

PIB-M. FASE PRESENCIAL. 2022
TELEDETECCIÓN PRÁCTICA
RADARES

3.- USOS Y LIMITACIONES DEL RADAR

Jesús Riesco Martín.
jriescom@aemet.es

ÍNDICE TEMÁTICO

1.- Usos del radar

2.- Limitaciones del radar

3.- Características de la red de radares de AEMET

4.- Volumen Polar y Volumen Cartesiano

1.- Usos del radar

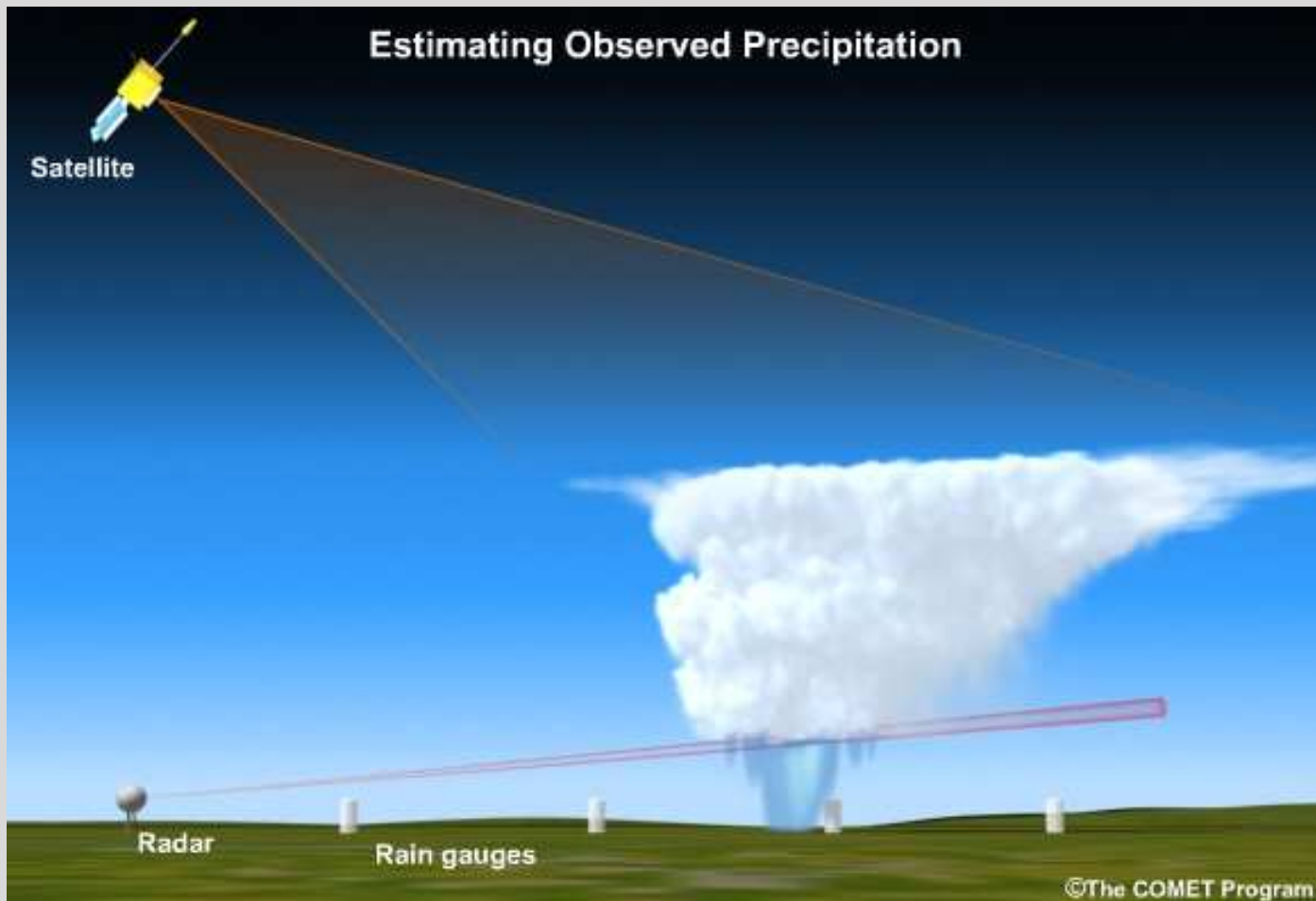
USO METEOROLÓGICOS PRINCIPAL DEL RADAR

Observación de la precipitación de forma remota,

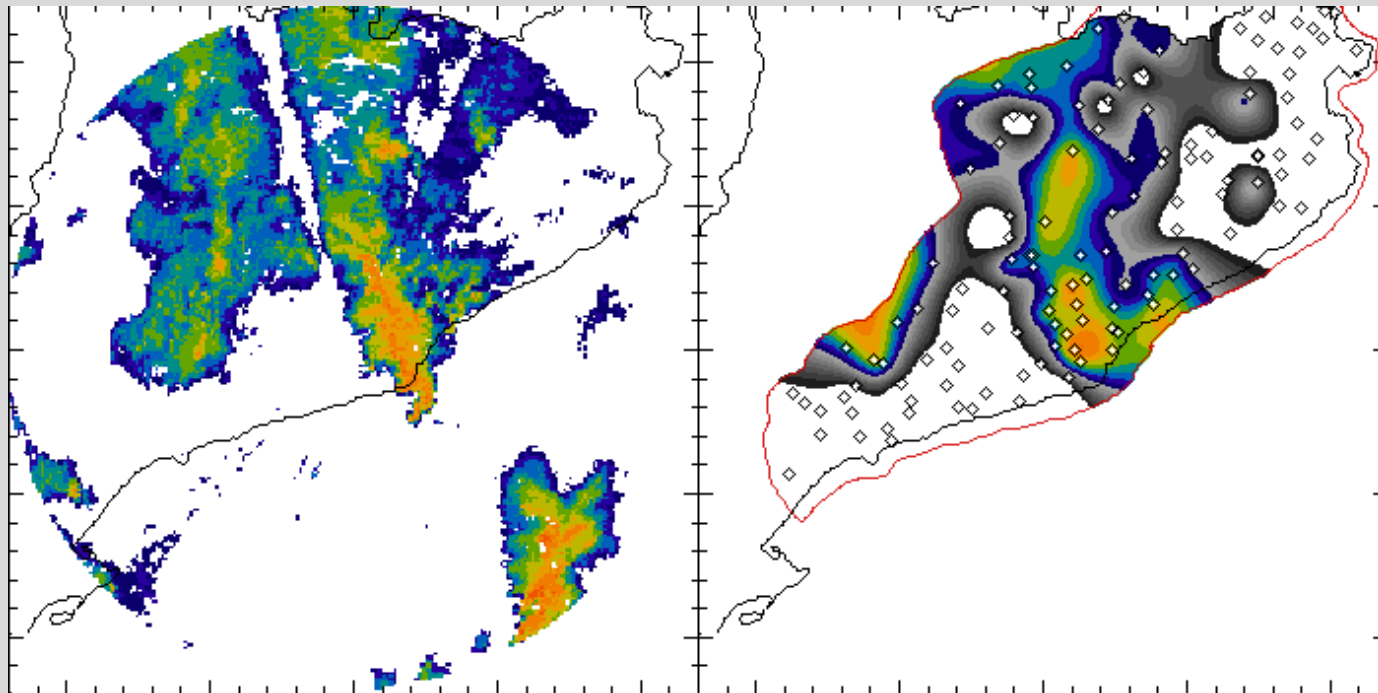
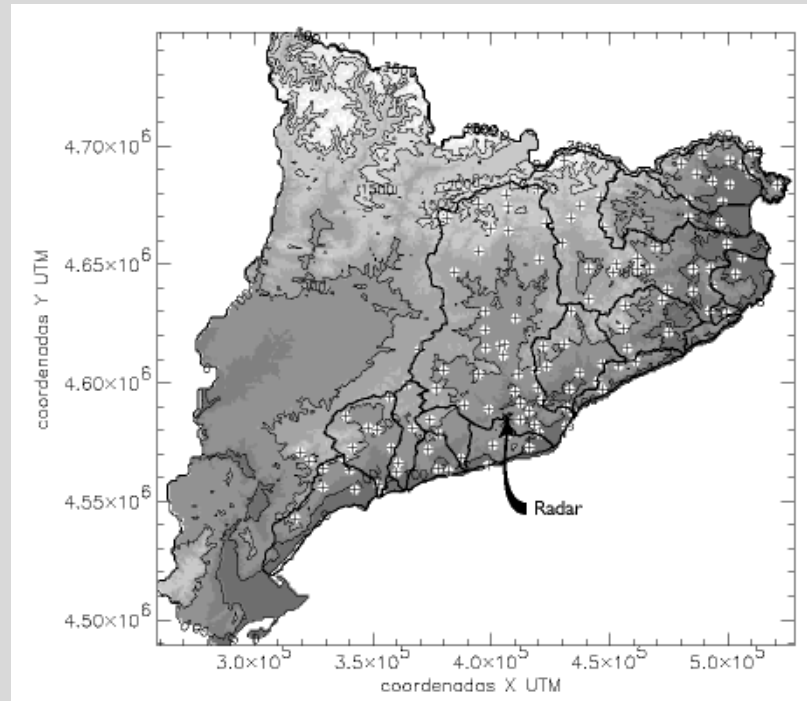
- Sobre grandes extensiones,
- Con una buena resolución espacial (0,5 x 0.5 ó 1 x 1 km) y
- Con una buena resolución temporal (10' en AEMET).

