

## Tornados



*Icono creado por Good Ware - Flaticon*

Quizás ningún otro fenómeno meteorológico capte más la atención del público que los tornados. Los tornados ocurren en muchas partes del mundo y no son exclusivos de América del Norte y los EE. UU. Sin embargo, EE. UU. encabeza la lista en recuentos absolutos de tornados con un promedio de más de 1,000 tornados registrados por año. Canadá ocupa el segundo lugar con 100 tornados al año.

Un tornado es una columna de aire que gira violentamente y que está en contacto tanto con el suelo como con una nube cumulonimbos (tormenta eléctrica) o, en casos raros, con la base de una nube cúmulo. Esa columna de aire giratorio puede ser visible o no. Los tornados se vuelven visibles cuando el vapor de agua se condensa en una nube y/o el tornado levanta polvo y escombros.

No todas las tormentas producen tornados ni clima severo. Es necesario que existan varias condiciones atmosféricas al mismo tiempo para producir la intensidad de las tormentas eléctricas que generan tornados: abundante humedad en los niveles bajos, inestabilidad atmosférica y un mecanismo para "levantar" el aire, como un frente frío o una línea seca, y vientos fuertes en altura vientos que giran con la altura en el sentido de las agujas del reloj, o virando, este cambio de dirección del viento con la altura se llama cizalladura del viento direccional vertical. Las velocidades del viento que aumentan o disminuyen rápidamente con la altura se llaman cizalladura del viento de velocidad vertical.

### **Humedad de bajo nivel**

Este es un ingrediente clave para la formación de tormentas eléctricas. En el centro de EE. UU., la fuente de gran parte de esa humedad es el Golfo de México. A medida que la corriente en chorro se retira hacia el norte en la primavera, masas de aire cálido y húmedo pueden empujar hacia el centro sur y el centro de los EE. UU. Realmente se nota el aumento de humedad en el aire cuando la temperatura del punto de rocío alcanza los 60 grados, y el aire se vuelve opresivo cuando la temperatura del punto de rocío está en los 70 grados.

## Inestabilidad atmosférica

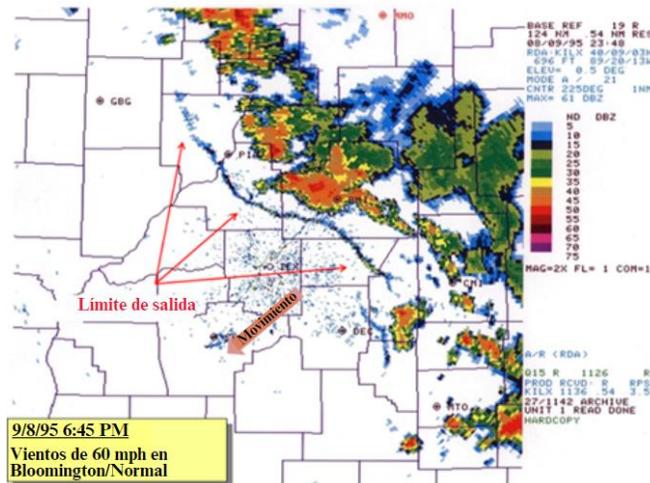


Imagen de radar de tormentas generadas por un límite de flujo de salida. Las tormentas al noreste del límite se desarrollaron a medida que el límite atravesaba y elevaba el aire cerca del suelo, iniciando la convección. Crédito: Servicio Meteorológico Nacional Lincoln, IL.

Las tormentas se forman si la atmósfera es inestable. La atmósfera se puede caracterizar como inestable cuando una porción de aire comienza a ascender y continúa ascendiendo y acelerando a través de la atmósfera por sí sola. La inestabilidad suele ser el resultado de diferencias tanto de humedad como de temperatura entre la porción de aire y la atmósfera circundante.

## Elevación

Para que se formen nubes y tormentas eléctricas, es necesario que exista un medio para que el aire comience a ascender. Ciertos días, todo lo que se necesita es que la temperatura del aire en la superficie sea lo suficientemente alta y comenzará la convección. Cuando no se alcanza la temperatura necesaria para iniciar la convección desde la superficie, se necesita algún otro medio para elevar el aire. Los frentes fríos son un buen medio para iniciar el levantamiento. El aire más frío y denso abraza la superficie y se acuña bajo la capa de aire cálido que tiene delante, obligándola a ascender. Las líneas secas, que separan el aire cálido y húmedo del aire caliente y seco, se comportan de manera similar. Estos son más comunes en las Llanuras Centrales y del Sur. Otro mecanismo que ayuda a elevar el aire son los límites de salida. Un límite de salida es el borde anterior de un charco de aire frío que irradia una tormenta.

La elevación también ocurre cuando hay convergencia del aire, es decir, cuando el aire que viene de dos direcciones opuestas se encuentra y es forzado hacia arriba. Un ejemplo de esto es la brisa del lago.

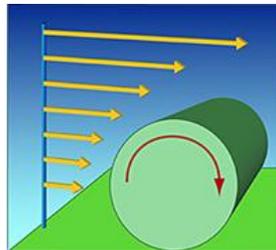
## Cizalladura del viento

La cizalladura del viento, el cambio de dirección y/o velocidad del viento con la altura, es un factor clave en la producción de tormentas severas que generan tornados. La cizalladura vertical de la velocidad del viento induce un efecto de "rodamiento" en la atmósfera. Cuando se forma una tormenta en tales condiciones, este efecto de balanceo hace que la tormenta rote cuando la

corriente ascendente la inclina hacia arriba. La cizalladura direccional del viento hace que la columna de aire se "gire" con la altura, lo que ayuda a la rotación. La combinación de una fuerte velocidad y una cizalladura direccional suele favorecer a las supercélulas, una tormenta que se caracteriza por una corriente ascendente profunda y en rotación persistente. Las supercélulas son el tipo de tormenta más común que produce actividad de tornado.



