

TEMA 7

Eventos extremos vinculados a sistemas convectivos en latitudes medias

INTRODUCCIÓN

□ Convección.

- Una de las tres formas de transferencia de calor, sólo posible en fluidos.
- Movimiento vertical en la atmósfera (ascendente) ligado a las diferencias de densidad (temperatura), de naturaleza turbulenta.
- Obedece a las leyes físicas de la Termodinámica

INTRODUCCIÓN

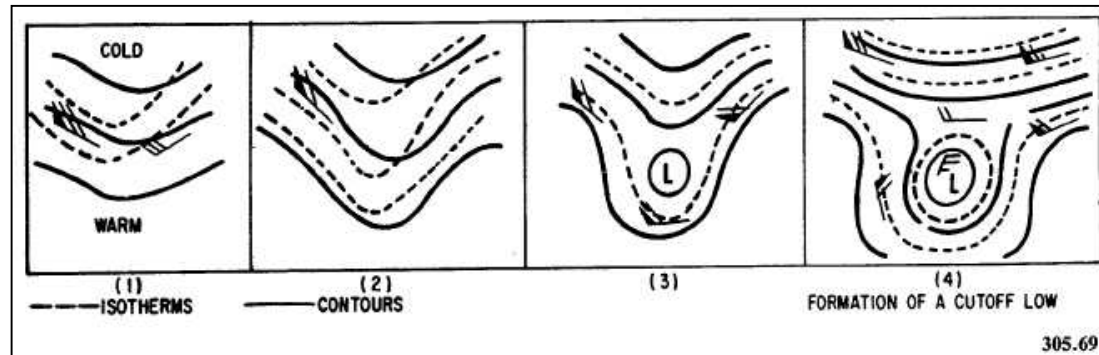
□ Diversidad.

- DANAs.
- Tormentas (tornados)
- Turbulencia

DANAS

□ Características generales.

- Perturbaciones atmosféricas con características singulares.
- Depresión aislada en niveles altos → “gota fría” (kaltlufttropfen, cut-off low)
- Idéntico mecanismo a lo largo del globo → Mediterráneo mayor relevancia → precipitaciones torrenciales.



DANAS

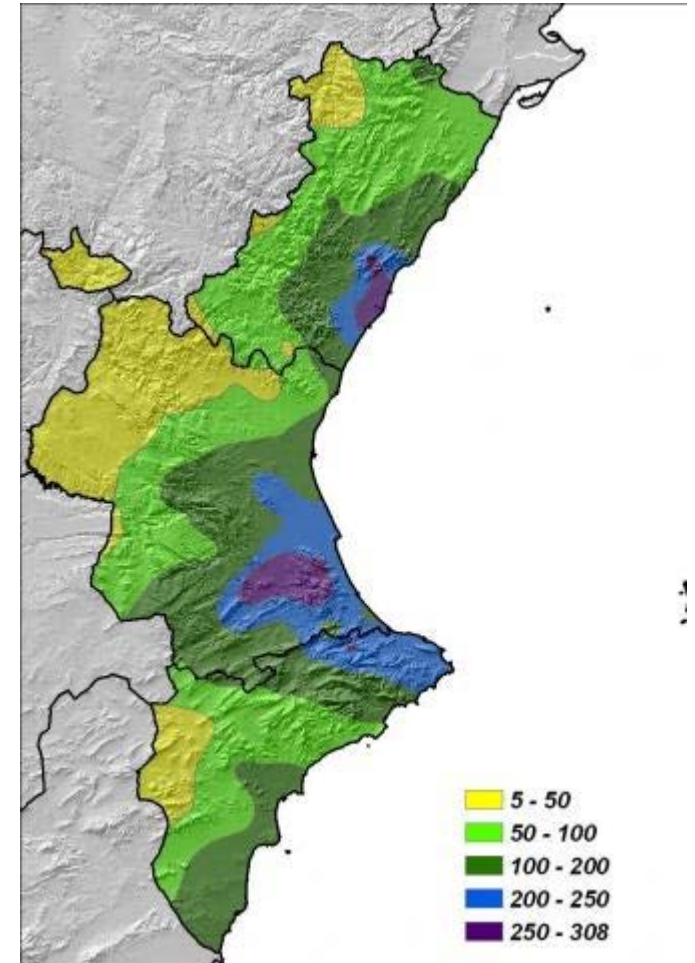
□ Características

- Aparecen en niveles medios y altos de la troposfera: al menos una isohipsa cerrada en la topografía de 500 hPa, coincidente con las temperaturas más bajas.
- Si se propagan hacia la superficie se denominan “bajas desprendidas” o “depresión fría en altitud” (escasa profundas y con débil circulación ciclónica).
- Ausencia de sistemas frontales dobles.
- Movilidad reducida: predominio de la componente E y S.
- Persistencia: entre uno y tres días.
- Zonas más propicias: Marruecos-Canarias, el Mediterráneo Occ.

DANAS

□ Características

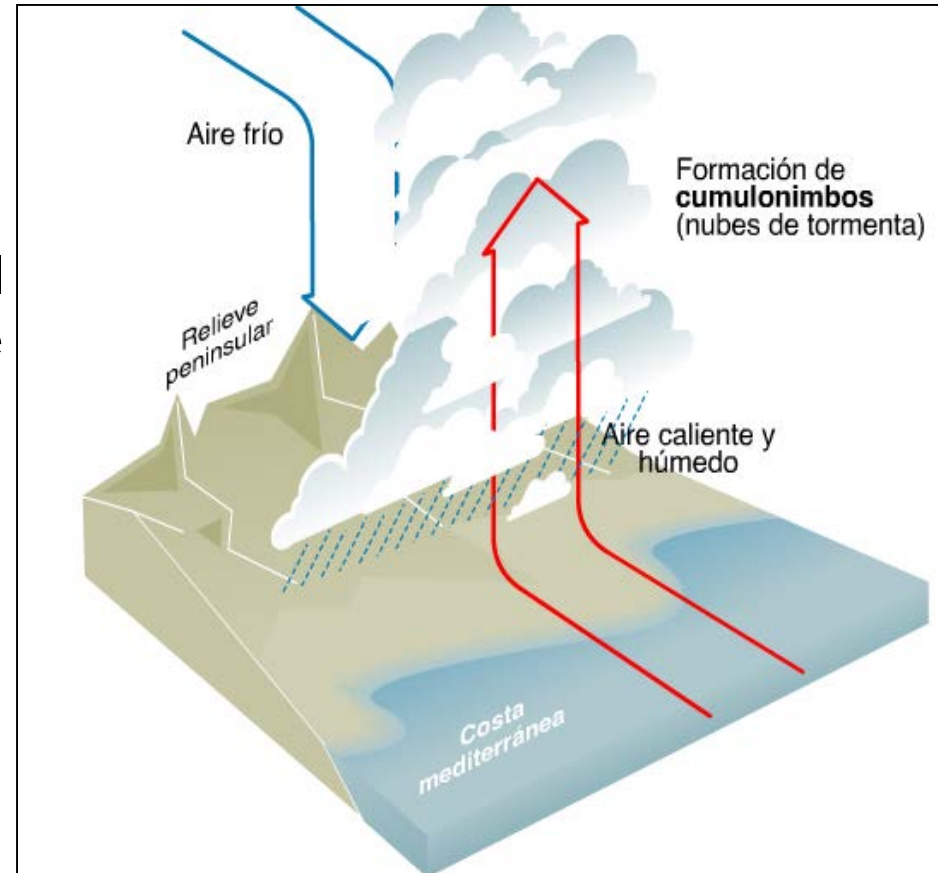
- No siempre provocan situaciones meteorológicas adversas:
- Los episodios torrenciales resultan de:
 - Factores dinámicos.
 - Factores térmicos.
 - Factores geográficos.



DANAS

□ Características

- Factores geográficos
 - Temperatura elevada del mar suministra vapor de agua (energía en forma de calor latente y disponibilidad para precipitar).
 - El relieve: fija los sistemas, intensifica las ascendencias y facilitan la rotación del sistema.

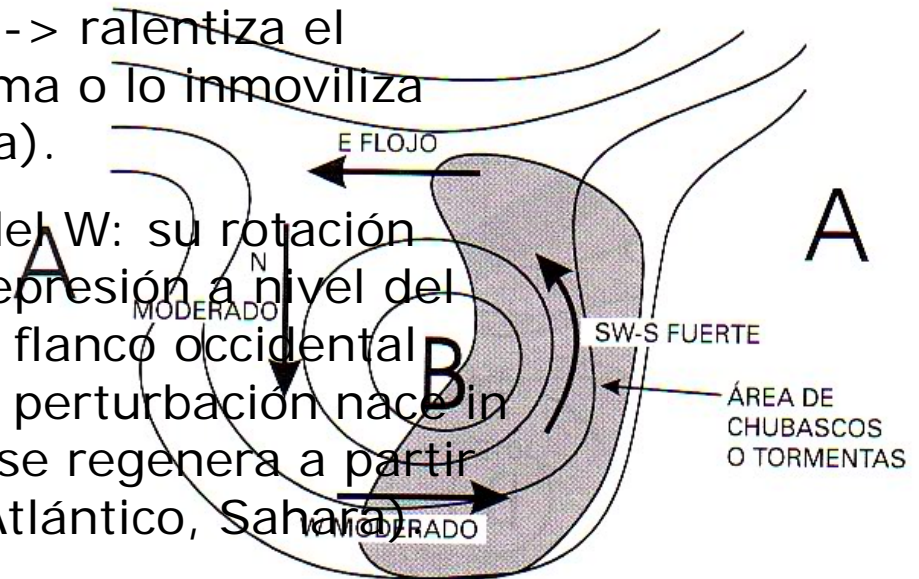
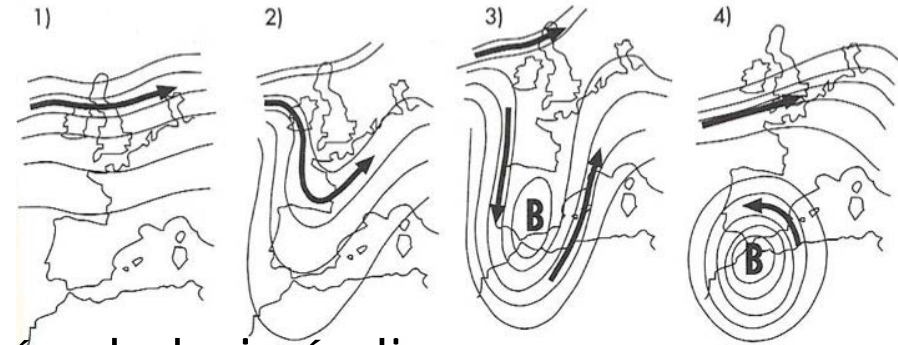