PRINCIPALES VENTAJAS FRENTE A OTROS SISTEMAS DE OBSERVACIÓN DE PRECIPITACIÓN

- **Mayor continuidad espacial** que redes de pluviómetros.
- Reproduce **mejor la variabilidad espacial y el patrón de precipitación** existente que otros sistemas.



En cualquier caso, lo que observa el radar, los pluviómetros o los satélites meteorológicos **no va a ser lo mismo**.



Radar

Red pluv.

Muy útil el USO en la VIGILANCIA METEOROLÓGICA, partiendo de un conocimiento previo sobre principios físicos atmosféricos y modelos conceptuales:

- Conocimiento y caracterización en tiempo real de las estructuras precipitantes.
- Análisis tridimensional de las estructuras precipitantes (tormentas, sistemas frontales, ciclones tropicales,....)
- Integración de esta información con datos meteorológicos de diversas fuentes (satélite, rayos, EMAs, modelos numéricos,...).
- Predicción a corto y muy corto plazo (Nowcasting) de la evolución de la precipitación.

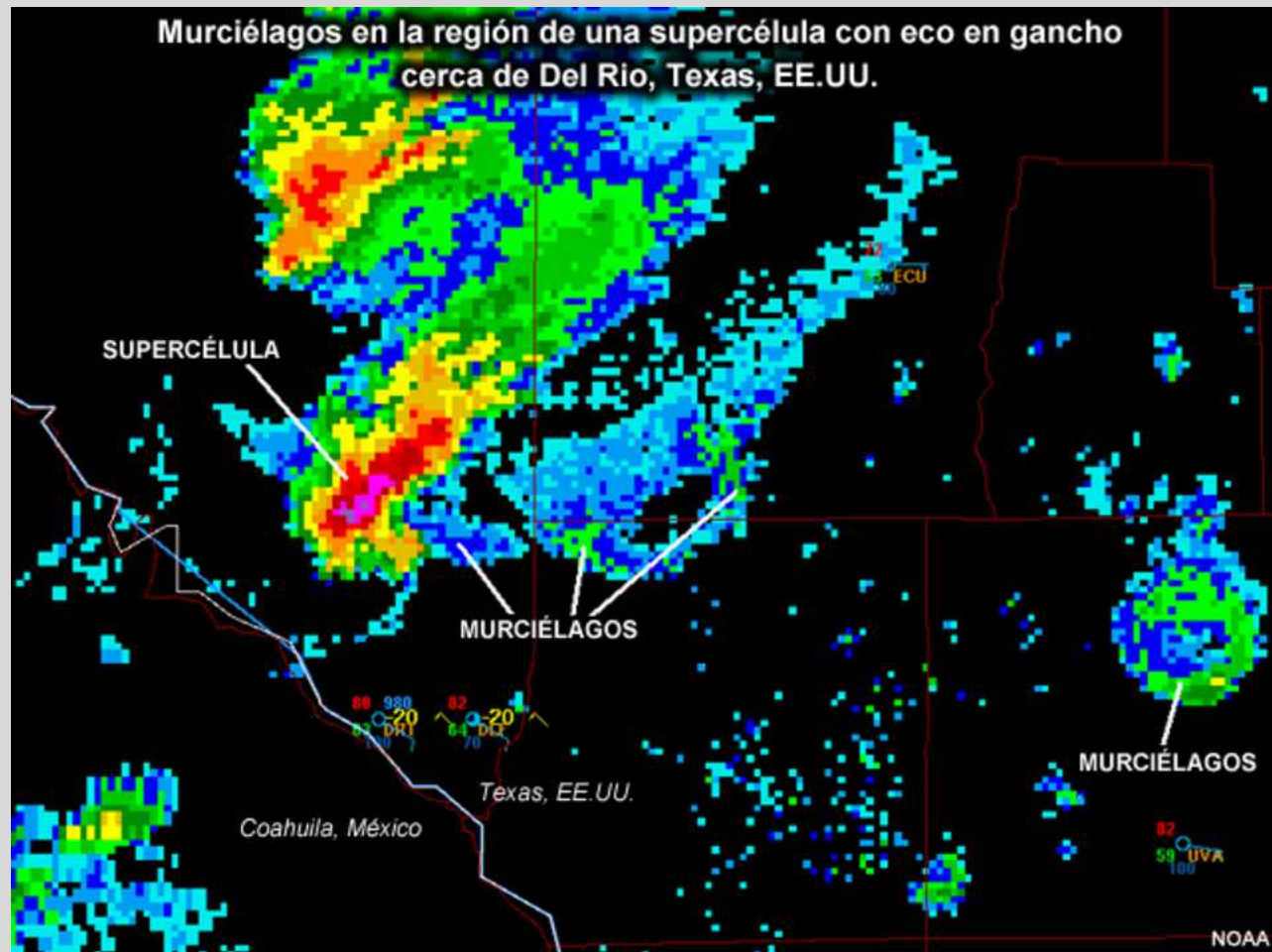
Otros usos del radar meteorológico

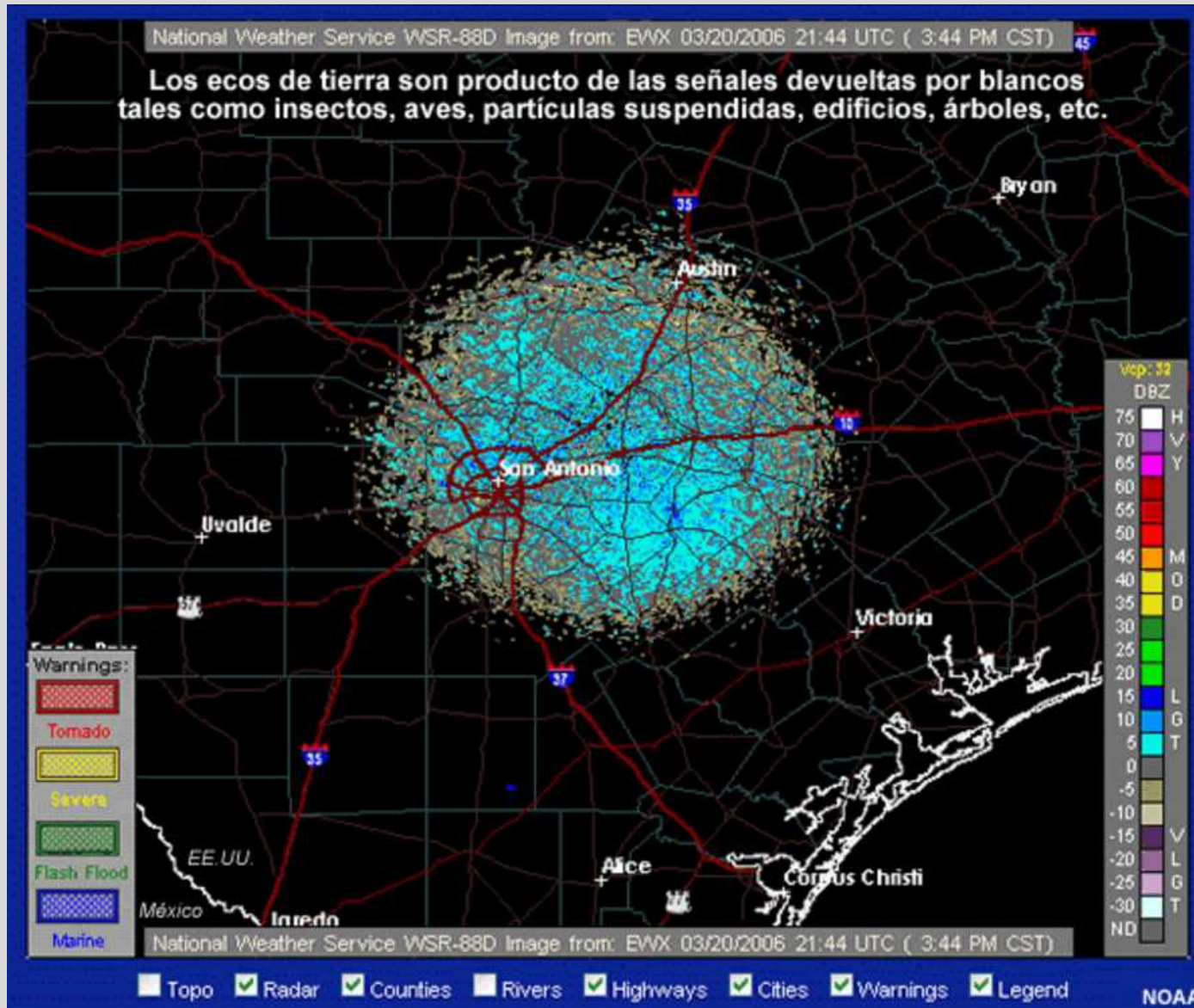
- Hidrología: necesidad de correcciones apropiadas para optimizar la estimación cuantitativa de la precipitación.
- Climatología, ya que supone un mejor conocimiento de las estructuras y patrones de lluvia.
- Capa límite planetaria, a partir de los datos en Modo Doppler.
- Aeronáutica: desarrollando módulos específicos para el nowcasting de fenómenos adversos para la aviación.
- Microfísica de nubes: partiendo de radares específicos para investigación en este campo.

