Universitat de Barcelona

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

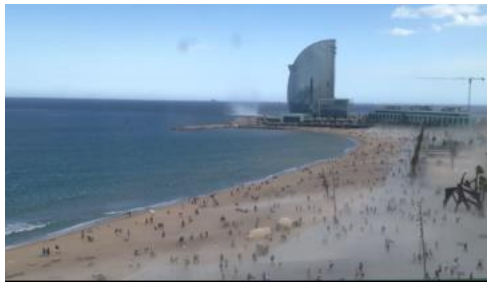
Riesgos climáticos:

TORNADOS I VENTS SIMILITORNÀDICS

I

Joan Arús Dumenjó
Analista Predictor GPV Barcelona
Predictor ACC Gavà AEMet

??????????????????????????



??????????????????????

https://youtu.be/xrHEqu26dYI

Tornados - Straight-line winds

- Tornados, mànegues i fiblons
- Esclafits (*reventones*, *downbursts*)
  - Secs, humits i càlids (*heatbursts*)
- Línia turbonada (*squall line*) i *bow-echoes*
- Derechos "day-ray-cho" or “Miniderechos”
- *Severe* **downslope windstorm** *(*Esclafits No-convectius)

II.2.4.- IDENTIFICACIÓN DE FACTORES ASOCIADOS CON VIENTOS FUERTES EN SUPERFICIE

Los vientos fuertes en superficie no tornádicos de origen convectivo están asociados, generalmente, con el microfrente de racha que ocurre en la base de la corriente descendente. Las corrientes descendentes fuertes son conocidas como 'downburst', mientras que los 'microburst' son aquellos que no se extienden más de 4 Km de diámetro sobre la superficie.

Los ingredientes necesarios para este tipo de fenómenos son aquellos que inician y sostienen fuertes corrientes descendentes (Johns and Doswell, 1992):

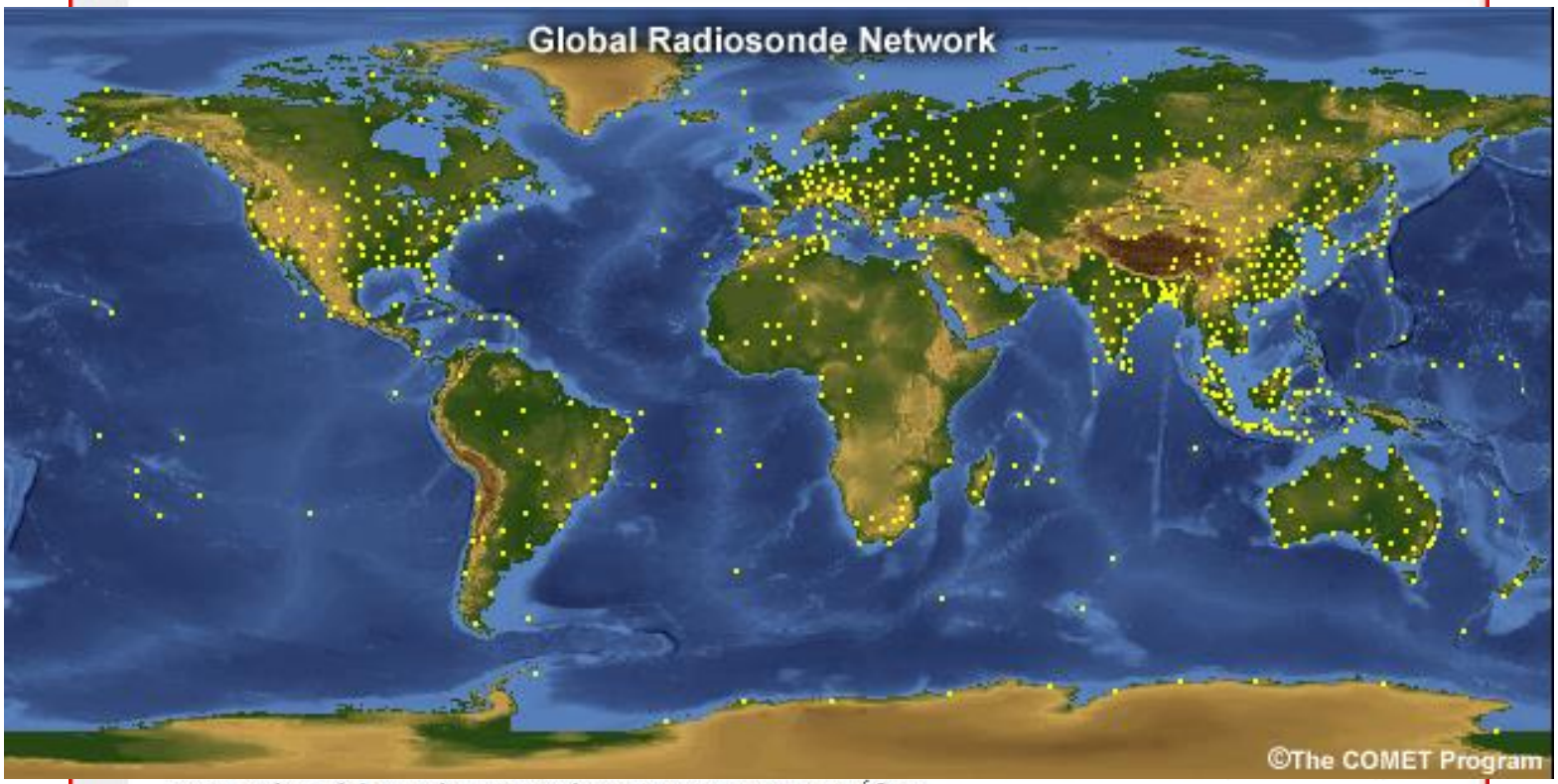
- **La cantidad de agua liquida por unidad de volumen (el peso del agua condensada), que realza el descenso de la burbuja.**
- **La flotabilidad negativa debida al enfriamiento por evaporación**, que aparece cuando la precipitación cae a través de una capa de aire no saturada (la presencia de capas secas en niveles medios-bajos favorece el enfriamiento por evaporación). El enfriamiento, además, puede ser realzado por:
    - **mayor contenido de agua líquida por unidad de volumen** (mayor cantidad de agua disponible para la evaporación)
    - **pequeño tamaño de las gotas** (mayor evaporación)
    - **un fuete gradiente vertical de temperatura**, que mantiene la flotabilidad negativa según va descendiendo la burbuja

https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/tephigram_es/index.htm

Dominio del tefigrama

Producido por The COMET® Program

Tabla de contenido

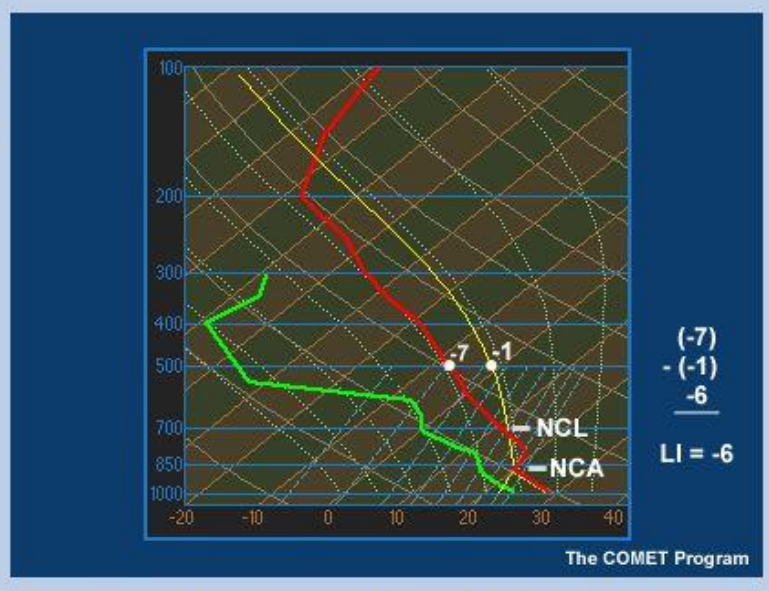


otros países del mundo, especialmente en Europa y en África.

https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape103.mp4

4. El índice de elevación

El índice de elevación (LI) es un parámetro simple que permite caracterizar la cantidad de inestabilidad en un ambiente dado. El índice de elevación se calcula elevando una parcela de aire representativa desde la superficie hasta su NCL siguiendo la adiabática seca, y luego hasta un nivel en altura, que a menudo es el de 500 hPa, siguiendo la adiabática húmeda. Luego restamos la temperatura de la parcela elevada de la temperatura observada en ese nivel.

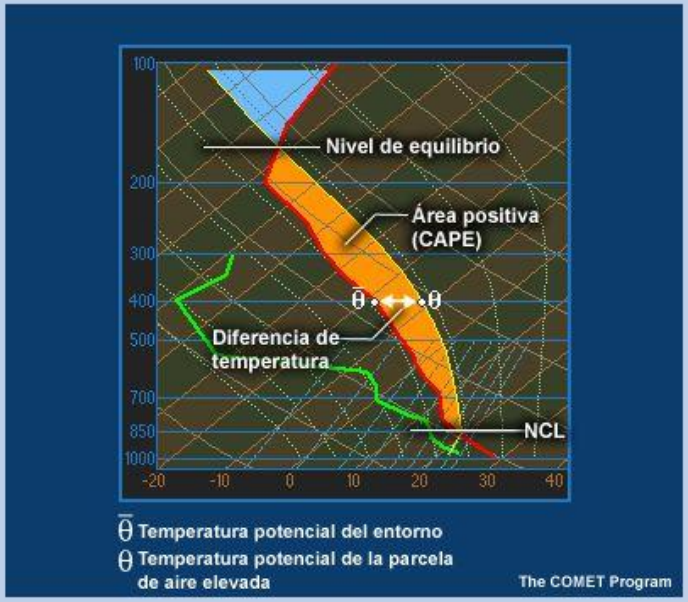


Cuando la parcela que ha sido elevada es más fría que el ambiente en el nivel de 500 hPa, el valor de LI es positivo, las condiciones de empuje hidrostático son negativas y la parcela desciende. A la inversa, cuando la parcela que ha sido elevada es más cálida que el ambiente en el nivel de 500 hPa, el valor de LI es negativo, las condiciones de empuje hidrostático son positivas y la parcela sigue ascendiendo. Un valor de LI menor que cero indica la existencia de un potencial para convección, y los valores inferiores a -4 aumentan el potencial de convección severa. Por ejemplo, durante los meses de primavera y verano, no es raro ver valores de -10 a -12 en las planicies centrales de los Estados Unidos.

El índice de elevación permite calcular fácilmente el potencial convectivo aproximado. No obstante, dado que se calcula solo para un nivel, en varias situaciones puede no representar adecuadamente el verdadero potencial convectivo. Por eso, los valores de LI no se deben usar sin haber referenciado un sondeo completo.

5. CAPE

Es posible obtener un cálculo estimado más completo de la energía hidrostática determinando la diferencia de temperatura entre la ruta de ascenso y el ambiente en todos los niveles entre el NCL y el nivel de equilibrio. La suma de todas estas diferencias de temperatura nos permite derivar un número igual al área positiva entre las dos curvas, como se ilustra en esta figura. Esta área brinda una medida de los efectos integrados de las diferencias de temperatura potencial entre la parcela ascendente y su ambiente. La medida cuantitativa de esta área positiva es la energía potencial convectiva disponible (CAPE, por la sigla del inglés *Convective Available Potential Energy*). La CAPE se mide en julios por kilogramo (J/kg). La mayoría de los programas de sondeo calculan el valor de CAPE.



Para calcular la energía potencial convectiva disponible, normalmente elevamos una parcela que refleja los valores medios de temperatura y humedad del nivel de 50 a 100 hPa inferior. Esta capa representa las condiciones medias de calor y humedad que alimentan las tormentas convectivas.

La CAPE ambiental para tormentas convectivas a menudo está en el rango de 1000 a 2000 J/kg, aunque pueden darse valores en exceso de 5000 J/kg.

Recuerde que el valor de CAPE siempre se debe utilizar junto con un sondeo completo, para vigilar la intensidad de las inversiones en los niveles inferiores y la posición del nivel de convección libre, así como otros factores relacionados con la distribución vertical de la CAPE que también pueden modular la convección.