DANAS

□ Características

- Factores dinámicos : circulación de bajo índice (meridiana) con:

- Un anticiclón de bloqueo -> ralentiza el desplazamiento del sistema o lo inmoviliza durante días (persistencia).
- Vórtice aislado del flujo del W: su rotación puede profundizar una depresión a nivel del mar; la divergencia en el flanco occidental activa las ascencias la perturbación nace in situ (3/4 de los casos) o se regenera a partir de un sistema exterior (Atlántico, Sahara).
- Corriente en chorro procedente de latitudes meridionales



DANAS

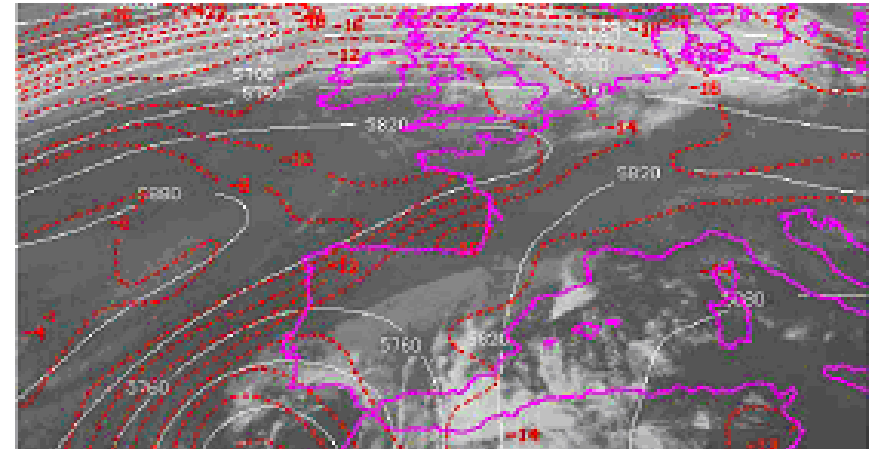
□ Características

- Factores dinámicos : violento contraste entre masas de aire:
 - En superficie: advección de aire polar (que circula sobre el mar) y aire tropical, que se cargan de vapor de agua.
 - En la troposfera media: núcleo de aire frío (latitudes altas) rodeado por una corrientes cálida del SW (latitudes bajas).

DANAS

□ Características

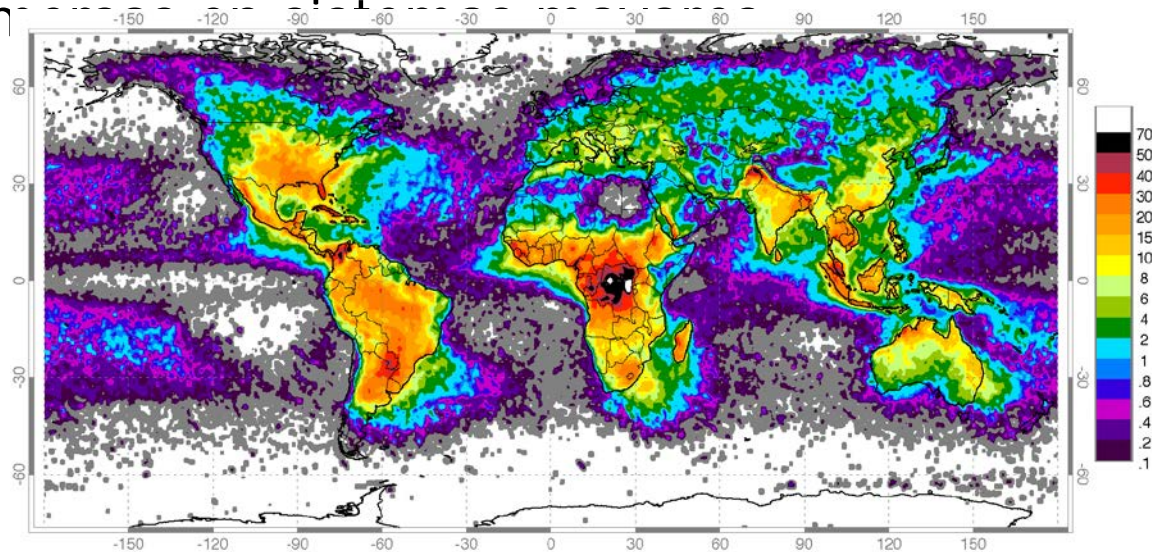
- Sistema nuboso convectivo (Cb) -→ ascendencias vigorosas a las que es sometido el aire cálido en su convergencia hacia el núcleo del sistema (elevadas intensidades de precipitación).



TORMENTAS

□ Introducción

- El fenómeno convectivo más sencillo y más frecuente sobre el planeta (unos 16 millones de tormentas; 2000 cada hora).
- Ubícuo → tanto en latitudes medias como en los trópicos, a veces inn...



TORMENTAS

□ Introducción

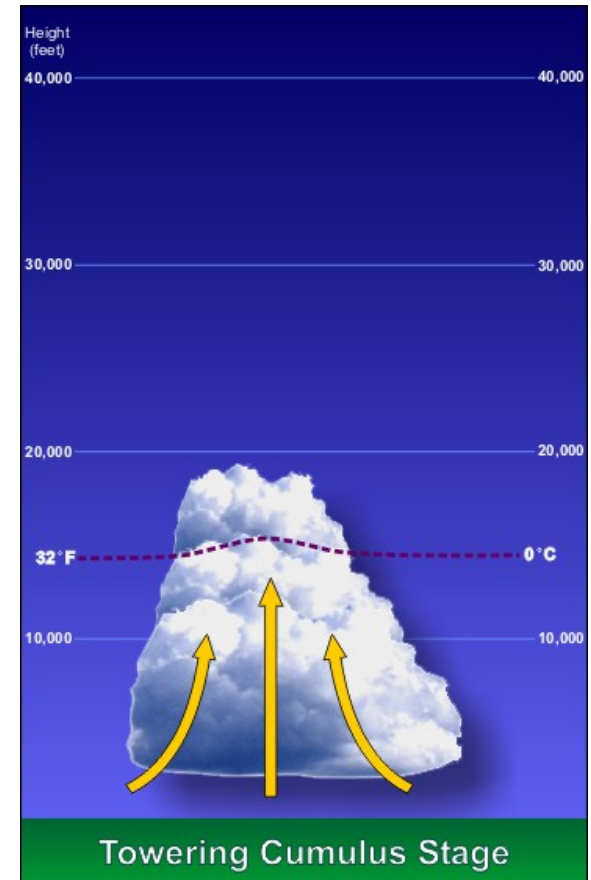
- Experimenta un ciclo de vida:
 - Desarrollo
 - Madurez
 - Disipación

TORMENTAS

□ Introducción

• Desarrollo

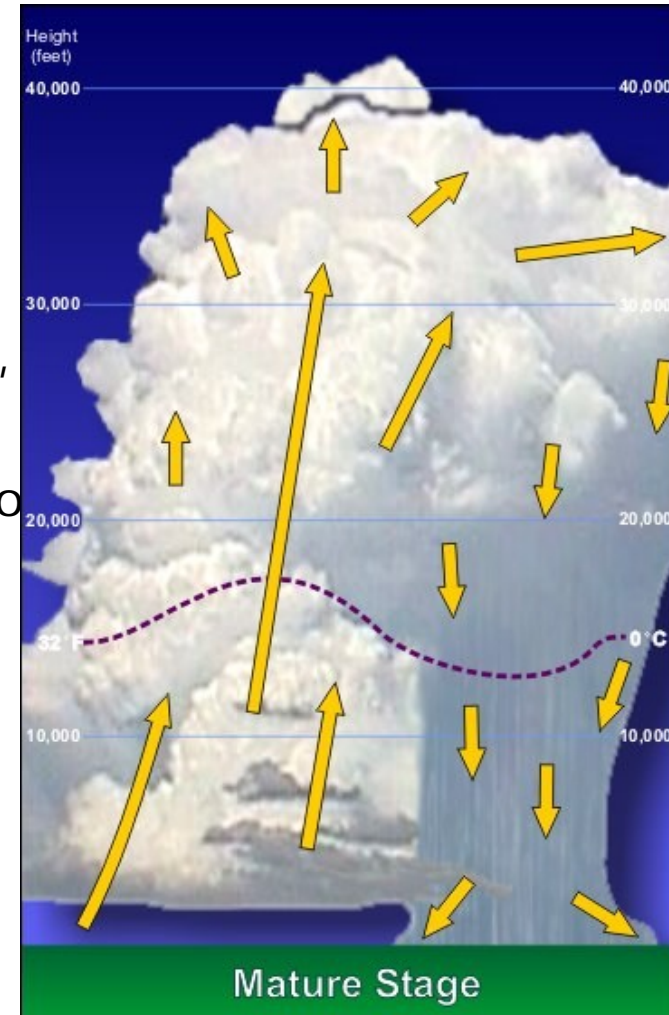
- Crecimiento vertical y lateral de un cúmulo
- Movimientos ascendentes (3-5 m/s en la base, 10 m/s en la cima)
- Causa: calor latente de condensación (energía cinética).
- Consecuencia: elevación sobre la isoterma de 0°C → formación de cristales de hielo y crecimiento rápido de grandes gotas (diámetro de la nube, 1- 2 km, altura 8-9 km)



