlaxcala se localiza al noroeste del municipio de Huamantla a 10 km de la ciudad en la localidad de El Carmen Xalpatlahuaya, ubicada en el Altiplano Central de México.

La infraestructura de la institución con capacidad para atender a 1,200 alumnos consta de edificios de docencia, biblioteca y laboratorios, se cuenta con 4 Centros de Cómputo, 2 de idiomas, y destacan los laboratorios de: CAD-CAM, Metrología, Plásticos y Diseño Gráfico¹⁵.

El día 7 de mayo de 2004 el tornado se hizo presente en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala (UTT), siendo aproximadamente las 15:45 hrs donde describió una trayectoria errática de dirección NW-SE, en forma general de Norte a Sur y su recorrido de 300 a 400 metros aproximadamente (ver croquis No. 3.3).

¹⁵ <http://uttlax.edu.mx/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=1>

La encuesta y entrevistas se realizaron con personal de la zona administrativa las cuales en ese momento fueron sorprendidos por el tornado ya que el fenómeno meteorológico se presentó en horas hábiles de trabajo, la mayoría de los alumnos ya no se encontraban dentro de las instalaciones.

Las personas encuestadas recuerdan perfectamente el siniestro ocurrido en la UTT, un 94% lo vio directamente y al 6% le comentaron. Por otro lado, un 78% de las personas identificaron al fenómeno como tornado, un 17% como remolino y un 5% como víbora, este último lo han visto en Huamantla. Las personas argumentan el por qué creen que fue tornado, ellos dicen: porque se veía como un cono, por la forma de cómo se formó, por la fuerza, por el viento fuerte, por el tamaño, por la forma del embudo que se conecta con la nube, el viento en rueda, por los destrozos que hizo, porque la parte de arriba es grande y la parte de abajo es pequeña, etc. Un 44% lo caracterizó como violento, 44% como fuerte y un 11% como débil, con una trayectoria de Norte a Sur, las anteriores características que dio el personal administrativo son exclusivos de los tornados.

El fenómeno ocurrió entre las 14:00 y 16:00p.m según las encuestas. Sin embargo, más del 50% contestó que ocurrió alrededor de las 15:30 a 15:45 hrs. Cuando se les preguntó el tiempo en que tardó en formarse y desvanecerse, la gente contestó que fue entre un 1 y 30 minutos. Pero la mayor parte de los encuestados coincidió que ellos experimentaron la sensación de estar dentro del tornado, lo que les dio la impresión de que “duró una eternidad”, fueron “los minutos más largos de su vida”. Para el personal que experimentó el paso del tornado a mayor distancia 100 a 300 metros dan un tiempo menor a 10 minutos. Cabe mencionar que las encuestas se realizaron a gente que estaba en la Rectoría que fue de las instalaciones más afectadas.

La respuesta inmediata relacionada con la presencia percibida del tornado fue contundente, ya que al preguntarles, ¿qué hizo usted cuando se presentó el fenómeno? Contestaron: Protegerse en un muro, protegerse en una maceta, se

dirigió a la columna más grande, resguardarse en el pasillo, cerrar puertas y protegerse, protegerse en el baño, alejarse de los vidrios y ventanas, se tiró al piso en un ala donde no hay ese tipo de ventanas, entrar a un lugar que no tuvieran ventanas con vidrio (la mayor parte estaba en Rectoría). Al 66% le dió miedo cuando dañó las instalaciones, el 11% cuando vio al fenómeno y el 23% no contestó. Así mismo, a 83% le dio miedo el hecho de que hubo un fenómeno de esta índole, luego de preguntarles ¿Qué haría usted si se presentara otro fenómeno como este? Contestaron: Conservar la calma, protegerse en un edificio de concreto, buscar un lugar más seguro, resguardarse en un lugar más seguro, esconderse en el baño (por el techo y porque tiene menos cristales), rezar y correr hasta un área segura, protegerse y auxiliar a quien lo necesita.

Autoridades Municipales

En la zona se lograron identificar dos tipos de ayuda, la primera se refiere a la ayuda de emergencia y la segunda para reconstrucción.

Un 94% dijo que si tuvieron ayuda por parte de las autoridades y el 6% dijo no saber. Las autoridades que dieron ayuda durante y después del fenómeno, fueron: Protección Civil, Bomberos, Autoridades municipales y otros como: policía estatal, seguridad pública y principalmente Cruz Roja.

En cuanto a la reconstrucción el 83% de los encuestados cree que la ayuda fue útil pues dicen que el fenómeno no entra en el presupuesto de la UTT y que fue inmediata la reconstrucción, porque pudieron reparar las aulas. Como no había ocurrido este fenómeno y no está contemplado dentro del presupuesto el apoyo económico permitió arreglar en poco tiempo las instalaciones.

Algunas personas calculaban que el costo osciló entre los \$50 000.00 y \$100 000.00.

La siguiente respuesta a la pregunta física sobre la presencia del tornado ¿Le habían platicado alguna vez sus padres o abuelitos sobre una situación semejante? El 50% contestó que no, pero al cambiar el término a “víboras de agua”, el 50% restante dijo que si, como en Tetla, Teacalco, Cárdenas, Huamantla y en toda la región, es decir, cuando cambiamos el termino de “tornado” por “víbora” resultó que la gente lo reconoció como un fenómeno que se presenta en determinadas temporadas, lo que demuestra que están familiarizados con los tornados. La gente tiene creencia para deshacer a las “víboras de agua” pueden lanzar cohetes, prender el cirio de pascua (encender la vela hasta que se apague), colocar cuchillos y machetes en forma de cruz para cortarlos, hacer cruces con las manos y persignarse.

Algunas personas se fueron a la rectoría cuando percibió el tornado ya que consideró que estaba en un lugar seguro por su estructura de concreto.

Trabajadores administrativos de la UTT que experimentaron el paso del tornado fueron entrevistados y sus testimonios transcritos, a continuación se presentan algunos fragmentos.

Mario Rojas¹⁶
37 años
Huamantla, Tlax.
9 años trabajando en la UTT

Pues que se empezó a poner negro, o sea las nubes, de momento hubo viento, empezaron a caer gotas muy pesadas, empezó a ponerse el cielo negro, negro. A raíz de que iba poniéndose negro el viento aumentaba, entonces, bueno en ese momento ya estaba en el edificio de rectoría, bueno ahí se sintió más feo, de inmediato todos nos metimos y nos alejamos de la ventana ¿no?, pero antes de eso vimos que empezaron a levantarse las láminas de los laboratorios y este es donde comprendimos de la magnitud de lo que se venía, o sea de lo que empezaba a ser ¿no? Ah entonces nos metimos, a mi me tocó en rectoría y este, nos alejamos de las ventanas y, empezó o sea, un ruido trueno o sea, fuerte, un viento enorme de hecho el edificio de rectoría parecía que quería explotar, era un ruido muy fuerte, ¿no?, de momento ... en las ventanas se oye mucho ruido, yo llegue a ver, así tantito! hacia una ventana que se lo había llevado y ví como un coche, un bochito lo estaba levantando, pero así como, lo levanto de momento se cayó, bueno se nos hizo eterno, ¿CÓMO QUE TIEMPO¹⁷? Como unos, no se, unos tres minutos cuatro, bueno no tengo idea, esto pues todos así unidos de estar abrazados y en el suelo, otros los

¹⁶ Entrevistas que realice el 16 de agosto de 2004.

¹⁷ Las letras en Mayúsculas son mías

agarró en el baño, en el salón, pero realmente pues se llevo las ventanas ¿no?, las saco! explotó por dentro el edificio, bueno paso eso y cuando salimos fue como realmente vimos la magnitud, los laboratorios pesados, se destecharon los techos , una maquinaria que estaba junto a rectoría que pues pesa, que no cualquier gente lo levanta, ¿qué será? Unos 400 kilos, estaba movido, los postes de luz estaba arrancados, árboles que estaba caídos no se si se ve un contenedor de basura que esta doblado es un tubo, entonces, realmente si estuvo muy fuerte.

Maribel Nava (Área de departamento de recursos, Rectoría)
San Bernadino Contla, Tlax

“...se oscureció, estaba nublado, no llovía, pero estaba como nublado y entonces empezaron a decir lo del tornado nos venimos a resguardar en este pasillo de la rectoría y ya empezaron a escuchar mucho ruido, mucho subido, gritos desesperados porque para empezar no sabíamos que pasaba yo intentaba asomarme pero mejor no te asomes porque los vidrios se pueden tronar y ya nos venimos aquí.

Tardo mucho, bueno no se que tanto es mucho pero creo que como 5 minutos desde que inicio hasta qué paso por todo el edificio porque empezó a escuchar como más fuerte, más fuerte y en ese se comenzaba a escuchar como golpeteaba los vidrios puertas y ventanas, y después de un rato e inclusive la puerta se comienza a desprender cuando de repente se empieza a escuchar en lugar de que se desvanezca , empieza a aumentar más el ruido y el viento, entonces empezamos a sentir con nosotros el aire y este, y bien que se sentía, se escuchaba que esta arriba de nosotros porque entonces el aire comenzaba a circular todo esto, de este lado había comunicaciones entre las ventanas de lado a lado y no paraba, no paraba, y entonces se empieza escuchar el rechinado de puertas, ventanas, se desprendía todos los cajones ya después de un rato se fue calmando y ya se fue, y para cuando se fue un poco más rápido que ya después de , ¿pues ahora qué?, qué pasó?, ...”

Los testimonios reproducidos reflejan el impacto que les ocasionó en el momento de la presencia del tornado desde que fue ubicado visualmente hasta que se disuelve o desaparece. Como el aspecto impactante y dañino de la ocurrencia del tornado del 7 de mayo de 2004, este es un ejemplo más para afirmar que estos fenómenos provocan desastres y generan costos. Aunque hay que tomar ciertas medidas de precaución.

Comportamiento de las Variables Meteorológica del día 7 de Mayo de 2004, Huamantla, Tlaxcala

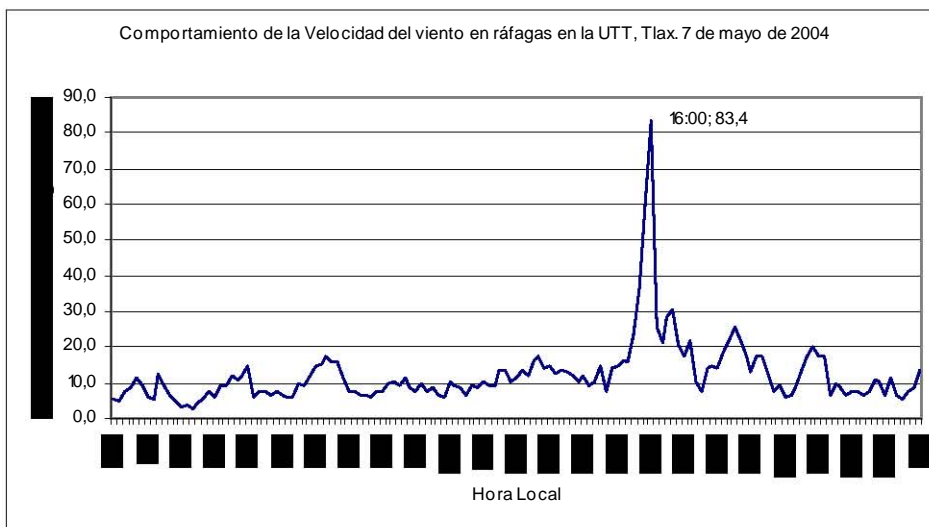
Las siguientes gráficas corresponden al comportamiento de las variables meteorológicas (Velocidad del viento, Velocidad del Viento de Ráfagas, Temperatura promedio, Humedad Relativa, Presión Barométrica, Precipitación y radiación) de la Estación Huamantla del día 7 de mayo del 2004. La EHCA ubicada en la Universidad Tecnológica de Tlaxcala (UTT), con una latitud 19° 23'

N y a una Longitud $98^{\circ} 58' 59''$ W. Las mediciones realizadas se obtienen en un lapso de 10 minutos.

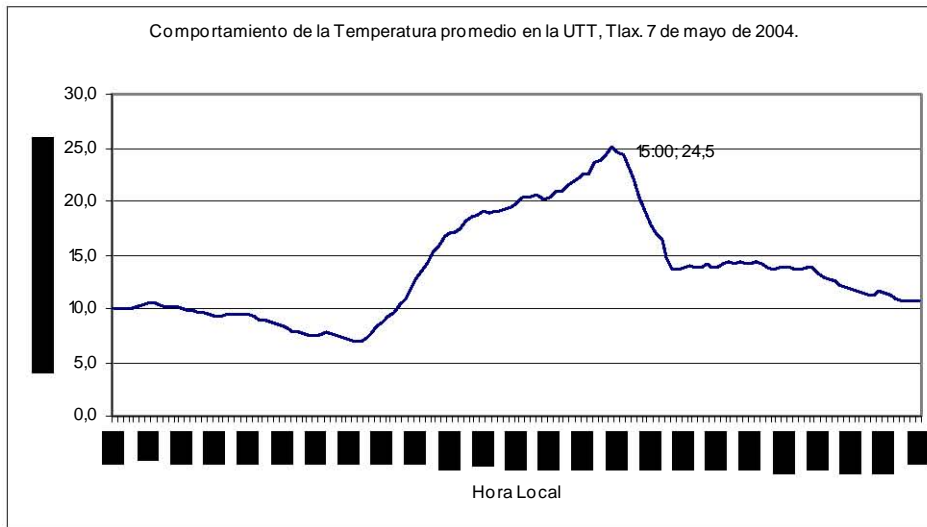
A continuación se presenta el comportamiento e interpretación de las gráficas por variable meteorológica.