6. La ecuación Wmáx

$$W_{máx} = \sqrt{2\ CAPE}$$

Si CAPE = 2000:

$$W_{máx} = \sqrt{2\ (2000)}$$
$$= \sqrt{4000}$$
$$= 63{,}2\ m/s$$

Compensando un factor de sobreestimación del doble:

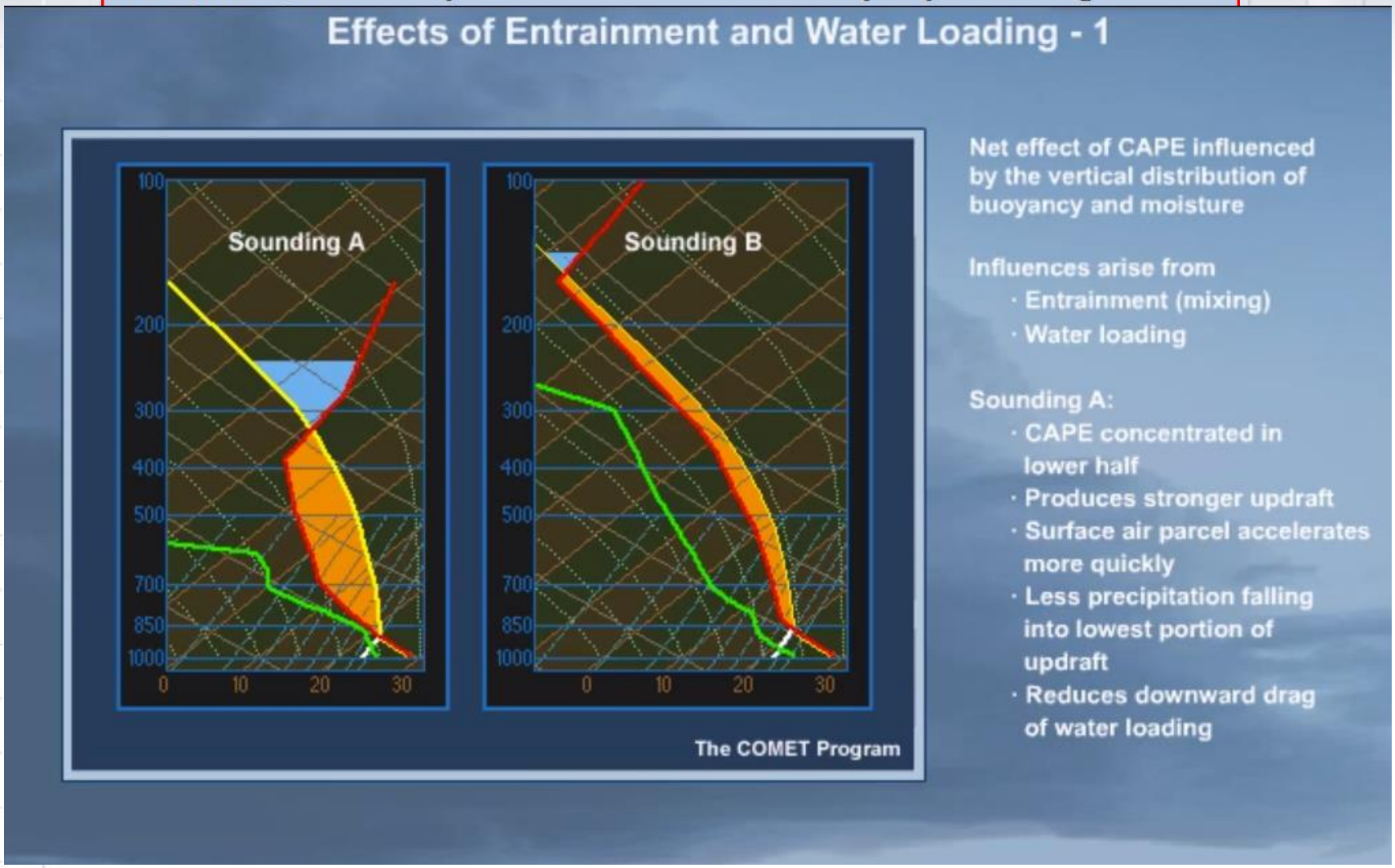
$$= 31{,}6\ m/s\ (\sim 65\ nudos)$$

The COMET Program

Un motivo por el cual la CAPE es un parámetro tan útil en meteorología es que está directamente relacionada con la velocidad máxima potencial de la corriente ascendente, Wmáx. Esta ecuación se deriva de una forma simplificada de la ecuación de momento vertical, ignorando los efectos de mezcla, el peso del agua condensada y la presión. Debido a estas simplificaciones, a menudo Wmáx sobreestima el valor real de la corriente ascendente por un factor de 2.

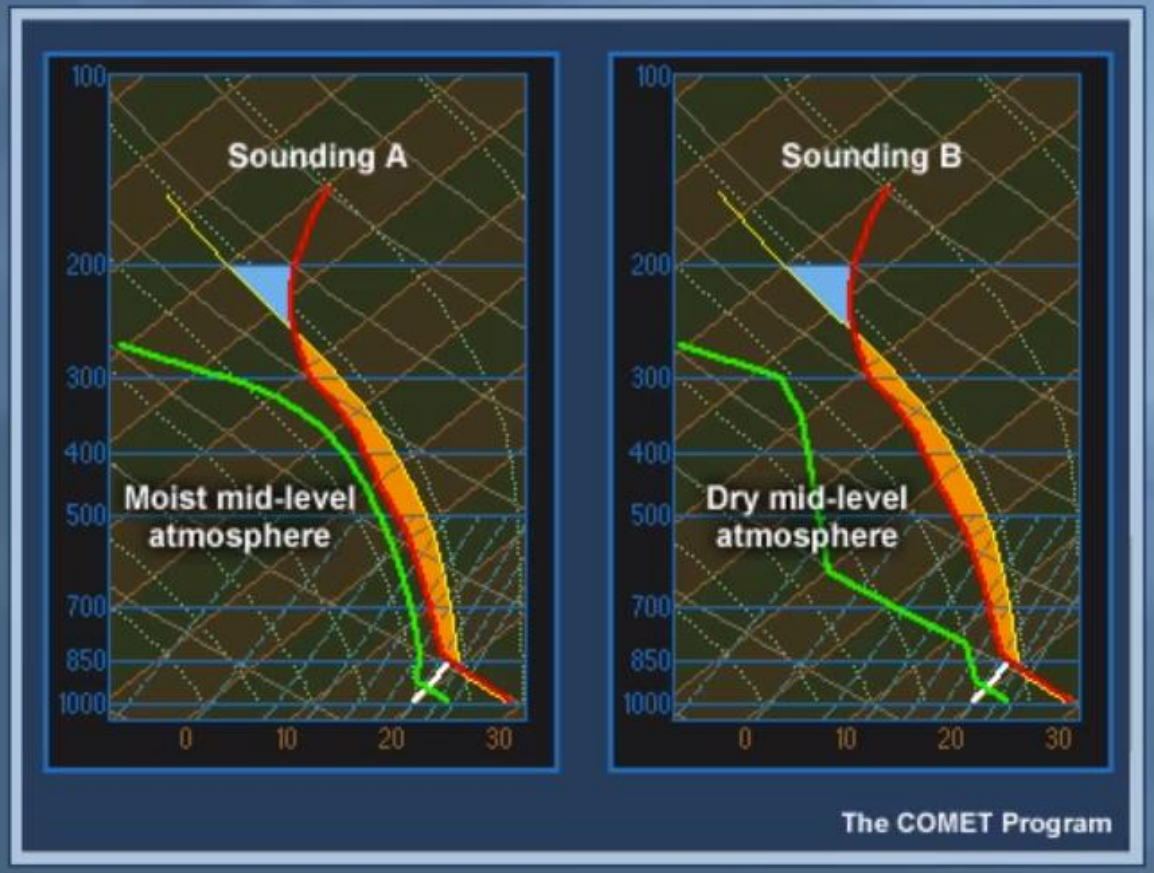
Con esta ecuación, un valor de CAPE relativamente alto de 2000 J/kg arroja un valor de Wmáx de 63,2 m/s; después de compensar por la sobreestimación, obtenemos un valor Wmáx más probable de 31,6 m/s (~65 nudos).

7. Efectos de la incorporación de aire ambiental y el peso del agua



https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape107.mp4

Effects of Entrainment and Water Loading - 2



Identical vertical profiles but Sounding B is drier

Sounding A: stronger updraft

Sounding B: stronger downdraft

Entrainment of dry mid-level air

- Reduces buoyancy, primarily through cooling
- Weakens updrafts
- Strengthens downdrafts

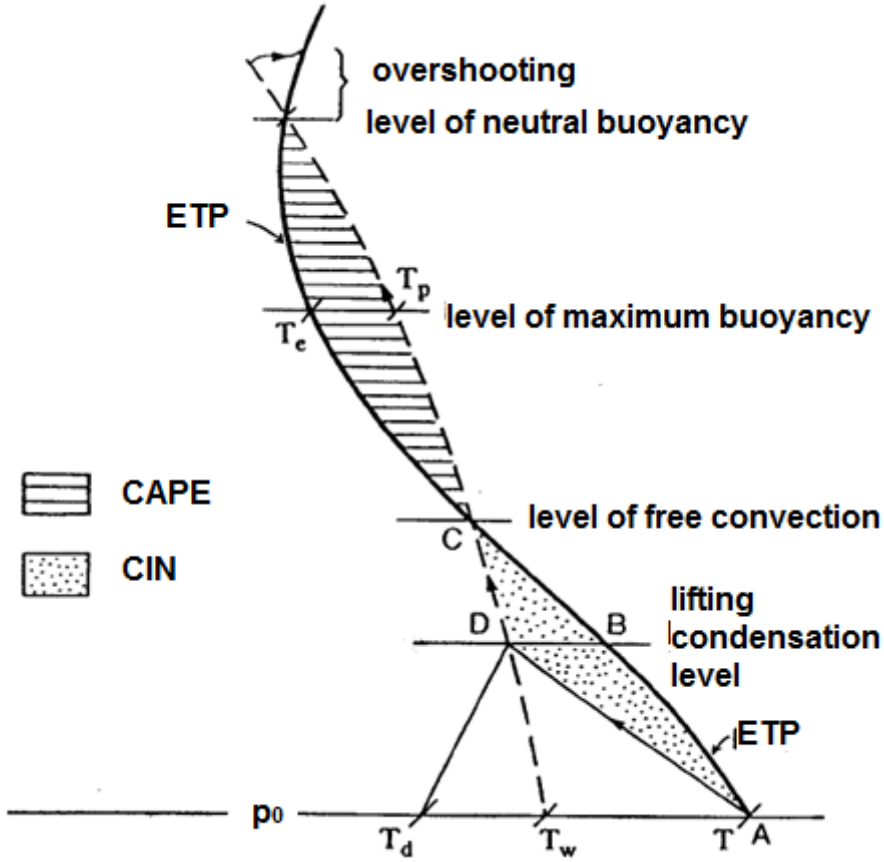
https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape108.mp4

9. Inhibición con

Hasta ahora hemos igno
inferiores, cuya intensida
Convective INhibition). E
alcance su nivel de conv
condiciones muy inestab
adicional para iniciar la co
mecanismos comunes c
niveles inferiores:

1. Calentamiento
2. Humectación
3. Ascenso de escala

En el caso del calentamie
temperatura en la superf
CAPE, sigue aumentando



atrapa los niveles
or la sigla del inglés
de la superficie
cluso cuando existen
algún mecanismo
a, hay tres
que atrapa los

vección mientras la
dad, medida por la

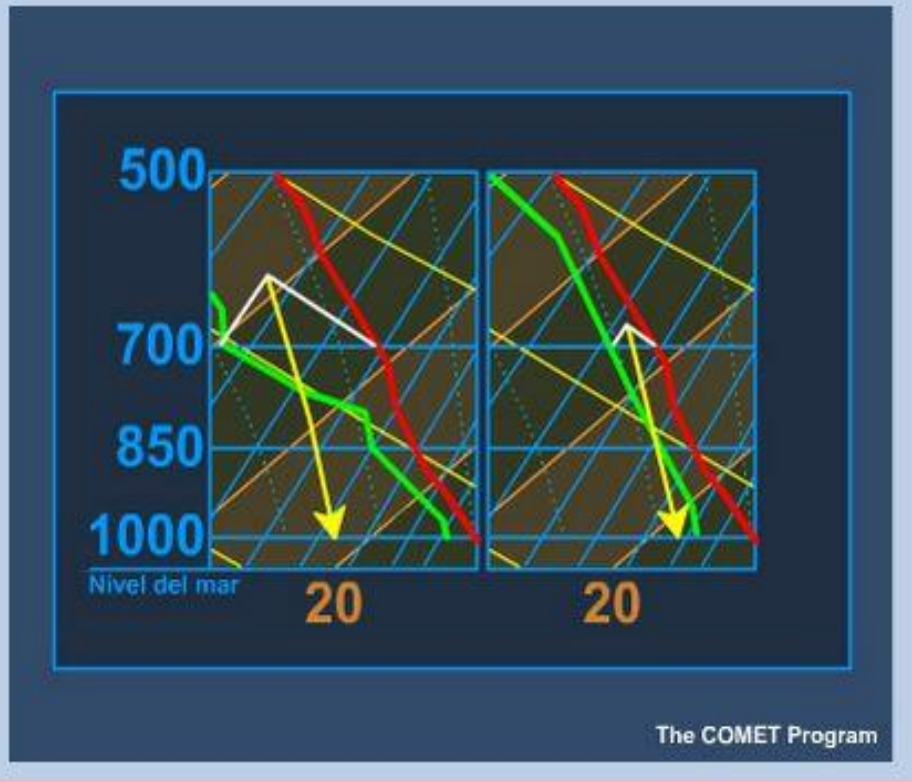
https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape109.mp4

https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape110.mp4

https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape111.mp4

Ejemplo 3

Si el aire en los niveles medios es húmedo, la temperatura potencial de bulbo húmedo será más alta y el enfriamiento potencial y la intensidad de la corriente descendente serán menores. Este sería el caso también si el aire de la corriente descendente se mezclara con el aire más cálido y húmedo de la corriente ascendente.



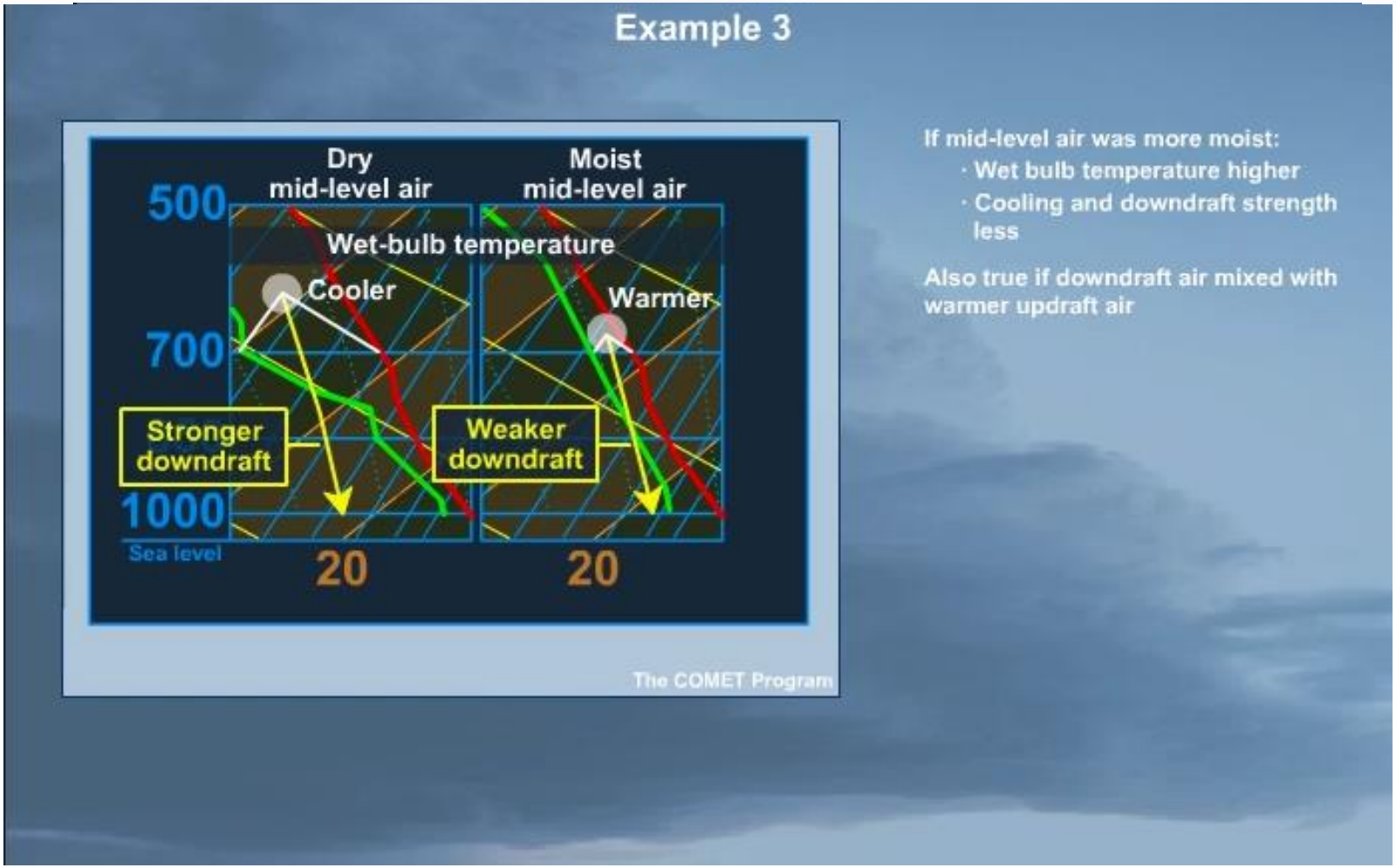
tanto, acelera hacia abajo.

El valor de DAPE, la energía potencial disponible para la corriente *descendente*, se puede calcular integrando las perturbaciones de temperatura negativa a lo largo de la ruta de la corriente descendente.

https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape112.mp4

https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape113.mp4

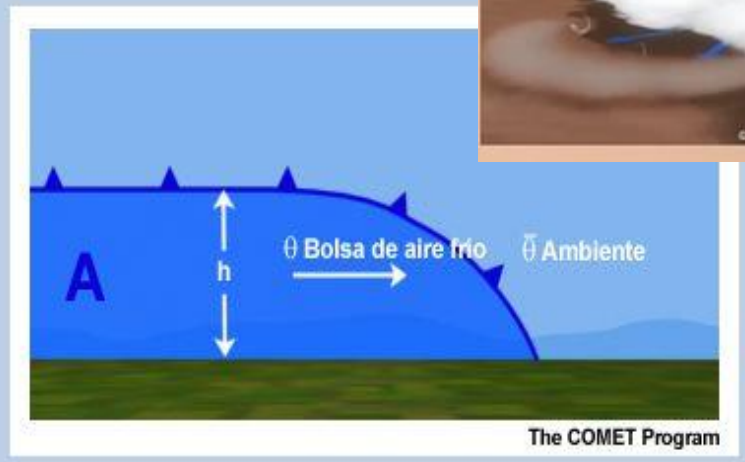
https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape113.mp4



https://www.meted.ucar.edu/mesoprim/cape/media/video/cape114.mp4

http://www.meted.ucar.edu/tropical/synoptic/local_storms/

14. Intensidad de la bolsa de aire frío

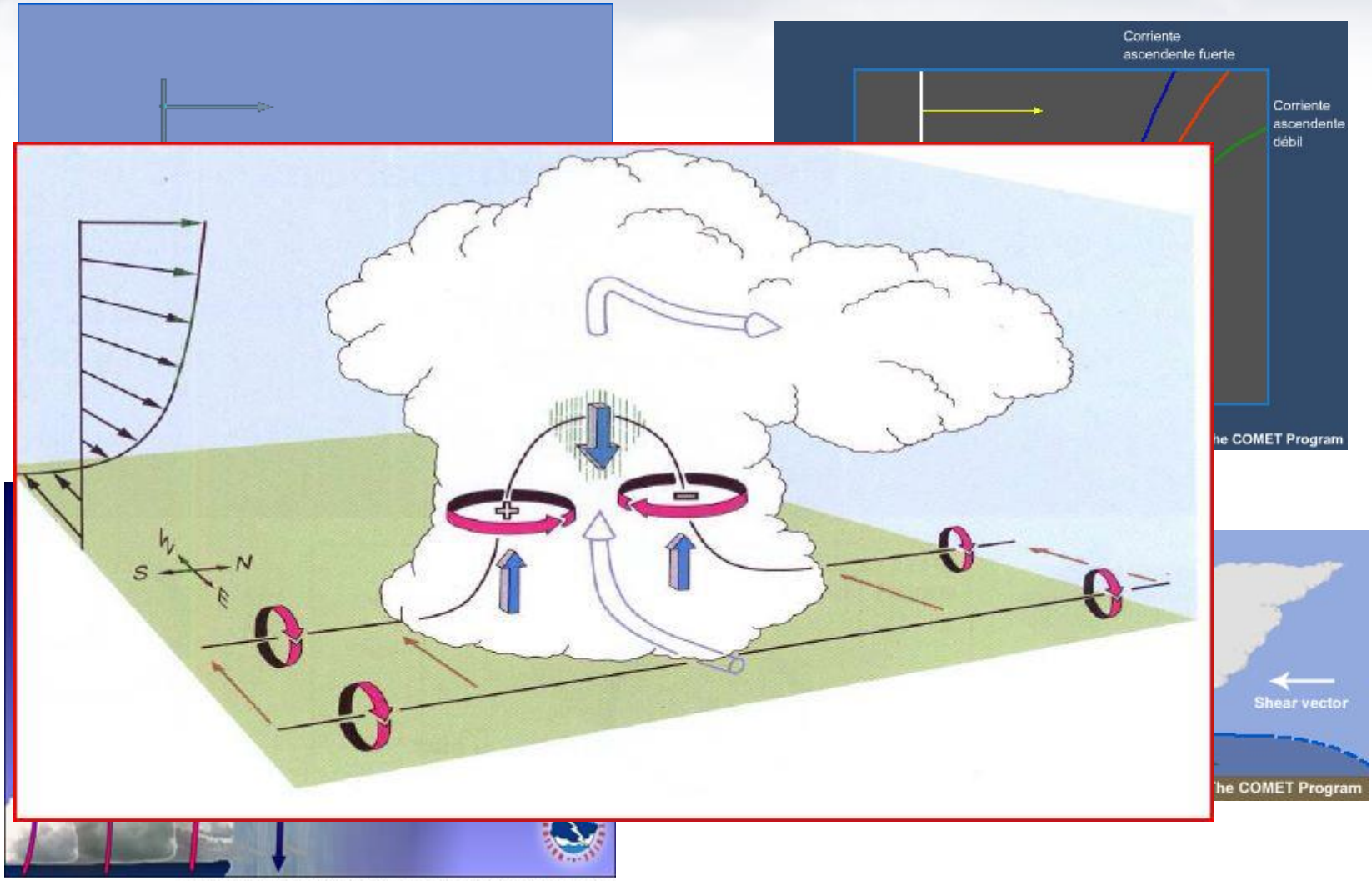


Aparte de contribuir directamente a la intensidad de la corriente descendente, los procesos evaporativos también contribuyen a la intensidad de la bolsa de aire frío en la superficie, lo cual determina en gran medida la fuerza de los vientos de superficie que salen de abajo de la tormenta.

La intensidad de una bolsa de aire frío y de las ráfagas de viento que produce está relacionada con la velocidad de propagación teórica de la bolsa de aire frío. A su vez, esta velocidad de propagación depende de dos factores: (1) la profundidad de la bolsa de aire frío y (2) su temperatura respecto del ambiente. Cuanto más profunda la bolsa de aire frío y cuanto mayor la diferencia de temperatura, tanto más alta la velocidad de los vientos.

La velocidad de propagación de la bolsa de aire frío y del frente de racha afecta a la longevidad de la tormenta o del sistema convectivo. Si la bolsa de aire frío se desplaza demasiado rápido y se adelanta a la tormenta, puede llegar a eliminar el suministro de aire cálido e inestable que había alimentado la tormenta.