La cizalladura direccional ocurre cuando la dirección del viento cambia con la altura.



Cizalladura vertical del viento: a medida que la velocidad del viento aumenta con la altura, la fuerza del viento hace que la atmósfera gire sobre un eje horizontal.

## Tipos de "tornados"

Además del tornado, hay una serie de pequeñas circulaciones ciclónicas asociadas con tormentas eléctricas.

**Tromba marina:** Una columna de aire pequeña y débil que gira sobre el agua. Por lo general, se observa debajo de cumulonimbos o cúmulos imponentes y no está asociado con una tormenta en rotación.



Cinco trombas marinas al mismo tiempo y una nube en forma de embudo sobre el lago Michigan.  
Foto cortesía de un Tweet de Eric Treece [@COLOstormChaser.] vía NWS Sullivan, WI.

**Nube en embudo:** columna de aire giratoria que se extiende visiblemente desde la base de una tormenta hacia el suelo, pero que no está en contacto con él. Si el embudo entra en contacto con el suelo, se trata de un tornado.



Nube en forma de embudo cerca de Grand Island, NE. Foto de David Radke vía Servicio Meteorológico Nacional, Hastings, NE.

**Tromba terrestre:** tornado no asociado con una tormenta en rotación (mesociclón). Las trombas marinas y terrestres comparten muchas características definitorias, incluyendo la relativa debilidad, la corta vida útil y un embudo de condensación pequeño y suave que a menudo no llega a la superficie. Aunque suelen ser más débiles que los tornados clásicos, pueden producir fuertes vientos que podrían causar graves daños.



Tromba terrestre en el condado de Champaign, Illinois, el 31 de mayo de 2006.  
Foto cortesía de NWS Lincoln, IL

**Gustnado:** Una pequeña columna de aire giratoria vertical asociada con un frente de ráfaga de tormenta. Un gustnado mostrará circulación en el suelo, pero no en la base de las nubes. Se forman cuando el aire frío y seco que sale de una tormenta hace que el aire gire, y si la cizalladura del viento en niveles bajos es lo suficientemente fuerte, la rotación se puede girar vertical o diagonalmente y hacer contacto con el suelo. No son tornados porque no están conectados a la base de las nubes, pero pueden causar daños.



Gustnado en el condado de Jefferson, KS, el 3 de abril de 2011. Crédito: Manejo de Emergencias del Condado de Jefferson y NWS.

**Remolido de polvo:** Columnas de aire giratorias que se forman cuando el aire caliente se eleva desde la superficie en un día soleado, caluroso y tranquilo. Si hay cizalladura del viento en niveles bajos, el aire ascendente puede formar una circulación que se convierte en un remolino de polvo. La mayoría de los remolinos de polvo duran poco, pero los grandes pueden causar daños menores.



Remolino de polvo.

**Embudo de aire frío:** Los embudos de aire frío se desarrollan en una masa de aire frío, generalmente detrás de un pasaje frontal frío y a menudo asociados con un gran sistema de baja presión en lo alto. A menudo se forman debajo de aguaceros o tormentas débiles cuando el aire en altura, entre 15,000 y 20,000 pies, es especialmente frío, mientras que el sistema de baja presión proporciona "giro" en la atmósfera. Sin embargo, también pueden desarrollarse por debajo de las nubes de niveles medios que no van acompañadas de precipitaciones. Los embudos de aire frío rara vez llegan al suelo.

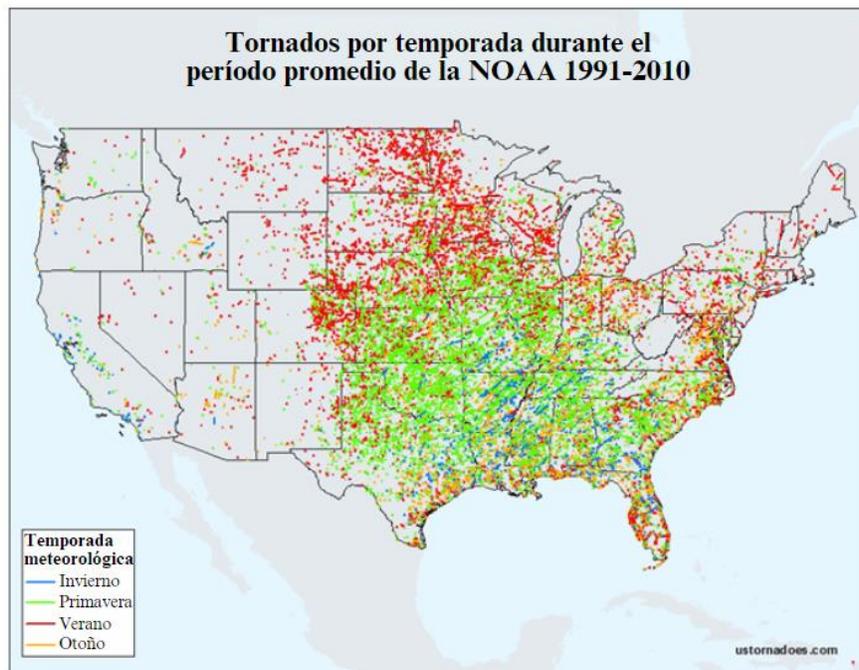
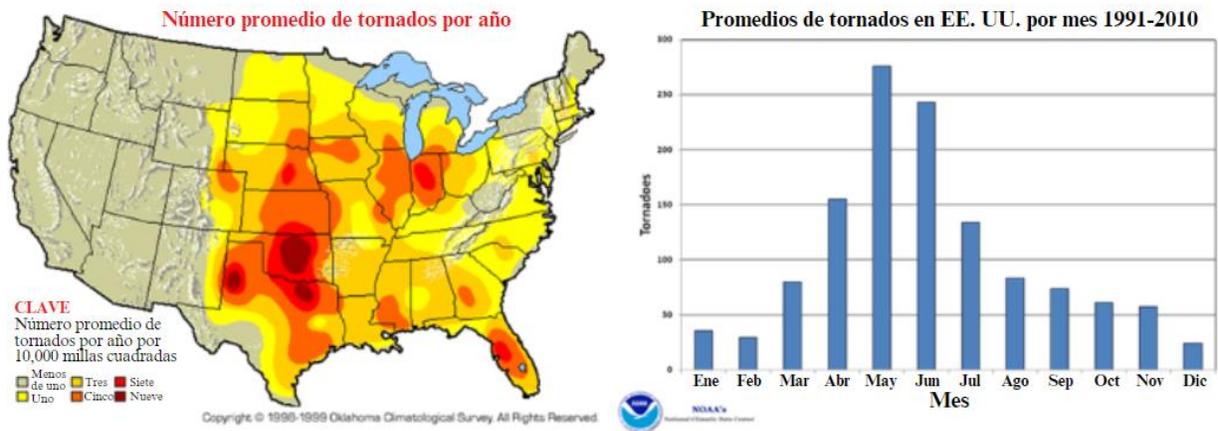


