CAPITULO III

TORNADOS

3.1 GENERALIDADES

Los tornados pertenecen a la categoría de fuertes temporales locales que cubren zonas geográficas relativamente pequeñas o que se desplazan a lo largo de estrechas trayectorias y se disipan después de haberse desplazado algo más de 100 km aproximadamente. Como ejemplo de estos temporales citaremos los siguientes:

- a) Tornados y trombas marinas. Una tromba marina es un tornado sobre una superficie de agua, que raramente tiene la violencia de los tornados que se producen en tierra.
- b) Tormentas acompañadas por granizo grueso y fuertes vientos. En todo momento se producen casi 2.000 tormentas en todo el mundo, pero sólo unas pocas causen muertes o daños. Las tormentas fuertes, que producen granizo de gran diámetro, de 20 mm o más, acompañadas de fuertes vientos racheados de intensidad superior a 25 m por segundo, pueden causar numerosas muertes y considerable destrucción. Las fuertes tormentas van generalmente asociadas a los tornados.
- c) El rayo, generalmente asociado a las tormentas y algunas veces, aunque con menor frecuencia, con los tornados. No obstante, las descargas del rayo en un tornado son más brillantes y potentes que en cualquier otro tipo de tempestad.

Aunque todo el mundo reconoce que los fuertes temporales locales pueden llegar a ser muy peligrosos, ha sido imposible reunir un registro bien documentado de su incidencia, debido a su limitada zona de impacto. En los Estados Unidos de América se han reunido estadísticas referentes a muchos años del número de muertes causadas por los fuertes temporales locales. Destacan algunas cifras que pueden verse en la Tabla III, a continuación:

TABLA III

<u>Número medio de muertes causadas cada año por los temporales violentos en los Estados Unidos de América</u>		
<u>TORNADOS</u>	<u>RAYOS</u>	<u>HURACANES</u>
132	120	54

En la cifra correspondiente al valor medio de muertes causadas por el rayo se excluyen los fallecimientos atribuibles a los efectos secundarios, tales como los incendios. De haberse incluido esas últimas cifras el número medio hubiese sido mucho más elevado y el rayo, entre todos los fenómenos meteorológicos, sería entonces el primer destructor de vidas humanas.

Debe considerarse que los valores medios que figuran en la Tabla III están en contradicción con la conclusión, tantas veces repetida, de que el ciclón tropical (o huracán) es el más peligroso y destructor de todos los temporales. En realidad, el número medio de muertes relativamente bajo causadas por los huracanes es la consecuencia de la eficacia del servicio de aviso y de las medidas que se han venido tomando durante muchos años para la prevención de los desastres. En lo que respecta a la meteorología de un huracán, podemos decir que una vez que ha sido detectado puede ser rastreado y se puede predecir con bastante precisión su futuro movimiento y otras características tales como el viento, lluvia y marea de tempestad. Esta capacidad del servicio meteorológico es de gran ayuda para convertir en realidad los programas de prevención y protección contra los desastres.

Por otra parte, la aparición y ulterior evolución de un tornado, o de cualquier otro fuerte temporal local, no puede ser prevista ni mucho menos con la precisión que se obtiene en el caso de un huracán. El predictor conoce bien las condiciones meteorológicas que favorecen la aparición de los temporales locales y puede trazar un mapa de las zonas en donde prevalecen estas condiciones, pero normalmente no puede difundir un aviso concreto que especifique la posición e intensidad de este fenómeno, a menos que el temporal haya sido realmente visto y notificado. A partir de ese momento, el tiempo de que se dispone para avisar

a todas las personas que posiblemente serán afectadas es muy limitado, debido al hecho de que los temporales son de corta duración.

A pesar de los difíciles problemas que representa el detectar y predecir el comportamiento de los temporales locales, los servicios meteorológicos hacen todo lo posible para avisar de la presencia de dichos fenómenos y pueden atribuirse a este respecto bastantes éxitos. Lo primero que hay que hacer es educar al público que vive en zonas vulnerables. Las conferencias, películas y artículos de prensa constituyen medios muy útiles para este fin y, además, las autoridades locales se encargan de fomentar la construcción de refugios contra los tornados. La plena colaboración de la población contribuye también al buen funcionamiento del sistema de aviso. Se pide a toda persona que observe un temporal local que telefonee a la estación meteorológica más próxima que puede inmediatamente verificar el informe y después hacer lo necesario para difundir un aviso inmediato, por radio y televisión. Este tipo de medidas ayuda a la población a darse cuenta de los peligros que la amenazan y han demostrado ser muy eficaces. Por ejemplo, hace unos años, una ciudad del Estado de Arkansas, EE.UU., cuando no existía aún ningún sistema de aviso o programa de educación del público, fue azotada por un tornado que mató a 34 personas y causó daños estimados en 8 millones de dólares. Pocos años después, cuando ya se había realizado una amplia campaña de educación pública y se había creado un sistema de detección y aviso, otro tornado causó 50 millones de dólares de daños pero sólo se perdieron 2 vidas.