Fonaments cisallament WIND SHEAR “CIZALLADURA”



http://www.srh.noaa.gov/jetstream/tstorms/tstrmtypes.htm

Sa

Bl
aa
w
Da
pp

ht
/2
de

htt
ht
a-

AME

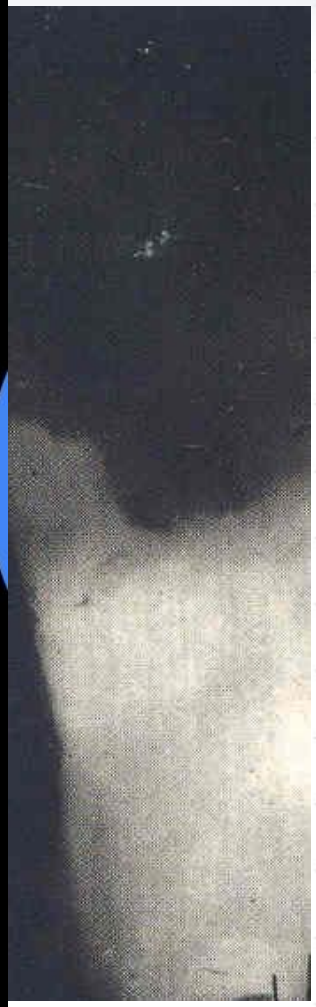
Las Trombas Marinas de Sant Feliu de Guíxols (2/IX/1965) y Málaga (8/III/1971):

ENTRE LAS MÁS MEDIÁTICAS DEL SIGLO XX (PARTE I)

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ[1], JUAN PÉREZ-RUBÍN[2], JOAN ARÚS[3]

El artículo, debido a su extensión, se publicará en dos partes en números consecutivos de Tiempo y Clima. En esta primera parte, tras una introducción con descripción de las fuentes históricas consultadas y el escenario climático de los años de ocurrencia de ambas trombas, se centra en la de Sant Feliu de Guíxols.

Paradójicamente, aunque ambos fenómenos excepcionales tuvieron en su día una destacada repercusión periodística nacional e internacional, no hemos encontrado referencias concretas a esas trombas en ninguna de las publicaciones periódicas del antiguo Servicio Meteorológico Nacional y los datos básicos divulgados actualmente son escasos y confusos. Hasta hace unos años, a pesar de evidencias documentales como las que aquí presentamos, no había conciencia general de la existencia de tornados en España, ni proyectos de AEMET para estudio de estos fenómenos. Los estudios sobre estos fenómenos surgieron de iniciativas personales, entre las que destaca el persistente y valioso trabajo realizado por Miquel Gayà durante años. Hoy en día, la intensa ocupación de la costa, la generalización de los seguros y, sobre todo, la abundante información gráfica de estos fenómenos recogida por los teléfonos móviles han cambiado completamente esta percepción y ha dado lugar a unos primeros estudios cli-



Hoinca, K.P., de Castro, M, 2005: A renaissance depiction of a Tornado. BAMS Vol 86 No 4, pp. 543-552 **1549-1551**

FIG. 3. The tornado near the Monserrat mountain. Enlarged part of Fig. 2 (right-hand-side-indicated section; courtesy of Patrimonio Nacional, Madrid).

Una de les explicacions de més credibilitat sobre l'origen de la paraula tornado , és la donada pel doctor Joan Coromines i seguida per algunes publicacions internacionals, com per exemple la guia Weather del Collins. Segons aquest eminent filòleg, tornado no és paraula castellana, sinó anglo-americana, alteració del català tronada (usada per la gent de mar andalusa i catalana, i sobretot pels navegants castellans de l'Atlàntic, designant vents forts o gropades més que no pas trons), i va ésser manllevada per l'anglès d'Amèrica, on ja es documenta el 1556. El llenguatge mariner ha estat força desenvolupat i sovint els nostres escriptors de temes mariners n'han deixat constància (per exemple **Joaquim Ruyra, a Pinya de Rosa, 1898**

- No obstant això, en català de sempre s'ha fet servir el nom de **mànegues o fiblons** per a designar aquest fenòmens quan es produeixen en mar on són prou freqüents. La gent de terra endins no ha desenvolupat de la mateixa manera el llenguatge dels vents i de l'aerologia de tal manera que hi ha cert confusionisme. De tota manera quan es produeixen en terra, on són menys freqüents, se solen anomenar **bufaruts o caps de fibló**. De totes maneres, tornado és un terme molt internacionalitzat i em penso que no el podem desestimar, si bé limitat als fenòmens transatlàntics.

- Tubas

SEVERE WEATHER http://www.termcat.cat/es/Neoloteca/Cerca/rm-cercaterm-fitxa.html

- L'ú

temps perillós

AEMet

AVISOS VS ALERTAS

AEMET declara a través de "Meteoalerta" sus avisos de diferentes colores para que los ciudadanos tengan una comprensión fácil y sencilla

- No existe ningún riesgo meteorológico
- Existen riesgos para actividades concretas
- Existe un riesgo meteorológico importante
- El riesgo meteorológico es extremo

AEMET proporciona de forma inmediata sus boletines de aviso en www.aemet.es y se los envía a las autoridades de Protección Civil.

✓ AEMET declara el aviso naranja por lluvias

Boletín

Las Protecciones Civiles se encargan de estudiar cada situación y declarar la prealerta o alerta por FMA (fenómenos meteorológicos adversos).

Prealerta

Alerta

En ocasiones puede ocurrir que los avisos no coincidan con los decretos de situaciones de prealerta y alerta. Esto se debe al uso de diferentes criterios de valoración en los sistemas de Protección Civil de cada región geográfica del Estado Español.

✗ AEMET declara la alerta naranja por lluvias

V = vulnerabilidad (porcentaje de la exposición que va a verse dañado)

- Parlarem de temps perillós o greu, "sever" quan s'acompleix alguna de les següents condicions:
  - descàrregues elèctriques gairebé contínues
  - torbonada de més de 50 nusos (90-100 Km/h) 80
  - calamarsa o pedra de grandària superior a 1-2.5 cm
  - esclafits, mànegues marines o tornados

http://www.meted.ucar.edu/tropical/synoptic/local_storms/navmenu.php?tab=1&page=1.0.0&type=flash

“Severitat” eficiència

- El contrari de la severitat és l'eficiència, que caracteritza els episodis amb pluges abundoses; les condicions meteorològiques no són les mateixes. Un ambient caracteritzat per gran inestabilització atmosfèrica vertical, potents estrats secs i notable cisallament vertical del vent, afavorirà la **“severitat”**, mentre que un de molt humit a tots els nivells,lleugerament inestable i amb poc cisallament, n'afavorirà l'**eficiència**.
- hazardous weather including lightning, heavy rainfall, hail, strong winds, tornadoes, and waterspouts.

Estructures nuvoloses “V”

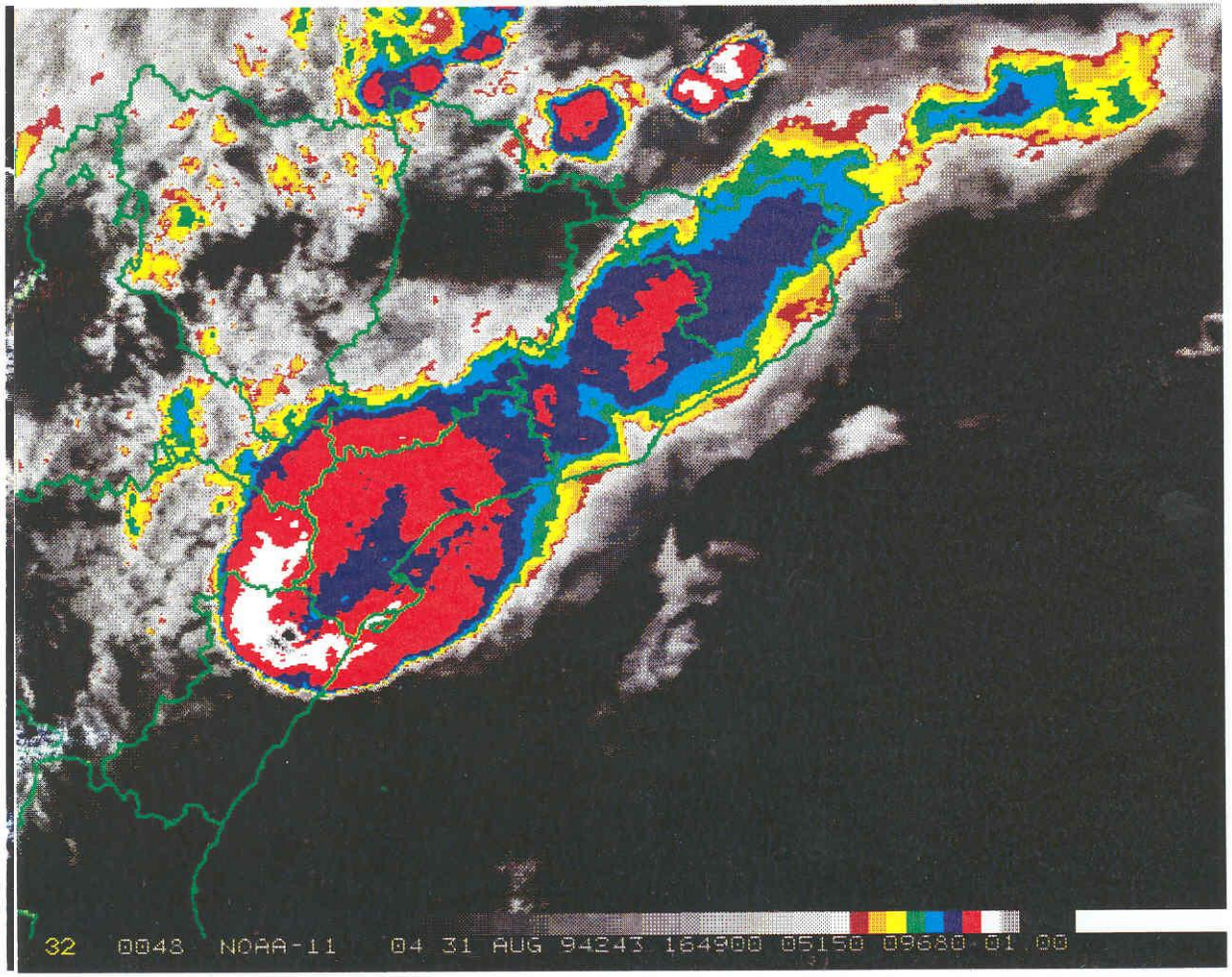
En diver

- el 75%
  temps
  poster

nen
) minuts

- “Nom
  “seve
  de ve

s o
en forma



Escala F de Fujita

Per mesurar la intensitat del tornado s'utilitza una escala (Escala-F) definida por T.T. Fujita (1971) com una ampliació de la escala Beaufort pel vent, de manera que uneixi el nivell 12 de aquesta escala amb el número Match 1 en 12 etapes amb un increment de velocitat a cada una de les etapes de VF = 6.30 (F+2)^1.5 m/s, on F són els diferents graus de l'escala. En aquesta, de la mateixa manera que en l'escala Beaufort, es pot associar una observació experimental dels danys produïts a terra en cada una de les 12 etapes. És una escala subjectiva i com a tal ha estat contestada (per ex la TORRO, 1976), però és la més àmpliament usada. És una escala oberta, si bé es considera de 6 graus, d'F-0 a F-5, ja que és pràcticament impossible un tornado d'F-6 o més. Per l'altra banda els tornados mes febles se solen anomenar F(-).

Escala Fujita millorada:

http://glossary.ametsoc.org/wiki/Enhanced_Fujita_Scale

F0, 64 a 117 km/h

Abraça les intensitats 9, 10 i 11 de l'escala Beaufort. Trencament de les branques petites dels arbres. Torsió de senyals de trànsit.Desferfectes a les xemeneies, antenes de TV i cartells o rètols publicitaris.

F1, 118 a 181 km/h

El límit inferior correspondria al nivell 12 de l'escala Beaufort, que és on comença el vent huracanat. Arrenca teules de les teulades. Trenca els vidres de les finestres. Desplaça lateralment els vehicles a les carreteres i tomba les caravanes. Els arbres mal arrelats (terrenys tous) són tombats i alguns arrencats.