DETECCIÓN DE OTROS TIPOS DE FENÓMENOS O PARTICULAS DE BUEN TIEMPO

Es frecuente que los ecos que obtenemos del radar sean el producto de blancos no meteorológicos:

- polvo y arena,
- humo,
- insectos y
- aves





2.- Limitaciones del radar

LIMITACIÓN EN LA ELECCIÓN DEL RADAR...

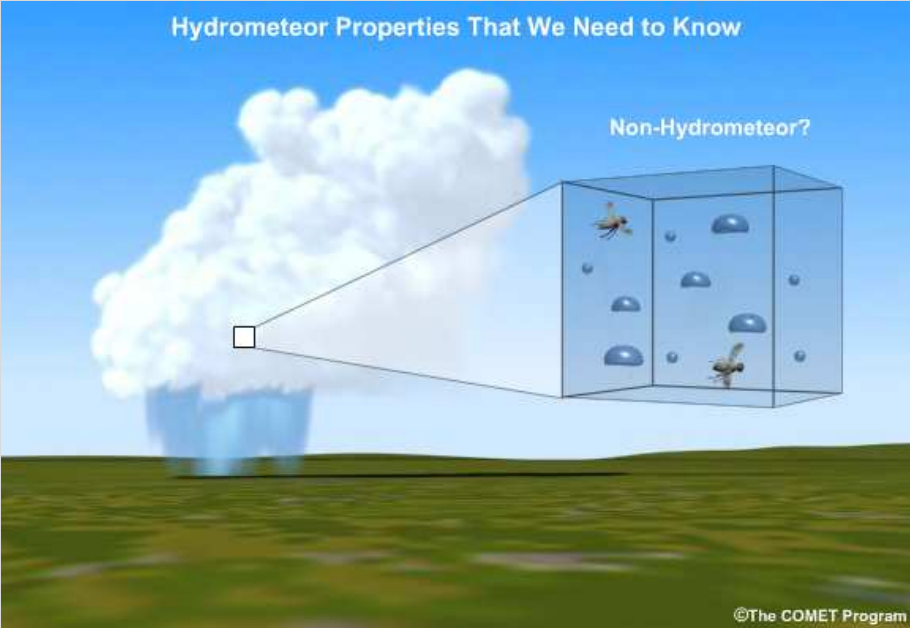
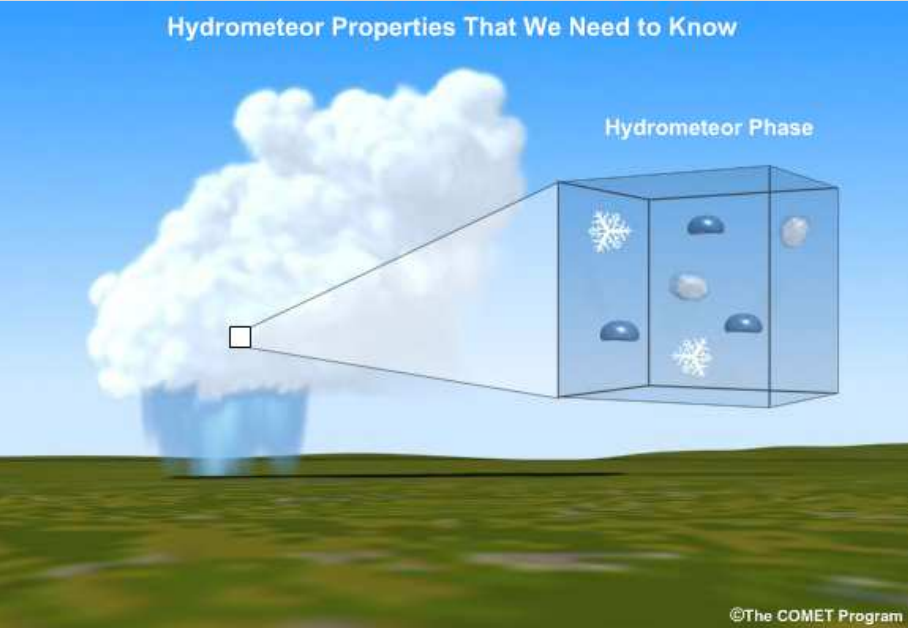
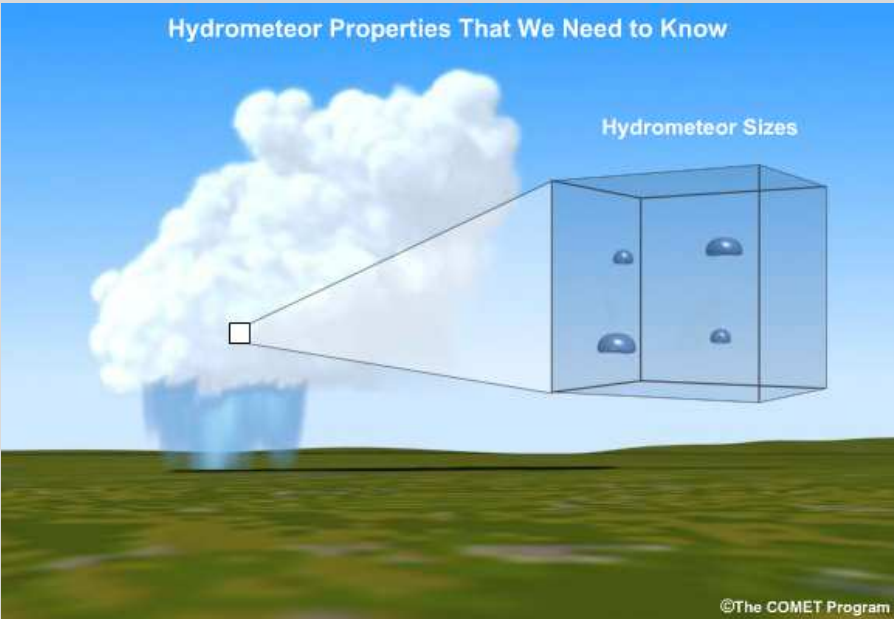
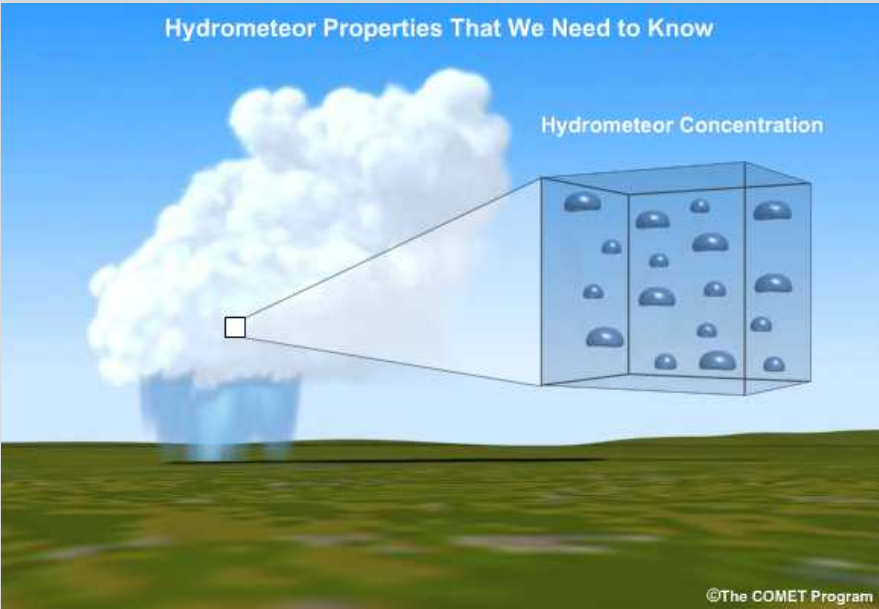
Los factores que influyen en la elección de la **longitud de la onda** emitida por el radar son:

- Su sensibilidad, o habilidad para detectar ecos débiles a largas distancias.
- La capacidad para resolver pequeños patrones
- El tipo de blancos a estudiar
- Efectos atmosféricos (absorción, atenuación, ...)

Generalmente cortas longitudes de onda significan equipos más pequeños y baratos.

La principal ventaja de utilizar mayores longitudes de onda es que la absorción por las partículas queda drásticamente reducida.

DESCONOCIMIENTO DE LOS HIDROMETEOROS...