Los temporales locales no causan necesariamente daños de tal amplitud que excedan de los recursos que el país afectado pueda destinar a las tareas de reparación, salvamento y rehabilitación. No obstante, en casos excepcionales, cuando la mortandad y destrucción originadas por un temporal local en una región son tan grandes que la situación parece exigir la ayuda internacional, es casi seguro que la cuasa es un tornado. Por este motivo, el resto del capítulo se dedicará principalmente a los diferentes aspectos de los tornados.

3.2 OCURRENCIA Y NATURALEZA DE LOS TORNADOS

Las condiciones meteorológicas que fovorecen la formación de un tornado son la presencia, en una pequeña zona, de capas de aire con contrastes de temperatura

y humedad y con una circulación de viento tal, que se pueda producir fuerte convección y condensación en todos los niveles, junto con una convergencia de aire cerca de la superficie terrestre. No obstante, como ocurre con muchos fenómenos microescalares de la atmósfera, todavía no se conoce perfectamente cuál es el mecanismo que determina si un tornado se ha de formar o no, cuando existen las condiciones necesarias.

Aunque en muchas partes del mundo se producen la mayoría, sino todas, las condiciones que pueden motivar la generación de un tornado, especialmente en los grandes continentes, es sorprendente que los tornados se consideren como un fenómeno de frecuente ocurrencia en los Estados Unidos de América y en los registros correspondientes al período 1953-1970 el número medio de días en cada año en los cuales se produce un tornado en algún lugar de este país es de 159. En otras partes del mundo también se producen tornados, principalmente en el norte y sur de las zonas templadas. Se han recibido informes de la ocurrencia de estos temporales en muchos países de Europa, Australia, Bangladesh, Unión Soviética, China y Japón, y también, cosa inesperada, en Bermudas y en las Islas Fiji. Sin embargo, de todos estos lugares sólo en Australia se ha sugerido que los tornados podrían ocurrir con la misma frecuencia que en los Estados Unidos. Esto parece bastante posible fundándose en motivos meteorológicos, pero sería difícil demostrarlo ya que en Australia existen muy amplias zonas escasamente habitadas y los tornados pudieran haberse producido sin que se tenga noticia de ello.

De lo dicho se deduce que el registro estadístico más completo de tornados actualmente disponible es el de los Estados Unidos de América. Debe observarse en los documentos publicados en todo el país que los meses de mayor frecuencia de tornados son abril, mayo y junio. Los tornados se forman a cualquier hora del día o de la noche, pero el período de mayor frecuencia es, como cabía esperar, durante la tarde, cuando las temperaturas de superficie son máximas.

Los tornados se forman a una altura de 1 ó 2 km por encima de la superficie, por tiempo cálido y húmedo y en las condiciones muy inestables que son características de una activa línea de turbonada formada por varias tormentas. El observador ve al tornado como un vórtice o columna de viento que gira alrededor

de una cavidad vacía en la que la fuerza centrífuga produce un considerable descenso de la presión. La condensación se produce alrededor del vórtice formando la nube colgante en forma de embudo que constituye la característica más evidente de un tornado y que la distingue entre todos los otros temporales que ocurren en tierra. Cuando esta nube o embudo baja hasta el suelo, comienza inmediatamente la destrucción mediante el combinado efecto de fuertes vientos giratorios, con velocidades que exceden probablemente de 80 metros por segundo, y de la depresión que se origina en el centro del vórtice.

Durante su corta vida, un tornado puede causar gran mortandad y considerables daños a la propiedad, observándose los más graves efectos, como es natural, en las zonas urbanas densamente pobladas. La nube en forma de embudo de un tornado puede destruir edificios muy sólidos, arrancar grandes árboles y levantar a las personas, automóviles y otros objetos móviles para sobre un edificio, los vientos ejercen un tremendo impulso sobre los muros exteriores y la parte central del embudo produce una diferencia de presión explosiva entre el interior y el exterior del mismo. Los muros se derrumban y los escombros resultantes vuelan en el aire como un frente de mortal destrucción. En pocos segundos un tornado puede transformar una fila de casas en una masa de ruínas.

3.3 DETECCION, PREDICCION Y AVISO

Las redes de observación clásicas o normales son adecuadas para la detección y predicción de los sistemas atmosféricos mesoesclares y macroesclares cuyo ciclo de evolución se mide normalmente en semanas o meses. Estas redes no son suficientemente densas para poder detectar incluso un pequeño porcentaje de los fenómenos de corta duración tales como los tornados. Una red de estaciones de observación capaz de detectar con gran probabilidad cualquier tornado en su fase de formación resultaría prohibitivamente cara de instalar y mantener en funcionamiento.