TORMENTAS

□ Introducción

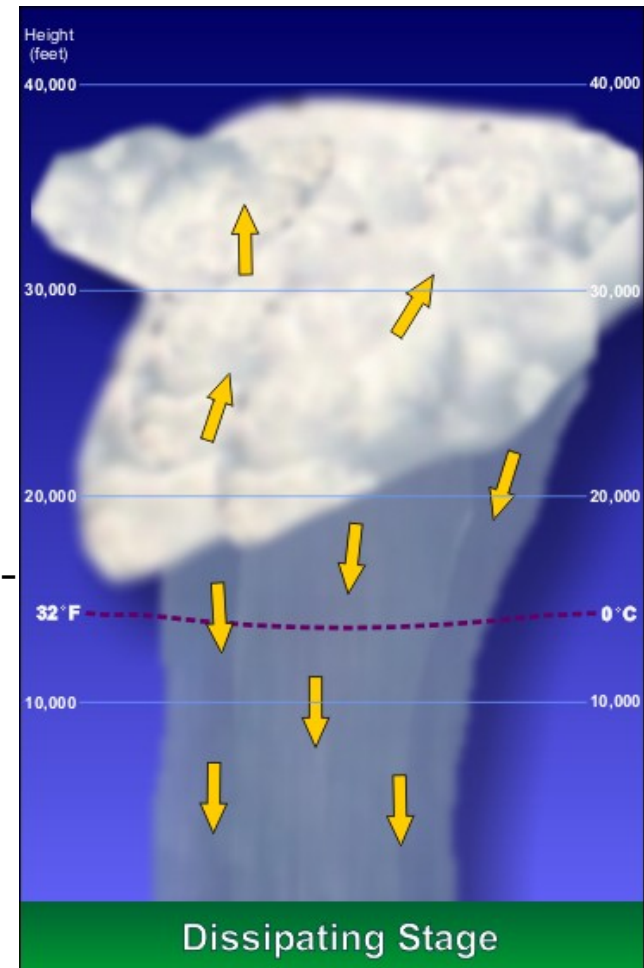
- Madurez
 - Fase de mayor turbulencia (> 30 m/s), duración 15-30'
 - Fuertes corrientes descendentes, mejor organizadas delante de la nube, en superficie se extiende en horizontal, causando
 - Ráfagas de viento,
 - Descenso brusco térmico ($< 5^{\circ}\text{C}$)
 - Aumento de presión (2-4 hPa; mayor densidad del aire frío)



TORMENTAS

□ Introducción

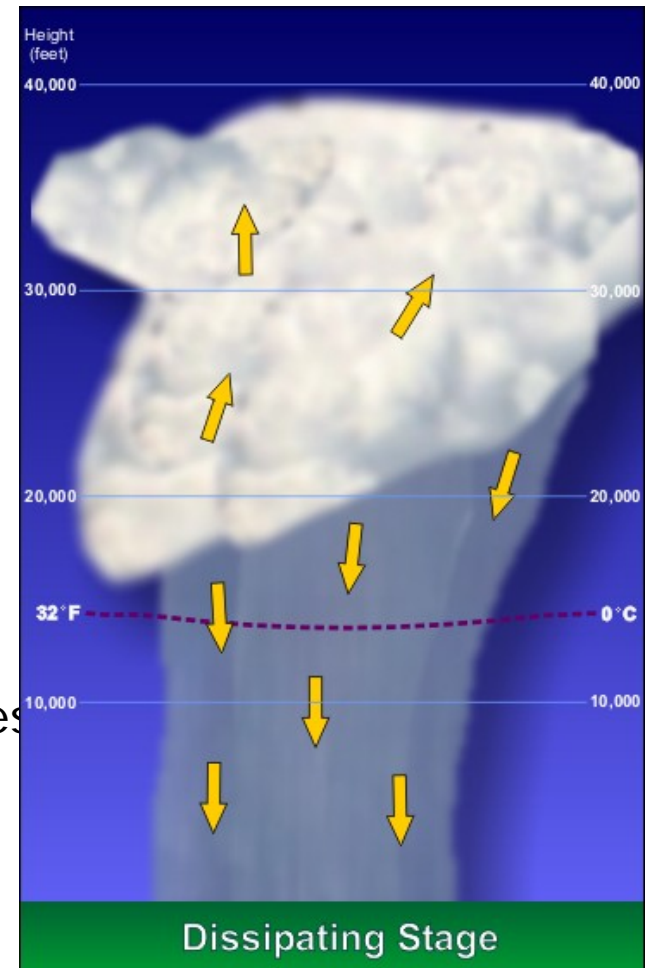
- Madurez
 - Máximas dimensiones (8 km de diámetro, alcanza la tropopausa – hasta 10-12 km en latitudes medias, 18-20 km en la tropopausa ecuatorial-).
 - Los vientos la deforman y aplanan su cima, proporcionándole forma de yunque → se extiende algunas decenas de km siguiendo viento dominante
 - En altura está formada únicamente por cristales de hielo (cirros, hielo y nieve)



TORMENTAS

□ Introducción

- Disipación
 - Comienza alrededor de la media hora de su inicio; su actividad cesa a la hora siguiente.
 - El cese de su actividad deriva de un proceso de retroalimentación → predominio de corrientes descendentes (incremento de intensidad de las precipitaciones) → interrupción del suministro de aire caliente y húmedo que alimenta los movimientos ascendentes.

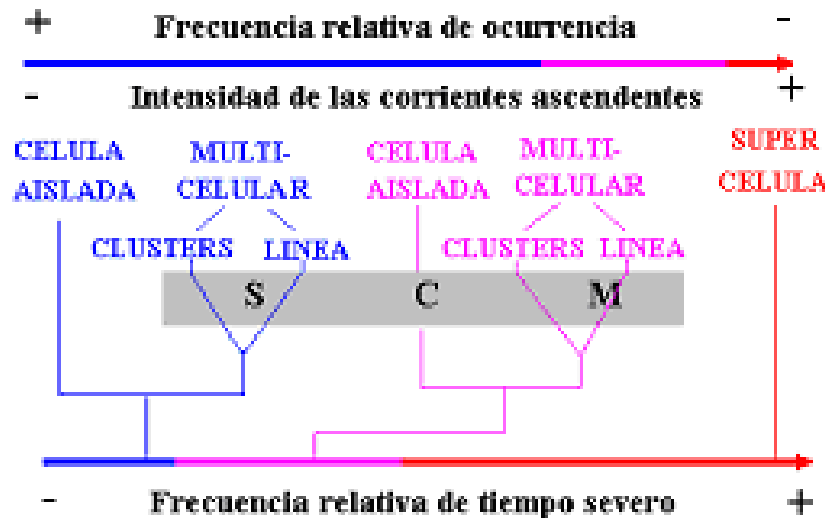


TORMENTAS

□ Tipología

- Tamaño y estructura (clasificación se basa en el radar).
 - Tormentas aisladas
 - Tormentas multicelulares
 - Tormentas supercélulares
- Origen:
 - Tormentas de masa de aire
 - Tormentas frontales (líneas de turbonada)

ESPECTRO DE FENOMENOS CONVECTIVOS



TORMENTAS

□ Tormentas en masa de aire

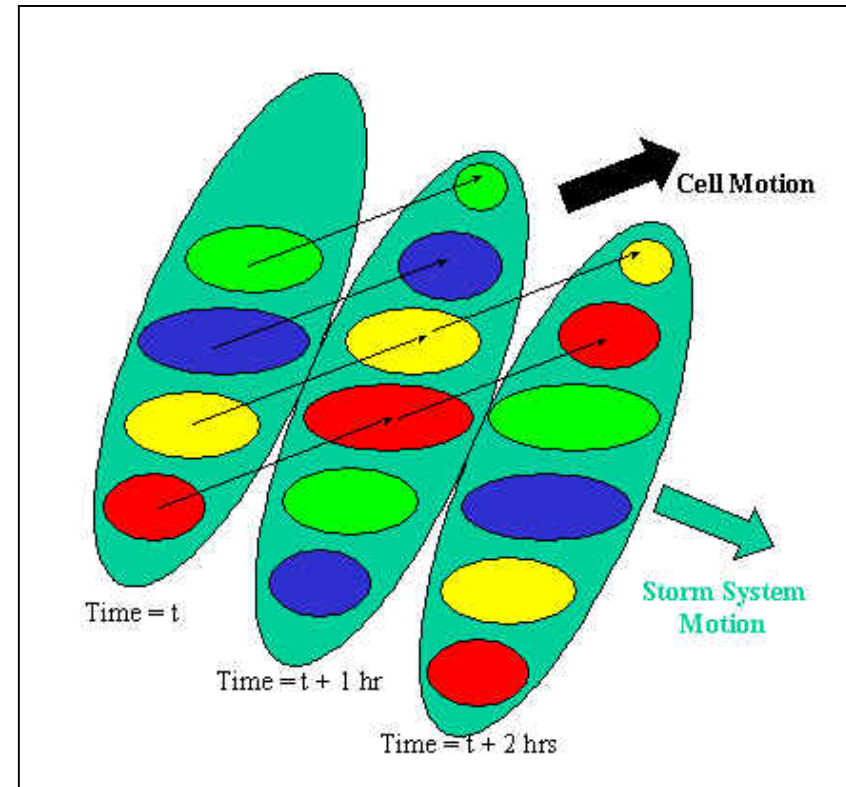
- Tormentas individuales, o agrupaciones de aquéllas
- Breve ciclo de vida, en torno a 1 ó 2 horas
- Comienzan cuando el aire cálido y húmedo ascendente alcanza el nivel de convección libre (LFC); la liberación de calor latente conduce a la formación de cúmulos
- Mecanismos de origen:
 - Convección sobre tierra (vespertinas).
 - Convergencia de brisas (nocturnas).
 - Calentamiento orográfico (vespertinas-nocturnas)