Limitaciones en la interpretación de las imágenes radar

- Presentación incorrecta la "precipitación"
 - Ecos de tierra
 - Propagación anómala
 - Lóbulos laterales
- Estimación incorrecta de la cantidad de "precipitación"
 - Apantallamiento
 - Atenuación
 - Calibración

Presentación incorrecta de la precipitación

➤ No representan "precipitación"

- Ecos de tierra
- Mala interpolación a coordenadas cartesianas
- Interferencia de otras fuentes (otros radares,...)
- Propagación anómala

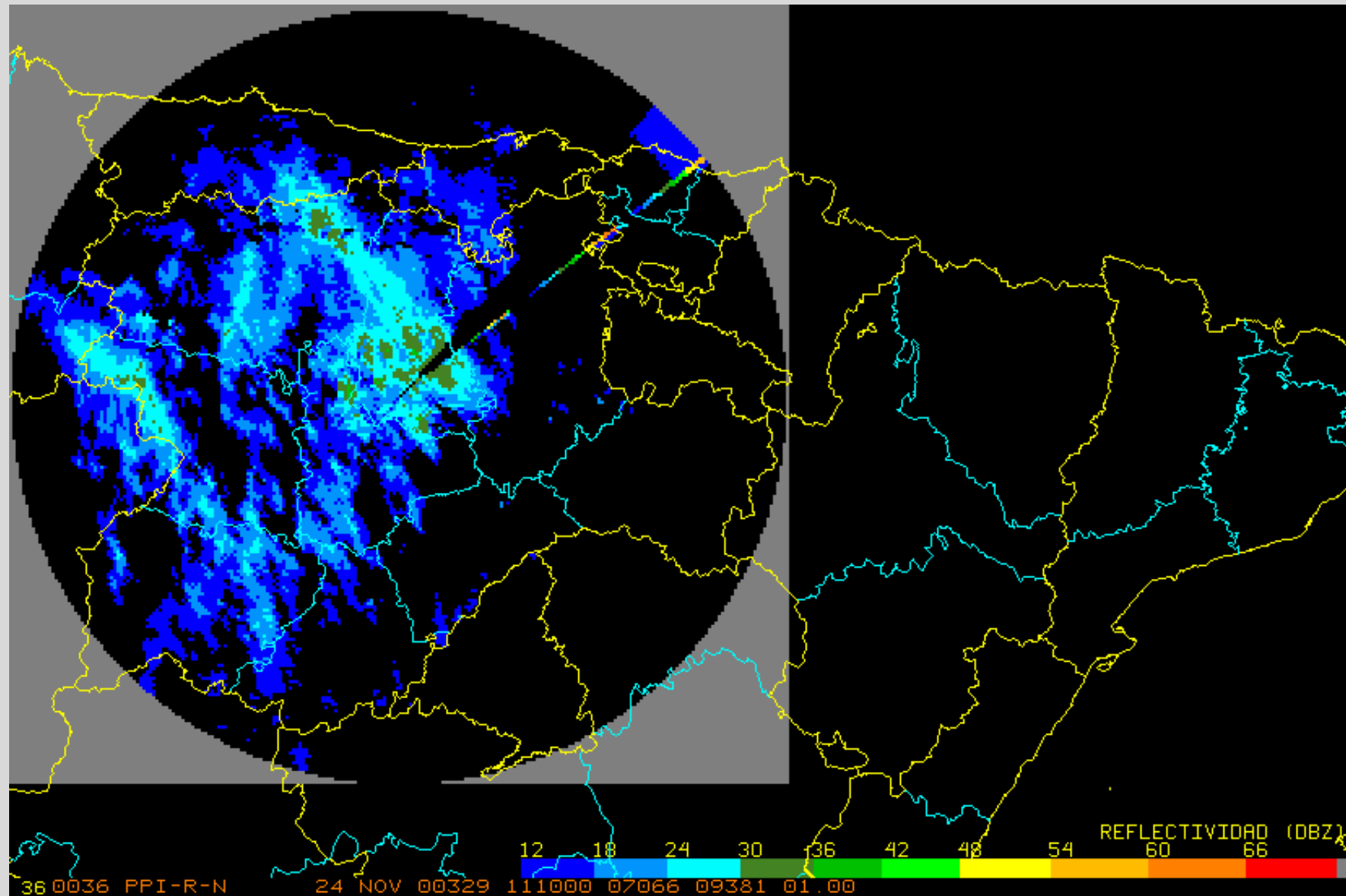
➤ No presentan la "precipitación" en el lugar correcto

- Ecos de segundo trip (relacionado con frecuencia repet. pulsos)
- Lóbulos laterales

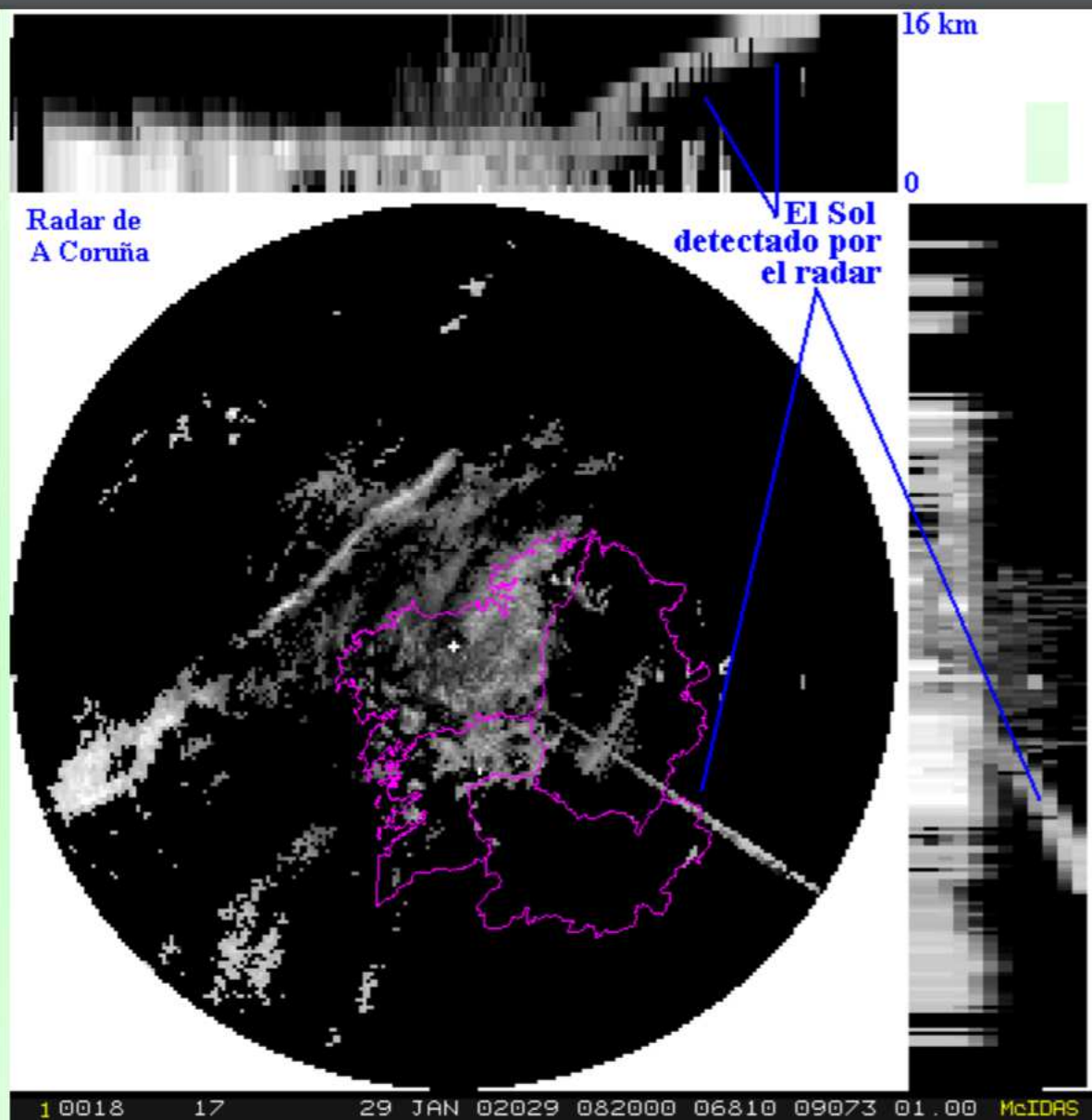
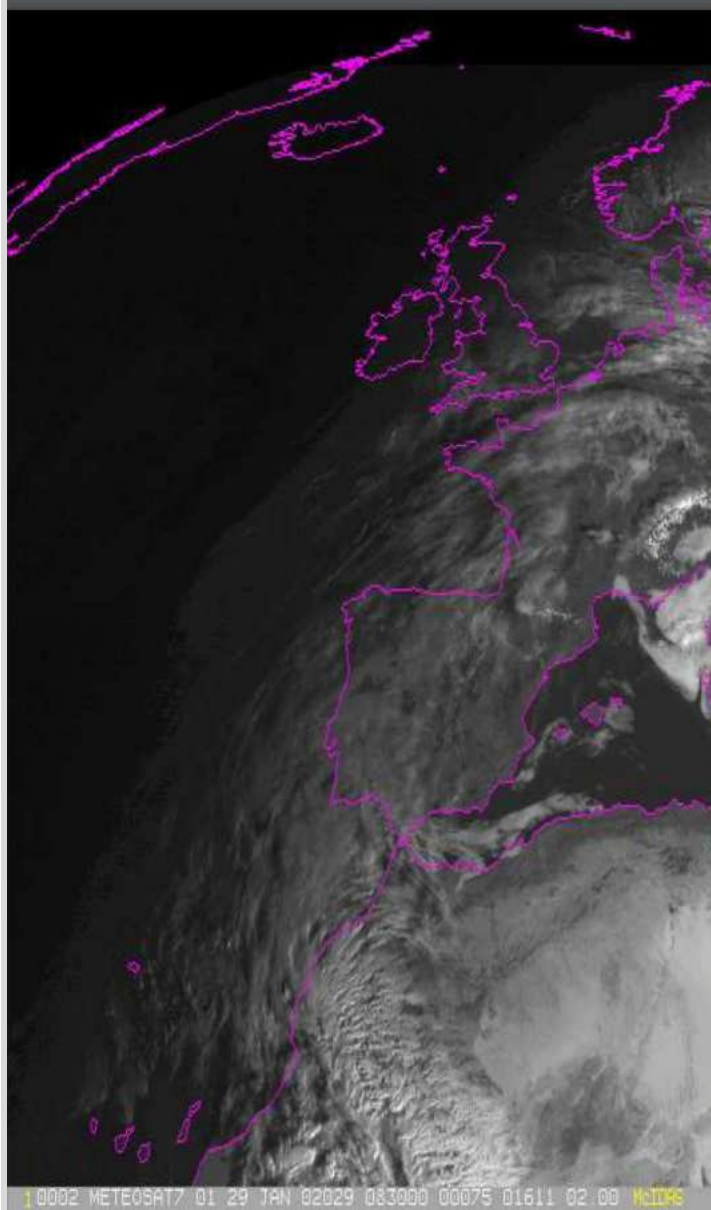
ECOS DE TIERRA