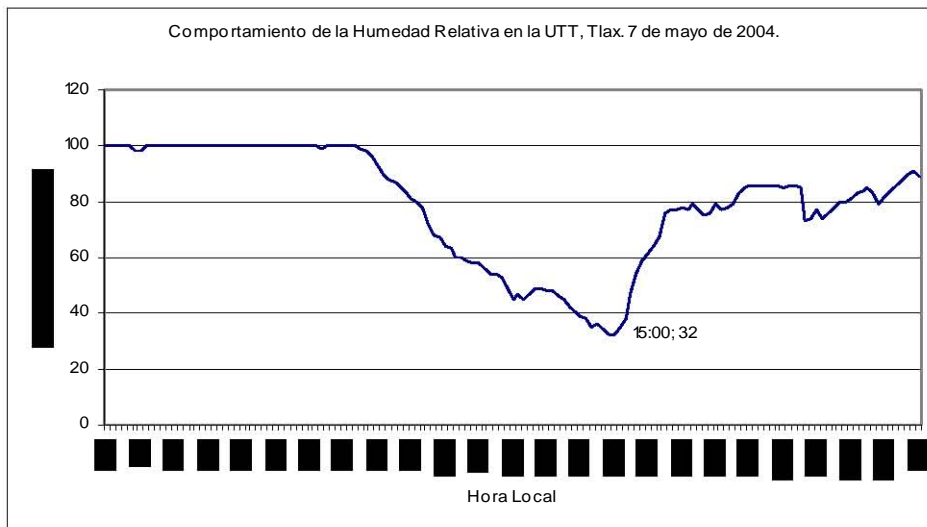
Gráfica N° 3.1. Velocidad del viento



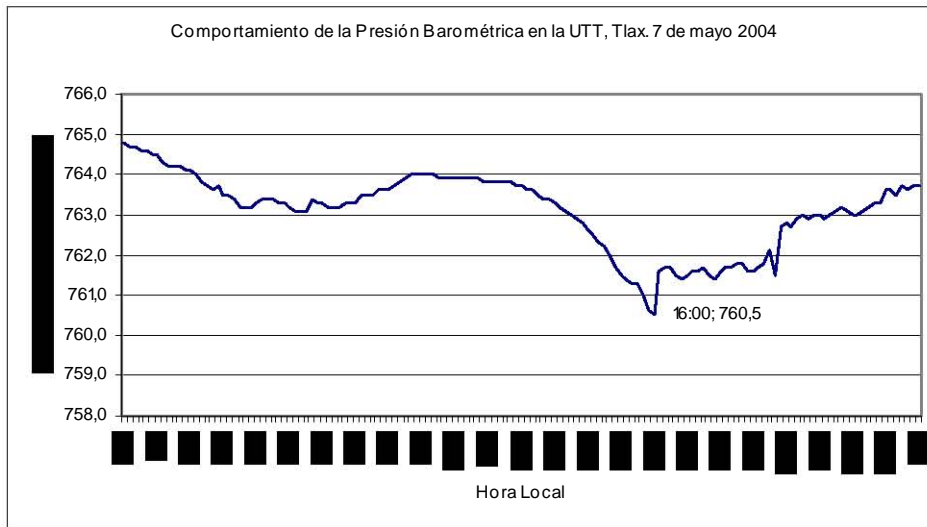
Gráfica N° 3.2. Velocidad del viento en ráfagas



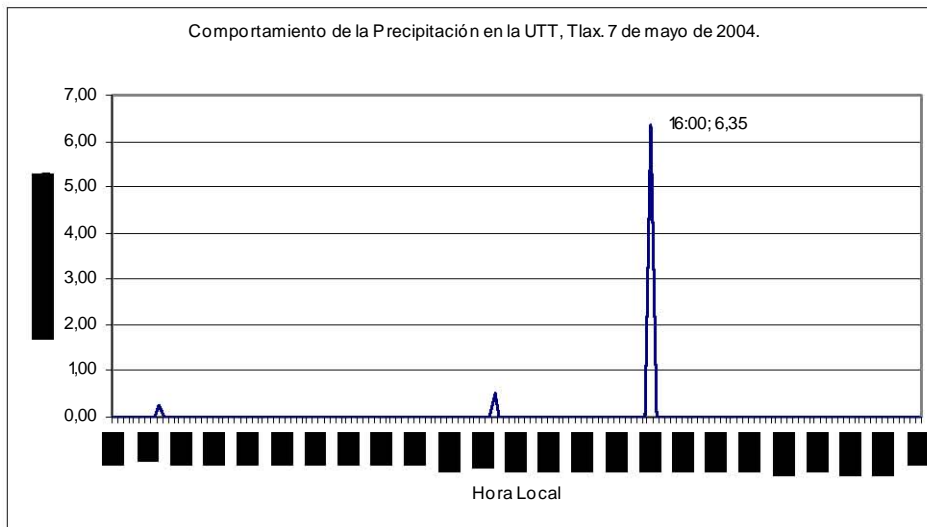
Gráfica N° 3.3. Temperatura



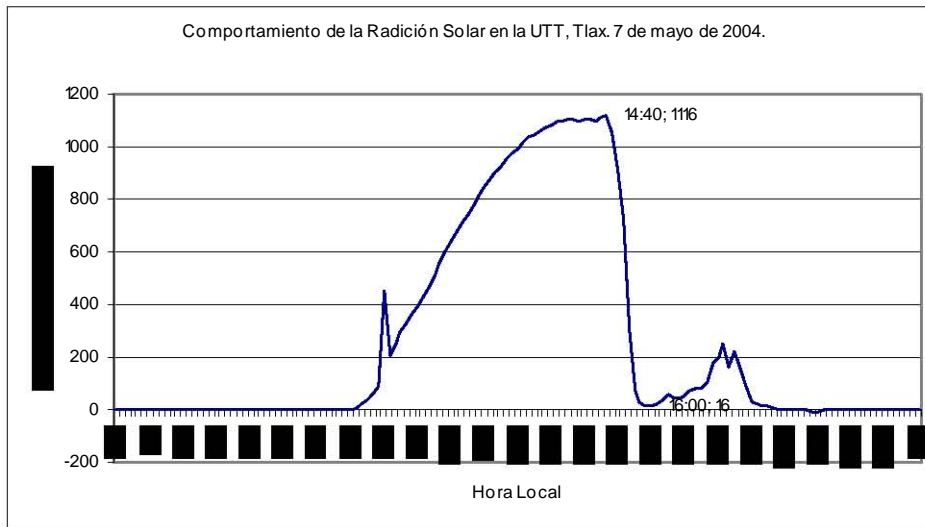
Gráfica N° 3.4. Humedad Relativa



Gráfica N° 3.5. Presión Barométrica



Gráfica N° 3.6. Precipitación



Gráfica N° 3.7. Radiación Solar

Comportamiento general de las gráficas

Para el análisis de las gráficas fue necesario referir los datos a la hora local, “hora de verano” o “hora de invierno” refiriéndose al mes en que se presentó dicho evento, en este caso hora de verano en México.

Las gráficas “3.1 y 3.2”, corresponden a la velocidad del viento y velocidad del viento de ráfagas, se observa un comportamiento inestable en ambos casos a la misma hora 16:00, teniendo un máximo de 45.3 km/hrs en la velocidad del viento y en ráfagas se tiene un máximo de 83.4 km/hrs siendo el máximo valor del día.

Las gráficas “3.3 y 3.4” se refieren al comportamiento de la temperatura y humedad relativa, se ve una clara relación con un máximo de temperatura de 24.5°C a las 15:00. De acuerdo con la gráfica de la humedad relativa señala que a las 15:00hrs desciende a un mínimo de 32%.

De acuerdo con la gráfica 3.5 el valor mínimo de presión barométrica del día 760.5 mbar a las 16:00, tomando en cuenta que se observa un descenso brusco a partir de las 15:30 con un valor de 761.3 a las 16:00 asciende nuevamente, esto significa que en menos de 30 minutos hubo cambios bruscos en el tiempo.

En la gráfica 3.6 se aprecia el comportamiento de la precipitación, la cual presenta claramente que a las 16:00 se obtuvo precipitación máxima de 6.35 mm.

En la Gráfica de radiación solar hay un brusco cambio a las 16:00 con un valor de 16 watt/m². Esto significa que había cielo despejado y en un lapso de 50 minutos se presentó nubosidad.

Las gráficas demuestran claramente una anomalía durante las 24 horas del día, por otra parte más del 50% de los entrevistados contestó que la ocurrencia del tornado fue entre las 15:30 y 15:45, esto significa que hay coincidencia. Según la escala de fujita por la velocidad del viento está catalogado como F0 de 60/100km/h con daños en chimeneas, roturas de ramas, árboles pequeños, daños en señales y rótulos.

Cabe señalar, que contamos con la oportunidad de que el tornado pasó próximo a la estación meteorológica, es decir a unos 50 metros aproximadamente, notoriamente se observa que el comportamiento de las ráfagas superan los 80km/hr, dato que reportó la estación. Este es un indicador para tratar de entender las condiciones meteorológicas sobre todo antes de la ocurrencia de un tornado, es decir, si observamos las gráficas una hora o dos horas antes indica con cierto tiempo que existe una disminución de temperatura, condición previa a la ocurrencia del tornado, por tanto hay disminución de la humedad relativa. Esta variable es consistente pues una hora antes baja a un valor de 34% y un proceso de baja presión barométrica desde cuatro horas de anticipación por tanto el valor más bajo es cuando pasa el centro del tornado por el lugar. En tanto a la precipitación esta se registra en la hora que sucedió y por último el comportamiento de la radiación solar media hora antes sobresale un descenso brusco y se observa la mínima con un valor de 16 watt/m². Para la detección previa de un tornado en una determinada área se puede recurrir a las condiciones meteorológicas, pero ocurre tan rápido que no son útiles.

Formas de enfrentar a los tornados para la población

Creencia o maneras para espantar o deshacer en el momento que se presentó.

Se supo que tres trabajadores de la UTT (jardineros) intentaron “cortar” a la nube, antes de formarse el tornado o la “Víbora” como suele llamarlos, pero ya era demasiado tarde.

El Sr. Juan Ramón Ramírez jardinero de la UTT comenta que hay una creencia para cortar a la nube, ésta consiste en colocar dos machetes en forma de cruz con dirección al cielo, es decir, frente a la “víboras”, esta acción lo aprendió de sus antecesores (papás y abuelos). En el momento que se hizo presente la “víbora” tomó los machetes para cortarlos pero fue inútil pues la “Víbora” ya estaba formada, según él ya formada es difícil de destruirla.

También sabe de los famosos cohetes, parecido a los que se utilizan para las fiestas patronales, pero son más grandes y especiales (tienen que estar benditos por el sacerdote de la parroquia), pues producen un sonido más fuerte.

Las entrevistas que aplique a la gente del Carmen Xalpatlahuaya, Huamantla, Tlaxcala., afirma que hay otra manera de ahuyentar a estas “Víboras” como “quemando el romero bendito”, esta tradición consiste, en que la gente acude a la iglesia el día 2 febrero (día de la candelaria), se celebra una misa con motivo a la bendición de las semillas y el niño Jesús. La gente asiste con canastos de semillas (maíz, frijol, haba, pepita de girasol, etc.), veladoras, un ramo de romero y el niño Jesús, según la gente para tener buena cosecha durante el año. El romero es considerado como elemento divino para contrarrestar calamidades en el campo y entre ellas los tornados o “víboras”. Al formarse un tornado queman el romero y el humo ayuda a esparcir la nube.

De estas tres técnicas o respuesta se utilizó la primera lo cual fue utilizado simbólicamente para su protección, en momento que se presento el tornado en las

instalaciones, las dos restante es información recabada de municipios aledaños a la UTT.

Según el policía de la UTT existe la creencia de cómo conjurar a dicho fenómeno, la cual consiste en sacar un machete o algo filoso simbolizando una especie de cruz al aire y pronunciando “*en nombre del padre, del hijo y del espíritu santo. Le pedimos de favor, que esta víbora de agua no toque tierra*”, esto para cortar dicho fenómeno. Aunque esta persona no vivió la experiencia del suceso, se encontraba a 100 metros del tornado, sin embargo los tornados no tienen una trayectoria definida, es errática, “chicotea” como suelen decir estas personas cuando se desplaza en forma de zigzag y por lo tanto es peligroso, aunque hay un misterio por descubrir en la cuestión religiosa.

Impacto Económico

A partir de las aulas por las que el tornado marco su trayectoria dentro de las instalaciones (ver mapa No. 3.3), se contabilizó que en el área afectada del tornado ocurrido la tarde del viernes 7 de mayo de 2004, arrancó árboles, postes, ventanas de cristales ahumados, puertas, estructuras de cancelería de aluminio, sistemas de cómputo, luminarias y techos de láminas de varios de los edificios que conforman e integran la Universidad Tecnológica de Tlaxcala (UTT). Sin embargo, los edificios más dañados fueron la biblioteca, la sala de cómputo, las áreas de laboratorio y talleres, así como la Dirección de Vinculación y la rectoría. Por otro lado, el Sol de Tlaxcala reportó que destruyó parcialmente tres naves de estudio, además dejó un alumno lesionado ya que presentó heridas en la cabeza, sin embargo, su estado de salud se reporta estable y fuera de peligro.



Foto N° 3.5. Cortesía de Daniel Ignacio. Ventanales desprendidos por el tornado en el edificio de Rectoría. En las oficinas que ocupa el rector una ventana completa de más de cuatro metros cuadrados fue arrancada por el viento.

El Rector de la UTT manifestó que unos 150 alumnos y personal docente se encontraba al interior de la instalación cuando se presentó el fenómeno natural. Cabe destacar que cerca del estacionamiento ubicado en la parte poniente de la Universidad la fuerza de la tromba removi6 por unos metros de su lugar dos estructuras elaboradas a base de hierro forjado con un peso superior a la media tonelada¹⁸.

Como se ha visto este tornado caus6 destrozo en varios edificios de la Universidad Tecnol6gica de Tlaxcala, al rededor de las 16:00 horas, si esto hubiese sucedido alrededor del medio d6a ¿de cu6ntos alumnos lesionado se estar6 hablando?, afortunadamente hab6a poco alumnado, pero se debe tener precauci6n ya que es una zona propicia para la presencia de esto fen6menos naturales, es decir, que la frecuencia con la que ocurre en la zona de Huamantla es quiz6s principalmente, debido a las velocidades del viento.

Por otro lado, se investig6 el costo del 6rea afectada, cuyos da6os ascendieron a casi un mill6n de pesos (850 mil pesos), los cuales fueron absorbidos por el Comit6 de Construcciones Educativas del Estado de Tlaxcala (COCEET) del

¹⁸ *El Sol de Tlaxcala*, S6bado 8 de mayo de 2004.

gobierno estatal¹⁹. Sin embargo, posteriormente al realizar una visita a la institución antes mencionada se comprobó que el costo no fueron absorbido por el COCEET si no por la Secretaría de Obras Públicas Desarrollo Urbano y Vivienda (SECODUVI), fue quien rehabilitó el plantel y absorbió los gastos generados por el tornado.

Sin duda se trató de un fenómeno tornádico, pues al visitar las Instalaciones de la UTT, se tuvo la oportunidad de una evidencia fotográfica tomada por Daniel Ignacio Hernández (ver foto No. 3.6), quien está a cargo de prensa y difusión de la UTT. Dicho fenómeno es considerado como tornados *Landspouts*, este tipo de tornado se forma cuando una nube cumulus congestus o cumulonimbus en rápida formación atrae el aire que circula lentamente y de manera giratorias en los niveles inferiores.



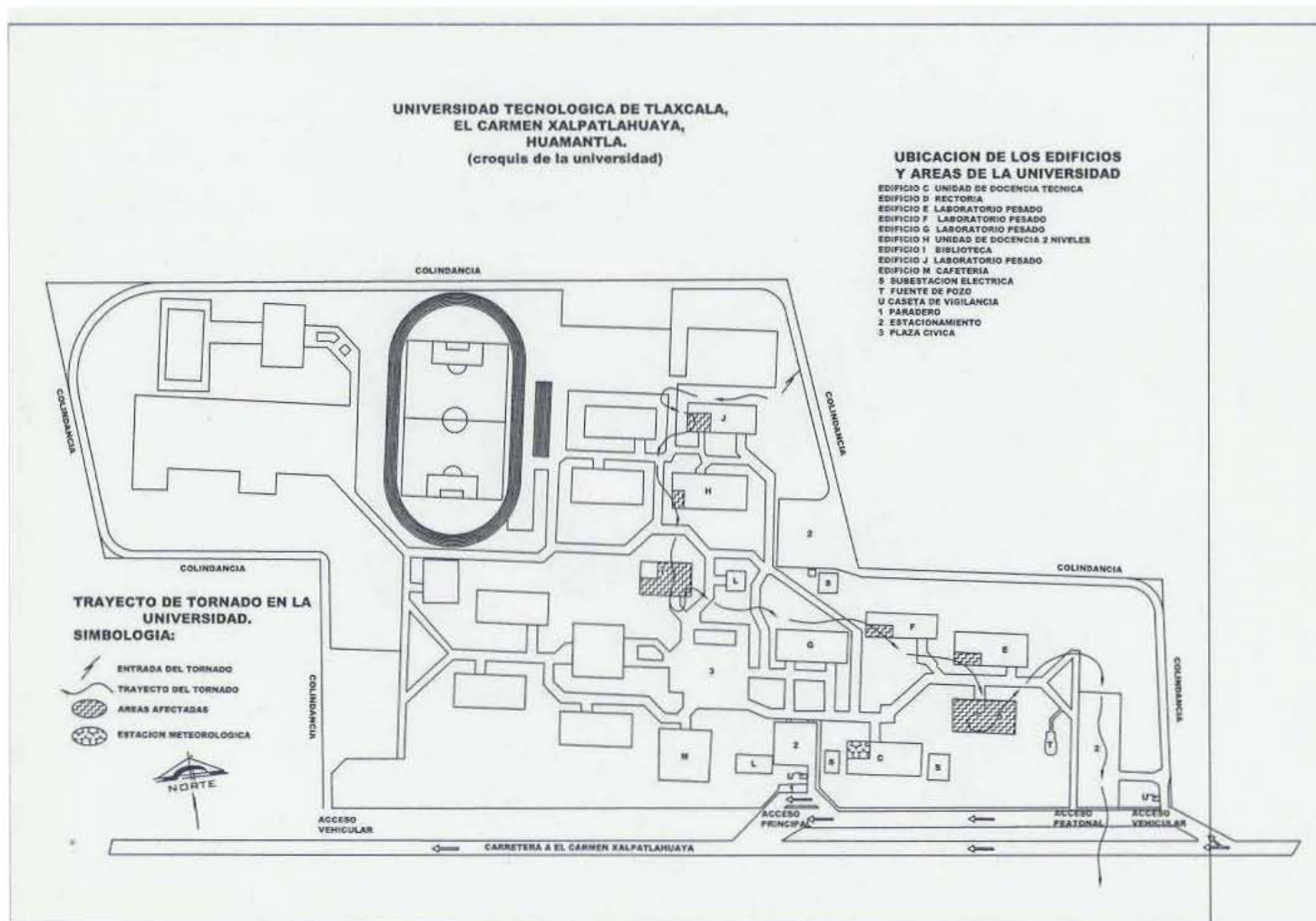
Foto N° 3.6. Cortesía de Daniel Ignacio. Finalización del Tornado *Landspouts*.