TORMENTAS

□ Tormentas multicelulares

- Conjunto de células individuales, en diverso grado de desarrollo y cierto nivel de organización
- Desplazamiento de todo el sistema 30/50 km hacia la derecha de la dirección del viento en la troposfera media (ángulo de unos 20°).
- Cada célula madura genera la siguiente





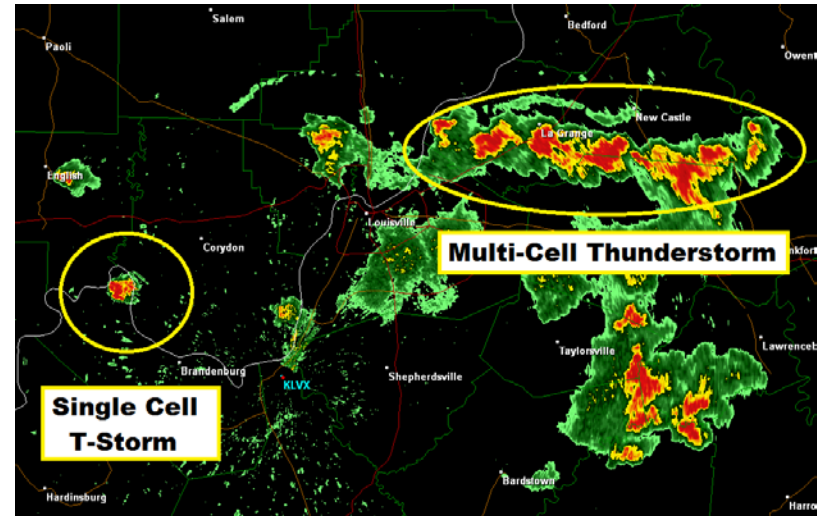
TIEMPOS Y CLIMAS EXTREMOS

4º Curso ESPECIALIDADES

TORMENTAS

□ Tormentas multicelulares

- Origen → corrientes descendentes frías desde la desde las células maduras (derecha de las áreas de ascendencia, según el movimiento de la perturbación) → cuando alcanzan la superficie elevan aire cálido → nace la siguiente célula.
- Las nuevas células se forman en el lado derecho de la anterior; las viejas se extinguen en el lado izquierdo.



TORMENTAS

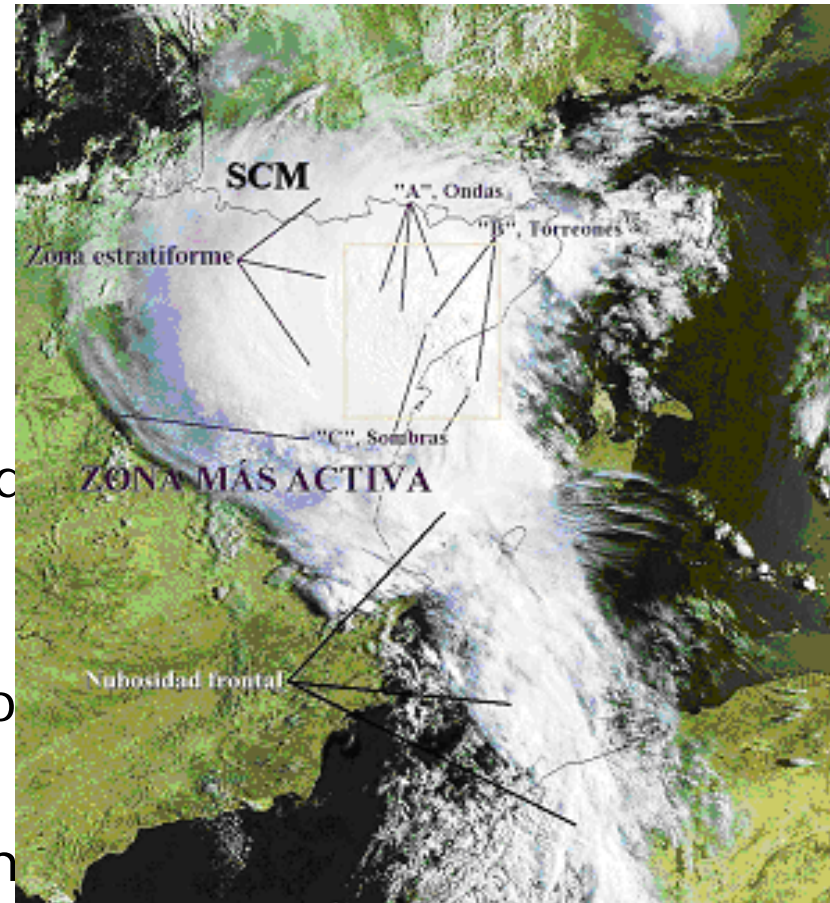
□ Tormentas multicelulares

- Cada célula persiste 55 minutos; el intervalo entre la formación de células sucesivas es de 15 minutos; durante un ciclo de vida, se forman alrededor de 30 células singulares.
- Esta secuencia de fenómenos se repite durante varias horas: la perturbación se autopropaga.
- Su evolución termina cuando las condiciones a escala sinóptica impiden su propagación

TORMENTAS

□ Conjuntos convectivos a mesoescala

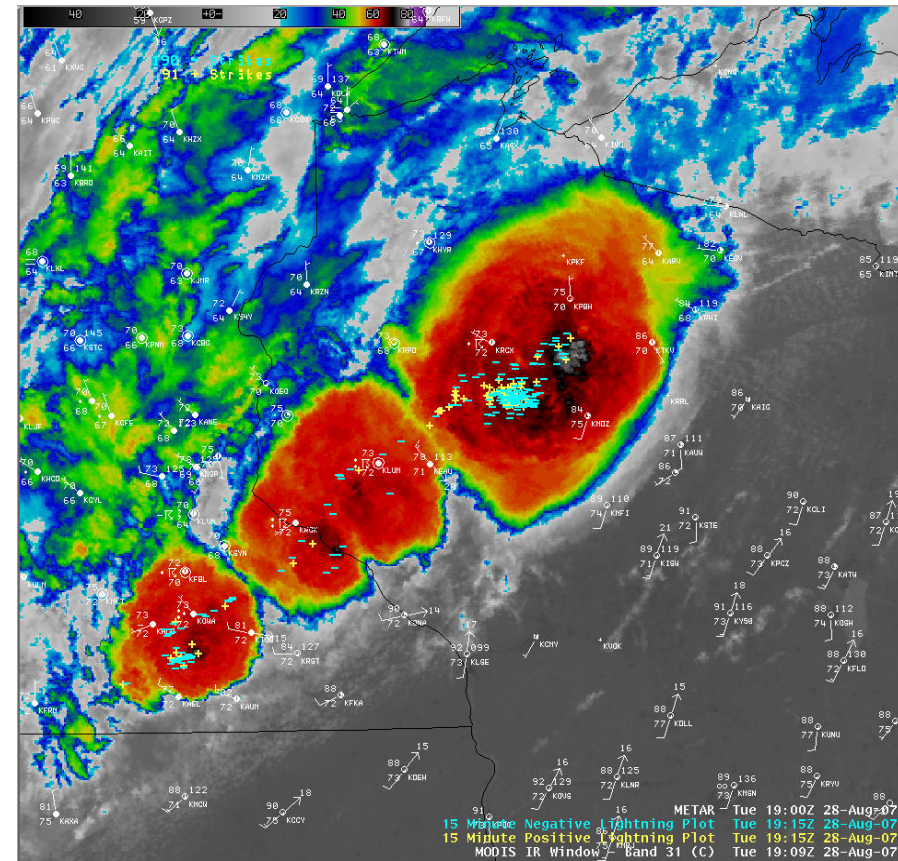
- Agrupaciones casi circulares de sistemas convectivos
- Cubren grandes áreas, sobre todo durante la estación cálida,
- Producto de la coalescencia de núcleos de menor tamaño, a favor de ciertas condiciones sinópticas
- Alto grado de organización interna, ciclo de vida propio, pudiendo, incluso, interactuar con el entorno.



