



TORNADOS Y TERREMOTOS: ESCALAS

Portal de Medicina de Emergencias.

<http://fly.to/emergencias>
<http://www.emergencias.es.org>
<http://www.emergencias.es.vg>

José Ramón Aguilar Reguero
Equipo de Emergencias 061 Málaga. España

Escala Richter y Escala Mercalli

Uno de los mayores problemas para la medición de un terremoto es la dificultad inicial para coordinar los registros obtenidos por sismógrafos ubicados en diferentes puntos ("Red Sísmica"), de modo que no es inusual que las informaciones preliminares sean discordantes ya que se basan en informes que registraron diferentes amplitudes de onda. Determinar el área total abarcada por el sismo puede tardar varias horas o días de análisis del movimiento mayor y de sus réplicas. La prontitud del diagnóstico es de importancia capital para echar a andar los mecanismos de ayuda en tales emergencias.

A cada terremoto se le asigna un valor de magnitud (Richter) único, pero la evaluación se realiza, cuando no hay un número suficiente de estaciones, principalmente basada en registros que no fueron realizados forzosamente en el epicentro sino en puntos cercanos. De allí que se asigne distinto valor a cada localidad o ciudad e interpolando las cifras se consigue ubicar el epicentro.



Una vez coordinados los datos de las distintas estaciones, lo habitual es que no haya una diferencia asignada mayor a 0.2 grados para un mismo punto. Esto puede ser más difícil de efectuar si ocurren varios terremotos cercanos en tiempo o área.

Aunque cada terremoto tiene una magnitud única, su efecto variará grandemente según la distancia, la condición del terreno, los estándares de construcción y otros factores.

Resulta más útil entonces catalogar cada terremoto según su energía intrínseca. Esta clasificación debe ser un número único para cada evento, y este número no debe verse afectado por las consecuencias causadas, que varían mucho de un lugar a otro según mencionamos en el primer párrafo.

Magnitud de Escala Richter (Se expresa en números árabes)



Representa la energía sísmica liberada en cada terremoto y se basa en el registro sismográfico.

Es una escala que crece en forma potencial o semilogarítmica, de manera que cada punto de aumento puede significar un aumento de energía diez o más veces mayor. Una magnitud 4 no es el doble de 2, sino que 100 veces mayor.

Magnitud en Escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

(NOTA: Esta escala es "abierta", de modo que no hay un límite máximo teórico, salvo el dado por la energía total acumulada en cada placa, lo que sería una limitación de la Tierra y no de la Escala)

El gran mérito del [Dr. Charles F. Richter](#) (del California Institute for Technology, 1935) consiste en asociar la magnitud del Terremoto con la "amplitud" de la onda sísmica, lo que redundó en propagación del movimiento en un área determinada. El análisis de esta onda (llamada "S") en un tiempo de 20 segundos en un registro sismográfico, sirvió como referencia de "calibración" de la escala. Teóricamente en esta escala pueden darse sismos de magnitud negativa, lo que corresponderá a leves movimientos de baja liberación de energía.

Intensidad en Escala de Mercalli

(Modificada en 1931 por Harry O. Wood y Frank Neuman)
Se expresa en números romanos.

Creada en 1902 por el sismólogo italiano Giuseppe Mercalli, no se basa en los registros sismográficos sino en el efecto o daño producido en las estructuras y en la sensación percibida por la gente. Para establecer la Intensidad se recurre a la revisión de registros históricos, entrevistas a la gente, noticias de los diarios públicos y personales, etc. La Intensidad puede ser diferente en los diferentes sitios reportados para un mismo terremoto (la Magnitud Richter, en cambio, es una sola) y dependerá de

- a) La energía del terremoto,
- b) La distancia de la falla donde se produjo el terremoto,
- c) La forma como las ondas llegan al sitio en que se registra (oblícuas, perpendicular, etc.)
- d) Las características geológicas del material subyacente del sitio donde se registra la Intensidad y, lo más importante,
- e) Cómo la población sintió o dejó registros del terremoto.

Los grados no son equivalentes con la escala de Richter. Se expresa en números romanos y es proporcional, de modo que una Intensidad IV es el doble de II, por ejemplo.