La formación de este tornado tuvo una duración o un ciclo de vida de 10 minutos y un trayecto de 300 a 400 metros aproximadamente según las personas entrevistadas, con dirección de Norte a Sur, terminando en medio de los pastizales. De acuerdo con la escala de Fujita Pearson abarca los rangos F0, donde F0 es muy débil, 64 a 116 km/h, daños a chimenea, rotura de ramas,

¹⁹ Conversación por Internet con Daniel Ignacio Hernández (oficina de prensa y difusión de la UTT).

antenas de televisión y carteles. Cabe de señalar que las ráfagas de viento fueron de 80 km/hr (ver gráfica No. 3.2), al parecer comenzó con dos remolinos que se juntaron, esto debido a dos corrientes de aire.

A continuación se presenta la trayectoria tornado no supercelda o tornado *landspout* en las instalaciones de la UTT.



Croquis N° 3.3. Trayecto y zonas dañadas por el tornado en forma de Zigzag, en las instalaciones de la UTT. Dañó 6 edificios de los cuales 3 de ellos eran de lámina industrial.

Los daños se iniciaron por el domo del edificio H, después se dirigió al edificio de la biblioteca dañando su puerta principal que es completamente de vidrio, de ahí se dirigió hacia los edificios G, F y E, así mismo al edificio de rectoría D el cual es prácticamente de concreto. Sin embargo hubo áreas en que no causó ningún daño, como es el caso de comedor, caseta de vigilancia, edificio C. Esto debido a su errático comportamiento que tiene estos fenómenos.



Foto N° 3.7. Cortesía de Daniel Ignacio.

El paso del tornado por el edificio “E” dirección de vinculación de las instalaciones de la UTT.

El Sol de Tlaxcala, domingo 9 de Mayo de 2004, menciona que autoridades de la presidencia de comunidad Xalpatlahuaya indicaron que un fenómeno de esta categoría no se había presentado desde hace 70 años en esa región. Esto significa que el grado de magnitud ya se había presentado anteriormente, sin embargo, hay la posibilidad de que cada año se presenta este tipo de fenómeno, pero con menor escala en la región, estos fenómenos son conocidos y denominados “Víboras de agua”, “Víboras de granizo” o “Víboras de aire”. Según la gente entrevistada esta última fue la que se presentó, ya que dicen que no llovió y que fue en seco.

El Tornado de Coacalco, Estado de México

Para realizar el presente apartado, se realizó una visita previa después del tornado que se presentó el 29 de julio de 2004 en el municipio de Coacalco, Estado de México, esto se supo después de un noticiero televisivo.

La primera visita se realizó el jueves 5 de agosto para corroborar el evento y la segunda los días 9 y 16 de octubre del 2004, con el propósito de realizar un levantamiento de encuesta y entrevistas en las colonias El Laurel, Los Portales y El Chaparral.

Medio Físico

Coacalco significa “En la Casa de la serpiente”. Se localiza en la parte norte central del Estado de México, limita al norte con Tultitlán y Tultepec, al sur con Ecatepec y el Distrito Federal, al oriente con Ecatepec y al poniente con Tultitlán.

El territorio municipal está constituido por dos zonas bien diferenciadas: la parte norte es plana con una altura promedio de 2,238 msnm y al sur está la Sierra de Guadalupe con una altura máxima cercana a los 3000 msnm, en el cerro de Cuautépetl. Como ya se menciono zonas planas son propias a la ocurrencia de tornados por la fluidez de los vientos.

Descripción de la ocurrencia y datos generales

La tarde del 30 Julio los noticieros de Televisa anunciaban el paso de un tornado en Coacalco, Estado de México. Televisa presentó un video en el cual se observaba cómo los tinacos de agua volaban. Para corroborar dicho evento se inició una investigación de campo, corroborando que el fenómeno causó severos daños en los municipios de Tultepec y Coacalco pertenecientes al Estado de

México, dejando árboles y postes caídos, casas dañadas, muebles destrozados. Todo lo anterior sucedió en cuestión de minutos, según la investigación de campo.

Los habitantes de los Fraccionamientos El Laurel, Los Portales y El Chaparral del municipio de Coacalco fueron sorprendidos por el tornado en sus propias viviendas por dos tornados consecutivamente el día jueves 29 de julio, siendo las 18:00 p.m aproximadamente según las entrevistas, el tornado describió una trayectoria errática con dirección Noroeste-Sureste, en forma general de Norte a Sur con un recorrido variado mayor a 360 metros aproximadamente.

Se aplicaron en total 108 encuestas. Las encuestas y entrevistas se aplicaron a los habitantes que sufrieron el daño y que de alguna manera presenciaron o vivieron el fenómeno meteorológico. Dichas encuestas se componen de 4 datos de identificación y 22 preguntas de opción múltiple, algunas de estas preguntas incluyen una descripción (ver anexo).

El 87% de las personas encuestadas recuerdan perfectamente el fenómeno ocurrido en los fraccionamientos: El Laurel, Los Portales; El Chaparral pertenecientes al municipio de Coacalco, Estado de México, de las cuales un 77% lo vio directamente y a un 23% les comentaron. El fenómeno dañó el patrimonio al 72% de estas personas, al 27% restante no les causó gran daño.

Al preguntarles si habían visto algo parecido, un 72% contestó que no, sin embargo un 27% dijo haber visto un fenómeno semejante al evento ocurrido, en Tultitlán, Col. Provincia, Gustavo A, en el mismo lugar hace dos años, en la costa de Michoacán, Baja California, en el mismo Coacalco hace dos años, Tzinyuca, Villas de las Flores, misma zona hace 10 años. Esto quiere decir que ya han sucedido y la presencia de tornados no es rara en las zonas aledañas al municipio de Coacalco.

El 59% denominó al fenómeno como tornado, como se observa un poco más del 50% del total de las encuestas realizadas, un 9% no contestó y el 32% restante lo llamaron: huracán, minitornado, remolino, tornadito, semitornado, torbellino, tromba, ciclón, tifón, tornado pequeño, como un tornado, tipo tornado. Ese 59% dijo saber que era un tornado por: su forma en remolino y el oscurecimiento, por la fuerza, por la violencia, por su magnitud, porque hubo un choque de remolinos, después de los aires granizó, porque venía del cielo, por el cono, por las corrientes de aire caliente y frío, etc.

Cuando se presenta un tornado comúnmente va acompañado por lluvia, granizo, relámpago, rayos y de la oscuridad propia de las nubes, además de una velocidad del viento. El tornado aparece en la base de una nube “Cumulonimbu” y se extiende verticalmente hasta alcanzar el suelo en forma de embudo. En Coacalco comprendió estas características y lo que se presentó es realmente un tornado, aunque como se vio, algunas personas lo llamaron con diferente nombre.

Según las encuestas, un 90% dijo que, la hora en que ocurrió el tornado fue entre las 17:00 y 18:00hrs con un 2% dijo que entre las 18:00 y 19:00hrs, un 8% que entre las 15:00 y 17:00hrs. El tiempo en que tardó en formarse y desvanecerse, según el 63% de la gente, fue entre 1 minuto y 20 minutos, el 7% dijo entre 20min y 30min, otro 7% que mayor a 30min y menor a una hora y un 23% no se cuenta o no contestó. La máxima distancia con la que presenciaron al tornado fue de 1km y la mínima lo vivió estando en casa, es decir en el centro del tornado, un 53% estuvo en contacto con el tornado a 60 metros, mayor a 60 metros y menor a 100 metros un 8%, otro 8% a una distancia de 100 metros y 500 metros, más de 100 metros hasta un kilómetro el 2% y un 29% dijo que no vio y no contestaron.

Cabe señalar que algunas personas contestaron que les pareció “haber pasado un año”, “más de una hora” ya que estuvieron cerca del tornado para ellos se les hizo eterno. Si bien los tornados pueden producirse a lo largo de casi todo el año también pueden originarse a cualquier hora del día, pero con mayor frecuencia

durante la tarde entre las 14:00p.m y 20:00p.m, esto debido al máximo calentamiento de la superficie terrestre, pues las temperaturas contribuyen a la inestabilidad atmosférica y a la formación de tormentas.

Un 6% al fenómeno lo caracterizaron como débil, un 56% fuerte, 34% como violento y un 3% no contestaron. Con una trayectoria de Oeste a Este 53%, de Norte a sur un 19%, Este a Oeste 7%, de Sur a Norte el 4% y un 10% contestaron de Noroeste- Sureste. Como se observa el 56% de los habitantes lo caracterizan como fuerte.

Los tornados no tienen un comportamiento definido, por lo tanto es impredecible.

Las respuestas relacionadas con la presencia percibida del tornado fueron: buscar un refugio, le dio miedo, se refugió en su casa, se puso a llorar, se espantaron, se metieron al baño, se refugiaron en casa de concreto, se refugiaron en la unidad de enfrente, se alejaron de los vidrios, se protegieron en las escaleras, etc. Al preguntarles ¿En qué momento sintió que usted y su familia corrían peligro?, La respuestas fueron variables: un 33% de las personas optaron por cuando vio al fenómeno, el 5% cuando le dijeron que había un fenómeno, un 36% cuando daño su patrimonio, el 11% no contestó y un 15% dijo que cuando escuchó un ruido y sintió el movimiento de la casa, cuando levantó puestos, postes de luz, cuando se venían las tejas, cuando volaban tinacos y laminas, cuando empezó a sonar el viento, cuando vibraron las ventanas por el trueno. La presencia del tornado provocó miedo entre los habitantes.

Como se observa el 71% de las personas entrevistadas se quedó en su casa cuando percibió el tornado.

La respuesta inmediata al miedo ante la presencia percibida del tornado, fue contundente, el 86% de las personas optaron que Si les dio miedo el hecho de que hubo un fenómeno de esta índole, un 11% dijo NO y un 3% no contestó. Por

otro lado, se les preguntó ¿Qué haría si se presentará otro fenómeno como éste? la respuestas fueron: reforzar la casa, resguardarse, cubrirse dentro de su casa, buscar un lugar seguro, localizar los puntos más fuertes de la casa, tomar precauciones. Después de una experiencia vivida, surgen alternativas para protegerse, tomando precauciones.

Según las encuestas un 67% dijo que puede ocurrir otro fenómeno en su comunidad, por ser llano, porque no hay cerros que detengan el aire, dicen que si ya ocurrió una vez puede ocurrir nuevamente, por ser una zona plana, por el cambio de la naturaleza por el hombre, porque la gente grande las conoce como víboras, cada que se presenta pero han sido más débiles. Un año antes ocurrió por los puntos del Laurel. Un 20% dijo que no y el 13% no contestó.

La siguiente pregunta da una visión general del peligro. ¿Qué consideran más peligroso de esos fenómenos? Un 69% dijo que las personas lesionadas o accidentadas, un 12% pérdidas materiales, un 11% la tardanza de la reconstrucción, el 21% probabilidad de que se presente otro fenómeno.

En cuanto a la ayuda por parte de las autoridades, un 69% dijo haber tenido ayuda, un 28% dijo no haber tenido ayuda y un 3% no contestó. Las autoridades que dieron ayuda durante y después del fenómeno fueron: Protección Civil, Ejército, Bomberos, autoridades municipales, principalmente, también apoyó la Cruz Roja, patrullas, Compañía de Luz, la aseguradora de las Casas INFONAVIT. El tipo de ayuda que brindaron esta autoridades en cuanto a la asistencia de emergencia fue: un 42% de asistencia médica, un 25% de ayuda para el rescate de bienes y víctimas, un 33% remoción de escombros. En cuanto la reconstrucción el 56% tuvo apoyo de materiales de construcción (láminas de asbesto y de cartón), otros tuvieron apoyo como: lonas, plástico, teja, madera, colchones, láminas delgadas, colchas, despensa, cobijas.

El 61% de las familias afirmaron que la ayuda fue útil, un 33% fue insuficiente la ayuda y un 6% no contestó. Las personas que respondieron que la ayuda no fue suficiente, se quejaron por los materiales que fueron frágiles y de mala calidad pues era temporada de lluvia.

Por último, la siguiente pregunta enriqueció al trabajo para afirmar que es una zona en las que este fenómeno se ha presentado anteriormente y no sólo en la zona de Coacalco, pues también se ha hecho presente en otros lugares de la República.

Al preguntarles ¿Le habían platicado alguna vez sus padres o abuelos sobre una situación semejante? Algunas de las personas que contestaron que si, en: Veracruz, Tultitlan (hace 17 o 18 años); Tequequinhua, Tlanepantla (hace 6 años); Pachuca, Hidalgo; en el puerto de Veracruz; en Puebla colindando con Veracruz, En Santa Cecilia en 1973, Naucalpan; Michoacán, hace 20 años en Coacalco, al norte de Sinaloa, San Luis Potosí; Toluca. Aquí se observa el conocimiento de la presencia de este fenómeno.

Cuando se presenta un daño como el sucedido del 29 de julio 2004 en Coacalco provoca miedo a las familias y es una experiencia vivida difícil de olvidar.

Se presentan algunos fragmentos a continuación de las personas del Fraccionamiento Los Portales, Estado de México., que experimentaron el paso del tornado fueron entrevistados y sus testimonios transcritos.

Cintya de 20 años presencié el tornado, muy cerca de donde vive.

Pues es que, empezó hacer mucho aire y ya después empezó a venir como lluvia muy fuerte y de repente así como a 40 metros de distancia se dejó venir así como una bola de tierra, pero traía este palos, láminas, se llevó todo lo que pudo, el modulo de acá atrás y el de nosotros fue el se afecto más, de que casi todo los que estamos así nos dejo automáticamente sin techo, más a los que tienen loza, se llevo todo todo los techos, incluso la señora de ahí estaba con un golpe muy grave en el ojo, porque le pegó una teja de las de allá arriba pero pues, primero fue el un tornado y después fue eran 2 porque primero paso uno después el otro, el primero nada más afectado a los de las unidades principales y ya el segundo fue el de aquí.

Fueron segundos los que tardó en llegar aquí y llevarse lo que pudo y irse o sea se podría decir que fueron 10 20 segundos lo que tardo en deshacer todo automáticamente o sea no fue mucho...”

Benito Juárez de 36 años vivió la experiencia del tornado en su vivienda.