Embudo de aire frío sobre el centro de Illinois el 14 de agosto de 2012.

## Climatología de los tornados

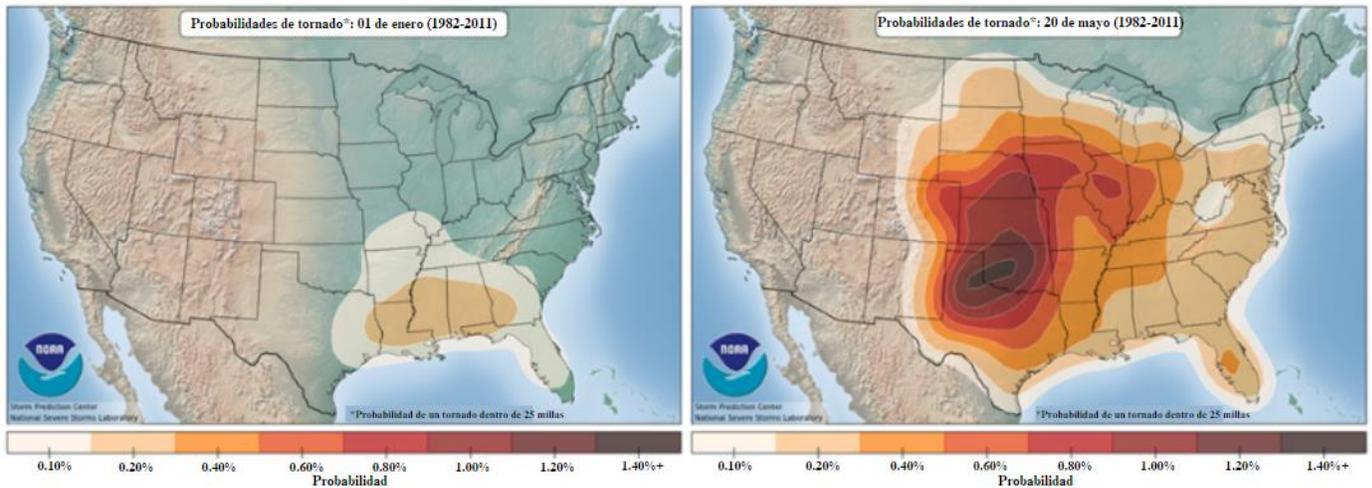
Los tornados ocurren en muchas partes del mundo, pero en ningún lugar son más comunes que en Estados Unidos. Las razones por las que Estados Unidos y, en menor medida, Canadá son propensos a sufrir tornados frecuentes son la geografía y la topografía. En América del Norte hay una masa de tierra relativamente plana que se extiende desde los subtrópicos hasta el Ártico. No hay nada que impida que las masas de aire que se originan en estas regiones choquen entre sí, lo que hace que Estados Unidos y Canadá sean propicios para el desarrollo de fuertes tormentas eléctricas que pueden generar tornados.

Los tornados ocurren en todos los meses del año, pero donde los tornados son más frecuentes cambian con las estaciones:

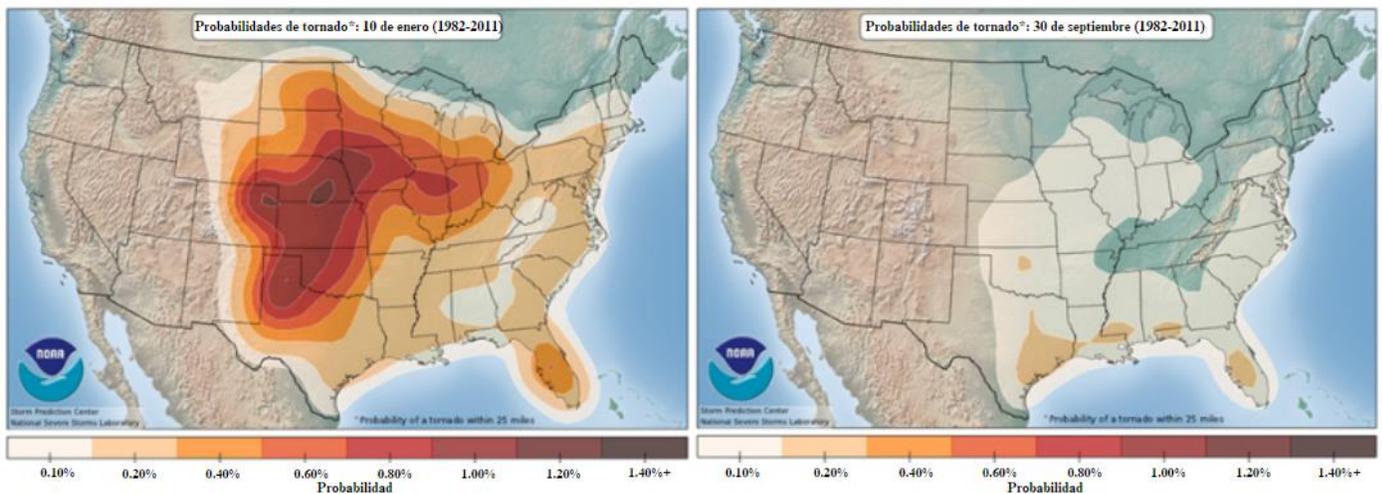


A principios de enero, es más probable que se produzcan tormentas severas y tornados en los Estados del Golfo, donde el aire cálido y húmedo del Golfo a menudo choca con las masas de aire frío invernal que se derraman desde el norte, pero en general el riesgo de un tornado no es tan alto (abajo a la izquierda).

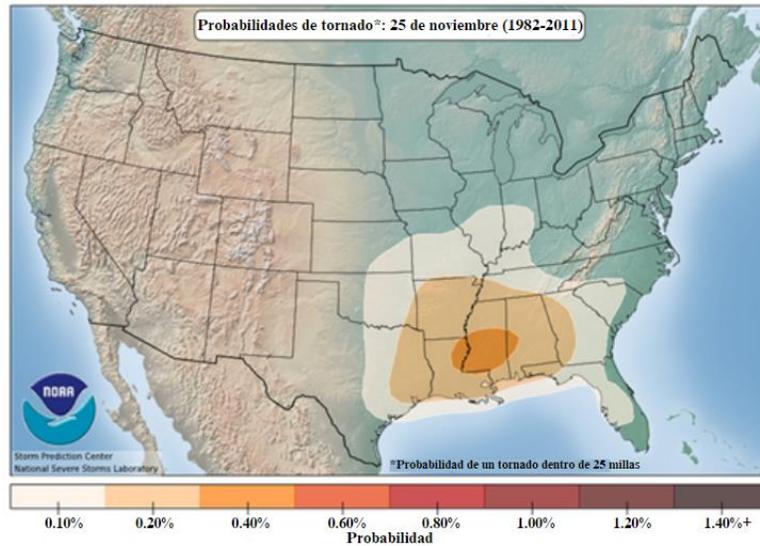
A medida que la estación pasa del invierno a la primavera y la corriente en chorro comienza su retirada hacia el norte, la probabilidad de tornados aumenta rápidamente (abajo a la derecha). La retirada de la corriente en chorro permite que el aire cálido y húmedo fluya más al norte, mientras que las masas de aire frío aún pueden sumergirse en el centro del país. Esto concentra las probabilidades más altas en las Llanuras del Sur y Central, alcanzando su punto máximo entre mediados y finales de mayo.



A mediados de junio, las probabilidades más altas se han desplazado más al norte en las Llanuras Centrales y Altas (abajo a la izquierda). Luego, las probabilidades de tornados comienzan a disminuir lentamente durante el verano y principios del otoño, alcanzando un punto bajo a fines de septiembre (abajo a la derecha).



Hay un pico secundario a mediados o finales de noviembre en los estados del sur, y luego las probabilidades disminuyen desde diciembre hasta enero (abajo).