A pesar de todo, se utilizan las redes normales en toda su capacidad para la vigilancia de los tornados. El mejor medio instrumental de detección es el radar que, dentro de su alcance, puede dar indicaciones claras y seguras de la inminente probabilidad de formación de un tornado.

Al aceptar el hecho de que los sistemas normales de observación son insuficientes hasta cierto punto para la detección de la mayoría de los tornados que se producen, algo ha de hacerse teniendo en cuenta que estos fenómenos son tan peligrosos. La mejor solución y quizás la única es la adoptada en los Estados Unidos que consiste en obtener la colaboración de la población, a través de un cuerpo de voluntarios, para vigilar los tornados. Los voluntarios asisten a un breve curso para identificar las características de las fuertes tormentas y tornados y se ponen en estado de alerta en su propia localidad cuando el servicio meteorológico lo solicita, a través de las emisiones de radio y televisión. Así pues, el servicio meteorológico, fundándose en todos los datos disponibles, incluidas las imágenes de los sistemas nubosos procedentes de los satélites, determina las zonas en donde hay gran probabilidad de que se produzcan tornados. Los mensajes difundidos especifican estas zonas y piden a los observadores que se mantengan en continua vigilancia y den cuenta inmediatamente de cualquier signo que detecten sobre la aparición de tormentas o tornados. Esos informes se recopilan, junto con todos los datos de que dispone el servicio meteorológico, y pueden motivar la difusión de avisos más concretos y localizados, aunque el aviso general continuará normalmente en vigor y los observadores seguirán en estado de alerta.

En lo que respecta a la predicción de tornados, la primera medida fundamental consiste en delimitar las zonas donde las condiciones de la atmósfera son marcadamente inestables o empiezan a serlo, de modo que no pueda pasarse por alto la posibilidad de que aparezcan fuertes tormentas o tornados en dichas zonas. Se dispone de varias técnicas bien experimentadas y seguras para esta tarea que puede realizarse habitualmente con 24 horas o más de anticipación, aunque las condiciones en estas y otras zonas habrán de continuar siendo vigiladas.

Las próximas medidas que pueden tomarse dentro de un breve intervalo de tiempo son las siguientes, por este orden:

- i) establecer una vigilancia de tornados en zonas y períodos específicos;
- ii) difundir avisos de tornado, especificando una vez más las zonas y períodos; y

iii) estudiar los informes de tornados recibidos por el servicio meteorológico.

Ocasionalmente puede cambiar el orden de realización de estas fases. Si, por ejemplo, un observador ve un tornado antes de que se haya difundido un aviso, el servicio meteorológico verificará inmediatamente dicho informe y, habiéndolo hecho, difundirá un aviso inmediatamente. Como ya se ha dicho, estas medidas pueden tomarse simultáneamente, pero los predictores deben siempre tratar de difundir el aviso de tornado con anticipación de varias horas, por ejemplo, difundiendo un aviso a las 0900, cuya validez sea para el período 1200-1800.

Tras este esquema un tanto general de los procedimientos de detección, predicción y aviso de tornados, quizás no resulte muy evidente la dificultad que implica la labor de los predictores. Un tornado de aparición tan repentina, de dimensiones tan pequeñas y de tan corto período de vida, constituye una dura tarea para dichos predictores. Evidentemente, no es posible predecir si un tornado se producirá o no o si su embudo destructor azotará a determinado lugar.

3.4 PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

En determinadas condiciones meteorológicas se formarán tornados que inevitablemente destruirán o dañarán lo que encuentran a su paso y pueden causar gran mortandad. El mejor método de mitigar los efectos de un tornado es preparar a la población para este peligroso fenómeno natural mediante campañas educativas y ejercicios prácticos. Si se puede instruir al público sobre las características y efectos de los tornados y si la población, llegado el caso de emergencia, después de haberse difundido un aviso cumple las reglas de seguridad, el número de muertos y heridos puede reducirse considerablemente.

En las regiones propensas a los tornados, las autoridades locales deben construir refugios subterráneos en las ciudades y deben instar a los propietarios de casas particulares a que construyan los suyos para sus familias. Es fácil hacer un refugio en una casa con sótano. La rapidez con que un tornado se forma y se aproxima no deja tiempo más que para buscar el mejor refugio próximo. Las personas que en ese momento se hallen al aire libre, en un vehículo o en una casa móvil que no ofrecen protección, deben tratar de refugiarse en las cunetas, zanjas o bajo las alcantarillas o puentes.