Pues estaba yo, este aquí terminando de trabajar de soldar cuando vi primero o sea que se empezaron a levantar las láminas, pero yo pensé que nada más era un aire, pero ¡no cual aire!, ya cuando ví ya empezaron a, era así como un remolino grandote pero que soltaba como granizo, granizo y agua, ya cuando vi se estaba levantando todas las láminas, empezó a tirar bardas, rotoplas, todo eso empezó a levantar los vortoplas, las láminas, polines se imagina polines que pesan los empezó a levantar, ese remolino si entro ahí, lo vi entrar por ahí por San Felipe y luego entró aquí por la 29 por Portales y atravesó por acá por Laurel y empezó a levantar todas las láminas de Laurel, todas todas todas las láminas y otra vez vuelta por acá empezó otra vez por Portales y empezó a llevarse láminas, casas, todo todo se empezó a llevar, muebles todo se empezó a llevar el remolino, no era remolino era un huracán, era un huracán pero si si estaba feo ...”

El crecimiento urbano propició un desastre ya que si este asentamiento no hubiese existido el tornado no hubiera causado daños. Cabe señalar que las personas entrevistadas en colonia Los Portales se establecieron desde hace cuatro años y medio (a mediados de 1999).

Formas de enfrentar a los tornados para la población

En Coacalco realmente hubo poca manifestación ante la presencia del tornado pues la gente dijo que sólo acudió a Dios. Sin embargo, la reacción inmediata de la gente protegerse en un lugar que consideró seguro, algunos acudieron con los vecinos pues consideraron frágil su casa e incluso llegaron a pensar que se la llevaría.

Impacto Económico

El día 7 de agosto del 2004 se hizo un recorrido por la zona dañada observando la zona afectada y conversando con algunas personas damnificadas.

A partir de las casa dañadas por las que el tornado marcó su trayectoria dentro del los Fraccionamientos El Laurel, Los Portales y El Chaparral, dichos fraccionamientos pertenecientes al municipio de Coacalco, Estado de México (ver

croquis No. 3.4), se contabilizaron los daños el área afectada por el tornado, ocurrido la tarde del jueves 29 de julio de 2004, arrancó árboles y postes, casas y muebles, automóviles semidañados, destrozó vidrios de ventanas y puertas, techos desplomados y muros dañados. El periódico La Jornada menciona que en el “fraccionamiento El Laurel ocurrieron los peores daños, 285 viviendas que fueron construidas por la inmobiliaria GEO en 1999 quedaron materialmente sin techos. También en el Fraccionamiento Los Portales, un asentamiento que fue invadido hace varios años, se vio afectado y 40 techos se desplomaron”²⁰

Según José de Jesús Castillo, director del gobierno municipal, el primer reporte indicó que en el Fraccionamiento El Laurel 255 casas resultaron dañadas en diversos grados, 95 de las cuales presentaron daños estructurales “graves”, ya sea en techos o muros (ver fotos No. 3.8 - 3.11). En los Fraccionamientos Los Portales y el Chaparral resultaron afectadas 40 y 10 viviendas respectivamente.

Por otro lado, se percató que las casas Geo son de estructura sencilla, es decir, los techos de las viviendas fueron construido con unicel y una plancha de hielo seco acompañado de pequeños tebijones de tipo rústico, esto hace que la población se más vulnerable ante evento de esta índole. De igual manera se observó que los asentamientos invadidos en el fraccionamiento Los Portales, mejor conocido como “ciudad perdida”, la mayor parte de las viviendas están techadas con láminas de cartón o de asbesto.

Los costos ascendieron a \$112, 303.25, esta cifra fue dada por el municipio de Coacalco.

²⁰ La jornada. Daña minitornado más de 300 casas en el municipio mexiquense de Coacalco. México 30 de julio de 2004.



Foto N° 3.8.

Techos afectados cubiertos por plásticos y lonas por el paso de un tornado. Fraccionamiento el Laurel.



Foto. N° 3.9



Foto N° 3.10. Tomada por Vladimir Luna

Testimonio de árboles caídos, por el paso del tornado. Av. CTM



Foto N° 3.11. Tomada por Ma. Asunción

Por otro lado, se obtuvieron datos oficiales del evento con el propósito de buscar el informe reportado el 29 de julio de 2004, obteniendo características tornádicas, zonas dañadas, apoyo a damnificados, etc. El reporte de la Dirección General de Protección Civil del gobierno estatal es el siguiente:

Nota informativa

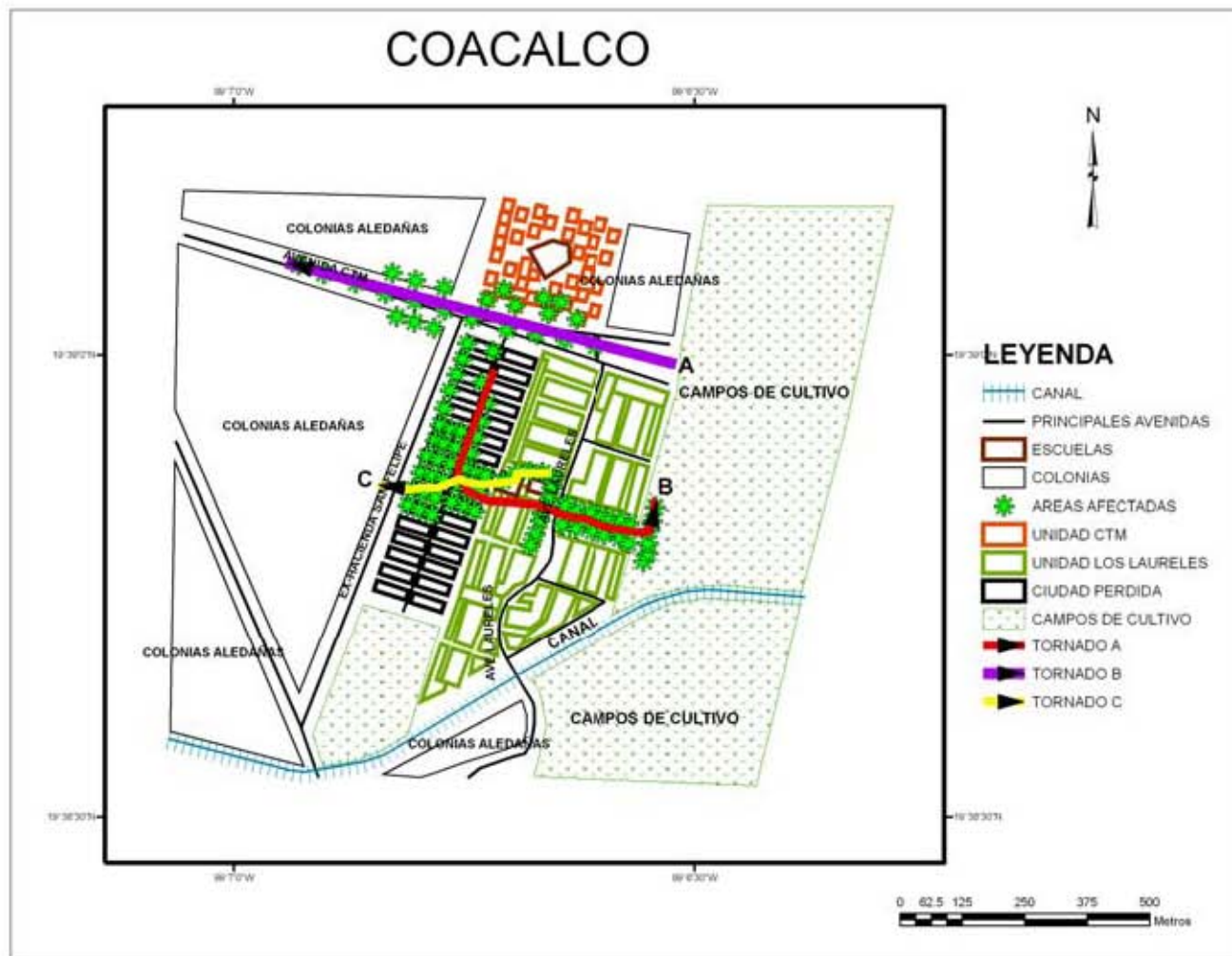
El pasado 29 de julio de 2004 a las 18:20 horas personas del centro de operaciones Tultepec, adscrito a esta dirección general realizo recorrido en el municipio de Coacalco, por reporte de afectaciones debido a la presencia de lluvias, acompañada con vientos fuertes, encontrándose con daños en viviendas, se procedió a realizar un censo en toda la zona reportando lo siguiente:

Se implemento un albergue temporal en un salón de eventos denominado “fresno en la C.1ª. de villa S/N, Col. Villa de las Flores invertido las personas afectadas (225 personas de la Col. Laureles, 332 de la Col. Portales y 50 de la Col.Parral). Mismo que no fue ocupado ya que los vecinos decidieron permanecer en su vivienda ya que no estaban dañadas en su totalidad. Se procedió a realizar la entrega de apoyos (láminas de Cartón y de lonas).

El día 30 de julio de 2004 se prosiguió con la emergencia reportado que personal del sector salud atendió a 300 personas en consultas diversas. Así mismo a las 19:05 horas finalizando la entrega de apoyos, otorgando 4,820 láminas de cartón a 605 personas.

Por otro lado se contactó con personal de la empresa GEO quien se comprometió que para el día 2 de agosto iniciaran los trabajos de reparación de las viviendas de la Col. Laureles.

Cabe mencionar que sólo se tomaron fragmentos acerca del El municipio de Coacalco ya que es la zona a estudiar.



Croquis No. 3.4. Trayecto y daños por el tornado en Coacalco, Estado de México
 Elaboró: Lourdes Martínez M.

Análisis comparativo de los cuatro casos de estudio

A lo largo de los capítulos se ha tratado de contribuir al conocimiento y reconocimiento de la existencia de los tornados en México, tanto en su aspecto social como meteorológico, este último con déficit de información. Por lo que en un principio la idea de interpolar las variables meteorológicas (velocidad del viento, temperatura, Humedad Relativa, precipitación, presión barométrica, radiación solar) del “corredor de las víboras”, es decir, conocer el comportamiento de estas variables en un determinado lapso de tiempo, objetivo que no se logró por la falta de estaciones meteorológicas en dicho “Corredor”. En cuanto al aspecto histórico de los tornados y el comportamiento social como protección ante las “víboras” ha sido enriquecedor, como se vera más adelante.

Se puede decir que existen las condiciones meteorológicas para la formación de tornados en algunos lugares de México, si no es que en todo el territorio mexicano. Al recabar los datos meteorológico de las cuatro zonas de estudio sólo se obtuvieron dos Estaciones Hidroclimatológicas Automáticas (EHCA), la estación Apan, Hidalgo y La Universidad Tecnológica de Tlaxcala (UTT), perteneciente a la comunidad del Carmen Xalpatlahuaya, Huamantla, Tlaxcala. De acuerdo con el comportamiento de las gráficas en ambas estaciones que coincide con los testimonios de la gente en cuanto a la hora del día. Al comparar las gráficas se observa una similitud en el comportamiento de las variables meteorológicas, por ejemplo, ambas presentan alteraciones a partir de las 14:00hrs, la velocidad máxima del viento en ráfagas es de 52.3km/hr y 83.4hm/hr siendo el máximo valor del día en ambos casos, cabe mencionar que la EHCA se encuentra ubicada en el municipio de Apan, Mala Yerba está ubicada a 11km de Apan aproximadamente y la estación UTT se localiza en la misma UTT. De igual, manera hay semejanza en cuanto a la máxima temperatura del día con 26.1 °C y 24.5 °C con un descenso de Humedad Relativa 27% y 32%, respectivamente. Por otro lado, en la estación de Apan se presenta un cambio brusco en la presión barométrica llegando a un mínimo de 758.50 mbr a las 17:20 y en la estación UTT presenta un valor mínimo

de 760.5mbr a las 16:00, en cuanto a la precipitación en la estación de Apan no hay registro y en la UTT sólo se registra 6.35 milímetros. Según la gráfica de Radiación Solar hay una variabilidad entre las 14:50 y 17:20hrs con máximo de 1041 watt/m² y un mínimo de 184 watt/m² a las 17:20, durante este tiempo presentó nubosidad en 3 hrs aproximadamente, cabe mencionar que antes de la 13:00hr había cielo despejado según la gráfica (estación de Apan), en cuanto a la UTT se registra un máximo de 1116 watt/m² a las 14:40 y un mínimo de 16 watt/m² a las 16:00hrs. Lo que significa que en 1hr con 40 minutos hubo 1110 watt/m² de diferencia.

En el período de 24 horas se registra una anomalía en el comportamiento de las variables meteorológicas para ambos casos, pero en realidad esto es insuficiente para saber a ciencia cierta de qué fenómeno se trata. Por lo tanto, los datos de las estaciones meteorológicas son insuficientes para determinar la presencia de un fenómeno a escala local como son los tornados. Por consiguiente, se deben dar alternativas para un estudio a largo plazo. Cabe mencionar que en cuanto a la precipitación que se registró en Mala Yerba, no coincide con los datos obtenidos en las entrevistas aplicadas puesto que la gente que se entrevistó afirma que después del evento hubo lluvia y granizo en las comunidades aledaña a Mala Yerba. De igual manera, al visitar Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se obtuvo una hoja de datos de la Estación Tradicional de Apan, en el cual se observa un registro de precipitación 22 milímetros el 1 de abril (ver anexo). Lo anterior genera cierta incertidumbre con los datos obtenidos (EHCA).

Es de suponer que por la distancia de la estación el valor de las variables cambia. Pero esto no justifica la insuficiencia de estaciones o tecnología que proporcione una mejor información, una alternativa a este problema sería el uso del radar.

A pesar de las limitaciones, se logró tener una idea del comportamiento del fenómeno durante el día, ya que la temperatura, la velocidad del viento, entre otras, son variables importantes para el desarrollo de los tornados. En cuanto al

boletín informativo de las zonas de estudio, se encuentra poca información debido a que se analiza a nivel nacional.

La ocurrencia de los cuatros tornados se dio en diferentes estaciones del año, dos en temporada de seca (Abril y Mayo) describiendo una trayectoria errática de Este a Oeste en Mala Yerba y Noroeste-Sureste en la UTT, y dos en temporada de lluvia (Julio y Agosto) describiendo una trayectoria errática de Noroeste a Sureste en Coacalco, y de Noreste-Suroeste en Tzintzuntzan. Cabe mencionar que la trayectoria se tomó a partir del área afectada según el caso, es decir en Mala Yerba por las casas, UTT por las aulas, en Coacalco por las zonas habitacionales de las casa GEO y en Tzintzuntzan por las manzanas del poblado, casa de adobe principalmente. Así mismo, hubo coincidencia en cuanto a la hora de la formación, es decir que todos los casos se presentaron por la tarde entre las 14:30 a 18:00, con un tiempo menor a 15 minutos según las personas y las evidencias, el tiempo para los tornados no superceldas es un rasgo común. Por otro lado, en la topográfica coinciden en zonas llanas con cerros de poca altura, esto provoca que los vientos encontrados formen remolinos.

Como se puede observar, en dos localidades hay una similitud en cuanto a su trayecto Noroeste-Sureste (UTT y Coacalco), mientras que en el caso de Mala Yerba y Tzintzuntzan su trayecto es diferente. Sin embargo, coinciden en forma general, es decir de Norte a Sur.

Así mismo, en la investigación que se llevó a cabo, se percibió que existe una variedad de desarrollo de los tornados en México en su formación, es decir desde la presencia de una tromba lacustre a tornados con múltiples vórtices.

Por otro lado, existen tornados con múltiples vórtices que contienen dos más subvórtices pequeños, estos se mueven alrededor del centro de la circulación más grande del tornado, pero estos subvórtices no siempre son claramente visibles. Este ejemplo se dio en Mala Yerba y Coacalco. En la primera se formaron tres

tornados simultáneamente en los llanos de Apan, puntualizando que el de menor magnitud llegó a la localidad de Mala Yerba. En cuanto al tornado de Coacalco se presentaron dos tornados consecutivamente luego de una granizada en la comunidad las Flores. Por último, el tornado de la UTT se presentó con un solo vórtice, se sabe que en el centro de Huamantla a 10 km de la UTT, llovió fuerte y con granizo, rasgos peculiares de los tornados. . Así mismo en los cuatro casos se presentó granizo después del fenómeno.