Aparecen cuando el haz del radar es interceptado por obstáculos que pueden ser naturales (montañas, colinas, árboles) o debidos a la actividad humana (edificios, torres de tendido eléctrico, molinos de viento).

Se eliminan por software en radares con capacidad doppler



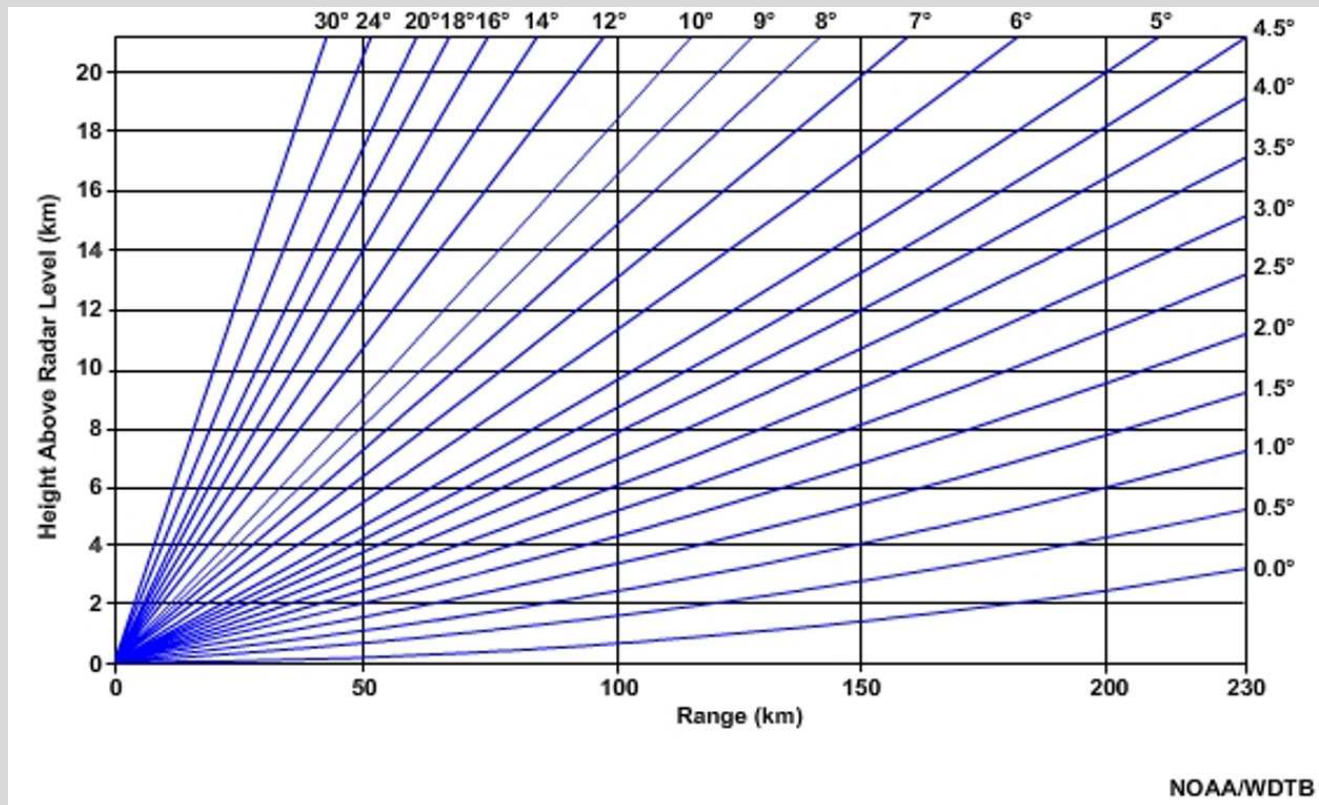
Interferencia con otros radares



Interferencia por el sol...

Propagación normal del haz del radar

- Trayectoria \rightarrow dn/dz n : función de P , T , e
- Menor curvatura que la superficie terrestre
- Para una elevación de $0,5^\circ$ a 200 Km la altitud sobre el radar es de 4000 m
- Estudios cuantitativos de precipitación únicamente a menos de 100-120 km



Tipos de Propagación anómala

- **SUBREFRACCIÓN:** el haz gana altura más rápido de lo normal. Así los **ecos que se encuentre el haz en su camino se van a interpretar como si estuvieran más bajos** (como si el haz se comportara normalmente). Suelen ocurrir en zonas de gradiente vertical próximo al adiabático y en áreas con aumento de la humedad con la altura.
- **SUPERREFRACCIÓN:** el haz se encuentra más bajo de lo normal (se curva más de lo normal). Se suelen producir en situaciones relativamente estables, con inversiones de temperatura. Así el haz del radar choca con el suelo produciendo ecos falsos. También en zonas de rápido descenso de la humedad con la altura



Condiciones atmosféricas normales

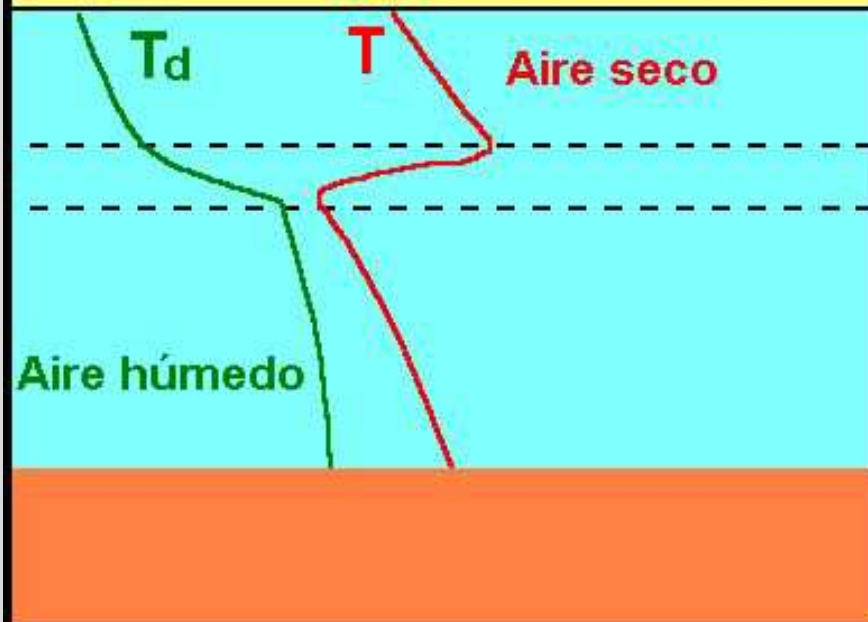


Condiciones atmosféricas inestables



Condiciones atmosféricas estables

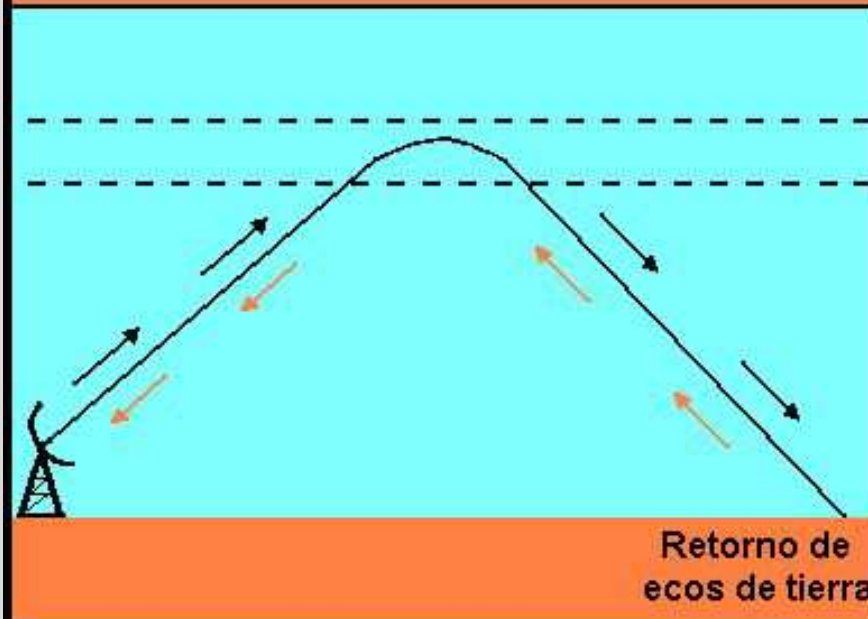
PROPAGACIÓN ANÓMALA



La figura muestra las condiciones atmosféricas propicias para que suceda la propagación anómala:

la existencia de una capa de pequeña extensión donde la temperatura aumenta con la altura mientras que la humedad disminuye rápidamente.