F2, 182 a 253 km/h

Desprèn teulades senseres, grans arbres són arrencats de soca-rel o tallats. Els objectes lleugers comencen a ésser traslladats pel vents a grans distàncies.Els camions són tombats i els cotxes escombrats de les autopistes.

EF0	65–85	105–137	98.5%	Daños leves. Algunas tejas caídas y otras pequeñas piezas de los tejados arrancadas, algunos daños en canaletas, ramas de árboles rotas y algunos árboles poco profundos arrancados.
EF1	86–			
EF2	111–			
EF3	136–			
EF4	166–			
EF5	>2			

Table 1: EF scale wind speed ranges as a function of rating. The wind speeds correspond to an estimated 3-s gust at 10 m AGL. Wind speed ranges are given i

Tornado intensity is rated by an Enhanced Fujita (EF) scale, implemented in 2007. The scale is named for Dr. Theodore Fujita, who instituted the first tornado intensity scale in 1971. The original Fujita Scale (F scale) was based on the damage that a tornado caused. Among the limitations of the original F-scale were factors such as: tornado categories based on the worst damage, even if done to a single structure, and failure to account for differences in construction. The EF scale starts with a list of 28 damage indicators that includes a description of the typical construction for that indicator category. Then the "Degree of Damage" is assessed and related to an expected wind speed range.

Enhanced Fujita (EF) Tornado Intensity Scale

EF Scale	Class	Wind Speed			Description
		mph	km h^{-1}	m s^{-1}	
EF0	weak	65-85	105-137	29-38	Gale
EF1	weak	86-110	138-177	38-49	Moderate
EF2	strong	111-135	178-217	50-60	Significant
EF3	strong	136-165	218-266	61-74	Severe
EF4	violent	166-200	267-322	74-89	Devastating
EF5	violent	> 200	> 322	> 89	Incredible

Tornadoes in the tropics are produced by non-supercell thunderstorms, landfalling tropical cyclones, extratropical systems that extend into the tropics, subtropical lows, and hybrids of tropical and extratropical systems. Only a small percentage of tornadoes are extremely intense, EF3 or greater, and cause significant damage and casualties. Those tend to be associated with supercells in the midlatitudes.

Definim un tornado com a una rotació violenta d'una columna d'aire (de diàmetre comprès entre uns metres i uns quants centenars) que penja d'un núvol convectiu, sovint un cumulonimbus tempestuós, i quasi sempre observable en forma d'embut o mànega que s'allarga fins al terra.

A l'hemisferi N la majoria dels tornados tenen sentit de rotació ciclònic.

Des de el punt de vista de la predicció podem considerar les següents condicions com a favorables per a la formació de tornados:

- Abundància d'humitat a la capa superficial amb una profunditat mínima d'un km. La humitat i el flux d'humitat podem ésser controlats mitjançant les variacions del punt de rosada i la convergència d'humitat. La presència d'una massa de aire sec a nivells mitjans (amb base a 1 o 2.5 km) afavoreix l'acceleració dels corrents descendents mitjançant el refredament per evaporació.
- Inestabilitat condicional i convectiva. És a dir, grans gradients de temperatura i humitat a través d'una capa de gran espessor.

- Presència d’una capa estable o inversió. Aquesta actua suprimint la convecció profunda des de l’inici i fent augmentar la inestabilitat potencial fins que hi hagi un mecanisme que trenqui la inversió i es produeixi l’engegada vertical.

- Un mecanisme per trencar la capa estable (forçament). Alguns possibles mecanismes de forçament són: ascens dinàmic per escalfament superficial i advecció d'aire càlid sota la inversió, ascens orogràfic i ones de gravetat. Els ascensos dinàmics són més forts a prop de les estretes zones de convergència en baixos nivells com fronts o línies seques (fronts de punt de rosada) i sota regions de pronunciada divergència en nivells alts.

- Vents moderats o forts a l'alta troposfera i que canviïn amb l’altura en direcció i/o velocitat (cisallament).

- Localització de zones de difluència i arribada de màxims de vent.

En els darrers anys s'han produït avenços notables en el coneixement de les supercel·lules, el mesocicló i el tornado. Concretament, les simulacions numèriques combinades amb observacions amb radar doppler d'altes resolucions han clarificat força com s'inicia i es manté el mesocicló en la supercel·lula

- Les fortes ascendències dins la tempesta supercel·lular solen començar a giravoltar per estirament i decantament de la vorticitat horitzontal de baixos nivells que és associada al fort cisallament vertical de l'ambient. En conseqüència, es genera un mesocicló de baix nivell i per tant aviat s'incrementa la vorticitat de nivells mitjans.

- Desafortunadament, la dinàmica del tornado(microescala), ve a ésser un ordre de magnitud més petita (horitzontal) que la del mesocicló, i per tant no ha progressat tan ràpidament, en part per la dificultat de tenir bones observacions d'alta resolució a la rodalia del vòrtex.

- No tots els mesociclons produeixen tornados. Només entre el 30-50%, esent tornados supercel·lulars, TS. Tornados no-supercel·lulars, TNS, no és un tornado sense supercel·lula, ja que es poden produir en ambients supercel·lulars.
- TNS, és un tornado en el qual el núvol que l'engendra és a la fase de creixement i no té un mesocicló preexistent (rotació per damunt de la base del núvol). Mentre un TS s'origina a l'etapa de maduresa amb un mesocicló prexistent, un TNS, s'origina a la fase inicial, de ràpid creixement, on la vorticitat vertical s'origina al sòl, sovint amb entorns sinòptics "benignes".
- Contràriament al que es pensava no fa massa, aquest TNS, poden ésser forts F>3 i de certa durada, i per tant s'originen sense descens del mesocicló (abans sempre era així).

A

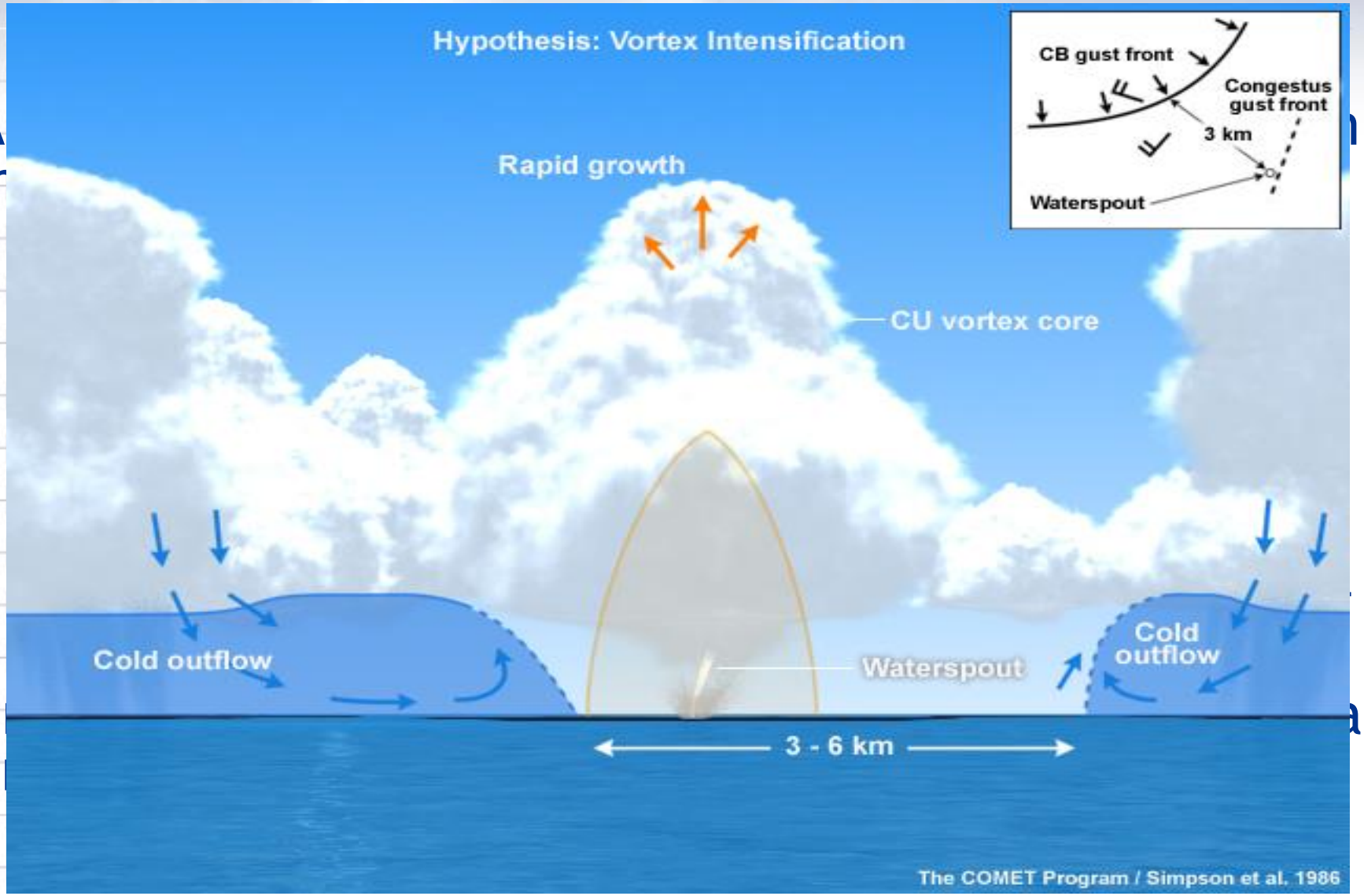
m

n a

E

a

a


Hypothesis: Vortex Intensification
CB gust front
Congestus gust front
3 km
Waterspout
Rapid growth
CU vortex core
Cold outflow
Waterspout
Cold outflow
3 - 6 km
The COMET Program / Simpson et al. 1986

- https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/651_vortice-de-racha-gustnado

1.5. gustnado

es gustnado n m (METEOG-E; SINOBAS-E; WIKIES-E)
es vórtice de racha n m (METEOG-E; SINOBAS-E)
fr tornade de front de rafales n f (TERMIUM)
pt gustnado n m (WIKIPT-E)
en gustnado n (BRIT-E; GMETEO-E; METEOG-E; NWEATH-E; OXF-E; TERMIUM(SCP); WEATH-E; WIKIEN-E)

Remolí de vent més aviat feble i de poca durada, amb fins a cent metres d'altura, un diàmetre de fins a unes desenes de metres i eix vertical, que es forma al front de ratxes d'una tempesta sense estar connectat amb la rotació de base de cap núvol, visible generalment per la pols i els objectes que alça al seu pas.

NOTA: El vòrtex de ratxa estrictament no es pot considerar un tipus de tornado, perquè no penja d'un núvol.