En el presente estudio se ha demostrado que en las comunidades existe una estrecha relación con el medio natural, es decir el conocer su entorno durante años da la experiencia de conocer las condiciones del tiempo, un ejemplo de ello es que saben cuando va a ocurrir una helada, una granizadas, un aguacero, e incluso si va a haber buen o mal tiempo para la cosecha, este conocimiento es a través “las cabañuelas”, de igual manera detectan la formación de un tornado. Entre las múltiples tradiciones con sus respectivas creencias surgió la inquietud de saber nuestro pasado en torno a este fenómeno meteorológico, el cual es una amenaza para los que habitan en las regiones en donde se presentan. Por ello las siguientes preguntas: ¿Desde qué tiempo se conocen estos fenómenos?, ¿Qué son las víboras?, ¿Cuándo se presentan?, ¿A que hora se presenta?, ¿Qué hace la población para defenderse? (tanto en lo simbólico como práctico), ¿Desde cuando viene la tradición de “espantar” a la “Víbora”?, ¿Qué significado tiene la palma bendita, el romero, la cera?, etc. Lo anterior enriqueció el trabajo de investigación tomando en cuenta el aspecto social. Así mismo, se presenta un acercamiento simbólico en la forma del tornado y la fuerza que genera, es decir la formación del tornado genera figuras, formas, fisonomías como una culebra, una víbora, la cola de una serpiente (en forma vertical el cielo se une con la tierra). Lo anterior se asocia con la forma que presenta el fenómeno meteorológico como el resultado del movimiento circular del viento arremolinado que asciende desde el suelo hacia la nube.

Las manifestaciones sociales ante los tornados en dichas comunidades aún conservan y las tradiciones con sus respectivas creencias que han sido heredadas por nuestros ancestros. En los cuatro casos de estudio, las personas entrevistadas recuerdan perfectamente el fenómeno meteorológico llamado tornado, con sus respectivas fechas, sin embargo en los diferentes casos las personas identifican o se refieren al fenómeno de diferente manera en cada uno de los casos por ejemplo en Tzintzuntzan se refieren a ellos como: “huracán”, “torito”, “animal” “culebra”. Mientras que en Mala Yerba los nombran “víboras de agua” “víboras de granizo”. En el Carmen Xalpatlahuaya son llamados “ víboras de agua”, “víboras de granizo”, “víboras de aire” y en Coacalco catalogaron al fenómeno como: “tornado, Huracán, minitornado, remolino, tornadito, semitornado, torbellino, tromba, ciclo, tifón, tornado pequeño”. Así mismo, existe la creencia simbólica que para ahuyentar a estos fenómenos realizan acciones como el “quemar las palmas bendita”, “movimientos con el sombrero en forma de cruz” y así alejar al tornado o bien dando a los niños cuchillos para que a lo lejos realicen movimientos simulando “cortar” a la “culebra” en forma de cruz (Tzintzuntzan y Mala Yerba). En el caso de la UTT algunos entrevistados mencionaron que para “espantar” o “cortar” a la “víbora” recurrieron a los machetes, esto consiste en colocar dos machetes en forma de cruz con dirección a la nube. Otra manera de desvanecer a la “víbora” de manera técnica son los “cohetes” que son lanzados por los lugareños para evitar la formación de tornados débiles, son semejantes a los que lanzan en las festividades de los pueblos, aún que estos cohetes son un poco más grande y son llamados “cohetes de nube o de temporal” provocan un brusco movimiento en la nube provocando que “corte” las corrientes del viento. Para el caso de Coacalco que es una zona urbana no se encontró alguna manifestación simbólica ante el fenómeno, sin embargo la mayoría de la gente dijo haberse encomendarse a Dios. En forma general hay gente, que tiene mayor conocimiento del entorno esto permite entender las diferencias de los entrevistados.

Cabe señalar, que las personas que presenciaron a lo lejos el tornado realizaron este tipo de manifestaciones como protección “simbólica” y la gente que vivió la experiencia del fenómeno recurrió a refugiarse en una zonas resistente (cuartos de concreto, aulas de concreto, abajo de las escaleras de los condominios, etc). Asimismo en el momento que se presentó el tornado provocó crisis nerviosas.

La mayor parte de los campesinos se dedican a la producción de agrícola temporal, por lo tanto deben proteger sus cultivos antes estos fenómenos, a través de búsqueda de la protección con símbolos religiosos y reales como son los cohetes.

Los tornados se ocultan tras múltiples nombres como se ha visto, nombres que están distribuidos en toda la Republica Mexicana con una riqueza histórica, relacionando a la serpiente como una deidad o como demonio en la religión. Para entender y documentar este fenómeno se debe recurrir al conocimiento tradicional de los pueblos donde se presentan dichos fenómenos, así se podrá tener un conocimiento profundo de los tornados tanto en lo religioso como en lo científico. *“cada cultura es una configuración única, con su propio sabor, estilo y espíritu. Más frecuente, esta unicidad está expresada como de fe y se ha hecho poco para explicarla”* (Glockner, 2000).

Se trabajo en cuatro diferentes comunidades en cuanto a la estructura del impacto económico o daños... Tzintzuntzan es un pueblo artesanal que sobrevive del turismo y del campo, se contabilizó que en el área afectada hay 45 casas de las cuales 30 resultaron con un determinado nivel de afectación y que arroja un valor porcentual de 86. El total de los daños directos de la ocurrencia del tornado en Tzintzuntzan fue estimado en \$49 208.832, En el caso de Mala Yerba, no se obtuvo el costo. El área afectada de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala comprende la biblioteca, la sala de cómputo, área de laboratorio y talleres, dirección de vinculación y La Rectoría. Los daños de la UTT ascendieron a 850 mil pesos. Coacalco municipio urbano, se contabilizó que el área afectada en la col.

Laureles fue la caída de un árbol y 45 viviendas 225 personas afectadas, Colonia Portales 40 viviendas 200 personas afectadas, Colonia El Chaparral 10 vivienda 50 personas afectadas, lo anterior asciende a un total de \$112, 303.25, este último obtenido por el palacio municipal.

Los daños fueron diferentes según la infraestructura de la localidad, es decir, el hablar de un pueblo a una universidad o a una zona urbana lo hace diferente por ejemplo, el hablar de la UTT en menos de tres meses reestablecieron los daños causados por el tornado, el motivo fue no perder las clases por lo que tuvieron apoyo por parte del gobierno. Por otro lado, se notó una anomalía en Coacalco, al revisar el informe de emergencia atendidas, se percató que no coincide con el documento proporcionado por el municipio, ya que en dicho documento se proporcionaron 50 láminas de cartón, mientras que en el informe de Protección Civil se menciona que se proporcionaron 620 láminas de cartón, se observa anomalías en cuanto al apoyo. ¿A qué le teme el gobierno?, ¿Por qué no dan los documentos reales?.

Afortunadamente en los lugares no se presentaron pérdidas humanas, salvo un lesionado en la UTT y Mala Yerba, crisis nerviosa en Tzintzuntzan y Coacalco

En cuanto a las notas periodísticas, debe de existir una información clara de la objetividad de tornados, así como diferenciarlos con las trombas término que alude a los tornados principalmente.

CONCLUSIONES

En teoría el Servicio Meteorológico Nacional es el encargado de llevar el registro sistemático, vigilar y emitir información sobre las condiciones y situaciones atmosféricas del país, así como pronosticar sobre eventos meteorológicos que puedan ocasionar daños a la población o a las actividades producidas en el territorio nacional. Al consultar el catálogo de estaciones climatológicas Sistema CLICOM se encontró que dichas estaciones cercanas al las áreas de estudio cuenta con periodos de años, pero hay escasez de registro, no hay datos con los cuales se pueda interpretar el evento causado en Tzintzuntzan. Asimismo, se encontró escasez de datos, para los demás casos de estudio. Veamos el siguiente cuadro que se construyó para las cuatro zonas de estudios.

Estado	Estación	Clave	Periodo en años	Años buscados
Michoacán	Morelia, Morelia	16080	1986-2002	2000
	Morelia, Morelia (DGE)	16081	1947-1986	
	Patzcuaro, Patzcuaro	16087	1969-1999	
Hidalgo	Apan, Apan (DGE)	13002	1954-1998	2002
	Apan, Apan (SMN)	13045	1961-1978	
	Llano chico, Emiliano Zapata	13014	1967-1983	
Tlaxcala	Tocatlán	29027	1966-2002	2004
	Huamantla, Huamantla	29011	1942-2002	
	El carmen, El carmen	29007	1966-2002	
Edo. De México	Tultepec, Tultepec	15129	1961-1998	2004
	San Martín Obispo			

Cuadro N° 3.1. Catálogo de Estaciones Climatológicas Sistema Clicom.

Se buscaron las estaciones meteorológicas cercanas a Tzintzuntzan, Michoacán., para el 26 de agosto de 2000, de igual manera para las 3 restantes zonas de estudio, con sus respectivas fechas, Apan, Hidalgo, El Carmen Xalpatlahuaya, Tlaxcala., y Coacalaco, Estado de México. Un ejemplo de ello, es la estación Patzcuaro tiene un período de 1969-1999, por consiguiente el años que se solicito fue el 2000. Se observa retraso en la actualización, de los datos meteorológicos.

Por otro lado, México cuenta con 94 Estaciones Automáticas y que son insuficientes para realizar una interpolación entre las variables meteorológicas. Los observatorios generalmente se encuentran en la capital de los estados, difícilmente se podría hacer un estudio, ya que el área que cubre cierta estación es de 5 kilómetros, y el área que abarcan los tornados es local.

Con respecto a las imágenes de satélite, realmente hay poca visualidad Sector México-Sector Pacífico, al consultar no se observa el tornado en ninguno de los cuatros casos, por tanto es necesario contar con imágenes de satélite de mesoescala.

ELSMN cuenta con radares Doppler y Ericsson cuya cobertura es muy amplia, cuenta con un radio máximo de 480 Km alrededor de cada radar. Estados Unidos utiliza este tipo de radares para la detección de tornados; sin embargo y de acuerdo con el Ing. Armando Rodríguez²¹ del Servicio Meteorológico, indica que estos pueden detectar los tornados por la velocidad del viento. Pero, nunca se han utilizado para la detección de estos fenómenos y una de las causas es que se niega la ocurrencia de estos fenómenos meteorológicos, por ello nunca han sido estudiados en nuestro país.

Existen ciertas condiciones que favorecen a la presencia de los tornados, sin embargo al recurrir a los datos meteorológicos se cuenta con una escasez de información y por parte de las personas hay una riqueza de testimonio, además de tener tradiciones religiosas para defenderse.

El “Corredor de las Víboras” puede ser una zona de experimento de suma importancia para la detección de tornados no superceldas, por consiguiente si se obtiene la ubicación de donde se presentan, habría un avance tecnológico con los radares Doppler, los cuales pueden detectar la formación de los tornados y una

²¹ Conversación vía telefónica 22-07-06 (Área de radares meteorológicos)

disminución en costos y vidas en la sociedad. Cabe mencionar que en el “corredor” se presentan al menos seis tornados al año.

Los tornados son capaces de producir daños y víctimas, los daños generados por este fenómeno ascienden a pérdidas materiales, como se vió en el capítulo 2 (ver cuadros 2.1-2.5). Anualmente se presentan ocho tornados según los cuadros antes mencionados, provocando daños a los cultivos y patrimonio de la misma población, puesto que las granizadas producen afectaciones a la zona de cultivos, provocando pérdidas económicas a la agricultura de temporal principalmente.

De acuerdo con el estudio, las estimaciones en costos fueron desiguales, pero significativas. Estos fenómenos meteorológicos provocan una crisis económica para el campesino pues ellos viven del autoconsumo del campo principalmente

Es necesario que la población conozca los peligros a lo que están expuestos, ya que una población informada es más segura y así sabrá cómo protegerse ante los fenómenos naturales. Por ello la responsabilidad del gobierno en el fortalecimiento de una educación preventiva implica no sólo enseñar a la población lo que tiene que hacer cuando ocurre un desastre, sino también emprender un proceso de sensibilización para que la gente sea capaz de protegerse correctamente de los riesgos que la amenazan.

Minimizar a estos fenómenos es un riesgo para la población en general, pero más para las zonas urbanas, puesto que las zonas rurales de alguna manera están familiarizadas con estos fenómenos, dicho de otra manera, cuando ellos observan que se está desarrollando un fenómeno de esta índole utilizan como protección los “cohetes de nube” (ver capítulo 3). Sin embargo en las zonas urbanas no son conocidas las “víboras” o tornados, esto implicaría un desconocimiento total de la existencia de tornados.

No hay educación preventiva ante estos fenómenos meteorológicos (oficialmente), pues son minimizados por las instituciones (ver capítulo 2), CNA y Protección Civil ya tienen conocimiento de la existencia de tornados. Como alternativa, es importante generar un procedimiento o un sistema de registro de estos fenómenos a que considere elementos de evaluación de daños socioeconómicos y no esperar que suceda un siniestro y difundir la existencia. Deben tener iniciativa y responsabilidad para enfrentar a este problema. O ¿para qué están estas instituciones?

Propuestas

En las investigaciones se ha observado que las condiciones atmosféricas en México son un tanto propicias para la formación de estos fenómenos. La mayoría de los tornados son de tipo *Landspout*, éstos suelen presentarse en épocas de lluvias y generan emergencias sociales causando frecuentes daños materiales como se vio en el capítulo 3. Es necesario proponer alternativas para tener conocimiento de estos fenómenos como: folletos educativos, boletines meteorológicos a nivel local, TV, radio, campañas escolares, cursos a docentes, publicidad en medios de comunicación, para difundir información a la sociedad en las zonas propensas al desarrollo de los tornados *Landspout*, de esta manera se podrían prevenir y reducir los efectos negativos nocivos para la sociedad.

Hay zonas en donde estos fenómenos se pueden presentar con mayor frecuencia y los boletines que emite el Servicio Nacional Meteorológico carecen de información específica, pues los datos hablan a nivel nacional y para este tipo de investigación se requiere de datos especializados como boletines locales. Los boletines no contienen suficiente información sobre este tipo de fenómenos meteorológicos, se sugiere que se zonifique el país y que se den boletines locales. Por ejemplo, la parte de Tlaxcala que comprende nuestro estudio es de suma importancia y, deberían de emitirse boletines meteorológicos regionales y folletos de prevención sobre todo en lugares donde los tornados son recurrentes. Cabe mencionar que en el municipio de Huamantla, Tlaxcala, ya se ha dado difusión de

ese fenómeno, las autoridades han expresado su preocupación por difundir esta información. El Señor Gerardo Espinoza, director de protección civil municipal, tomó la iniciativa de difundir el riesgo que puede ocasionar el fenómeno, ya que como se ha visto “El corredor” es una zona con alta probabilidad que se presenten anualmente “víboras” como son llamadas popularmente por la gente. Esta preocupación se derivó del tornado de la UTT, siendo un ejemplo para dar inicio a la prevención ante estos fenómenos. Por consiguiente, ante la vulnerabilidad de la población ante fenómenos tornádicos, se debería implementar o incorporar información a población de otras regiones, dar las medidas de seguridad y no minimizar los efectos potenciales a su entorno, por lo que se debe de tener atención en términos de difundir entre la población esta información.