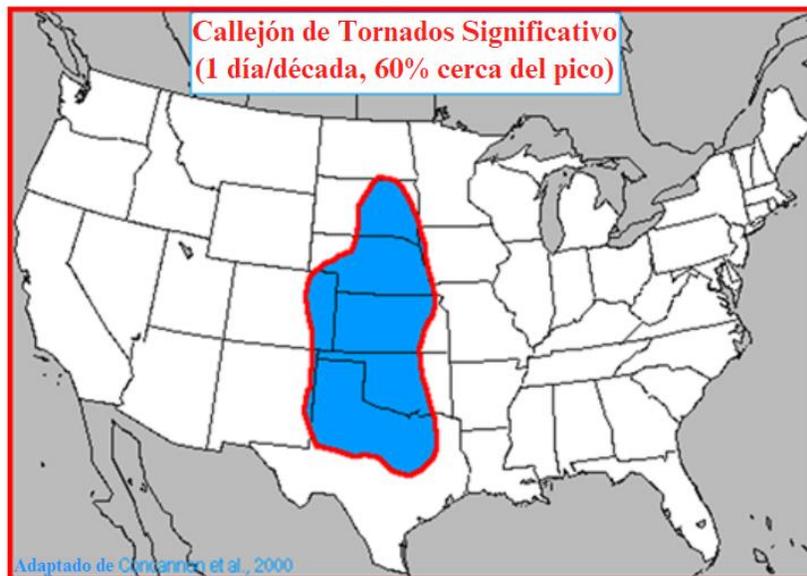


### “Callejón de los Tornados”

Hay dos regiones en los EE. UU. que exhiben una alta frecuencia de tornados. El “Callejón de los Tornados” es un apodo dado a un área en las llanuras del sur del centro de los Estados Unidos que constantemente experimenta una alta frecuencia de tornados cada año (abajo). El término fue acuñado en 1952 por dos pronosticadores de condiciones climáticas severas de la Fuerza Aérea, el mayor Ernest J. Fawbush y el capitán Robert C. Miller, quienes cuatro años antes emitieron el primer pronóstico de tornado. El “Callejón de los Tornados” se extiende al norte desde el norte de Texas a través de Oklahoma, Kansas, Nebraska, hasta la mitad oriental de Dakota del Sur y el oeste de Iowa, y al este hasta Illinois e Indiana. La mayoría de los tornados en esta zona ocurren en primavera y verano.



Crédito: Laboratorio Nacional de Tormentas Severas

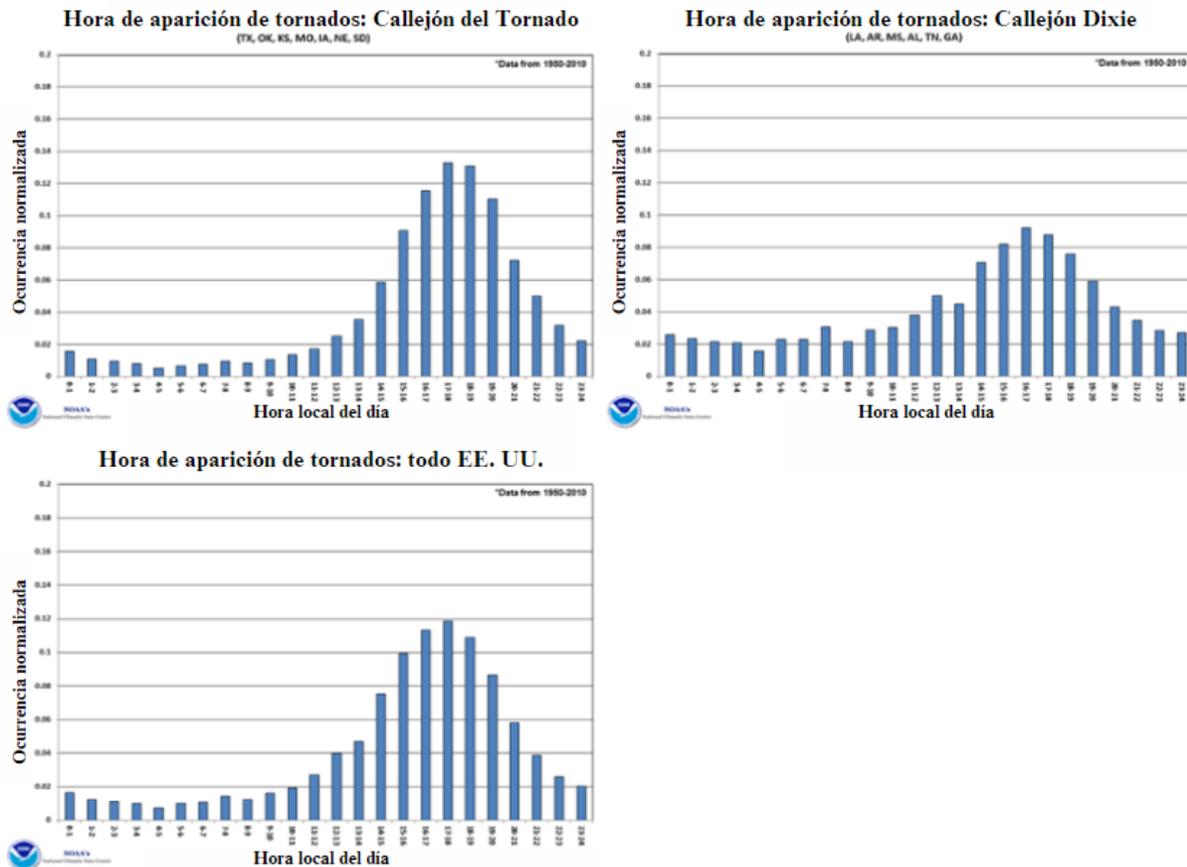


Crédito: Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI)

Hay una segunda área de mayor frecuencia de tornados en el sur de los EE. UU. Esta área, denominada El "Callejón Dixie" (arriba), se extiende desde el este de Texas hacia el este hasta Alabama, y los tornados aquí tienden a alcanzar una frecuencia máxima de octubre a diciembre. Florida también sufre numerosos tornados debido a la alta frecuencia de tormentas eléctricas durante todo el año.

## Hora del día

Los tornados han ocurrido y ocurren en cualquier momento del día o de la noche, pero hay un período preferido para que ocurran. Las tormentas que producen tornados tienden a ocurrir durante la tarde y noche cuando ocurre el máximo calentamiento de la atmósfera. El momento menos probable para un tornado es las primeras horas de la mañana, alrededor del amanecer, cuando las temperaturas suelen ser las más bajas del día. Los tornados nocturnos pueden ser particularmente peligrosos porque son difíciles de confirmar visualmente. A altas horas de la noche, los residentes de las comunidades pueden estar durmiendo y tener poco tiempo para reaccionar ante una advertencia.