PROPOSTA ACORDADA: **vòrtex de ratxa** n m; sin. compl. **vòrtex de ràfega** n m

DENOMINACIONS PRESENTADES

gustnado
remolí de ratxa/ràfega
remolí de front de ratxes/ràfegues
tornado de ratxa/ràfega
tornado de front de ratxes/ràfegues
vòrtex de ratxa/ràfega
vòrtex de front de ratxes/ràfegues

OBSERVACIONS

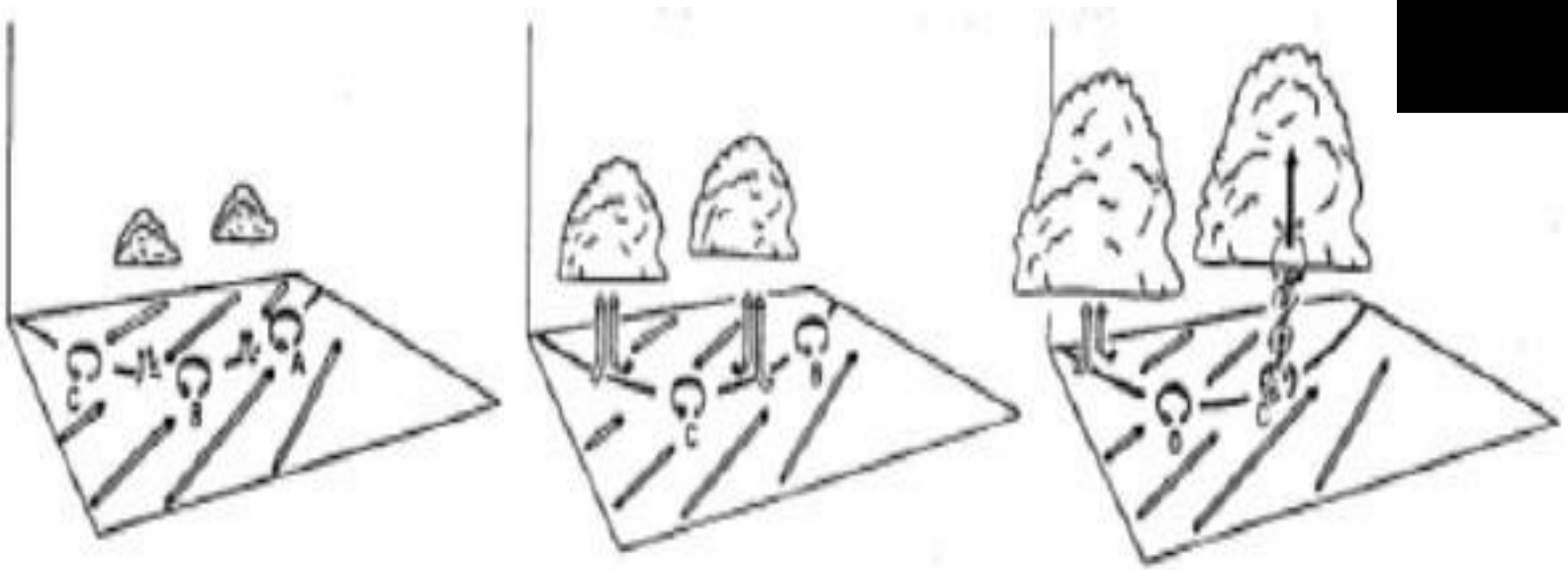
Per a substituir el manlleu de l'anglès *gustnado* (format pel substantiu *gust* 'ratxa' i el truncament del mot *tornado*), s'acorden les denominacions *vòrtex de ratxa*, com a forma principal, i *vòrtex de ràfega*, com a sinònim complementari (sobre la remissió de sinonímia entre aquestes dues denominacions, vegeu les observacions del punt 1. 4).

Segons els experts, el nucli *vòrtex* ("Remolí que és format en una massa de fluid animada d'un ràpid moviment de rotació que tendeix a formar un buit en el seu centre, com el que es produeix en buidar un recipient per un orifici situat al seu fons", segons el DIEC2-E) és semànticament adequat per a designar aquest concepte.

Tot i que les denominacions més precises serien *vòrtex de front de ratxa* i *vòrtex de front de ràfega*, finalment es prefereixen les formes escurçades, perquè poden tenir més possibilitats d'implantació en tots els contextos i es poden identificar prou bé amb el concepte.

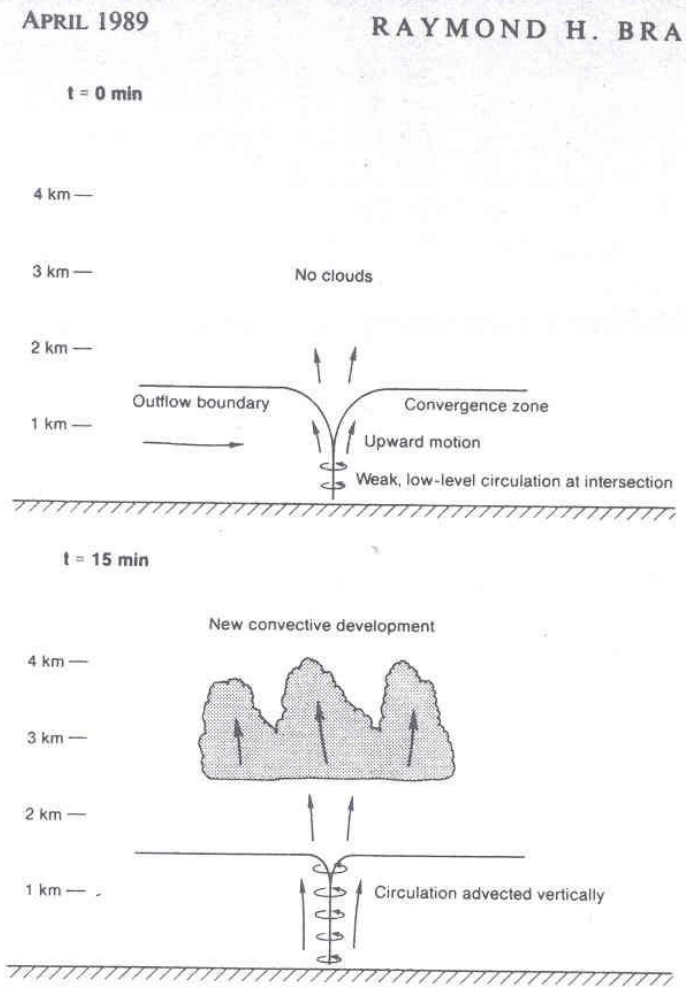
Es descarten les denominacions *remolí de ratxa* i *remolí de ràfega*, que també s'han valorat, perquè es creu que el mot *remolí*, a diferència de *vòrtex*, pot fer pensar, erròniament, en un fenomen poc impetuós, com un bufarut (vegeu 1.6).

TNS (I) Wakimoto et al. 1989



https://www.meted.ucar.edu/tropical/synoptic/local_storms/media/video/non_supercell_tornado_concept2.mp4

TNS (II) Brady et al. 1989



misocicló

ló" amb

car.edu/ or

supercel

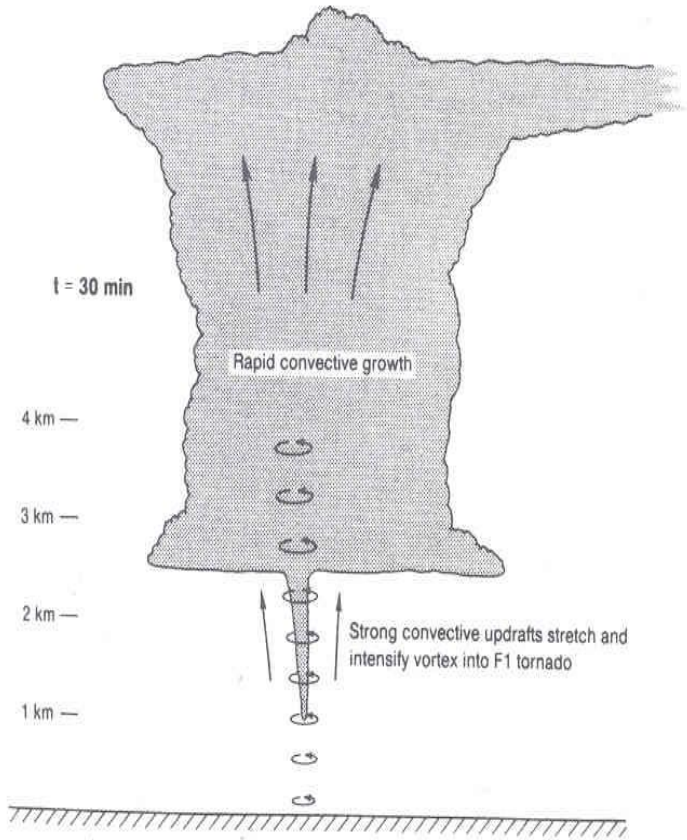


FIG. 9. Schematics illustrating the development of the Erie tornado. This basic scenario appears to be valid for most nonmesocyclone tornadoes.

Esclafits (*reventones*, *downbursts*)

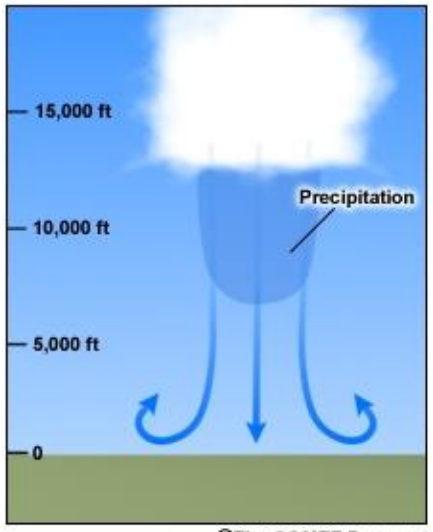
https://www.facebook.com/TornadosEnMexico/videos/195287458354588/?t=2

- Una detallada inspecció sobre el terreny pot, en la majoria dels casos, discriminar el fenomen: una trajectòria llarga i relativament estreta, amb desperfectes convergents, és deguda molt probablement a un tornado; altrament, una trajectòria ample, curta i divergent, molt probablement serà deguda a un esclafit, "**downburst**“ o “reventón”.

Esclafits “secs”

- Ambients extremadament secs, representats pels típics radiosondatges en forma de "V" invertida (sec a tots els nivells menys a la zona "estrangulada" on la corba de Td s'acosta a la T), amb estratificació pròxima adiabàtica seca coronada cap als 500 hpa per una poc profunda capa humida.

- Els esclafits així originats procedeixen de núvols de base molt alta. Es formen preferentment de núvols cumunliformes aïllats i aparentment "benignes" (des del punt de vista de la reflectivitat). La convecció és de tipus cumulus-alto -cumulus, escassa o nul·la precipitació, escassa o nul·la activitat elèctrica i freqüentment de virga.



- Són propis de les terres altes continentals fortament caldejades.

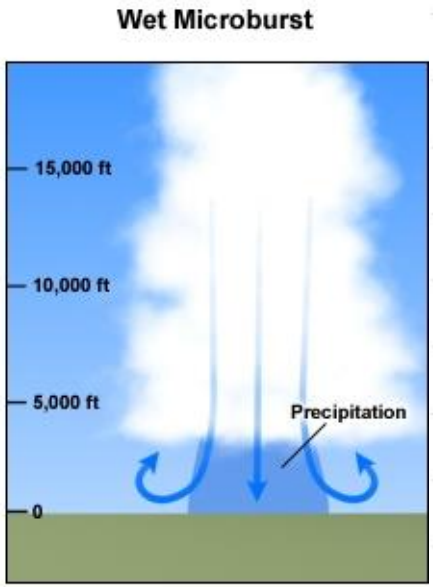
- La majoria solen presentar febles descensos de la temperatura en superfície, associats a una mesoalta, si bé en alguns casos s'observen ascensos tèrmics. Són els més estudiats i millor coneguts.