A partir de estos pequeños estudios realizados, se comienza a desarrollar un estudio más profundo tanto en lo social como en lo científico, es decir la presencia de estos fenómenos no deben de pasar desapercibidos, deben registrarse como uno más de los fenómenos meteorológicos, así como las sequías, heladas, lluvias, etc. La presencia de estos fenómenos en determinadas comunidades sociales, económicas, podrían provocar no sólo destrucción, sino un desastre mayor. Sus efectos quizás sean locales pero por ser un fenómeno meteorológico que se presenta en cuestión de minutos lo hace más peligroso para cualquier habitante. Los efectos que ocasiona son variadas: desde un lesionado a daños a los cultivos, perdidas de casas, tirar bardas. Los tornados se pueden convertir en un gran fenómeno destructor, en cuanto llegue a una ciudad importante altamente poblada, hasta entonces ¿serán tomados en cuenta?.

Nuestros ancestros tenían sabiduría, cultura, conocimiento, para explicarse la llegada de un fenómeno, interpretando por medio de símbolos religiosos, creencias, fé. Sin embargo este conocimiento se va perdiendo conforme pasa el tiempo, como es el caso de los especialistas llamados TEZITLAC, que en la actualidad casi han desaparecido.

Las “víboras” siempre han ocurrido y el significado que le ha dado la población es muy significativo para seguir indagando, pues estos fenómenos se dan en varias partes de la Republica Mexicana como se ha corroborado a lo largo de esta tesis y son conocidos con diferentes nombres como: “cola de nube”, “culebras blancas”, “torito”, “mofera”, “víbora”, etc. Por otro lado, a los tornados en México no se les ha dado la debida importancia en cuanto al riesgo hacia la población. Debe darse impulso al estudio de los tornados en México ya que no sólo se abriría una línea mas en el desarrollo a la meteorología de mesoescala sino que ayudaría a disminuir la vulnerabilidad social.

Esta situación podría empeorar de no tomarse medidas de prevención estructurales, pues el número de eventos tornádicos en el año 2005 ha ido en aumento.

Las autoridades mexicanas no han desarrollado la prevención de desastre en relación a los tornados. Las únicas acciones que se toman se limitan a las soluciones técnicas enfocadas al monitoreo y predicción. Una amplia variedad de uso de suelo, que va desde tipo urbano a bosque, actúan como condición de la circulación atmosférica local que son condiciones especiales que influyen en los tornados.

Las variables meteorológicas en el caso del tornado de la UTT se vieron alteradas aproximadamente dos horas antes; el viento supero los 80km/hr, así mismo hubo una disminución de la temperatura y humedad relativa como condición previa a la ocurrencia, siendo éstas dos variables consistentes. Estos elementos que se observan son suficientes para iniciar un estudio sistemático del fenómeno que conduzca a determinar con exactitud su distribución geográfica, sus variaciones, causas y su pronóstico con el objeto de poder planear o establecer las medidas de seguridad conveniente y adecuada antes de la presencia de un tornado.

Las creencias tienen bases científicas. Deben incluir a la gente que se enfrentan a estos fenómenos: por su percepción, su interpretación, su historia y sobretodo la experiencia de como se han relacionado ante un fenómeno de esta índole en otras ocasiones.

BIBLIOGRAFÍA

Albores, Beatriz. 1991. *Graniceros. Cosmovisión y meteorología indígenas de Mesoamérica*. El Colmex/UNAM. México.

Broda, Johanna. 2001. *Cosmovisión, ritual e identidad de los pueblos indígenas de México*. Edit. FCE. México.

Eagleman, Joe. 1980. *Meteorology. The Atmosphere in action*. D. Van Nostrand Company. New York, EE.UU.

Erickson, John. 1991. *Las tormentas de las antiguas creencias a la moderna meteorología*. Serie MC GRAW-HILL de divulgación CIENCIAS. Madrid.

Candel, Vidal. 1972. *Atlas de Meteorología. Madrid*. Ediciones Jove Barcelona España serie G num.4.

Curtis, Lon. 2003. *Midlevel Dry Intrusions as a Factor in Tornado Outbreaks Associated with Landfalling Tropical Cyclones from the Atlantic and Gulf of México*. Texas, EE.UU.

CENAPRED. 2001. *Diagnóstico de Peligros e Identificación en Riesgo de Desastres en México. Atlas Nacional de Riesgo de la República Mexicana*. Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil., Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.

Corbatta C. 2001. *El Granizo: Cratos de la Naturaleza*. En: Analitica.com. septiembre 2001. Venezuela. A:\Opinión y actualidad - El Granizo Cratos de la Naturaleza.htm OJO

Conway, E. 1997. *An Introduction to Satellite Image Interpretation*. United States of America.

Foster, George. 1972. *Tzintzuntzan. Los campesinos mexicanos en un mundo en cambio*. Fondo de Cultura Económica, México.

García, Virginia. 2004. *La perspectiva histórica en la antropología del riesgo y el desastre. Acercamientos Metodológicos*. En: Relaciones. “Religiosidad y desastres”. Estudios de Historia y sociedad No. 97. Vol.XXV. Colegio de Michoacán.

Glockner, Julio. 2000. *Así en el cielo como en la tierra*. Edit, Grijalbo. México.

Ichon, Alain. 1990. *La religión de los totonacas de la sierra*. Edit. Instituto Nacional Indigenista - SEP, México.

Ledesman, M y Baleriola, G (1993). *Meteorología Aplicada a la aviación*. Edit. Paraninfo. Madrid.

Llaugé, Félix. 1971. *¿La meteorología? ¡Pero si es muy fácil!*. Edit, Marcombo. Barcelona.

Loeza, K. 2001. “*Impacto socioeconómico del tornado de Tzintzuntzan, 26 de agosto de 2000*”, reporte de investigación. Escuela de Economía, UMSNH. Morelia, México.

National Geographic Español. 2004. *Tornados. La incógnita detrás de la destrucción*. Abril.

National Geographic Society. 1998. *Peligros Naturales de América del Norte* (mapa), México.

National Weather Service. 1992. *Tornadoes: nature`s most violent storms. A preparedness guuide* (NOAA/PA92052). Washiton, D.C: Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service.

Macías, Castro. 1986. *Tzintzuntzan. Capital de los tarascos. Edit. Gobierno de Michoacán.* México.

Macías, Jesús Manuel. 2002. *Descubriendo Tornados en México. El caso del tornado de Tzintzuntan.* Edit. CIESAS. México.

Macías, Jesús Manuel. 2005. *La disputa por el riesgo en el volcán Popocatépetl.* Edit. CIESAS. México.

Maderey, Laura Elena. 1982. *Geografía de la Atmósfera.* Edit. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Maldonado, L. 1989. La religiosidad popular, en Carlos Álvarez, M.J. Buxo y S. Rodríguez (Coords.), *La religiosidad popular. Antropología e historia*, t. I, España, Antropos. Edit. del Hombre. Fundación Machado.

Piña, Román. 2000. *Chichén Itzá. La ciudad de los brujos de agua. Fondo de cultura económica.* México.

Payno, Manuel. 1864. *Memoria sobre el maguey mexicano y sus diversos productos.* Imprenta de A. Boix, México.

Programa de Protección Civil 2001-2006. Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil, Plan Nacional de Desarrollo. México.

Ramírez, Mario. 2000. *Ignacio Torres Adalid y La Industria Pulquera*. Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM. México.

Rendón, Ricardo. 1990. *Dos haciendas pulqueras en Tlaxcala, 1857-1884*. Gobierno del estado de Tlaxcala. Universidad Iberoamericana, departamento de historia. México.

Rosengaus, Michel. 1995. *Fundamentos de Radares Meteorológicos: Aspectos Básicos*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.

Schaefer, Vicent J and Day. A. Field. 1981. *Severe Storms. Guide to the atmosphere*. Edit. HIMCO.

Smith Richard. Technical Attachment. Non-Supercell Tornadoes: A review for forecasters. NWSFO Memphis. SR/SSD 96-8. 2-15-96.

Williams Jack, 2000. *Supercells have unique characteristics*. *Nacional Weather Service*. "Advanced Spotters Field Guide". USA TODAY. Información Network.

CUADERNOS ESTADÍSTICOS

Benito Juárez. 1998. *Estado de Quintana Roo*. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Coacalco de Berriozábal. 1998. *Estado de México*. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Coyuca de Benítez. *Estado de Guerrero*. 1998. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

General Terán. *Estado de nuevo León*. 1997. Cuaderno estadístico municipal.

Huamantla. Estado de Tlaxcala. 1998. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Izucar de Matamoros. Estado de Puebla. 1998. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Minatitlan. *Estado de Veracruz*. 1993. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Nuevo Laredo. Estado de Tamaulipas. 1998. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Paracho. *Estado de Michoacán*. 1993. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Reynosa. *Estado de Tamaulipas*. 1998. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Saltillo. *Estado de Coahuila*. 1998. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

San José de Gracia. *Estado de Aguascalientes*. 1997. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

San José Teacalco, *Estado de Tlaxcala*. 1997. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

San Luis Rio Colorado. *Estado de Sonora*. 1993. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Teapa. *Estado de Tabasco*. 1993. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Tepic. *Estado de Nayarit*. 1997. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Tlalixcoyan. 1997. *Estado de Veracruz*. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

Veracruz. 1977. *Estado de Veracruz*. Cuaderno estadístico municipal. INEGI.

SITIOS DE INTERNET

Brooks Harold. 2000. " *National Severe Storms Laboratory*" en:

Línea <http://www.nssl.noaa.gov/hazard/>

Brooks Harold and Doswell Charles III.2000. " *Some aspects of the international climatology of tornadoes by damage classification*" en:

Línea: http://www.nssl.noaa.gov/users/brooks/public_html/toulclim.html

Brooks Harold at noaa.gov.2005. " *Tornado Reports by Damage Class. "Tornadoes around the word"* en:

Línea:http://www.nssl.noaa.gov/users/brooks/public_html/worldscale.html#world

Concannon Peggy. 2000. " *Climatological risk of strong and violent tornadoes in the united status*" en: Línea

http://www.nssl.noaa.gov/users/brooks/public_html/concannon/

Departamento de ciencias de la atmósfera y los océanos. 2006 en:

Línea <http://www-atmo.at.fcen.uba.ar/~satelite/his-can.htm>

Emergencias, Desastres y Gestión del Riesgo. 2006 en :

Línea: <http://www.jmarcano.com/riesgos/informa/huracan/huracan3.html>

Grup de Recerca Aplicada a Hidrometeorología (GRAHI). 2006." *Tipos de Radars Meteorológicos*" en: Línea

[http://www.grahi.upc.es/menu/curs/html_pages/trasp3.html#anchor847911 \)](http://www.grahi.upc.es/menu/curs/html_pages/trasp3.html#anchor847911)

Hechos. tvazteca. 2002. " *Reportan 500 damnificados por remolinos en Hidalgo*" en: Línea

<http://www.tvazteca.com.mx/hechos/archivos2/2002/4/51697.shtml>

Lukor. 2006. “*Noticias de portada*” en: Línea
<http://www.lukor.com/not-por/0508/30204020.htm>

Pereida Martha. 2006. “*Afectación de tornados en Costa Rica*” en: Línea
<http://www.imn.ac.cr/educa/tornado1.htm>

National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) 2006. “Tornado” en:
Línea: http://www.srh.noaa.gov/spanish/glosario/glosario_t.php#TORNADO

National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) And National Weather
Service (NWS) 2006. “*Glosario*” en: Línea
<http://www.weather.gov/glossary/index.php?word=tornado>

National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) And National Weather
Service. 2006. “*National Weather Service Enhanced Radar Images. Radar Display
Sites*” en: Línea <http://www.srh.weather.gov/ridge/>

Patrick Michaels. 2003. “*El miedo a los tornados*” en: Línea
<http://www.elcato.org/publicaciones/articulos/art-2003-05-21.html>

Roger Edwards. 2006. “*Tornado FAQ. Frequently Asked Questions About
Tornadoes. Storm Prediction Center*” en: Línea
<http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/>

Roger Edwards. 2006. “*Tornado FAQ. Frequently Asked Questions About
Tornadoes. Storm Prediction Center*” en: Línea
<http://www.spc.noaa.gov/faq/tornado/#VORTEX1>

Servicio Meteorológico Nacional. 2005. “*Estaciones Meteorológicas Automáticas –
EMA’s*” en: Línea

<http://smn.cna.gob.mx/productos/emas/doc/estacion.html>

Terremotos y otros desastres naturales. 2002. "*Tornados en Chile*" en: Línea
<http://www.angelfire.com/nt/tornados/#TORNADOS%20EN>

Tornado Project Online. 2006. "Tornados" en: Línea
<http://www.tornadoproject.com/>

Antonio Aparicio. 2005. Guías de Riesgo Tornados en: Línea
<http://www.proteccioncivil-andalucia.org/Emergencias/Tornados.htm>

ANEXO

ABREVIATURA DE LAS SIGUIENTES VARIABLES METEOROLÓGICAS:

Dirección del Viento (DIR): El valor obtenido es el promedio de 10 minutos de la dirección del viento. La dirección indica de donde proviene el viento, su unidad de medición es en grados donde ° es norte verdadero.

Dirección del viento de ráfagas (WSKDIR): La dirección del viento de ráfagas es la dirección de donde proviene el viento, su unidad de medición es en grados donde 0° es norte verdadero.

Velocidad del viento (WSK): La velocidad del viento es el promedio asimétrico de las velocidades medidas en un lapso de 10 minutos, su unidad de medición es en km/h.

Velocidad del viento de ráfagas (WAWK): La velocidad del viento de ráfaga es la máxima velocidad medida en un intervalo de 10 minutos (toman muestra cada 5 seg.), su unidad de medición es en km/h.

Temperatura promedio (AvgTemp): Es la temperatura promedio de las mediciones realizadas en un lapso de 10 minutos (se toman muestras cada minuto), su unidad de medición es en °C.

Humedad Relativa (AvgRH): La humedad relativa es el promedio de las mediciones realizadas en un intervalo de 10 minutos (se toman muestras cada minuto), su unidad de medición es en %.

Presión Barométrica (AvgBP): La presión barométrica es el promedio de las mediciones realizadas en un lapso de 10 minutos (se toman muestras cada minuto), su unidad de medición es el mb (milibar).

Precipitación (Rain): Es la lámina de precipitación acumulada en un lapso de 10 minutos, su unidad de medición es en mm (milímetros).

Radiación (AvgSR): La radiación solar son los valores promedio medios en un lapso de 10 minutos (se toman mediciones cada minuto), su unidad de medición es en W/m^2 (watt/m²).

Batería (Batt): Batería, su unidad de medición es en V (Volts).

Panel Solar (Spanel): Panel Solar, su unidad de medición es en V (volts).

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL**

**Informe Meteorológico No. 4.1.477
Medios de Comunicación Social**

**26 de agosto del 2000 / 09:00 h
Horario de verano**

EN SUPERFICIE:

1.- Línea de vaguada, desde el Occidente de la Mesa del Norte hasta la Mesa Central, favorecerá nublados aislados con lluvias moderadas de 10 a 20 mm en Chihuahua y Sonora; ligeras de 5 a 10 mm en Coahuila, Durango e Hidalgo; y escasas menores de 5 mm en Zacatecas.

2.- Onda Tropical No. 33, sobre la Península de Yucatán, con centro de baja presión de 1010 hPa, se mueve al Oeste. Su circulación ocasionará nublados con lluvias intensas mayores de 70 mm en Chiapas; muy fuertes de 50 a 70 mm en Tabasco; fuertes de 20 a 50 mm en Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

NIVELES MEDIOS (DE 1000 A 6000 msnm):

3.- Afluencia de aire húmedo del Océano Pacífico, Golfo de México y el Mar Caribe, favorecerá nublados con tormentas eléctricas, granizadas aisladas y lluvias fuertes de 20 a 50 mm en Veracruz; moderadas de 10 a 20 mm en el Distrito Federal, Jalisco, México, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa y Tamaulipas; ligeras de 5 a 10 mm en Colima, Guerrero, Michoacán y Tlaxcala; y escasas menores de 5 mm en Morelos.