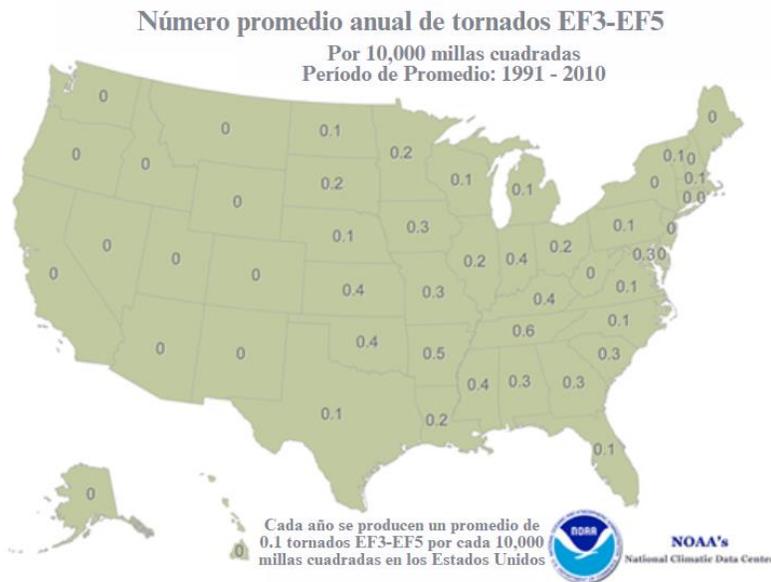


## Severidad de tornados

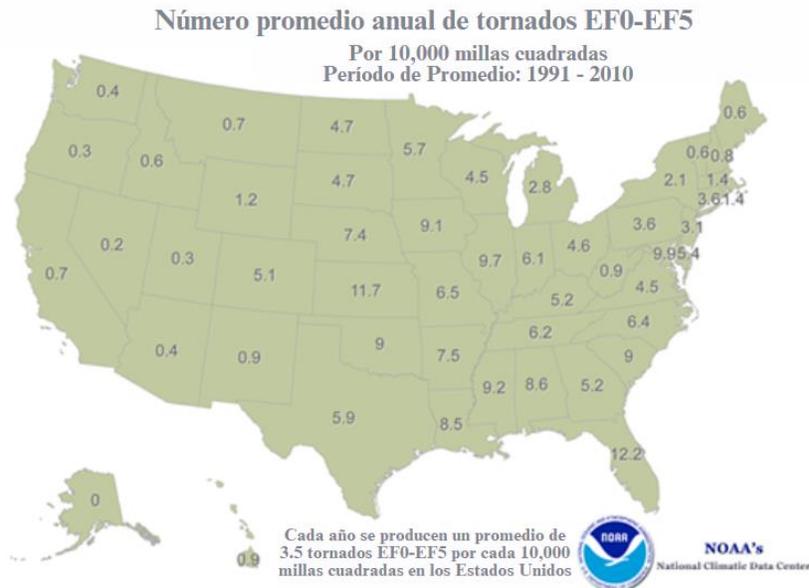
La intensidad de los tornados se clasifica según el daño que causa y a partir del daño se puede inferir un rango de velocidad del viento. El Dr. Ted Fujita introdujo la Escala Fujita (Escala F) en 1971, que clasifica los tornados en función del daño a las estructuras y la vegetación y la longitud de la trayectoria del tornado. F0 es la calificación más débil que indica un tornado que produce "daños leves", y F5 la calificación más fuerte con "daños increíbles", es decir, destrucción total. La escala F se actualizó en 2007 a la [escala Fujita mejorada](#). Esta escala EF fue desarrollada para reflejar mejores hallazgos de los estudios de daños por tornados y para alinear más estrechamente las velocidades del viento con los daños asociados a las tormentas. Lo más significativo es que la Escala EF amplía los grados de daño y tiene en cuenta variables como la calidad de la construcción y el estado previo

de una estructura. Es más objetiva y más fácil de usar en su aplicación que la Escala F original. El desarrollo de la Escala EF fue un esfuerzo de colaboración entre meteorólogos e ingenieros civiles. Puede encontrar una comparación entre la escala F y la escala EF [aquí](#). Tenga en cuenta que se puede asignar una calificación a un tornado sólo DESPUÉS de que ocurra.

En Estados Unidos, el 80 por ciento de los tornados son tornados EF0 y EF1, y menos del uno por ciento son tornados violentos (EF4 y EF5).



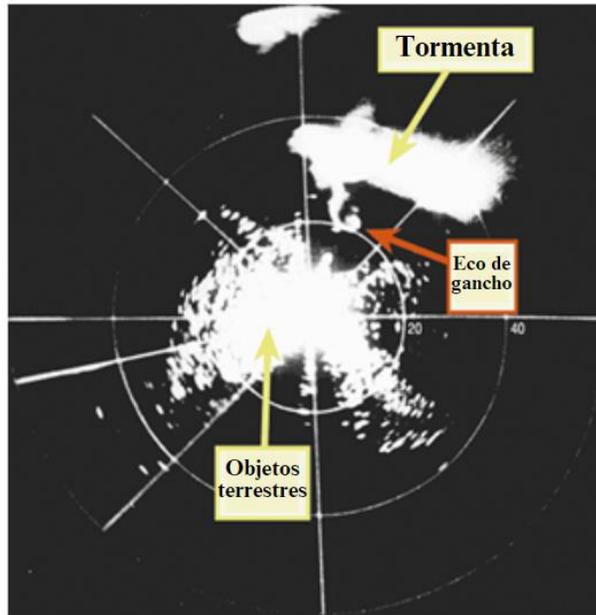
Número promedio anual de tornados fuertes a violentos (EF3-ER5) para el período 1991-2010.