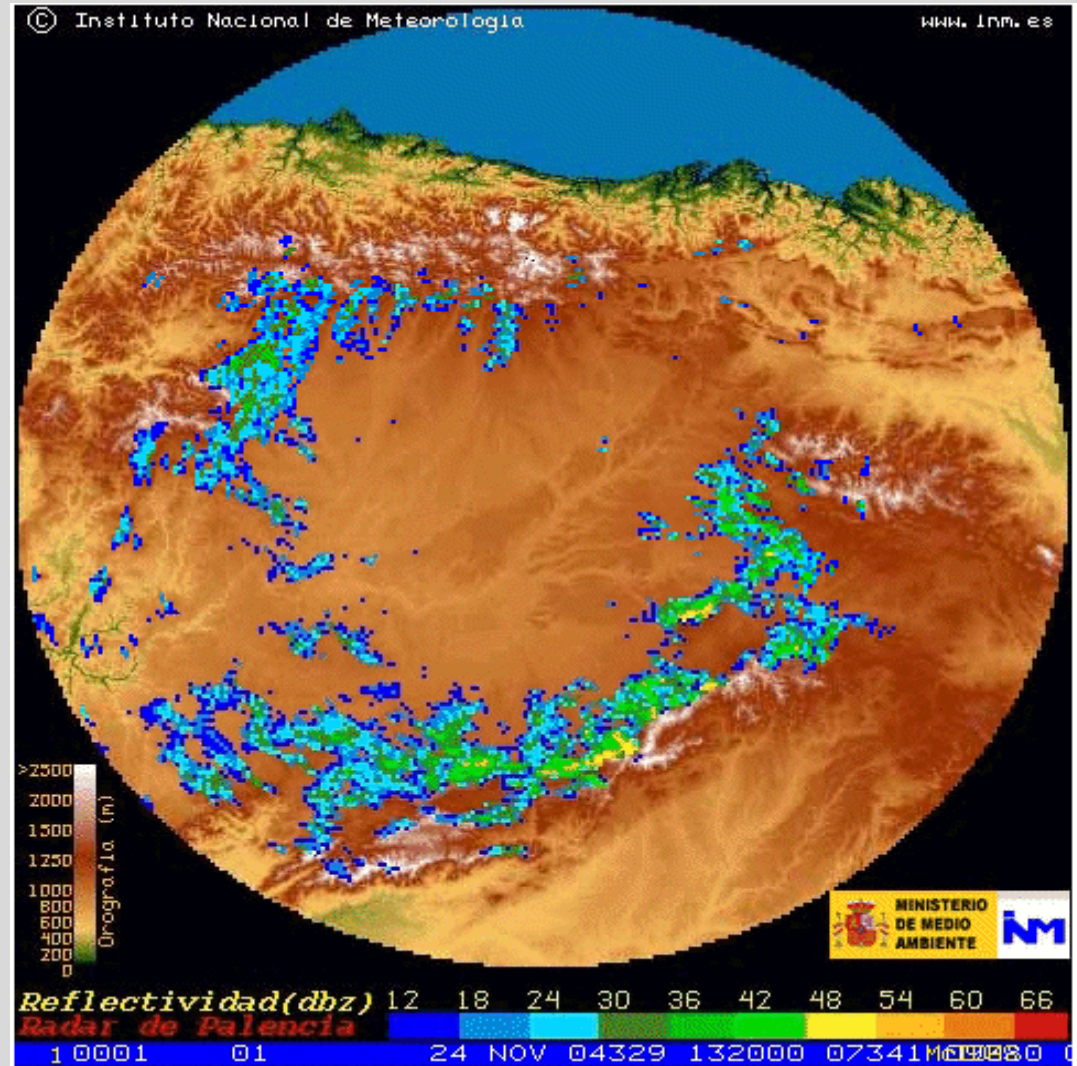
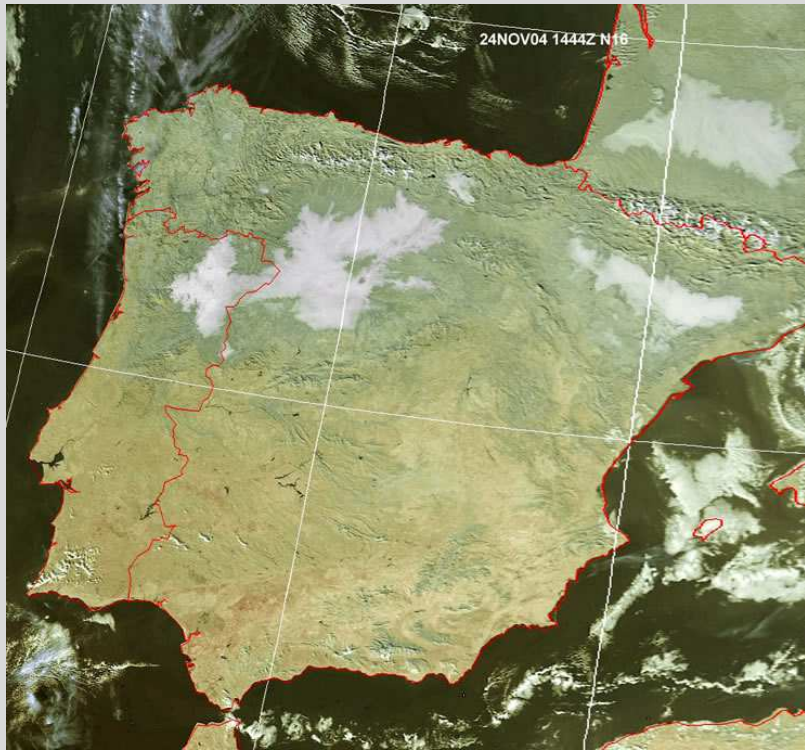
Las inversiones próximas al suelo reúnen las características descritas en el párrafo anterior.