TORMENTAS

□ Conjuntos convectivos a mesoescala

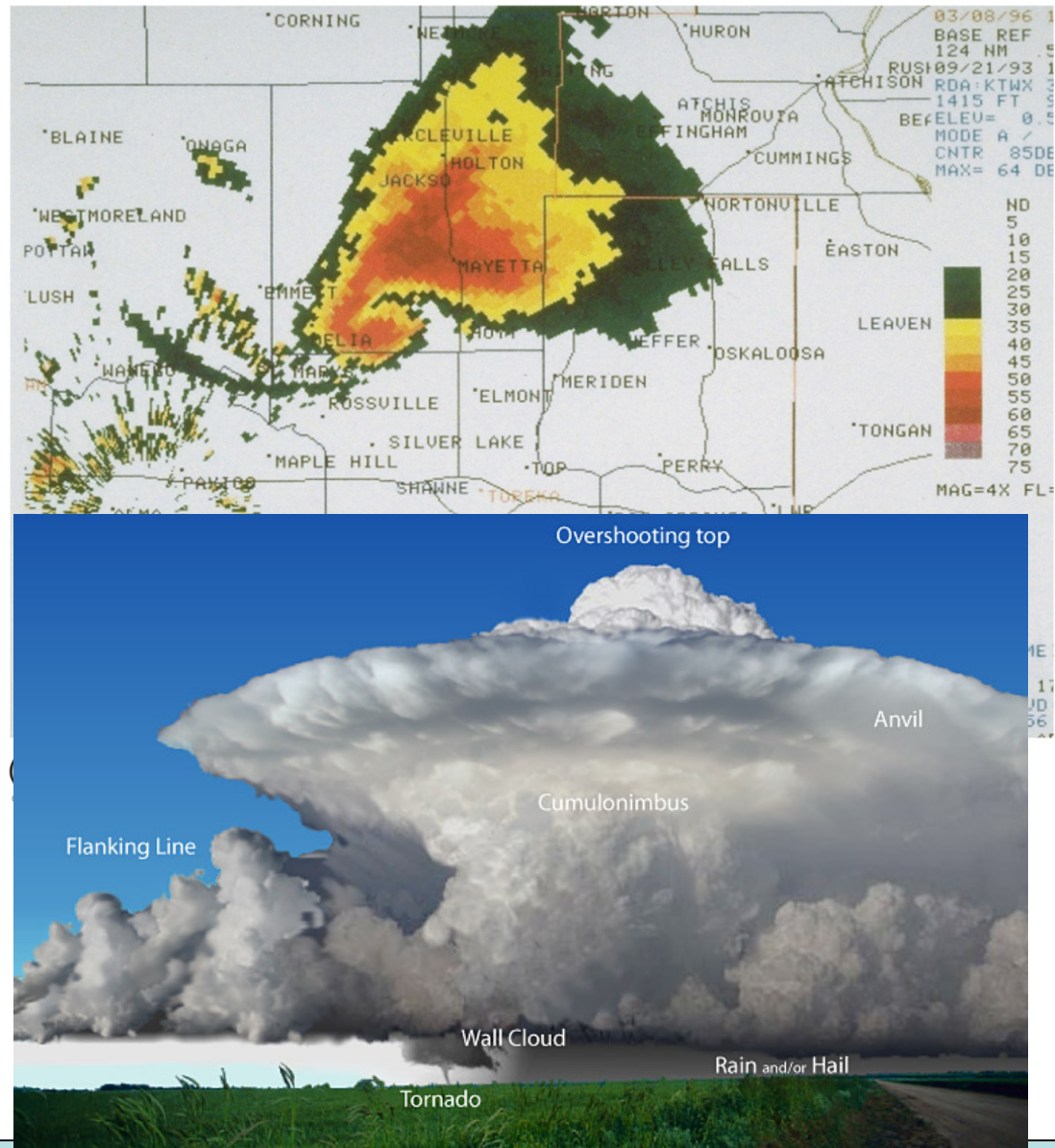
- La distribución de las precipitaciones es irregular tanto en el espacio como en el tiempo: focos de máxima concentración (hasta 300 mm/24 horas)
- Una de las mayores fuentes de rayos del planeta



TORMENTAS

□ Supercélulas

- Célula en el estado maduro de una tormenta multicelular
- Diferencias en estructura interna y propagación: circulación interna organizada, con alimentación permanente desde las capas inferiores y expansión continua en altura.



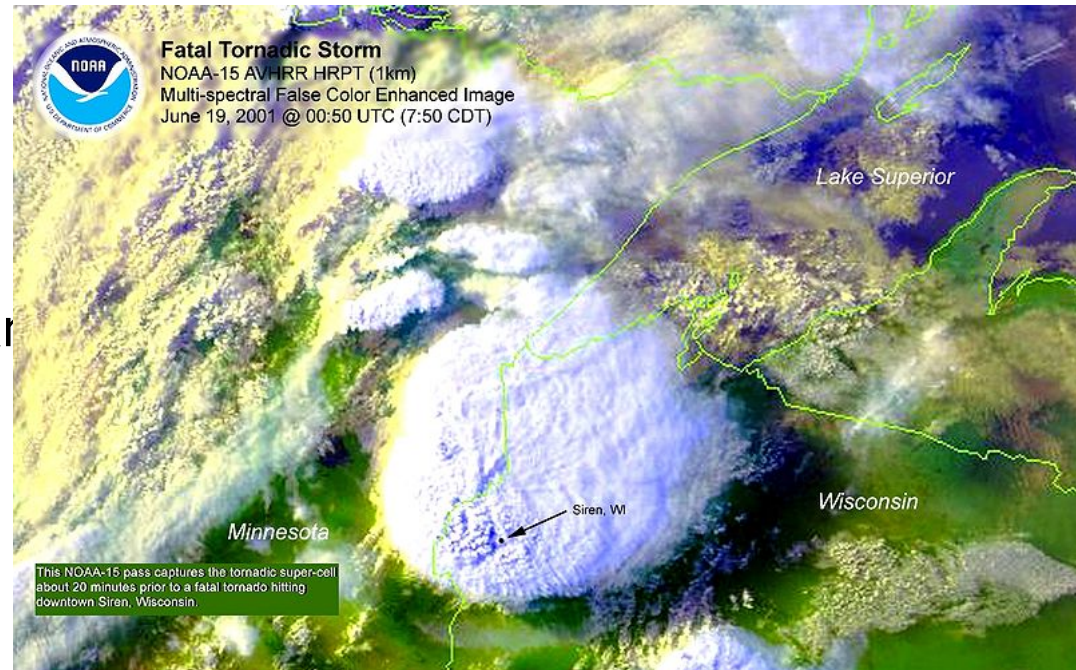
TIEMPOS Y CLIMAS EXTREMOS

4º Curso ESPECIALIDADES

TORMENTAS

□ Supercélulas

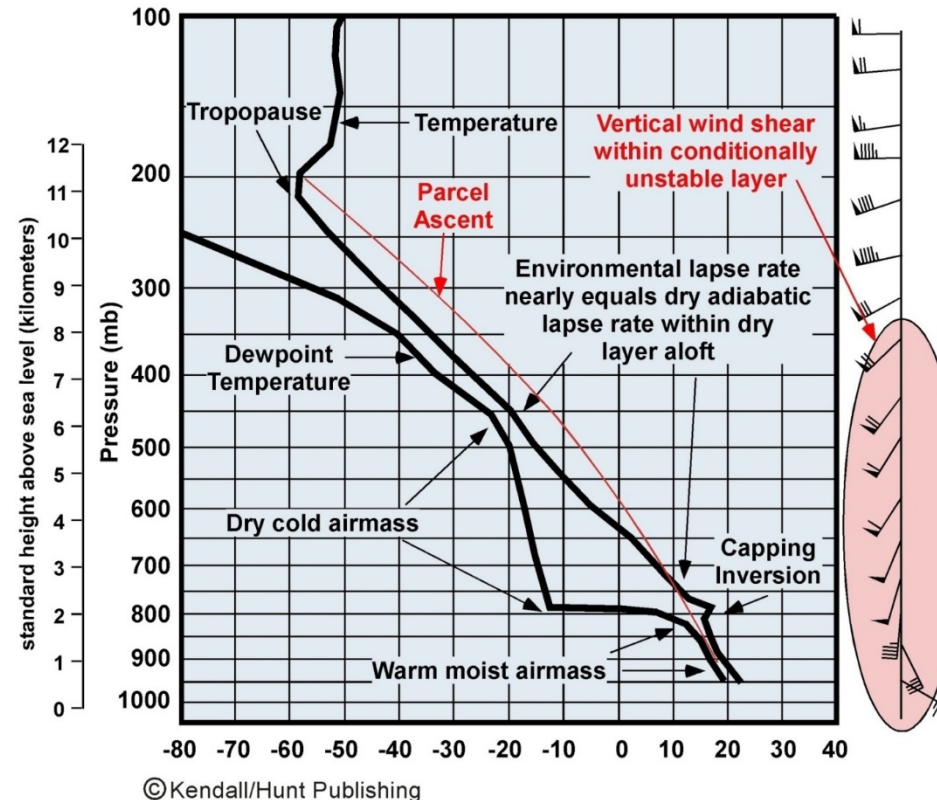
- Movimiento hacia la derecha del viento en la troposfera media (en el hemisferio N)
- Gran tamaño (20 a 30 km de diámetro) y forma variable (circular o elíptica), estabilizándose durante varias horas.
- Precipitaciones muy intensas, pero localizadas



TORMENTAS

□ Supercélulas

- Condiciones para su formación:
 - Inestabilidad → aire cálido y húmedo debajo, frío y seco encima, separadas por inversión térmica.
 - Convergencia en superficie y divergencia en altura.
 - Vientos muy fuertes bajo la nube (> a 10 m/s) y cizalladura en la capa de nubes.