Esclafits “humits”

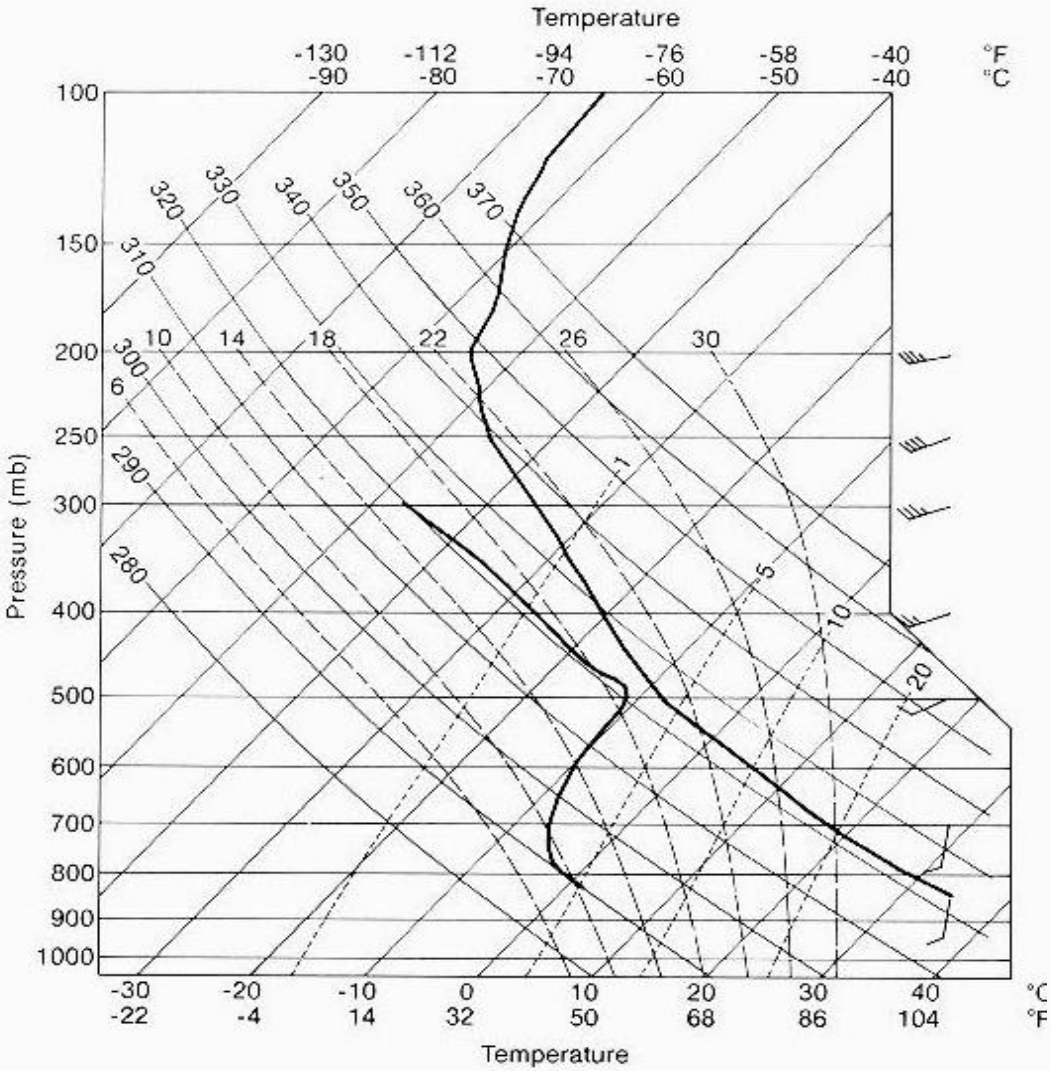
- Ambients molt humits amb una capa seca en la troposfera mitjana i amb estratificació més estable, pròxima a l'adiabàtica humida. Els esclafits així originats procedeixen de cumulonimbus de base baixa, convecció profunda i estan embotits en pluges fortes. Per aquest motiu donen altes reflectivitats en capes baixes

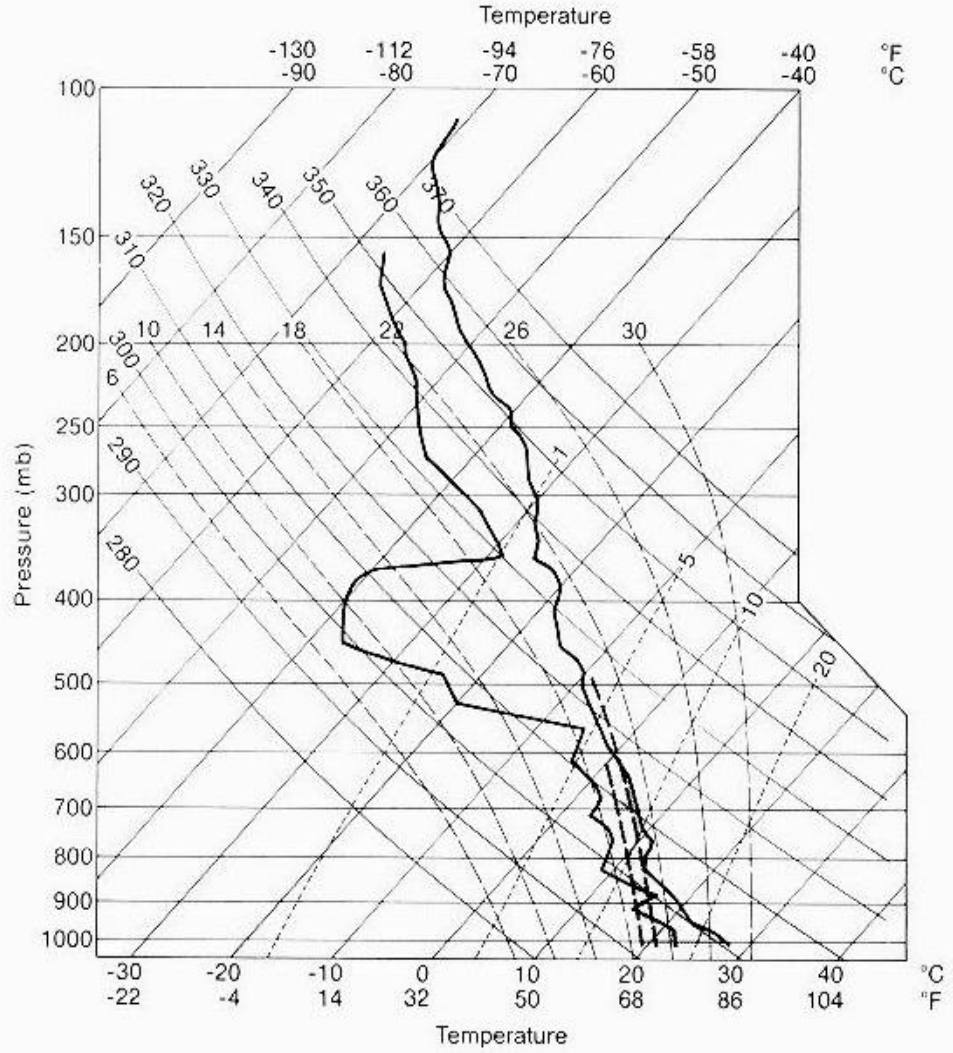
- Els factors que condueixen a forts vents en superfície són més complexos que en el cas anterior, dos factors termodinàmics i un de microfísica.

- És per això que són menys coneguts encara que hi ha diversos estudis. Són propis de terres baixes més pròximes a la costa. Van associats a notables descensos de la temperatura en superfície.



Perfiles asociados a reventones secos y húmedos





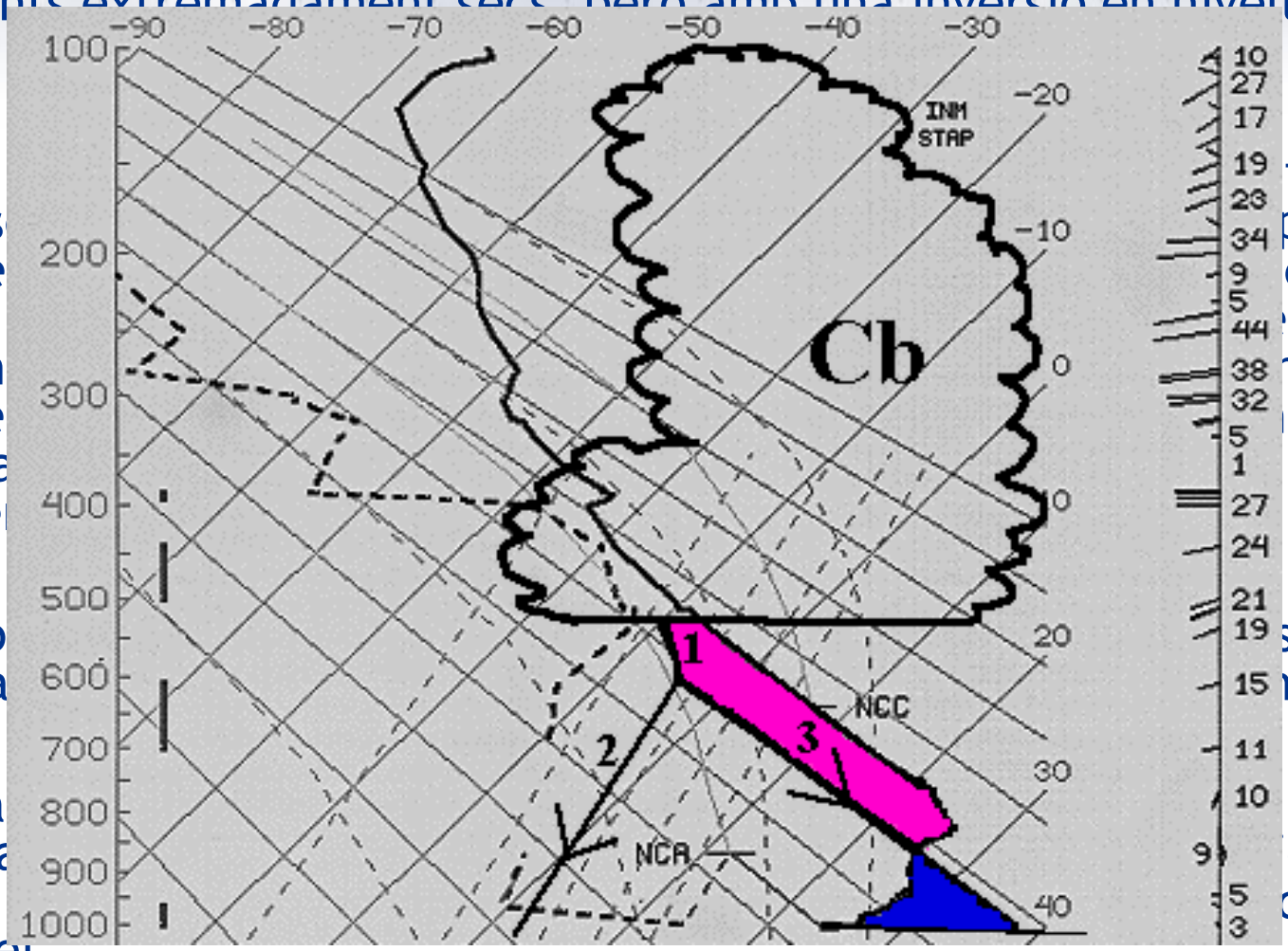
Esclafits “càlids” HEAT BURST

- Ambients extremadament secs, però amb una inversió en nivells baixos, poden

- Els HB taculars ascens panyen algune e. Es poden nivells mitjan nversió o capa e bassal, i sembla ("unde

- Gaireb se" de dissipa ni ha.

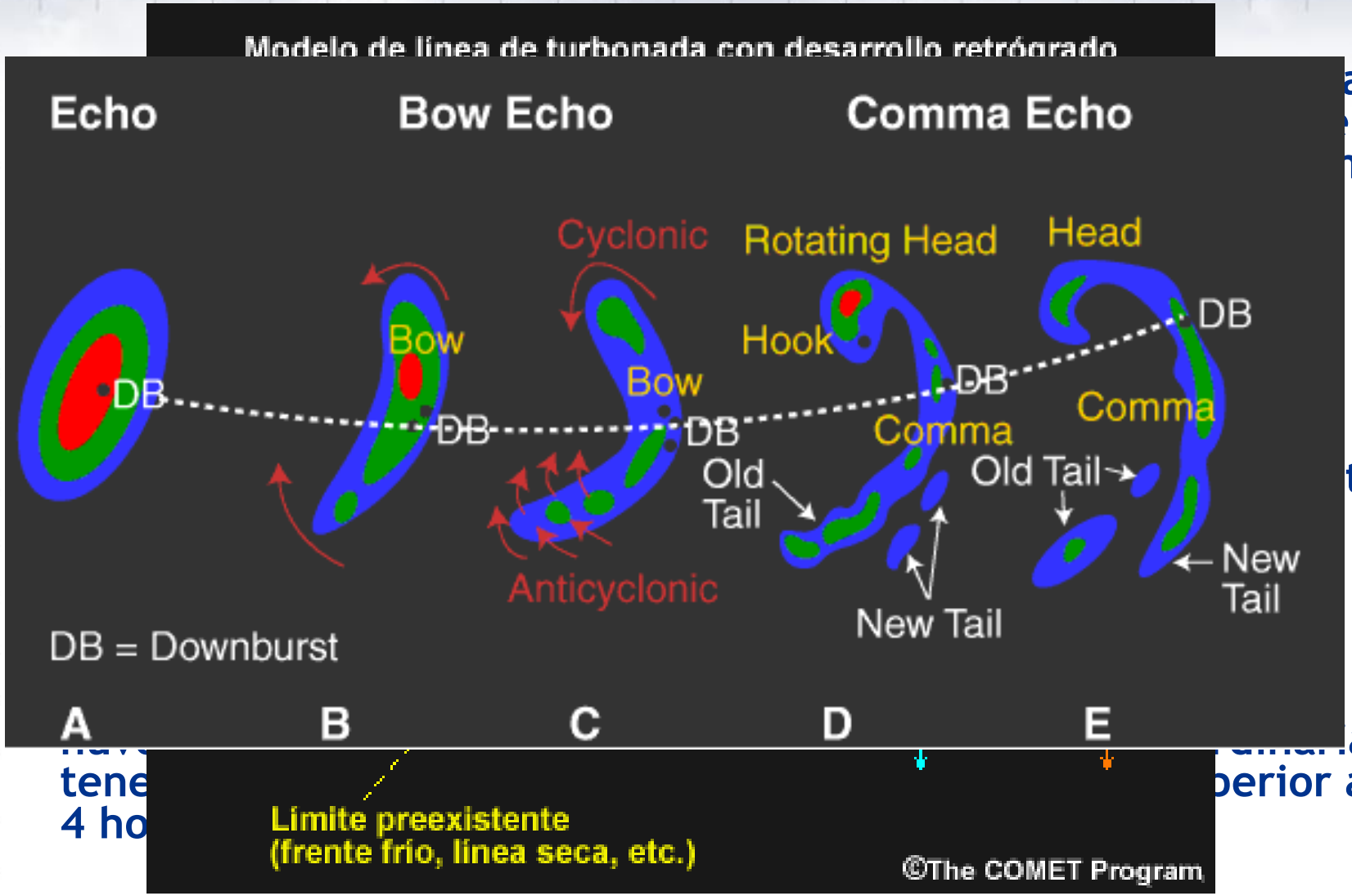
- Malgra poques publica oritat a 1960 i cies a Internet.