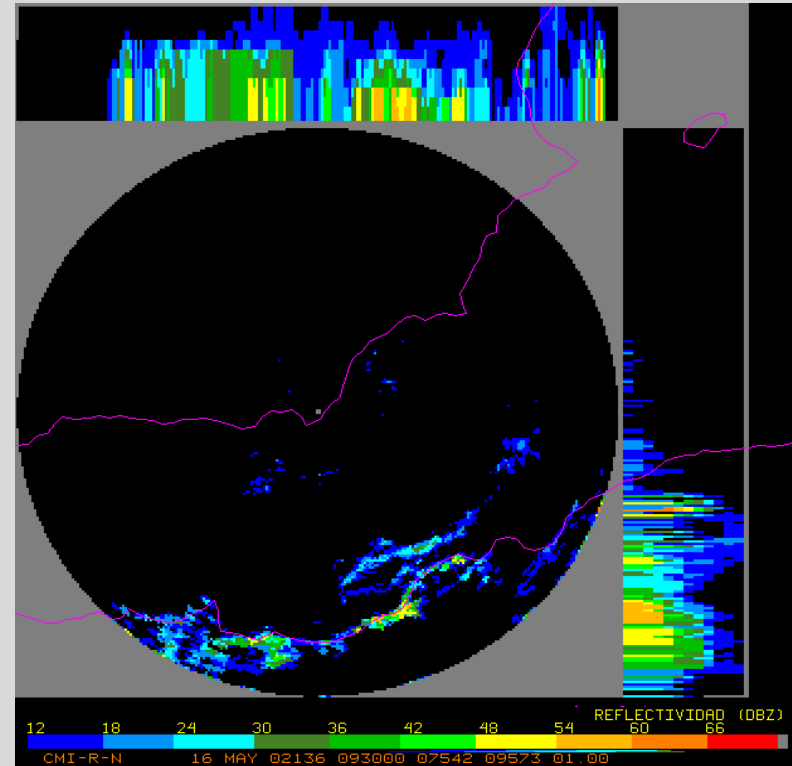
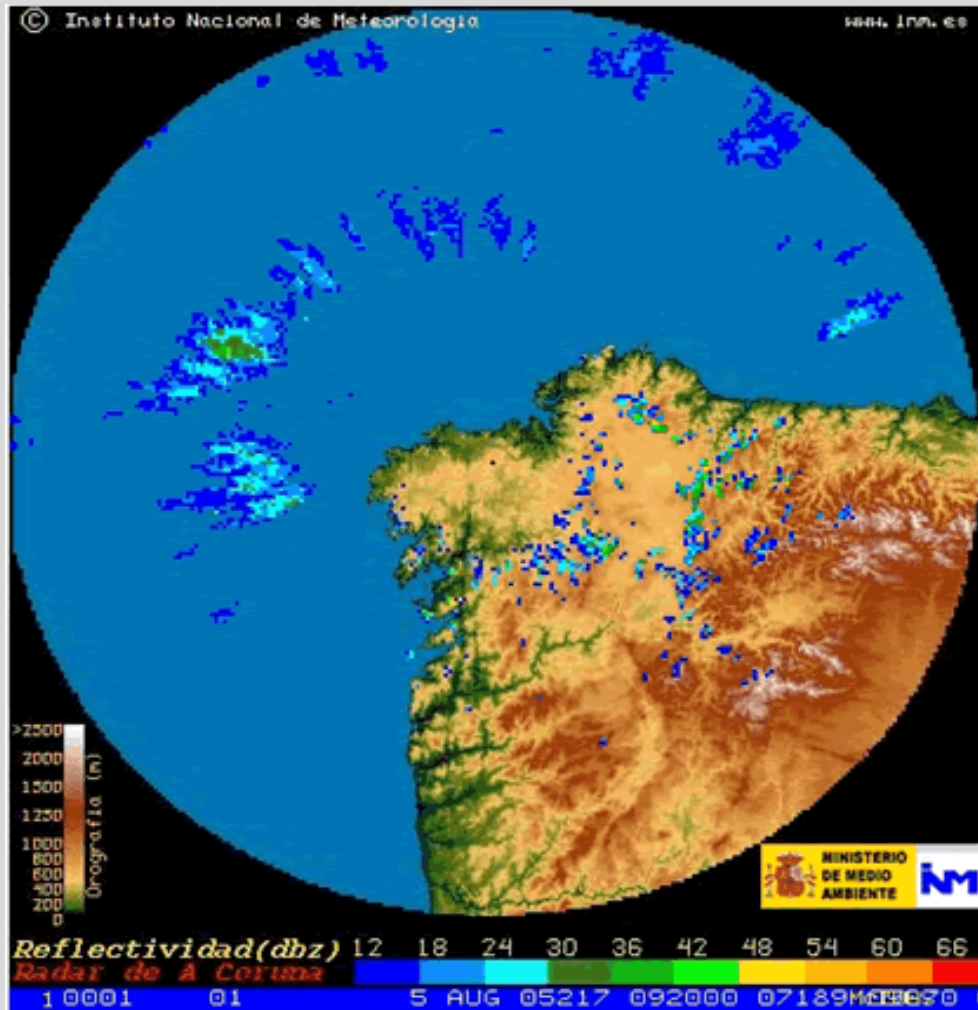
En la inversión, el haz de radar es refractado hacia el suelo observándose un incremento anormal de ecos de tierra.

T = Variación vertical de la temperatura

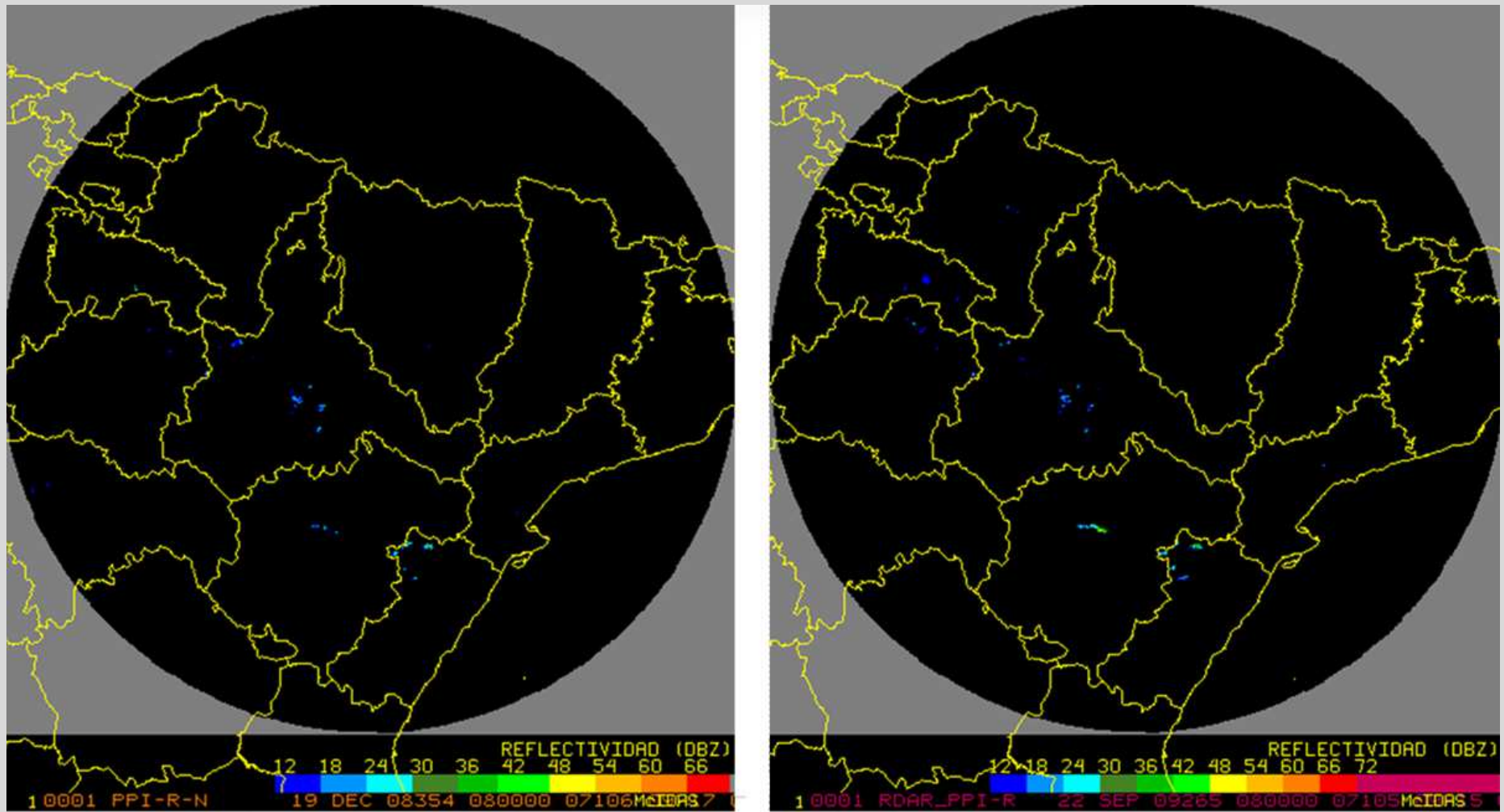
T_d = Variación vertical de la temperatura de rocío



PPI (radar de Palencia. 24 mayo a 13:20 UTC)
Ecos muy intensos de precipitación en un día de alta estabilidad atmosférica en capas bajas.

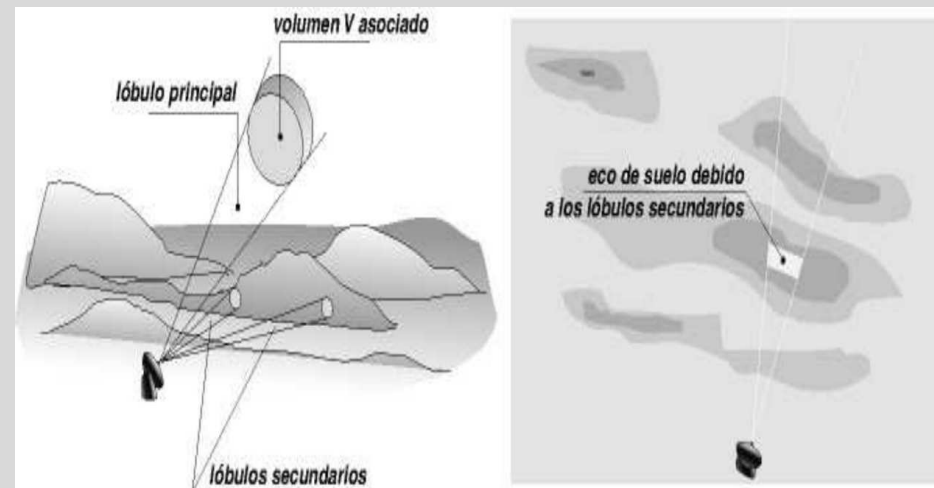
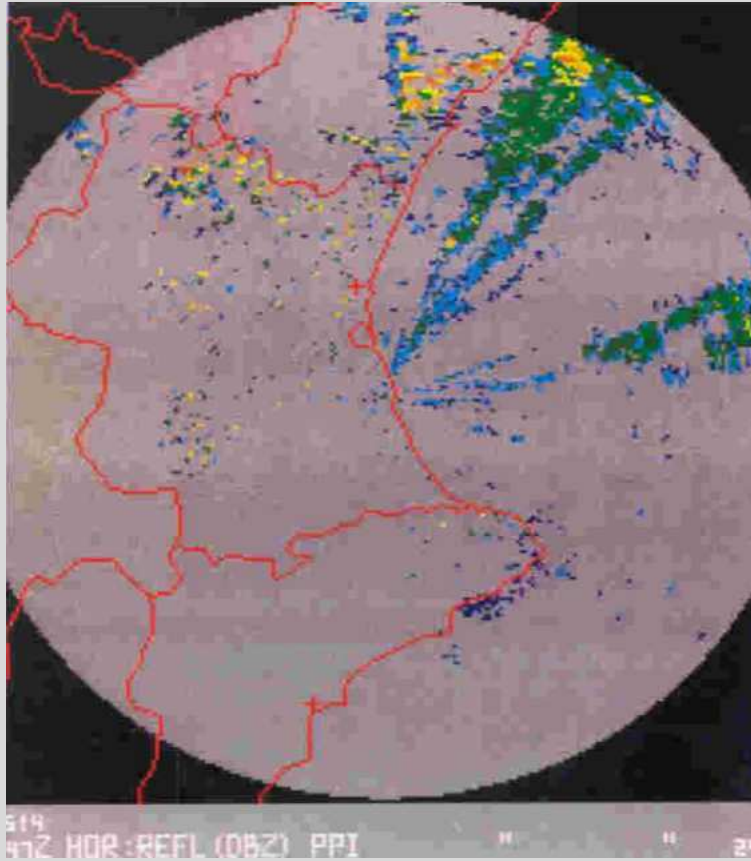