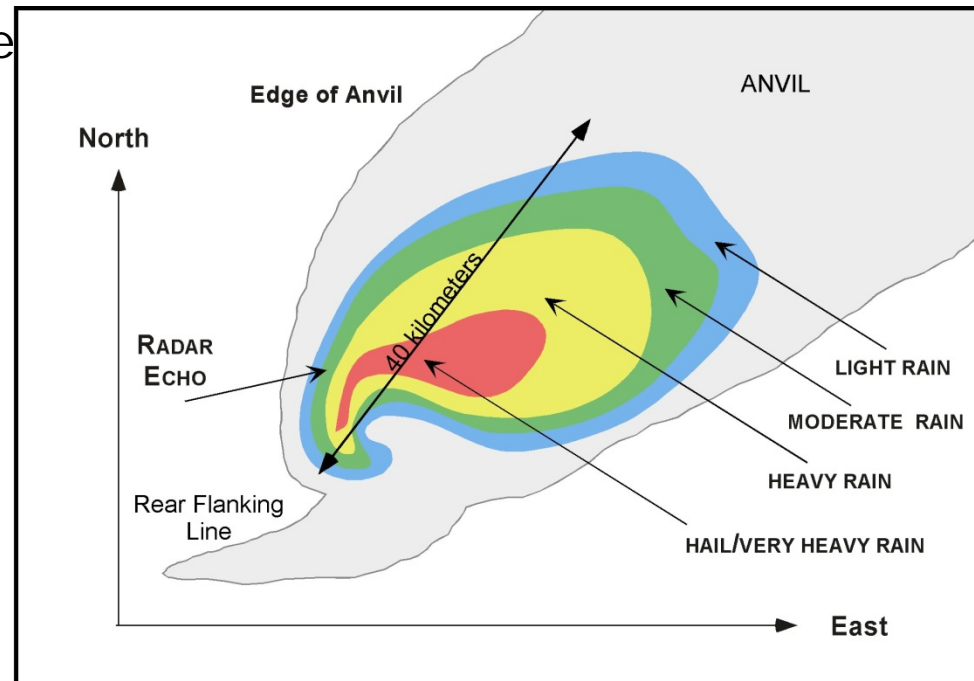
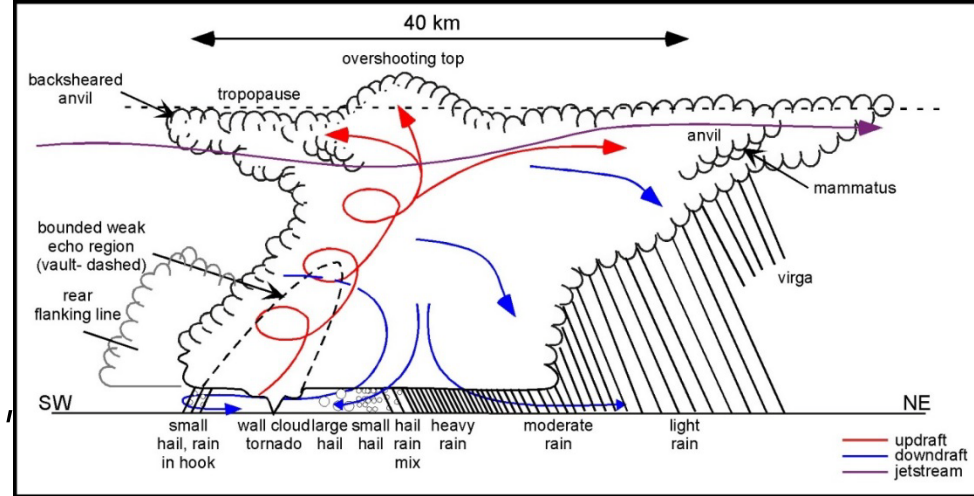


TORMENTAS

□ Supercélulas

- Precipitaciones muy intensas, sólidas o líquidas

- La precipitación en el borde de ataque (anvil) se puede evaporar en el aire seco inferior, formado "virgas!".
- Distribución en zonas: al SW, una línea convectiva ("rear flanking line") con precipitación intensa (granizo), disminuyendo hacia el NE)



©Kendall/Hunt Publishing

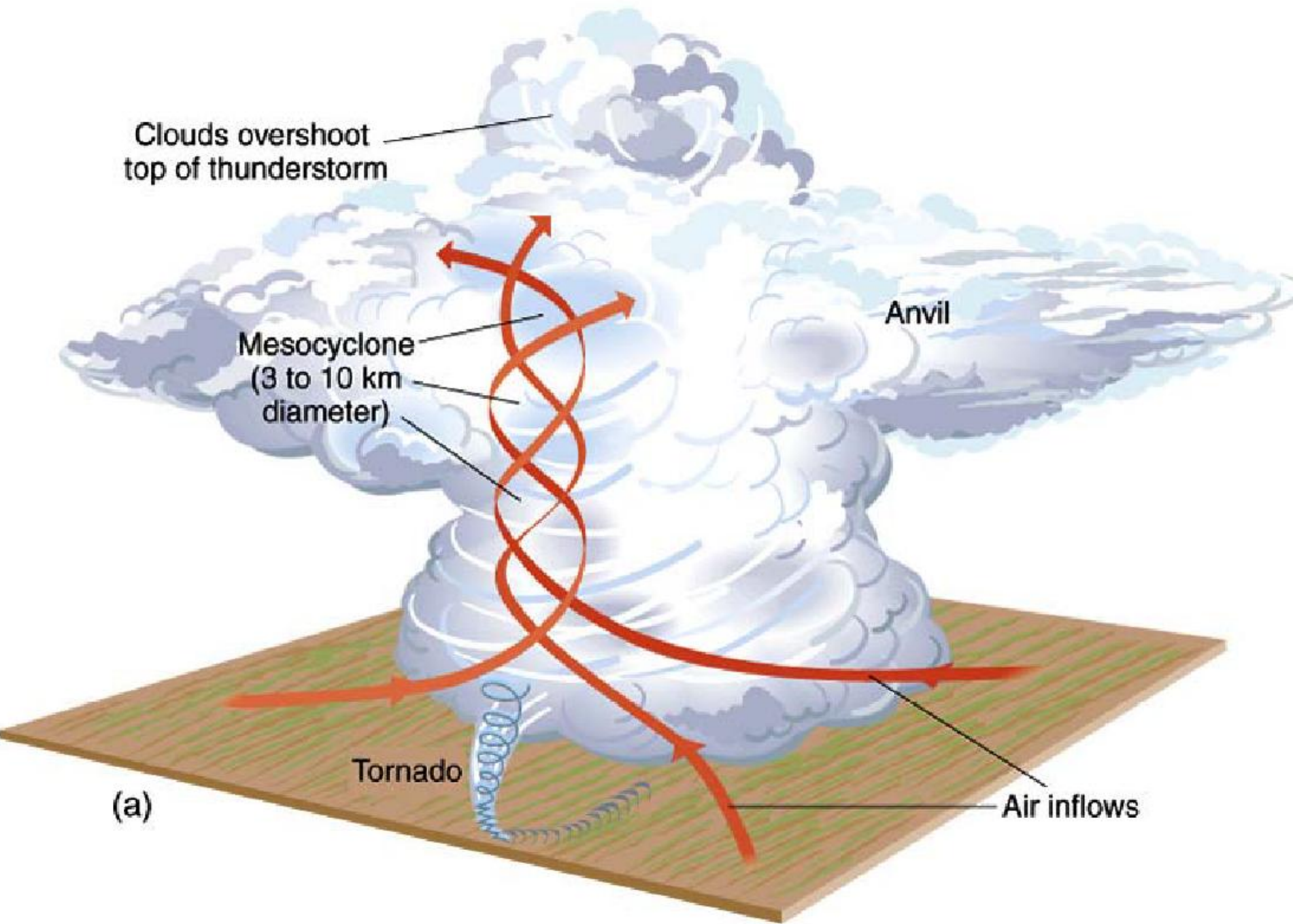
TIEMPOS Y CLIMAS EXTREMOS

4º Curso ESPECIALIDADES

TORNADOS

□ Características generales

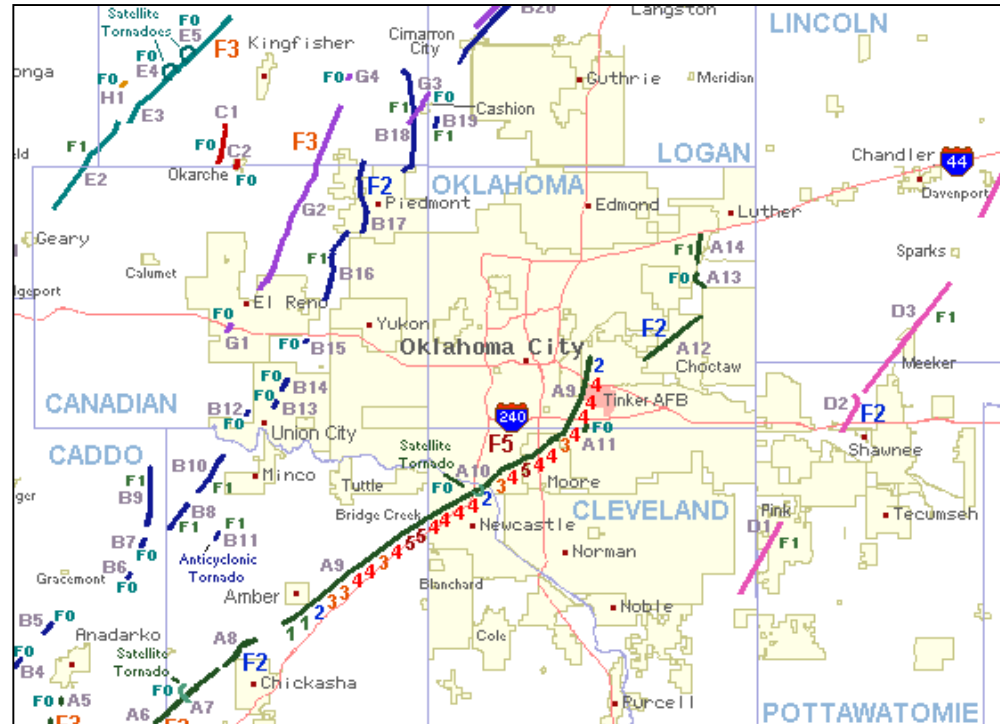
- Del español tornar, girar (en mar trompa, bomba o manga) → “twister”
- Perturbación mesoescalar que por su violencia y peligrosidad, es considerado el fenómeno atmosférico de mayor capacidad destructiva
- Acompañan a manifestaciones convectivas como las supercélulas → última fase de concentración de energía cinética y giro ciclónico