Grado I	Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
Grado II	Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
Grado III	Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable
Grado IV	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
Grado V	Sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen de relojes de péndulo.
Grado VI	Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños ligeros.
Grado VII	Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.
Grado VIII	Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en la personas que guían vehículos motorizados.
Grado IX	Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.
Grado X	Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.
Grado XI	Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.
Grado XII	Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

ENERGÍA INTRÍNSECA DE LOS TERREMOTOS

Una buena manera de imaginarse la energía liberada por un terremoto según la [Escala de Richter](#), es compararla con la energía liberada por la detonación de TNT

Apreciaremos que la escala es de tipo logarítmico, es decir, no aumenta en proporción directa. En general la energía se va multiplicando por 30 por cada grado de aumento de la escala.

MAGNITUD RICHTER	EQUIVALENCIA EN TNT	EJEMPLOS (aproximado)
-1.5	6 onzas (170 gramos)	Romper una roca en una mesa de laboratorio
1.0	30 libras (13 kilogramos)	Una pequeña explosión en un sitio de construcción
1.5	320 libras (145 kg)	
2.0	1 tonelada	Una gran explosión minera
2.5	4,6 toneladas	
3.0	29 toneladas	
3.5	73 toneladas	
4.0	1.000 toneladas	Arma Nuclear pequeña
4.5	5.100 toneladas	Tornado promedio
5.0	32.000 toneladas	
5.5	80.000 toneladas	Terremoto de Little Skull Mtn., NV, 1992
6.0	1.000.000 de toneladas (un megatón)	Terremoto de Double Spring Flat, NV, 1994
6.5	5.000.000 de toneladas	Terremoto de Northridge, CA, 1994
7.0	32.000.000 de toneladas	Terremoto de Hyogo-Ken Nanbu, Japon, 1995
7.5	160.000.000 de toneladas	Terremoto de Landers, CA, 1992
8.0	1.000.000.000 de toneladas	Terremoto de San Francisco, CA, 1906
8.5	5.000.000.000 de toneladas	Terremoto de Anchorage, AK, 1964
9.0	32.000.000.000 de toneladas	Terremoto de Chile, 1960
10.0	1 billón (1.000.000.000.000) de toneladas (1 gigatón)	Energía acumulada en Falla tipo San Andrés
12.0	160 billones (160.000.000.000.000) de toneladas	¡¡Fracturar la tierra en la mitad por el centro !! o la energía solar recibida diariamente en la tierra

TORNADOS

HECHOS BÁSICOS EN UN TORNADO

La palabra "tornado" proviene del latín tonare, que significa "girar". Un tornado es un fenómeno meteorológico violento e impredecible, caracterizado por vientos que giran desde una formación nubosa densa en forma de embudo. Esta formación es visible por la presencia de polvo que es succionado de la tierra y por la condensación en su centro gotas de agua.

El ancho de un tornado puede variar desde unos treinta centímetros hasta casi un par de kilómetros. No se conoce con exactitud la velocidad a la que el viento se mueve en su interior, pero se estima que puede alcanzar los 500 km/h. No es extraño, entonces, que a tal velocidad pueda arrastrar árboles, automóviles, casas. etc. Afortunadamente, sólo el 2% de los tornados sobrepasan los 300 km/h.

La mayoría de los tornados mide alrededor de los 50 metros de ancho, viajan a 50 km/h y duran sólo unos pocos minutos.

FORMACIÓN DE UN TORNADO

Como vimos en la página de Huracanes, los Tornados se originan en las paredes de un huracán, debido a que se confrontan dos fuerzas opuestas: la fuerza centrífuga del viento que gira circularmente (debido a la influencia del movimiento de rotación de la tierra y a la tendencia física que tienen líquidos y gases a formar estas especies de remolinos al estar sometidos a "turbulencias") y la fuerza de succión que ésta origina aspirando el aire caliente y haciéndolo subir hasta zonas más frías donde, al enfriarse, genera mayor succión y "tiraje" que perpetúan el fenómeno. Estas masas de aire rotando se denominan, en lenguaje técnico, *mesociclones*.

Una explicación más técnica del fenómeno, recientemente obtenida después de monitorear varios tornados, está dada por el hecho constante de que, al menos en los tornados de EE.UU., coincidían siempre tres tipos de vientos. Un viento a ras del suelo, que provenía del sudeste, otro viento a unos 800 m de altura, proveniente del sur, y un tercer viento sobre los 1.600 m que provenía del suroeste. Al enfrentarse estas fuerzas comenzaba la rotación del aire.

Al enfriarse el aire en las zonas más altas se originan nubes con cargas electrostáticas que producen gran cantidad de truenos y relámpagos, sin estar forzosamente en relación con la magnitud del tornado. Esta frialdad del agua puede también producir enormes granizos en la vecindad del tornado, lo que debe ser un signo de alerta.