Número promedio de todos los tornados durante el período 1991-2010.

## Detección de tornados

Los avances en la tecnología de radares meteorológicos en los últimos 40 años han mejorado enormemente nuestra capacidad para detectar posibles formaciones de tornados. El clásico "eco de gancho" fue documentado por primera vez en 1953 en el centro de Illinois por la encuesta del agua del estado de Illinois. En la década de 1970, un científico del Laboratorio Nacional de Tormentas Severas de la NOAA descubrió la firma Tornado Vortex (TVS) en los datos del radar Doppler. El trabajo posterior condujo finalmente al despliegue del radar meteorológico Doppler en todo el país.



El primer eco de gancho identificado y fotografiado por radar fue tomado el 9 de abril de 1953 cerca de Champaign, Illinois. Crédito: Encuesta sobre el agua del estado de Illinois.

Antes del desarrollo del radar meteorológico Doppler, los pronosticadores dependían en gran medida de los observadores de tormentas para informar sobre la formación de tornados. El radar meteorológico Doppler detecta la circulación a cierta altura sobre el suelo, que aumenta a medida que aumenta la distancia al radar debido al ángulo del haz del radar. Por lo tanto, los observadores de tormentas siguen siendo una parte fundamental del proceso de alerta. Los meteorólogos dependen de los observadores de tormentas para detectar y confirmar tornados y características relacionadas de las tormentas que no siempre pueden ser detectados por el radar. Si está interesado en convertirse en observador de tormentas, comuníquese con la oficina local del Servicio Meteorológico Nacional o visite la página de [National Skywarn](#).

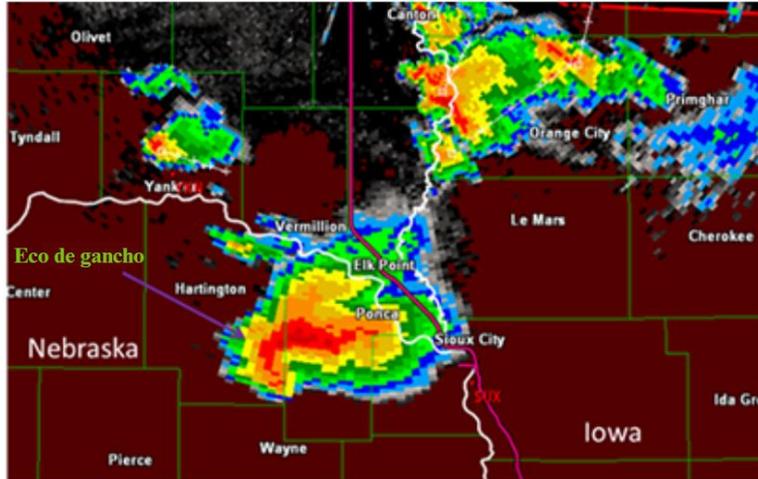


Imagen de radar de un eco de gancho clásico con una tormenta de tornado en el este de Nebraska el 17 de junio de 2014.

El uso de tecnología de radar Doppler mejorada y observadores de tormentas capacitados ha aumentado el tiempo promedio de anticipación de una advertencia a 13 minutos. Sin embargo, cada tormenta tiene su propio conjunto de circunstancias únicas y los tiempos de anticipación son más cortos o más largos dependiendo de la situación.



Esta es una imagen de lado a lado de la reflectividad del radar (izquierda) y la velocidad relativa de la tormenta a las 11:07 a. m. CST del 17 de noviembre de 2013 en el centro de Illinois. En ese momento, un gran tornado estaba en tierra y azotaba Washington, Illinois. El círculo blanco en la imagen de la derecha indica los vientos de la tormenta. Los rojos y amarillos son vientos que se alejan del radar, y los azules y verdes son vientos que se acercan al radar. Cuando estos colores se ven uno al lado del otro, indica rotación. Esta imagen muestra una rotación extremadamente fuerte con vientos de más de 80 nudos de entrada y salida. El radar del NWS Lincoln, IL, está ubicado a unas 36 millas al sur de la tormenta.

## Preparación y seguridad para tornados

### Sea sabio sobre el clima: sepa lo que está pasando

El Centro de Predicción de Tormentas (SPC) del Servicio Meteorológico Nacional tiene la responsabilidad de monitorear el potencial y el pronóstico de condiciones climáticas severas en todo Estados Unidos las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Cada día, el SPC publica pronósticos convectivos que describen la posibilidad de que se produzcan condiciones meteorológicas adversas durante uno a ocho días. Estas perspectivas describen la posibilidad de condiciones climáticas severas utilizando cinco categorías de riesgo para los días 1 a 3: marginal, leve, mejorado, moderado y alto. Para los días 4 a 8, las perspectivas indican dónde y en qué día(s) habrá un 30 por ciento de tormenta severa dentro de 25 millas de un punto.

Cuando las condiciones atmosféricas favorezcan el desarrollo de tormentas severas y tornados, el SPC emitirá una alerta de tornado. La alerta significa que es posible que se produzcan tornados en su área. Se debe prestar atención al clima y permanecer alerta por el desarrollo de tormentas. Una alerta de tornado suele ser para un área grande (múltiples condados en uno o más estados) y durante largos períodos de tiempo, generalmente de 4 a 6 horas.

La oficina local del Servicio Meteorológico Nacional emite una advertencia de tornado cuando el radar meteorológico detecta o indica un tornado: ¡es hora de ponerse a cubierto! Se emite una advertencia de tornado para un área (condados o partes de condados) en la trayectoria de la tormenta y, por lo general, se emite por un período de 30 a 60 minutos.