- **Les torbonades, habitualment són considerades pel gran públic com les tempestes violentes o "severes" acompanyades amb moltes descàrregues elèctriques, vents forts i xàfecs intensos.**

- **Es donen a Catalunya amb certa freqüència des del maig fins ben entrada la tardor.**

- **Estrictament, la torbonada és un gir brusc de la direcció del vent, en sentit horari o rondada, i augmentant la velocitat del vent d'un mínim de 30 km/h amb una velocitat final mínima de 40 km/h, persistint més d'un minut, i desapareixent també bruscament.**



a de
en una
m de

i que

tada

a,
perior a 3 ó
tene
4 ho

P-53

A MEDITERRANEAN DERECHO: CATALONIA (SPAIN), 17 th AUGUST 2003

J. Manuel López, Joan Arús. jolopezp@aemet.es,jarusd@aemet.es
Centro Meteorológico Territorial en Catalunya, Instituto Nacional de Meteorología, Spain.

Introduction

On the morning of the 17 th August 2003 an episode of damaging winds and heavy rain occurred in the western Mediterranean area, strongly affecting the east coast of the Iberian Peninsula and the southeast coast of France. A squall-line formed over south Catalonia (the north-eastern region of Spain) at 6:00 UTC and moved rapidly north-eastward and crossed Catalonia and the French regions of Languedoc-Roussillon and Provence-Alpes during the next 9 hours. It produced widespread wind gusts and hundreds of trees had branches broken or were uprooted and roads and railroads were blocked by overturned trees.

Fig. 1: Maps and image (NASA) of the north-western Mediterranean, showing orography and regions referenced in the text.

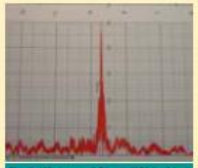


Fig. 2: Wind gust of 51 m/s (181 km/h) at Manresa (8:43 UTC).

Derecho review

A derecho is defined by Johns and Hirt (1987) as a widespread convectively induced windstorm that includes a family of downburst clusters produced by an extratropical mesoscale convective system (MCS). This windstorm is classified as a derecho, a term that has not been used in Spain before, using the definition of Johns and Hirt, who developed four criteria to identify derecho events:

- There must be a concentrated area of reports consisting of convectively induced wind damage and/or convective gusts of more than 26 m/s (94 km/h). This area must have a major axis length of at least 400 km.
- The reports within this area must also exhibit a non-random pattern of occurrence. That is the reports must show a pattern of chronological progression.
- Within the area there must be at least three reports, separated by 64 km or more, of either F1 damage and/or convective gusts of 33 m/s (119 km/h) or greater.
- No more than 3 hours can elapse between successive wind damage (gust) events.

Fig. 3: Several damages: trees uprooted at Taradell (top left), Manresa (top) and France (bottom); roofs, partially ripped up off buildings and industrial warehouse at Cardedeu and Balenyà; electric tower damaged at Malla (Osona).

Damage incurred (Catalonia)

- No casualties
- The fireman were called out more than 500 times because of the damages by the wind and the floods.
- Two hundred thousand subscribers were left without electric supply.
- Railway transport was suspended for several hours in some areas and some roads were cut off.

Fig. 4: Squall-line at 9:00 UTC crossing Collbató (near Barcelona): in few minutes, darkness was absolute.

Fig. 5: Measured maximum wind gusts over Catalonia and southeast of France.The UTC time of squall-line position is shown at the end of each line, plotted at hourly intervals.

Observations

Combining the observations of the different networks, we have found an area with 39 observations of maximum wind gusts that reach or overcome 26 m/s (94 km/h) and with a chronological occurrence pattern. The path of strong convective winds was about 550 km in length and 50 to 150 km wide. Inside this area, there are 11 observations that reach or exceed 33 m/s or present evidence of destructions of intensity F2. Six of these observations were separated by, at least, 65 km and they didn't lapse more than three hours among successive episodes of damages by wind. Then, the windstorm that we are examining satisfies the requirements to be considered a derecho.

There are three different types of derechos: progressive, serial and hybrid. This is a progressive pattern, characterized by a short, curved squall-line orientated nearly perpendicular to the mean wind direction. The speed of the convective line increases from 60 km/h, at the beginning, up to 90 km/h in the last phase in French territory (the average speed was 75 km/h). This increase in the speed goes together with an increase in the frequency of the observed gusts and the scale.

Discharge CG

In total, there took place, in the area of the figure, 35.841 discharge cloud-to-ground (CG) in 14 hours that constitutes a record of the network of the National Weather Service of Spain (Instituto Nacional de Meteorología). From the formation of the MCC, the number of discharges CG stayed during the 11 following hours (4:20 to 15:20 UTC), above the 30 CG/min. During the initial period of the convective system (between 5:00 and 6:00 UTC) there was a bigger frequency of discharges CG than before or after, reaching an absolute maximum of 118 CG/min between 5:20 and 5:40 UTC.

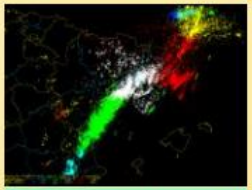
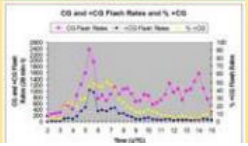


Fig. 6: 17 August, strokes cloud to ground (CG and CG+) from 00 to 14 UTC. (0 to 2:20 UTC, blue; 2:20 to 4:40 UTC cyan; 4:40 to 7 green; 7 to 9:20 UTC, white; 9:20 to 11:40 UTC, red; 11:40 to 14 UTC, yellow.



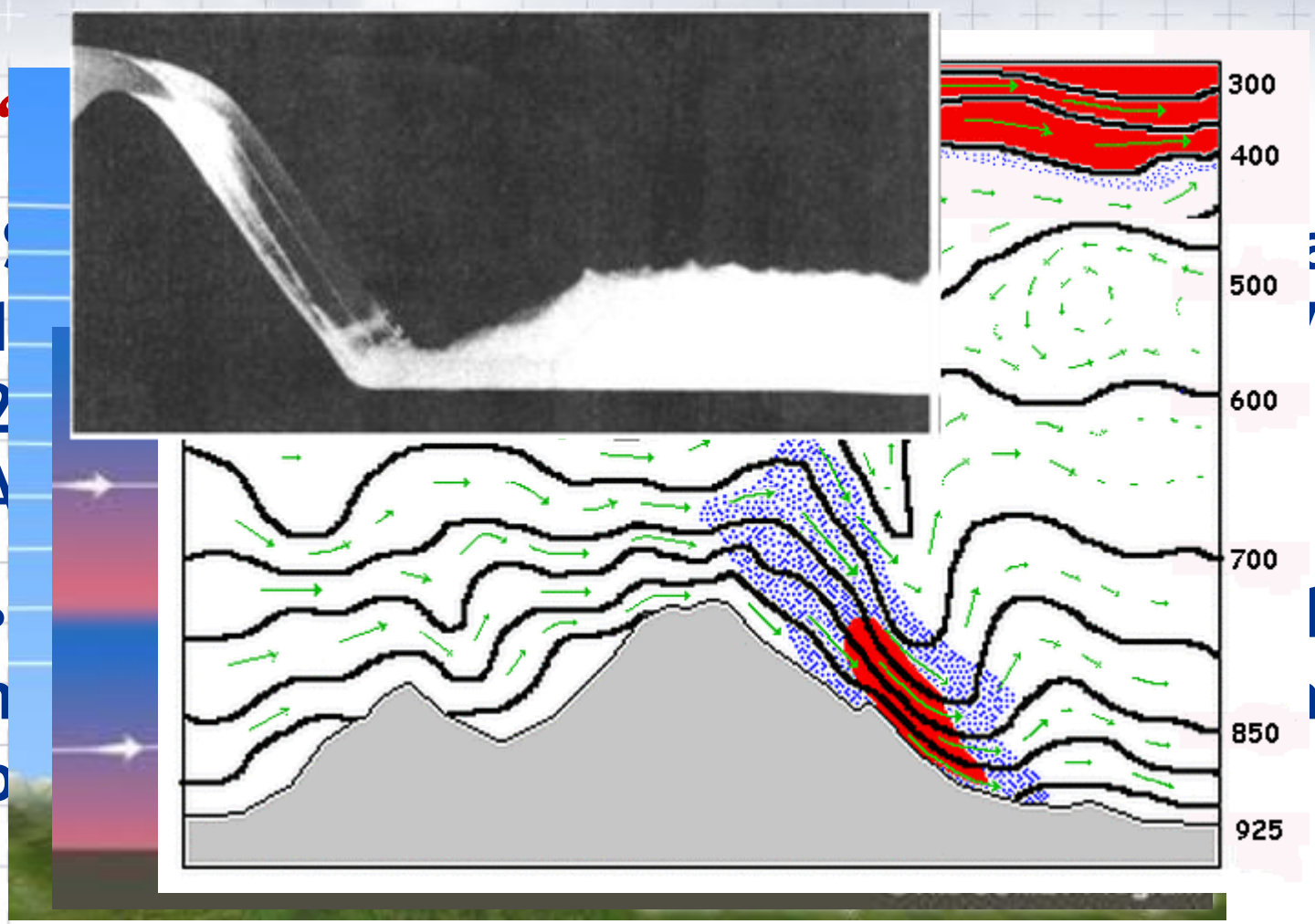
Símbolos y abreviaturas

Símbolos de tiempo significativo

	Tormenta ✓		Llovizna ✓
	Ciclón tropical		Lluvia ✓
	Fuerte línea de turbonada		Nieve ✓
	Turbulencia moderada ✓		Chubasco ✓
	Tur		✓
	On		
	Engelamiento moderado en la aeronave ✓		Calima fuerte de arena o polvo
	Engelamiento fuerte en la aeronave ✓		Tempestad extensa de arena o polvo
	Niebla extensa ✓		Calima extensa
	Materiales radiactivos en la atmósfera		Neblina extensa ✓
	Erupción volcánica		Humo extenso
	Oscurecimiento de montañas ✓		Precipitación engelante

Fuerte línea de turbonada

Benito Fuentes López (GPV Valencia)
bfuentesl@aemet.es



“

(

1

2

A

•

n

p

a (21-12-

'allès 9-12-

4-3-2017,

le les

ıats, amb

- The COMET® Program

https://www.meted.ucar.edu

- Dominio del diagrama oblicuo
- Principios de convección I, II y III: empuje hidrostático, CAPE (y DCAPE), cizalladura y tormentas convectivas

https://glossary.ametsoc.org

https://meteoglosario.aemet.es

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Gràcies !!!!

jarusd@aemet.es

- twitter @jarusgpv