No siempre es visible el típico "embudo" giratorio, formado por polvo, agua y nubes, pudiendo existir una formación más atípica que es igualmente destructora.

Esta rotación (llamada *ciclónica*, que significa giratoria), ocurre en sentido contrario a las agujas del reloj (vista desde arriba) en el hemisferio norte - EE.UU., India, Bangladesh) y a favor de ellos en el hemisferio sur.

MEDICIÓN DE UN TORNADO: ESCALA DE FUJITA

Existen varias escalas para medir un tornado, pero la más aceptada universalmente es la Escala de Fujita, 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 debe evaluar los daños causados.

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

INTENSIDAD	VELOCIDAD DEL VIENTO	DAÑOS
F0	60-100 km/h (45- 72 mph)	Leves
F1	100-180 km/h (73-112 mph)	Moderados
F2	180-250 km/h (113-157 mph)	Considerables
F3	250-320 km/h (158-206 mph)	Severos
F4	320-420 km/h (207-260 mph)	Devastadores
F5	420-550 km/h (261-318 mph)	Increible

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

Tornados Débiles:

F0 y F1. Son el 69% del total, provocan el 5% de los casos fatales y duran entre 1 y 10 minutos.

Tornados Fuertes:

F2 y F3. Son el 29%, el 30% de todas las muertes y duran más de 20 min.

Tornados Violentos:

F4 y F5. Son el 2% del total, provocan el 70% de las muertes y pueden durar más de una hora.

EL MISTERIO DE LAS GALLINAS DESPLUMADAS

Existen numerosas historias sobre hechos notables o milagros ocurridos durante un tornado. Todo el mundo conoce la historia del Mago de Oz, donde la protagonista es llevada a un mundo mágico. Probablemente la historia fue concebida a partir del tornado de Great Bend, Kansas de 1915. Sobre este tornado se ha contado que mató 1.000 ovejas, que cuatro caballos sobrevivieron después de haber sido arrojados a una granja distante medio kilómetro, que un cheque enviado por correo fue a dar a Palmyra, Nebraska, distante 500 km (eso fue realmente "vía aérea"), trenes movidos de sus vías, etc.

Pero la historia que más dio que pensar, fue la de la *gallina desplumada*. Se trata de que varias

gallinas fueron encontradas vivas, pero desplumadas después de haber sido succionadas por un tornado. Este hecho se repitió en tornados posteriores con otras aves, lo que llevó a los "expertos" a buscar un urgente explicación. Muchos de ellos realizaron crueles experimentos en los que sometían a las pobres aves a movimientos rotatorios que simulaban un tornado, pero el resultado más frecuente era un puré de ave. Se pensó entonces que la fuerza electrostática era capaz de arrancar o deshacer las plumas y todos seguían experimentando sin lograr obtener un resultado feliz. Hoy se explica tal hecho como una reacción defensiva de las aves aterrorizadas, que les permite soltar su plumaje para huir de sus depredadores, lo que también explicaría la facilidad de los zorros para desplumar sus presas.

MEDIDAS A TOMAR EN UN TORNADO

No difieren mucho de las medidas de un huracán, pero la urgencia es mayor, ya que su comportamiento es más rápido e impredecible y el refugio más seguro es un sótano o una pieza en el centro de la casa, sin ventanas ojalá.

Las autoridades dan una advertencia de tornado (*Watching*) cuando las condiciones son favorables para la formación de tal fenómeno, y un aviso (*Warning*) cuando se ha originado uno en cierta comunidad. Esta nomenclatura se presta a equívocos al traducirla al español, pero me he remitido a usar los términos empleados por la Cruz Roja Internacional.

Para mayores detalles ir a Medidas de Emergencia.

TORNADOS EN CHILE

Las características climatológicas de Chile, especialmente la baja temperatura del océano Pacífico, hacen prácticamente imposible la formación de un tornado de las características antes descritas. Existe, sin embargo, el registro de dos catástrofes calificadas como tal, 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 de 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 de 80 km/h, lo que sería insuficiente como para catalogarlo de tal.

En la literatura y el folklore chilotes se menciona a menudo tal fenómeno climático, pero no hay bases que permitan aseverar que haya sido realmente un tornado. Más bien se trataría de temporales o huracanes con fuertes vientos que un tornado propiamente tal.