TORNADOS

□ Características generales

- Duración: unas pocas horas (normal decena de minutos), aunque aparecen en familias
- Trayectoria: errática, siguiendo a la nube madre, predominando la componente SW-NE.
- Distancia recorrida: 10-100 km, con una anchura de 100 a 2 km



- Velocidad: variable (hasta 200 km/h), condicionada por la de los chorros en niveles bajos,

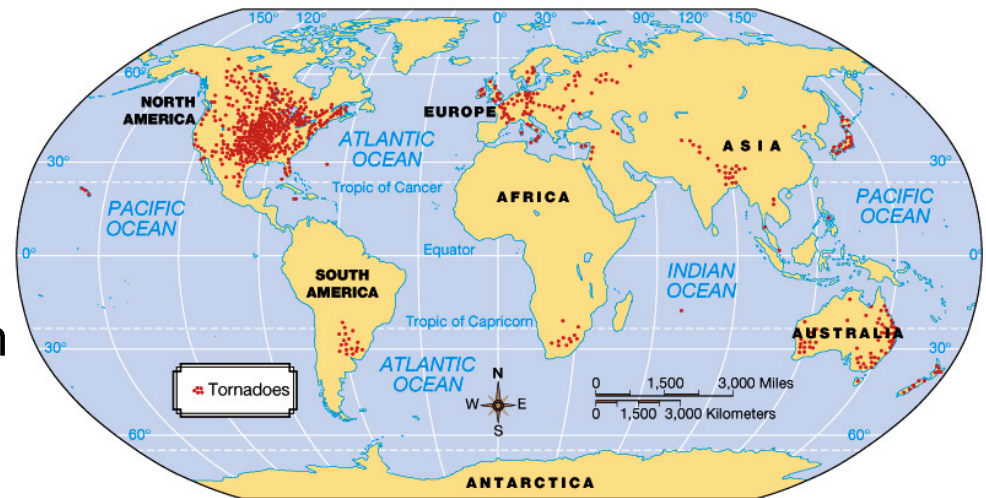


May 4, 2003
Photo Courtesy: Larry Gonnello, KCFD

TORNADOS

□ Distribución espacial

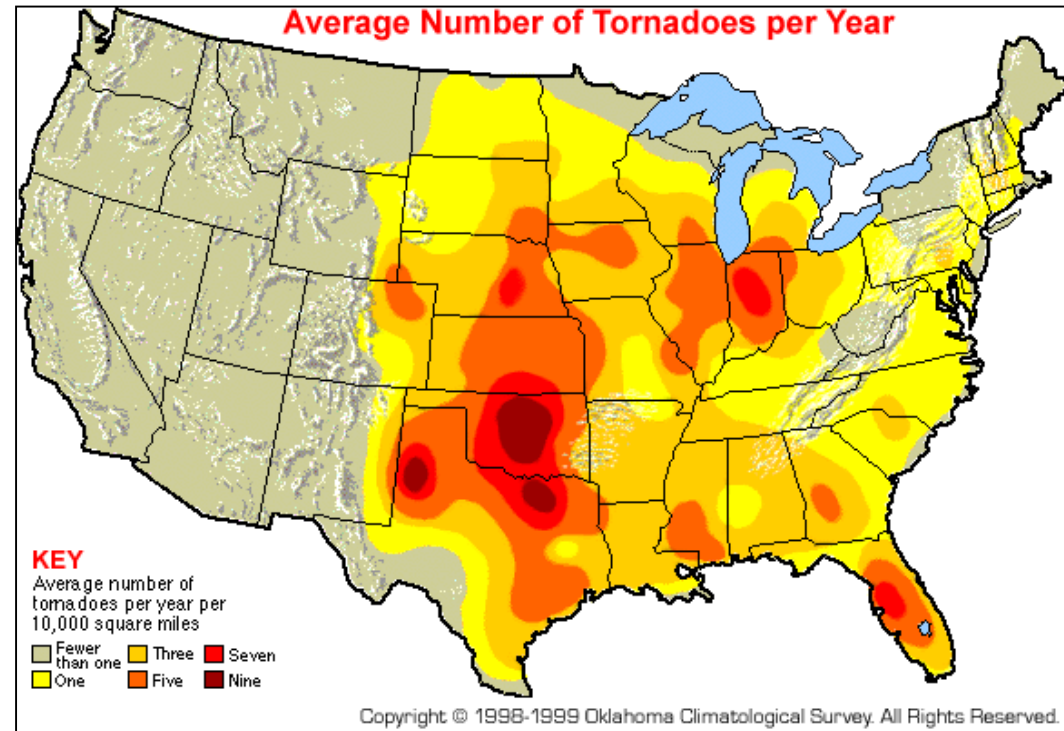
- Domina en zonas llanas (mínima fricción) de latitudes subtropicales, cálidas y secas (disponibilidad de energía para su transformación en calor sensible y convección)
- Sudáfrica, Australia, N de la India, Argentina-Uruguay.



TORNADOS

□ Distribución espacial

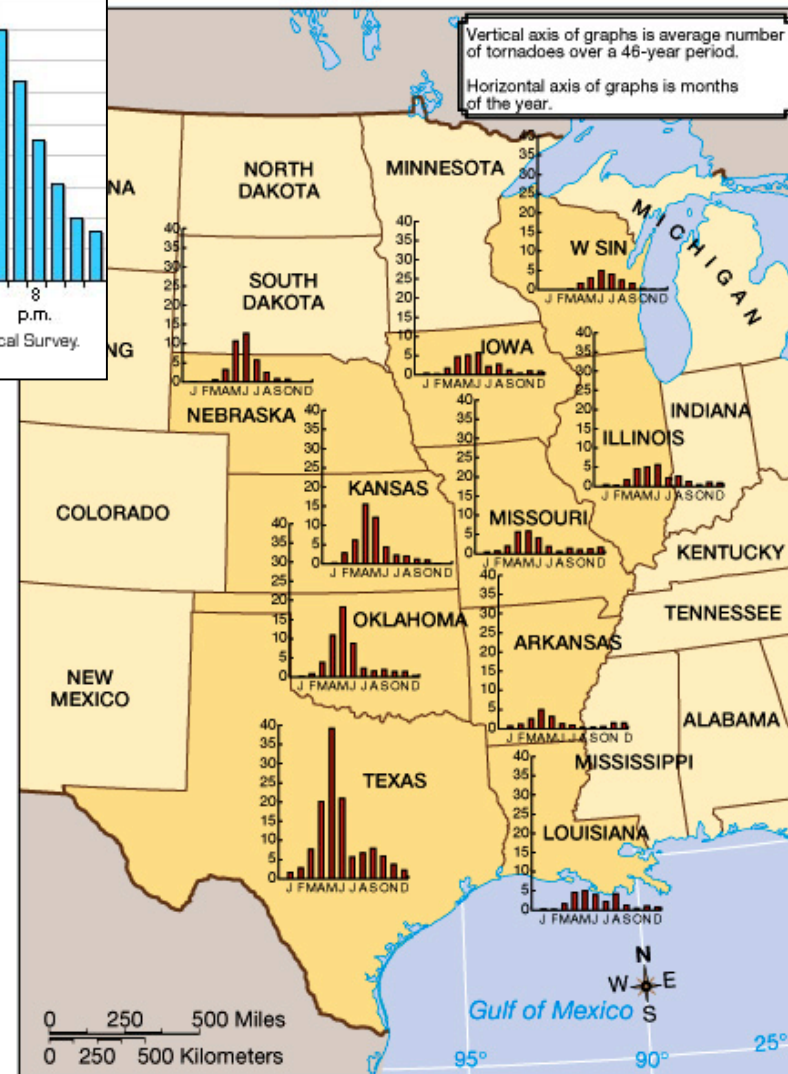
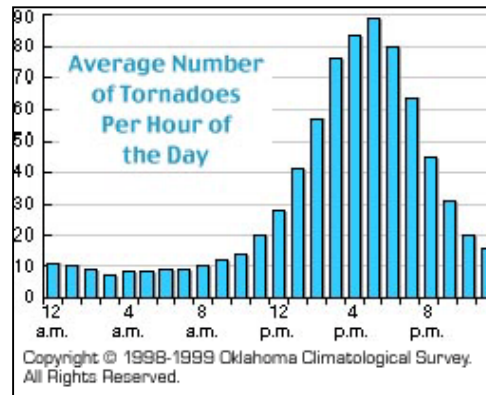
- EEUU (> 800 tornados anuales).
Causa: (gran densidad de instrumentos)
convergencia de air Tm (Golfo de Méjico) y Pm (Pacífico) o Tc (desiertos)