NIVELES ALTOS (>6000 msnm):

4.- Circulación anticiclónica domina la Península de Yucatán, el Norte y Noreste del país.

Principales lluvias (en mm) registradas de las 07:00 h del día 25 hasta las 07:00 h del día 26 de agosto:
Chetumal, Q.R., 86.6; Veracruz, Ver., 51.0; Fpe. Carrillo Puerto, Q.R., 32.8; Tepic, Nay., 7.3; Orizaba, Ver., 4.0; Temósachic, Chih., 1.6; Durango, Dgo., 1.5 y Tlaxcala, Tlax. 1.2

Temperaturas máximas (en °C) registradas hasta las 07:00 h del día 26 de agosto:
Piedras Negras, Coah., 43.0; Choix, Sin., 40.3; Cd. Constitución, B.C.S., 39.6; Empalme, Son., 39.0; Monclova, Coah. y Colima, Col., 38.5; Soto La Marina, Tamps., 38.0; La Paz, B.C.S., 37.7; Altar, Son., 37.6; Cd. Victoria, Tamps. y Arriaga, Chis., 37.0; Monterrey, N.L., 36.9 y Tacubaya, D.F., 23.3.

Temperaturas mínimas (en °C) registradas hasta las 07:00 h del día 26 de agosto:
Toluca, Méx., 5.8; San Cristobal las Casas, Chis., 7.8; San Luis Potosí, S.L.P., 8.8; Tulancingo, Hgo., 9.8; Tlaxcala, Tlax., 10.1; Puebla, Pue., 10.2; Temósachic, Chih., 12.0 y Tacubaya, D.F., 11.0.

Pronóstico de lluvias máximas puntuales en 24 hrs. :

INTENSAS (Mayores de 70 mm):	Chiapas
MUY FUERTES (de 50 a 70 mm):	Tabasco
FUERTES (de 20 a 50 mm)	Campeche, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán.
MODERADAS (de 10 a 20 mm):	Chihuahua, Distrito Federal, Jalisco, México, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas.
LIGERAS (de 5 a 10 mm):	Coahuila, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Michoacán y Tlaxcala.
ESCASAS (menores de 5 mm):	Morelos y Zacatecas.

ELABORO: MET. MIGUEL ANGEL GALLEGOS.

No. 4.1.477	VALIDEZ: SÁBADO 26 DE AGOSTO DEL 2000.	09:00 h
-------------	--	---------

CIUDAD	ESTADO DEL CIELO	MÁX	MIN	CIUDAD	ESTADO DEL CIELO	MAX	MIN
PACÍFICO				GOLFO			
TIJUANA, B.C.	DESP/MED NUB	27	18	NVO. LAREDO, TAMPS.	DESP/MED NUB	37	22
MEXICALI, B.C.	DESP/MED NUB	40	22	TUXPAN, VER.	DESP/MED NUB/LLUV	35	24
ALTAR, SON.	DESP/MED NUB	38	24	JALAPA, VER.	DESP/MED NUB/LLUV	26	15
HERMOSILLO, SON.	DESP/MED NUB	40	21	VERACRUZ, VER.	DESP/MED NUB/LLUV	31	20
GUAYMAS, SON.	DESP/MED NUB	39	28	VILLAHERMOSA, TAB.	DESP/MED NUB/LLUV	34	25
CD. OBREGÓN, SON.	DESP/MED NUB	38	25	CAMPECHE, CAMP.	DESP/MED NUB/LLUV	34	24
NAVOJOA, SON.	DESP/MED NUB	38	25	MÉRIDA, YUC.	DESP/MED NUB/LLUV	36	24
CD. CONSTITUCIÓN, BCS	DESP/MED NUB	40	22	CANCÚN, Q. R.	DESP/MED NUB/LLUV	29	24
STA. ROSALÍA, B.C.S.	DESP/MED NUB	38	25	COZUMEL, Q. R.	DESP/MED NUB/LLUV	27	24
LORETO, B.C.S.	DESP/MED NUB	38	26	CHETUMAL, Q. R.	MED NUB/NUB/LLUV	35	24
LA PAZ, B.C.S.	DESP/MED NUB	38	26				
LOS CABOS, B.C.S.	DESP/MED NUB	35	27	INTERIOR			
CULIACÁN, SIN.	DESP/MED NUB	39	24	CD. JUÁREZ, CHIH.	DESP/MED NUB	36	20
MAZATLÁN, SIN.	DESP/MED NUB	38	26	TEMÓSACHIC, CHIH.	DESP/MED NUB	29	12
TEPIC, NAY.	DESP/MED NUB	33	21	CHIHUAHUA, CHIH.	DESP/MED NUB	32	16
P. VALLARTA, JAL	DESP/MED NUB	32	24	P. NEGRAS, COAH	DESP/MED NUB	42	25
GUADALAJARA, JAL.	DESP/MED NUB	29	15	MONCLOVA, COAH	DESP/MED NUB	39	25
MANZANILLO, COL.	DESP/MED NUB/LLUV	33	25	TORREÓN, COAH.	DESP/MED NUB	35	21
COLIMA, COL.	DESP/MED NUB	38	22	SALTILLO, COAH.	DESP/MED NUB	27	14
MORELIA, MICH.	DESP/MED NUB/LLUV	28	14	MONTERREY, N.L.	DESP/MED NUB/	37	23
ZIHUATANEJO, GRO.	DESP/MED NUB	34	25	DURANGO, DGO.	DESP/MED NUB/LLUV	31	14
CHILPANCINGO, GRO.	DESP/MED NUB	31	16	ZACATECAS, ZAC.	DESP/MED NUB	21	11
ACAPULCO, GRO.	DESP/MED NUB	35	25	AGUASCALIENTES, AGS.	DESP/MED NUB	30	13
OAXACA, OAX.	DESP/MED NUB/LLUV	30	13	S. LUIS POTOSÍ, S.L.P.	DESP/MED NUB	27	09
PTO. ANGEL, OAX.	DESP/MED NUB	35	24	RÍO VERDE, S.L.P.	DESP/MED NUB	33	16
SALINA CRUZ, OAX.	DESP/MED NUB	35	25	GUANAJUATO, GTO.	DESP/MED NUB	29	14
T. GUTIÉRREZ, CHIS.	DESP/MED NUB/LLUV	33	22	QUERÉTARO, QRO.	DESP/MED NUB	26	14
TAPACHULA, CHIS.	DESP/MED NUB/LLUV	36	24	PACHUCA, HGO.	DESP/MED NUB/LLUV	20	10
GOLFO				TLAXCALA, TLAX.	DESP/MED NUB/LLUV	26	08
MATAMOROS, TAMPS.	DESP/MED NUB	38	21	PUEBLA, PUE.	DESP/MED NUB/LLUV	25	10
CD. VICTORIA, TAMPS.	DESP/MED NUB	37	21	TOLUCA, MÉX.	DESP/MED NUB/LLUV	22	06
REYNOSA, TAMPS.	DESP/MED NUB	37	20	CUERNAVACA, MOR.	DESP/MED NUB	30	15
TAMPICO, TAMPS.	DESP/MED NUB	28	25	CD. DE MÉXICO, D.F.	DESP/MED NUB/LLUV	23	11

ELABORÓ: MET. A.M. BELMONT.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL**

**Informe Meteorológico No. 4.1.478
Medios de Comunicación Social**

**26 de agosto del 2000 / 21:00 h
Horario de verano**

EN SUPERFICIE:

1.- Línea de vaguada se extiende desde el Occidente de la Mesa del Norte hasta la Mesa Central, favorecerá nublados con tormentas eléctricas aisladas y lluvias moderadas de 10 a 20 mm en Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Coahuila, México y Distrito Federal; ligeras de 5 a 10 mm en Durango, Querétaro y Guanajuato; y escasas menores de 5 mm en Zacatecas y Aguascalientes.

2.- Onda Tropical No. 33, sobre la Península de Yucatán, se mueve al Oeste, favorecerá nublados con lluvias intensas mayores de 70 mm en Chiapas; muy fuertes de 50 a 70 mm en Tabasco, Veracruz y Oaxaca; fuertes de 20 a 50 mm en Guerrero; y moderadas de 10 a 20 mm en Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

NIVELES MEDIOS (DE 1000 A 6000 msnm):

3.- Afluencia de aire húmedo del Océano Pacífico, Golfo de México y el Mar Caribe, favorecerá nublados con tormentas eléctricas, granizadas aisladas y lluvias fuertes de 20 a 50 mm en Jalisco, Michoacán y Nuevo León; moderadas de 10 a 20 mm en Nayarit, Tlaxcala, Hidalgo y Puebla; ligeras de 5 a 10 mm en Colima, Morelos, San Luis Potosí y Tamaulipas.

NIVELES ALTOS (>6000 msnm):

4.- Circulación anticiclónica domina sobre la Península de Yucatán y Noreste del país.

Principales lluvias (en mm) registradas de las 19:00 h del día 25 hasta las 19:00 h del día 26 de agosto:

Chetumal, Q.R., 55.0; Veracruz, Ver., 50.0; Azcapotzalco, D.F., 20.6; Tepehuanes, Dgo., 19.6; Gustavo A. Madero, D.F., 18.5; Venustiano Carranza, D.F., 13.7; Felipe Carrillo Puerto, Q.R., 11.6; Huixquilucan, D.F., 11.4; Comitán, Chis., 7.9; Tepic, Nay., 7.8; Orizaba, Ver., 4.0; Jalapa, Ver., 3.5; Chihuahua, Chih. y Tlaxcala, Tlax., 1.2.

Temperaturas máximas (en °C) registradas hasta las 19:00 h del día 26 de agosto:

Empalme, Son., 40.5; Piedras Negras, Coah., 40.0; Choix, Sin., 39.9; Altar, Son., 39.4; La Paz, B.C.S., 39.2; Cd. Constitución, B.C.S., 38.8; Soto La Marina, Tamps., 38.2; Loreto, B.C.S. y Monclova, Coah., 38.0; Arriaga, Chis., 37.0; Colima, Col. y Oaxaca, Oax., 36.8 y Tacubaya, D.F., 23.6.

Temperaturas mínimas (en °C) registradas hasta las 19:00 h del día 26 de agosto:

Toluca, Méx., 5.3; San Luis Potosí, S.L.P., 7.6; Las Casas, Chis., 7.8; Puebla, Pue., 8.4; Tulancingo, Hgo., 9.8; Tlaxcala, Tlax., 10.1; Guanajuato, Gto., 10.2; Sombrerete, Zac., 12.0; Morelia, Mich., 12.3 y Tacubaya, D.F., 12.5.

Pronóstico de lluvias máximas puntuales en 24 h:

INTENSAS (Mayores de 70 mm): Chiapas.

MUY FUERTES (de 50 a 70 mm):

Tabasco, Veracruz y Oaxaca.

FUERTES (de 20 a 50 mm)

Guerrero, Jalisco, Michoacán y Nuevo León.

MODERADAS (de 10 a 20 mm):

Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Coahuila, Distrito Federal, México, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Nayarit, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala.

LIGERAS (de 5 a 10 mm):

Durango, Querétaro, Guanajuato, Colima, Morelos, San Luis Potosí y Tamaulipas.

ESCASAS (menores de 5 mm):

Zacatecas y Aguascalientes.

**ELABORARON: L.C.A. GRACIELA ELIZABETH RAMOS GARCÍA// GEOG.
CARMEN CANUL POOT.**

No. 4.1.478	VALIDEZ: DOMINGO 27 DE AGOSTO DEL 2000.	21:00 h
-------------	---	---------

CIUDAD	ESTADO DEL CIELO	MÁX	MIN	CIUDAD	ESTADO DEL CIELO	M Á X	MIN
PACÍFICO				GOLFO			
TIJUANA, B.C.	DESP/MED NUB	27	18	NVO. LAREDO, TAMPS.	DESP/MED NUB	37	22
MEXICALI, B.C.	DESP/MED NUB	40	22	TUXPAN, VER.	DESP/MED NUB/LLUV	35	23
ALTAR, SON.	DESP/MED NUB	39	24	JALAPA, VER.	DESP/MED NUB/LLUV	23	16
HERMOSILLO, SON.	DESP/MED NUB	40	21	VERACRUZ, VER.	DESP/MED NUB/LLUV	32	19
GUAYMAS, SON.	DESP/MED NUB	41	27	VILLAHERMOSA, TAB.	DESP/MED NUB/LLUV	34	22
CD. OBREGÓN, SON.	DESP/MED NUB/LLUV	38	25	CAMPECHE, CAMP.	DESP/MED NUB/LLUV	34	24
NAVOJOA, SON.	DESP/MED NUB	38	25	MÉRIDA, YUC.	DESP/MED NUB/LLUV	34	24
CD. CONSTITUCIÓN, BCS	DESP/MED NUB	39	21	CANCÚN, Q. R.	DESP/MED NUB/	29	24
STA. ROSALÍA, B.C.S.	DESP/MED NUB	38	25	COZUMEL, Q. R.	DESP/MED NUB/LLUV	27	24
LORETO, B.C.S.	DESP/MED NUB	38	26	CHETUMAL, Q. R.	MED NUB/NUB/LLUV	34	22
LA PAZ, B.C.S.	DESP/MED NUB	39	24				
LOS CABOS, B.C.S.	DESP/MED NUB	35	27	INTERIOR			
CULIACÁN, SIN.	DESP/MED NUB/LLUV	39	24	CD. JUÁREZ, CHIH.	DESP/MED NUB	36	20
MAZATLÁN, SIN.	DESP/MED NUB	35	27	TEMÓSACHIC, CHIH.	DESP/MED NUB/LLUV	29	12
TEPIC, NAY.	DESP/MED NUB/LLUV	32	20	CHIHUAHUA, CHIH.	DESP/MED NUB	32	19
P. VALLARTA, JAL	DESP/MED NUB	32	24	P. NEGRAS, COAH	DESP/MED NUB	40	23
GUADALAJARA, JAL.	DESP/MED NUB/LLUV	30	14	MONCLOVA, COAH	DESP/MED NUB	38	23
MANZANILLO, COL.	DESP/MED NUB/LLUV	33	25	TORREÓN, COAH.	DESP/MED NUB/LLUV	35	21
COLIMA, COL.	DESP/MED NUB	37	21	SALTILLO, COAH.	DESP/MED NUB	27	14
MORELIA, MICH.	DESP/MED NUB/LLUV	27	12	MONTERREY, N.L.	DESP/MED NUB/LLUV	36	22
ZIHUATANEJO, GRO.	DESP/MED NUB	34	25	DURANGO, DGO.	DESP/MED NUB/LLUV	31	13
CHILPANCIÑO, GRO.	DESP/MED NUB/LLUV	32	15	ZACATECAS, ZAC.	DESP/MED NUB/LLUV	21	11
ACAPULCO, GRO.	DESP/MED NUB/LLUV	34	25	AGUASCALIENTES, AGS.	DESP/MED NUB	30	13
OAXACA, OAX.	DESP/MED NUB/LLUV	30	12	S. LUIS POTOSÍ, S.L.P.	DESP/MED NUB	28	07
PTO. ANGEL, OAX.	DESP/MED NUB	37	24	RÍO VERDE, S.L.P.	DESP/MED NUB/LLUV	32	15
SALINA CRUZ, OAX.	DESP/MED NUB	35	25	GUANAJUATO, GTO.	DESP/MED NUB/LLUV	30	10
T. GUTIÉRREZ, CHIS.	DESP/MED NUB/LLUV	32	22	QUERÉTARO, QRO.	DESP/MED NUB/LLUV	26	14
TAPACHULA, CHIS.	DESP/MED NUB/LLUV	36	23	PACHUCA, HGO.	DESP/MED NUB/LLUV	20	10
GOLFO				TLAXCALA, TLAX.	DESP/MED NUB/LLUV	26	10
MATAMOROS, TAMPS.	DESP/MED NUB/LLUV	38	21	PUEBLA, PUE.	DESP/MED NUB/LLUV	23	08
CD. VICTORIA, TAMPS.	DESP/MED NUB	35	21	TOLUCA, MÉX.	DESP/MED NUB/LLUV	22	05
REYNOSA, TAMPS.	DESP/MED NUB	37	20	CUERNAVACA, MOR.	DESP/MED NUB/LLUV	30	15
TAMPICO, TAMPS.	DESP/MED NUB/LLUV	31	25	CD. DE MÉXICO, D.F.	DESP/MED NUB/LLUV	23	11

ELABORARON: L.C.A. GRACIELA ELIZABETH RAMOS GARCIA// GEOG. CARMEN CANUL POOT.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Estación tradicional Apan, Hidalgo (Abril, 2002).