**¡Cada hogar debe tener un radio NOAA para todos los peligros!** Una radio de alerta meteorológica le notificará sobre alertas y advertencias emitidas para su área. Son especialmente útiles en interiores tanto en hogares como en empresas. ¡Las sirenas de advertencia para exteriores no están destinadas ni diseñadas para advertir a las personas en el interior!

### Seguridad contra tornados

Cuando se emite una advertencia de tornado, debe estar preparado para ponerse a cubierto de inmediato.

Adentro:

- Abandone las casas móviles: no son seguras ni siquiera cuando están atadas. Vaya a un refugio designado.
- Diríjase a un sótano o habitación interior en el piso más bajo (baño o closet sin ventanas, debajo de las escaleras). Métase debajo de un mueble resistente.
- Cúbrase con un colchón o manta.
- Póngase zapatos resistentes.
- Ponga a las bebés en asientos de seguridad (¡adentro!)
- Si tiene tiempo, reúna medicamentos recetados, billetera y llaves.
- ¡NO abra sus ventanas!

En un vehículo:

- Deje el vehículo para buscar un refugio resistente o salga del camino del tornado perpendicular al camino del tornado, si es posible.
- NO se esconda debajo de los pasos elevados: no brindan refugio.
- Acuéstese en una zanja (último recurso).

Al aire libre:

- Encuentre una alcantarilla o cueva.
- Encuentre algo a lo que aferrarse.
- Acuéstese en una zanja
- Cúbrase la cabeza.

No es aconsejable abandonar el refugio e intentar alejarse de un tornado que se aproxima. Los tornados pueden cambiar de dirección repentinamente y es posible que usted no pueda evitar los vientos, los escombros y el granizo. La congestión en las carreteras y autopistas del área puede ralentizar o detener su movimiento y dejarlo vulnerable a la tormenta que se aproxima.

La Cruz Roja Estadounidense tiene excelente información sobre preparación y seguridad ante tornados. La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) tiene información sobre cómo construir una habitación segura para su hogar o pequeña empresa.

### **Mitos sobre la seguridad de los tornados**

Hay una serie de mitos sobre la seguridad ante tornados que se ha demostrado que son erróneos. Aquí están los más infames de ellos.

#### ***"Abrir las ventanas igualará la presión".***

Si un tornado se dirige hacia su casa, es probable que los escombros en el aire "abran" las ventanas mucho antes de que la presión tenga algún efecto. Tomarse el tiempo para abrir ventanas innecesariamente es tiempo que debería tomarse para llegar a un refugio.

#### ***"Vaya a la esquina suroeste de su sótano".***

Este mito surgió de la creencia de que los tornados generalmente se mueven de suroeste a noreste. De hecho, los tornados pueden moverse desde cualquier dirección. El lugar más seguro para estar es el sótano, lejos de las ventanas debajo de una escalera, de un mueble resistente o debajo de un colchón.

#### ***"Si está en un vehículo, el lugar más seguro para refugiarse es debajo de un puente o paso elevado".***

Los vehículos en general son trampas mortales potenciales en un tornado porque pueden ser recogidos y destruidos fácilmente. Los vientos pueden canalizar escombros debajo de un paso elevado o vientos fuertes pueden arrastrarlo desde debajo hacia el tornado. También existe el riesgo de que el puente se dañe y se derrumbe.

#### ***"Los tornados se ven afectados por el terreno. Nunca cruzan colinas, ríos o montañas. "***

Ha habido muchos ejemplos de tornados que cruzan ríos y atraviesan cañones, incluyendo uno que cruzó la división continental en 1987.

***"Los tornados evitan las grandes ciudades".***

Los residentes de San Luis, Salt Lake City, Memphis, Miami, Dallas, Atlanta y Oklahoma City no estarían de acuerdo. No hay nada en las ciudades que impida que un tornado las atravesase. Los grandes edificios y rascacielos no tendrían ningún efecto. El hecho es que las ciudades ocupan una superficie relativamente pequeña en comparación con el estado en el que se encuentran o con todo el país, por lo que la probabilidad de que un tornado azote una ciudad importante es bastante pequeña.

## Recursos sobre tornados

- [Laboratorio Nacional de Tormentas Severas de la NOAA Clima severo 101 – Tornados](#)
- [Herramienta de seguimiento de tornados del MRCC](#)
- [Centros Nacionales de Información Ambiental Climatología de Tornados](#)
- [Mapas climatológicos interactivos de clima severo](#) - Centro de predicción de tormentas de la NOAA
- [Preguntas frecuentes sobre tornados en línea](#) del Centro de predicción de tormentas
- [La escala Fujita mejorada](#) (escala EF)
- [El sitio web Tri-Estado Tornado](#) (NWS/NOAA)
- [Referencias de climatología de tornados](#)
- [Estudios de impacto social](#)
- [Reconstruyendo la esperanza después de un desastre natural](#)
- **[Páginas para niños de Ready.gov - ¡Ready Niños!](#)**  
Las emergencias pueden ser aterradoras, pero cuanto más sepas sobre ellas, mejor podrás afrontar lo que se te presente. Esta sección de Ready.gov también tiene juegos e información dirigida a padres y educadores.
- **[Páginas de Ready Wrigley en la Oficina de Preparación y Respuesta de Salud Pública del CDC](#)**  
Ready Wrigley, el perro, tiene libros imprimibles, listas de verificación e incluso una aplicación para ayudar a su hijo a aprender y prepararse para desastres y eventos climáticos.