TORNADOS

□ Distribución temporal

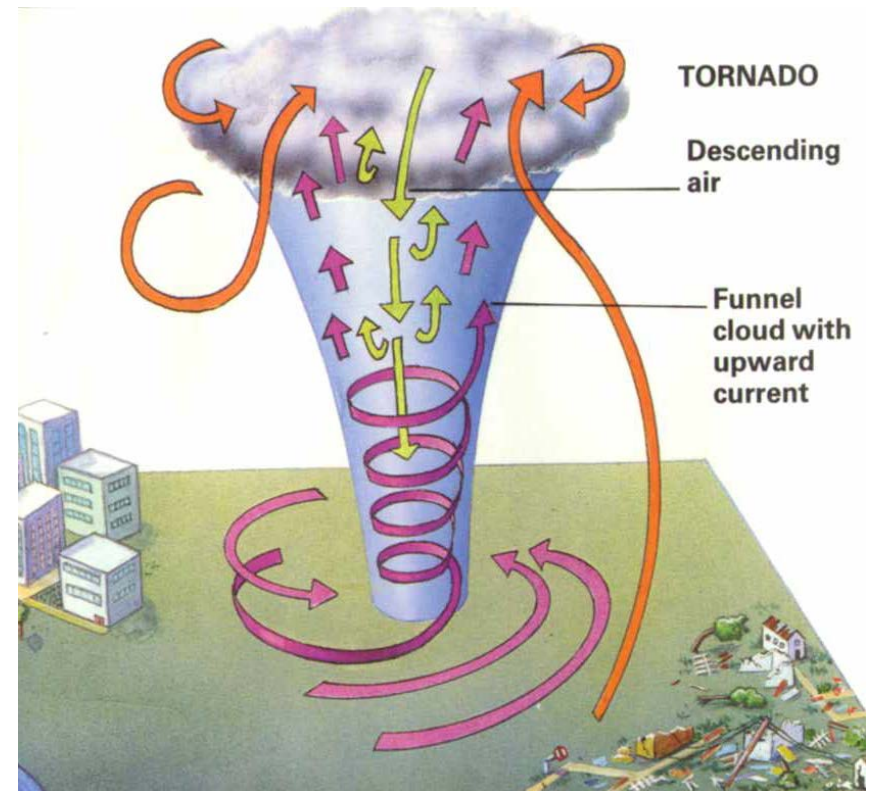
- Primavera y comienzo del verano: superficie continental caliente por la alta insolación, masas de aire en altura aún frías
- Fenómeno vespertino: el calentamiento de la superficie terrestre favorece los movimientos ascendentes



TORNADOS

□ Estructura

- Núcleo:
 - Presión muy baja → gradiente presión 25/30 hPa, en ocasiones hasta 200 hPa (implosión estructuras)
 - Rotación en sentido ciclónico a gran velocidad (entre 160 y 450 km/h)P



TORNADOS

□ Estructura

- Manga:
 - Embudo desde la base de un cumulonimbo hasta el suelo
 - Color oscuro o negro (humedad, polvo y escombros levantados del suelo por las corrientes ascendentes)
 - Puede separarse momentáneamente del suelo
 - Diámetro: hasta un centenar de metros



TORNADOS

□ Mecanismos

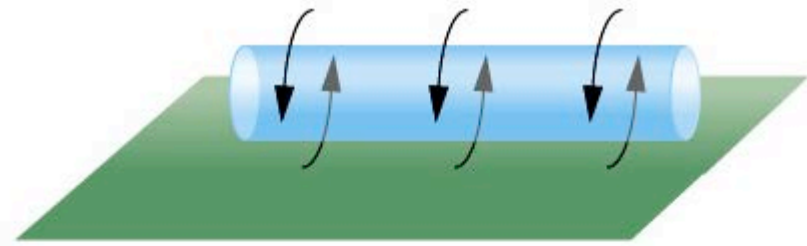
- 80 % perturbaciones extratropicales (frentes fríos); en ocasiones flanco NE de un huracán
- Lado posterior de una “supercélula” (movimientos ascendentes bruscos)
- Contrastes en:
 - Movimiento del aire (cizalladura en velocidad y en dirección: corriente en chorro de bajos niveles o ramales de la misma)
 - Las masas de aire cálido y húmedo en los niveles bajos, seco y frío en altura
 - Elevada vorticidad en la columna atmosférica (vaguada en altitud)
 - Fuerte torbellino persistente que, desde un punto central, se transmite a la totalidad de la tormenta



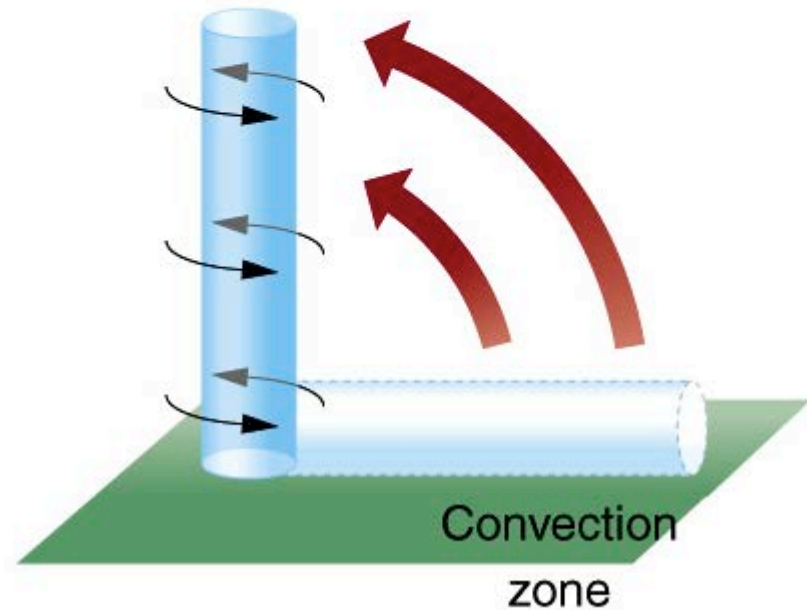
TORNADOS

□ Mecanismos

- Génesis
 - Creación de un mesociclón (región de 1,5-5 kilómetros de radio en el seno de la supercélula) que comienza a girar horizontalmente
 - En su borde SW se forman embudos verticales que alcanzan el suelo



(a)



(b)

TORNADOS

□ Intensidad

- Escala Fujita: clasifica tornados según la velocidad del viento y su capacidad destructiva:
- De F0 a F5.
- La mayor parte de los tornados que aparecen pertenecen a las clases F0 y F1 (National Severe Storms Forecast Center); sólo uno al año pertenece a F5

Table 11-2 Fujita Intensity Scale

| Intensity | Wind Speed (km/hr) | Wind Speed (mph) | Typical Amount of Damage |
|-----------|--------------------|------------------|--|
| F0 | < 116 | < 72 | Light: Broken branches, shallow trees uprooted, damaged signs and chimneys. |
| F1 | 116–180 | 72–112 | Moderate: Damage to roofs, moving autos swept off road, mobile homes overturned. |
| F2 | 181–253 | 113–157 | Considerable: Roofs torn off homes, mobile homes completely destroyed, large trees uprooted. |
| F3 | 254–332 | 158–206 | Severe: Trains overturned, roofs and walls torn off well-constructed houses. |
| F4 | 333–419 | 207–260 | Devastating: Frame houses completely destroyed, cars picked up and blown downwind. |
| F5 | 420–512 | 261–318 | Incredible: Steel-reinforced concrete structures badly damaged. |
| F6 | >513 | >319 | Inconceivable: Might possibly occur in small part of an F4 or F5 tornado. It would be difficult to identify the damage done specifically by these winds, as it would be indistinguishable from that of the main body of the tornado. |

All aspects of a Deltec home are ingeniously designed to work as a system, making it the smartest home you can build for high wind areas.

A. SHAPE

Aerodynamic circular building envelope works with nature, not against it

1. Wind can't build up enough pressure on any side to cause a structural failure
2. Reinforced clear span roof is at optimum pitch (6/12) for wind deflection and reduced lift
3. Circular structure transfers environmental loads most efficiently, with a high degree of redundancy providing extra resilience and performance during critical events



B. ENGINEERING

Creating a building envelope to resist high wind and provide safety to its occupants

4. Radial truss array in roof and floors work like spokes on a wheel
5. Potential energy from sustained winds is dispersed throughout the structure instead of building up in a single area

C. MATERIAL EXCELLENCE

Merging superior materials with a superior design results in a stronger and more durable structure

6. Machine rated 2400 psi framing lumber used in trusses and walls is twice as strong as typical framing material
7. Five Ply 5/8" plywood sheathing used instead of OSB on exterior walls, roof and floors strengthens the home and prevents flying debris from penetrating the structural envelope of the home
8. Reinforced windows with impact glass prevent wind and water from entering the home

E. SUSTAINABILITY

Utilizing products and construction techniques that enhance livability in the event of a prolonged power outage

12. Solar water heater provides uninterrupted hot water
13. Enhanced insulation maintains a more balanced temperature inside the home
14. High wind rated reflective metal roofs helps reduce radiant heat gain in the home
15. Passive solar design helps heat and cool the building through appropriate shading and window placement

D. CONNECTIONS

Emphasis on maintaining continuous load paths and strong connections between the roof, exterior walls, floor systems and foundation

9. Oversized truss hangers keep roof system anchored to walls
10. Walls have multiple construction ties to the floor system for structural stability and to transfer shear forces
11. Continuous metal strapping from roof trusses to foundation helps maintain structural stability