GERENCIA REGIONAL DE AGUAS DEL VALLE DE MEXICO												FORMA 212-50											
SUBGERENCIA DE HIDROLOGIA E INGENIERIA DE RIOS																							
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA OPERATIVA, INGENIERIA DE RIOS.																							
OBSERVACIONES CLIMATOLOGICAS HECHAS A LAS 8 HORAS																							
LATITUD		N. 19° 43' 47"		LONGITUD		W. 98° 27' 28"		ALTITUD		2488		MES		ABRIL		AÑO		2002					
DIVISION				DE MEXICO				MUNICIPIO				APAN,		ESTADO		HGO.		ESTACION		APAN 1310		CLICOM	
TERMOMETRO AL ABRIGO			PLUVIOMETRO		MICROMETRO		EVAPORACION		HELA		ESTADO DEL TIEMPO						RESUMEN MENSUAL						
AMBIENTE			LECTURAS EN mm.		LECTURAS EN mm.		EN 24 HS. EN mm.		DAS		A LA HORA DE LA OBSERVACION			EN LAS 24 HS. ANTERIORES A LA OBSERVACION			TEMPERATURAS EN GRADOS CENTIGRADOS						
MAXIMA	MINIMA		EN mm.	EN mm.	EN mm.	EN mm.	EN mm.	EN mm.	EN mm.	EN mm.	VIENTO	VISIBILIDAD	FENOMENOS VARIOS				Máximo en el mes		Mínimo en el mes				
7.0	5.0		22.0	26.20	7.05	11.55	7.35	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30.0	1.0	2.0	14		
9.5	6.5		3.0	22.15	5.55	11.0	4.75	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
9.0	6.5		0.0	16.60	4.75	11.0	4.50	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
10.0	8.0		5.0	17.25	4.50	11.0	5.20	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
9.5	8.0		7.0	14.55	5.25	11.0	5.25	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
9.0	6.0		3.5	12.80	4.75	11.0	5.10	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
8.5	3.0		3.0	11.05	5.10	11.0	6.00	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
9.0	4.5		2.0	7.95	6.00	11.0	5.90	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
8.0	5.0		7.0	8.95	5.90	11.0	5.30	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
7.0	4.5		0.0	3.05	80.00	5.30	5.45	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
7.5	4.0		0.0	74.70	5.45	11.0	5.30	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
7.0	2.0		0.0	69.25	5.30	11.0	5.65	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
8.0	3.5		0.0	63.95	5.65	11.0	6.95	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
9.0	5.0		0.0	58.30	6.95	11.0	7.45	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
10.0	5.0		1.5	52.85	7.45	11.0	7.85	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
10.0	5.0		0.0	45.40	7.85	11.0	7.85	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
10.5	5.0		0.0	37.55	7.85	11.0	7.85	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
11.5	6.0		0.0	29.78	7.95	11.0	7.25	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
12.0	6.5		0.0	21.75	6.40	11.0	7.25	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
12.0	7.0		0.0	15.35	7.15	11.0	7.25	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
12.0	7.0		0.0	8.20	7.05	11.0	7.25	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
11.5	6.0		0.0	1.15	80.00	7.25	7.25	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
11.0	5.5		0.0	72.75	7.35	11.0	7.25	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
11.0	5.5		0.0	65.40	8.50	11.0	8.75	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
10.5	7.0		0.0	58.90	8.75	11.0	10.85	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
10.0	6.0		0.0	48.15	10.85	11.0	8.20	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
9.5	8.0		0.0	37.30	8.20	11.0	8.05	11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
12.5	6.5		0.0	29.10	8.05	11.0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.0	1.0	1.0	17		
31																							
DIA 1° DEL MES SIGUIENTE			30.5		0.0		1.05																
SUMA			290.5		196.0		166.5		54.0		-		-		200.30								
MEDIA			9.7		26.5		5.6		1.8		-		-		6.68								

ENCUESTA SOBRE LA OCURRENCIA DE TORNADO EN LA COMUNIDAD DE MALA YERBA,
APAN, HADALGO.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

No. de encuesta _____

¿Cuántos años tiene?

¿A qué se dedica? _____

¿Es usted jefe de familia? _____

¿Cuánto tiempo tiene viviendo en Mala Yerba?:

Ubicación de la vivienda: () Zona afectada por el tornado

() Zona no afectada por el tornado

PREGUNTAS

1.-¿Sufrió usted algún daño o pérdida con el tornado (“víbora”, “culebra”, “tromba”) del 1 de abril de 2002?

() Sí () No Descripción del daño:

Si la respuesta es negativa, pasar a la pregunta numero 5.

2.-¿Qué hizo usted cuando se presentó el tornado?

() Quedarse en su casa

() Salir de su casa

() Ir a casa de amigos o parientes

() Ir a un lugar más seguro. Lugar: _____

() Otro. Especificar: _____

3.-¿Su familia hizo lo mismo que usted?

() Sí

() No

(Si la respuesta es afirmativa, pasar a la pregunta número 5.)

4.-¿ Qué hizo su familia?

() Quedarse en su casa

() Salir de su casa

() Ir a casa de amigos o parientes

() Ir a un lugar más seguro. Lugar: _____

() Otro. Especificar: _____

5.- ¿Sintió que usted y su familia corría peligro?

() Sí () No ¿Por qué?: _____

(El porqué se pregunta en ambos casos y si la respuesta es negativa, pasar a la pregunta número 8.)

6.- ¿En qué momento sintió que usted y su familia corría peligro?

() Cuando vio al tornado

() Cuando le dijeron que había un tornado

() Cuando se daño su casa

() Otro. Especificar: _____

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

() Cuando el tornado se detuvo

() Cuando estuvo en un lugar seguro. Lugar: _____

() Cuando regreso a su casa

() Aún siente que usted y su familia corren peligro

8.-¿ Le da miedo el hecho de que hubo un tornado?

- Sí
 No

¿ Por que? _____

(El porque en ambos casos de respuesta)

9.-¿Cuál consecuencia del tornado le parece la más peligrosa?

- Las viviendas dañadas
 La posibilidad de que vuelva a haber otro tornado
 Otro. Especificar: _____

10.- ¿Ha experimentado usted una situación similar?

- Sí, en otro lugar. Fenómeno, lugar y fecha _____
 No

(Si la respuesta es negativa, pasar a la pregunta número 13.)

11.-¿Sufrió algún daño o pérdida esa vez?

- Sí. Daño: _____
 No

12.- ¿Sintió que usted y su familia corrían peligro esa vez?

- Sí
 No
¿Por qué? _____

(El porque se pregunta en ambos lados)

13.- ¿Sabe usted si ha habido otros tornados en Mala Yerba, Apan?

- Sí. Fecha aproximada y fuente (experiencia propia, relatos, etc)

14.- Las autoridades (municipales, estatales, ejército, Protección Civil) avisaron acerca de la existencia de tornados en la zona de Mala Yerba, Apan, y de su peligrosidad?

- Sí
 No. Si la respuesta es negativa, pasar a la pregunta número 16.

15.- ¿Cómo se enteró usted del aviso de las autoridades?

- Anuncio en la televisión
 Anuncio en el radio
 Anuncio en el periódico
 Juntas
 Por medio de vecinos, amigos o familias, ¿Sabe cómo se enteraron ellos?

16.- ¿Le dijeron qué hacer en caso de que ocurra un tornado?

- Sí
 No

17.- ¿Qué autoridades presentaron su ayuda durante y / o después del tornado?

- Autoridades municipales
 Policías Judicial
 Bomberos
 Otro. Especificar: _____

18.- ¿Qué tipo de ayuda prestaron éstas autoridades?

En cuanto a los asuntos de emergencia:

- Asistencia médica
- Ayuda para el rescate de bienes y / o víctimas
- Remoción de escombros
- Información acerca de los daños en general
- Otro. Especificar: _____

En cuanto a la reconstrucción:

- Apoyo con materiales de construcción (láminas de asbesto y cartón)
- Asesoría técnica para la reconstrucción de viviendas
- Orientación para prevenir el mismo tipo de daños de un futuro
- Otro. Especificar: _____

19.- ¿Cree usted que esta ayuda fue útil para las personas por el tornado?

- Sí
 - No
- ¿Por qué?

20.- ¿Cree que las autoridades deberían avisar la ocurrencia de tornados y que éstos pueden ser peligrosos?

- Sí
 - No
- ¿Por qué? _____
- (El porqué se pregunta en ambos casos de respuesta)

21.- ¿Cree usted que pueda haber otro tornado en su comunidad?

- Sí
 - No
- ¿Por qué? _____
- (El porqué se pregunta en ambos casos de respuesta)

22.- En caso de que sucediera otro tornado en la zona, ¿cree que Mala Yerba correría peligro?

- Sí
 - No
- ¿Por qué? _____

23.- En caso de que sucediera otro tornado, ¿Cree que usted y su familia estaría en peligro?

- Sí
 - No
- ¿Por qué?
- (El porqué se pregunta en ambos casos de la respuesta?)

24.- ¿Qué haría usted si se presentara otro tornado?

- Quedarse en su casa
- Preguntar en qué lugar de la casa y porqué:

Ir a un lugar seguro. Preguntar a qué lugar y porqué cree que es un lugar seguro:

Hacer caso de las instrucciones de las autoridades

Otro. Especificar: _____

Encuestador: _____

ENCUESTA DEL TORNADO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TLAXCALA, TLAX.

Nombre del Municipio _____
Nombre del encuestado _____
Edad _____
Años trabajando en la UTT _____
Lugar de donde vive _____

1.- Recuerda usted el fenómeno ocurrido el 7 de Mayo del 2004, en la UTT, Tlax.

- Si
 No

2.- Lo vio directamente o le contaron?

- Directamente
 Le contaron: ¿Quién le contó? _____

3.- El fenómeno dañó las Instalaciones?

- Si
 No

4.- Había visto alguna vez algo parecido?

- Si. ¿Dónde y cuando? _____
 No

5.- Con que nombre conoce al fenómeno?

6.- Como sabe que es un? (depende de la respuesta anterior)

- Tornado
 Culebra
 Víbora de agua
 Otro
-

7.- A que hora ocurrió?

8.- Que tiempo tardo en formarse y desvanecerse?

9.- A que distancia vio al fenómeno? _____

10.- El fenómeno lo caracterizaría como:

- a) Débil ()
b) Fuerte ()
c) Violento ()

11.- Que trayecto llevaba?

- a) Norte a Sur
b) Oeste a Este
d) Este a Oeste
d) Sur a Norte

12.-¿Qué hizo usted cuando se presento el fenómeno?

13.-¿En que momento sintió que usted y las Instalaciones corrían peligro?

- Cuando vio el fenómeno.
- Cuando le dijeron que había un Fenómeno
- Cuando se dañó las instalaciones
- Otro. Explicar _____

14.-¿Le da miedo el hecho de que hubo un fenómeno de esta índole?

- Sí
- No

15.-¿Qué haría usted si se presentara otro fenómeno como éste?

16.-¿Cree usted que pueda ocurrir otro fenómeno en su comunidad?

- Sí
- No

Por que? _____

17.-¿Qué considera más peligroso de esos fenómenos?

- Personas lesionadas o accidentadas
- Perdidas materiales
- La tardanza de la reconstrucción
- Probabilidad de que se presente otro fenómeno

18.- Han tenido ayuda por parte de las autoridades?

- Sí.
- No.

19.-¿Qué Autoridades dieron ayuda durante y después del fenómeno?

- Protección civil
- Ejercito
- Bomberos
- Autoridades municipales
- Otro. _____

20.- ¿Qué tipo de ayuda le prestaron estas autoridades?

A. En cuanto a los asuntos de emergencia

- Asistencia medica
- ayuda para el rescate de bienes y víctimas
- Remoción de escombros
- Otro _____

B . En cuanto a la reconstrucción

- Apoyo de materiales de construcción (laminas de asbesto y laminas de cartón)
- Asesoría técnica para la reconstrucción de viviendas
- Otro materiales: lonas, plásticos _____

21.-¿Cree que esta ayuda fue útil?

- Sí
- No

Porque? _____

22.-¿Le habían platicado alguna vez sus padres o abuelos sobre una situación semejante?

23.-¿Qué creencias tienen, para deshacer a estos fenómenos?

24.-¿Sabe cuanto dinero genero la UTT para la reconstrucción?

ENCUESTA A LA POBLACIÓN COACALCO DE BERRIOZÁBAL, ESTADO DE MÉXICO

Nombre del Municipio y colonia _____

Nombre del encuestado _____

Edad _____

Años viviendo en la comunidad _____

1.- Recuerda usted el fenómeno ocurrido el 29 de Julio del 2004, en el municipio de Coacalco., Mex.

() Si

() No

2.- Lo vio directamente o le contaron?

() Directamente

() Le contaron: ¿Quién le contó? _____

3.- El fenómeno dañó su patrimonio?

() Si

() No

4.- Había visto alguna vez algo parecido?

() Si. ¿Dónde y cuando? _____

() No

5.- Con que nombre conoce al fenómeno?

6.- Como sabe que es un? (depende de la respuesta anterior)

() Tornado

() Culebra

() Víbora de agua

() Otro

7.- A que hora ocurrió?

8.- Que tiempo tardo en formarse y desvanecerse?

9.- A que distancia vio al fenómeno? _____

10.- El fenómeno lo caracterizaría como:

e) Débil ()

f) Fuerte ()

g) Violento ()

11.- Que trayecto llevaba?

a) Norte a Sur

b) Oeste a Este

c) Este a Oeste

d) Sur a Norte

12.-¿Qué hizo usted cuando se presentó el fenómeno?

13.-¿En que momento sintió que usted y su familia corrían peligro?

- Cuando vio el fenómeno.
- Cuando le dijeron que había un tornado
- Cuando se dañó su casa
- Otro. Explicar _____

14.-¿Le da miedo el hecho de que hubo un fenómeno de esta índole ?

- Sí
- No

15.-¿Qué haría usted si se presentara otro fenómeno como éste?

16.-¿Cree usted que pueda ocurrir otro fenómeno en su comunidad?

- Sí
- No

Por que? _____

17.-¿Qué considera más peligroso de esos fenómenos?

- Personas lesionadas o accidentadas
- Perdidas materiales
- La tardanza de la reconstrucción
- Probabilidad de que se presente otro fenómeno

18.- Han tenido ayuda por parte de las autoridades?

- Sí.
- No.

19.-¿Qué Autoridades dieron ayuda durante y después del fenómeno?

- Protección civil
- Ejercito
- Bomberos
- Autoridades municipales
- Otro. _____

20.- ¿Qué tipo de ayuda le prestaron estas autoridades?

A. En cuanto a los asuntos de emergencia

- Asistencia medica
- ayuda para el rescate de bienes y víctimas
- Remoción de escombros
- Otro _____

B . En cuanto a la reconstrucción

- Apoyo de materiales de construcción (laminas de asbesto y laminas de cartón)
- Asesoría técnica para la reconstrucción de viviendas
- Otro materiales: lonas, plásticos _____

21.-¿Cree que esta ayuda fue útil?

- Sí
- No

Porque? _____

22.-¿Le habían platicado alguna vez sus padres o abuelos sobre una situación semejante?