PPI radar de A Coruña a las 09:20 UTC (11:20 locales). Estructuras radiales de los ecos del mar, ligados a ecos lejanos que se ven atrapados en la capa estable de niveles bajos.



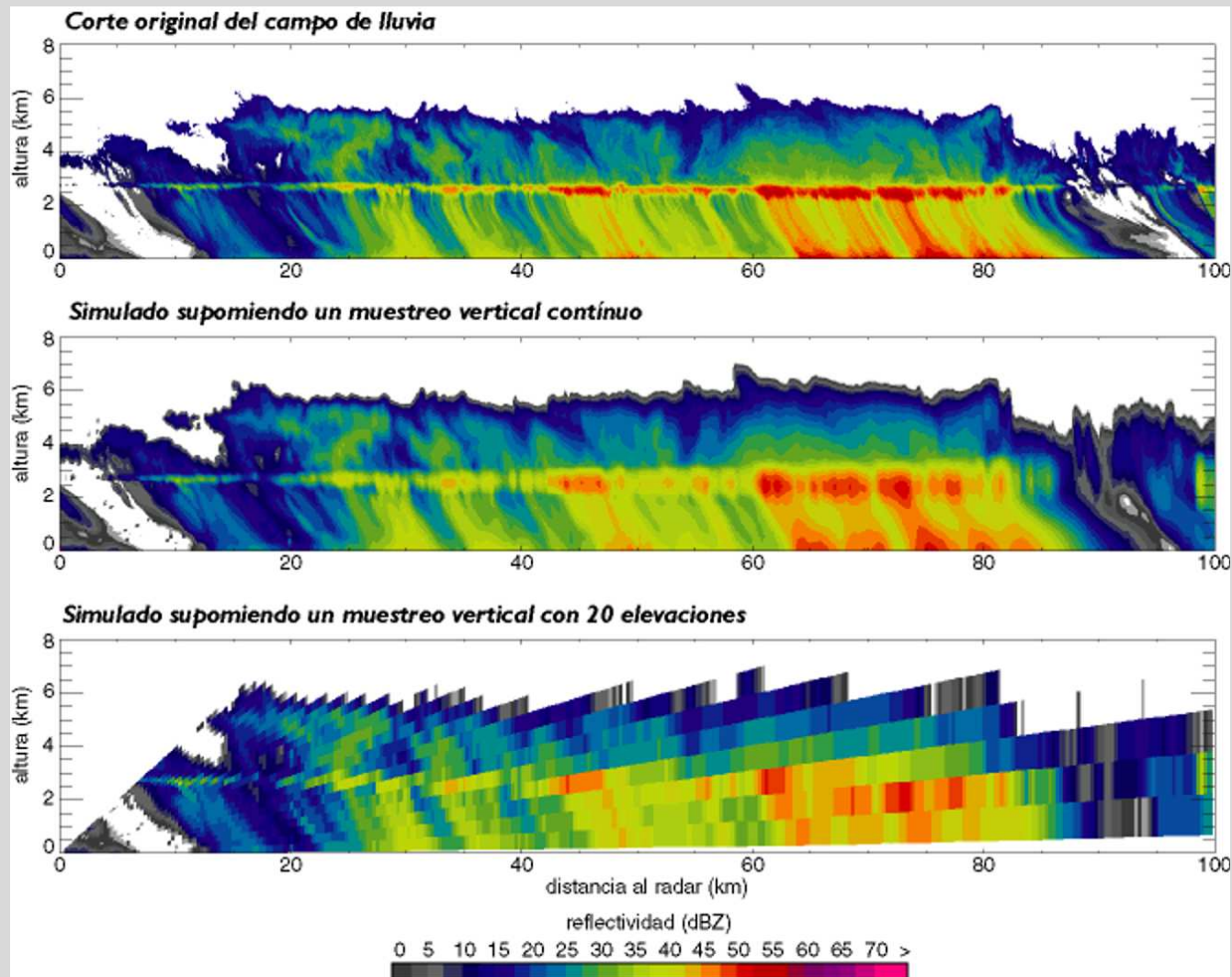
Ecos de molinos de viento: falsos ecos de precipitación

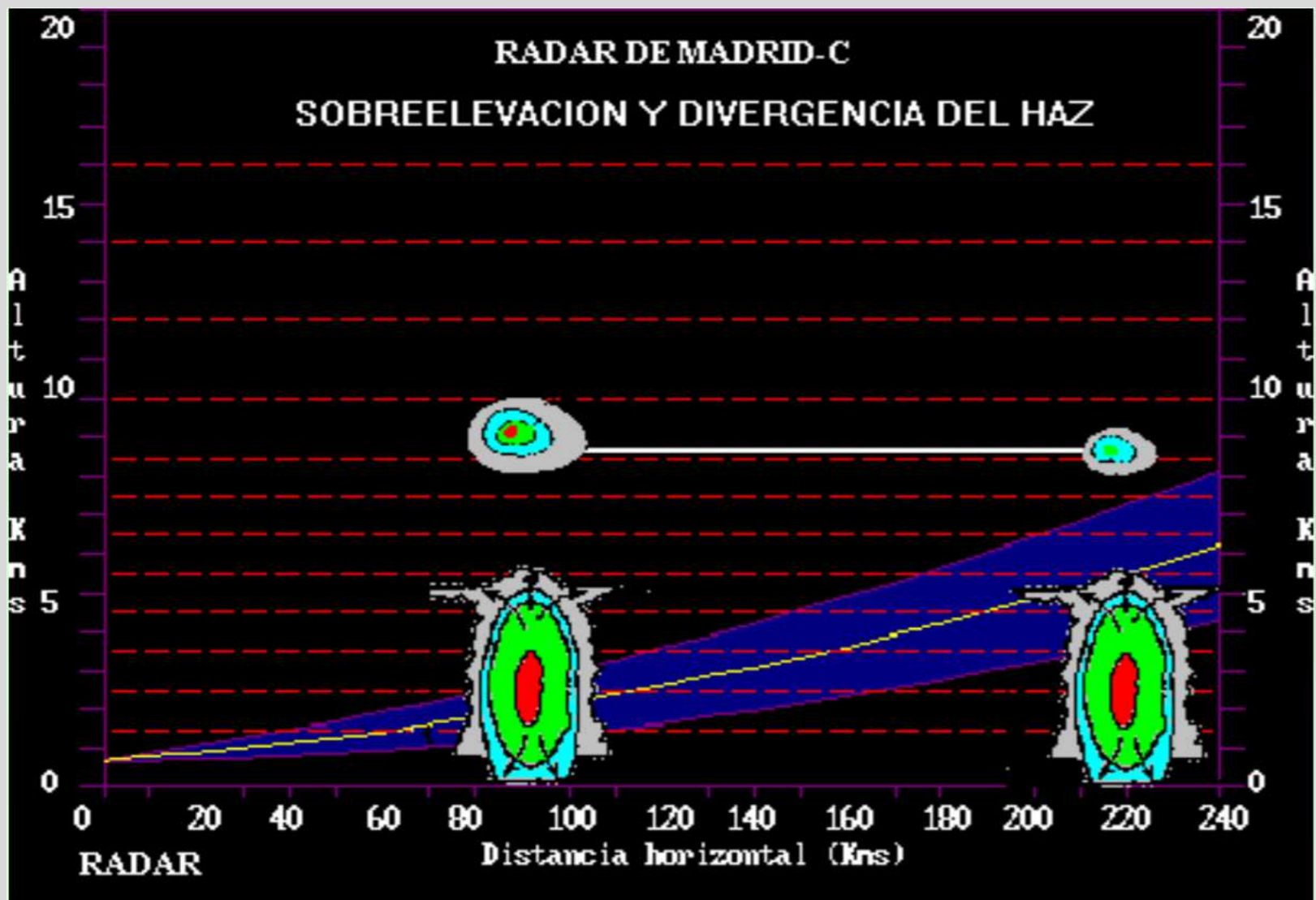
Falsos ecos por lóbulos laterales



Discretización temporal y espacial

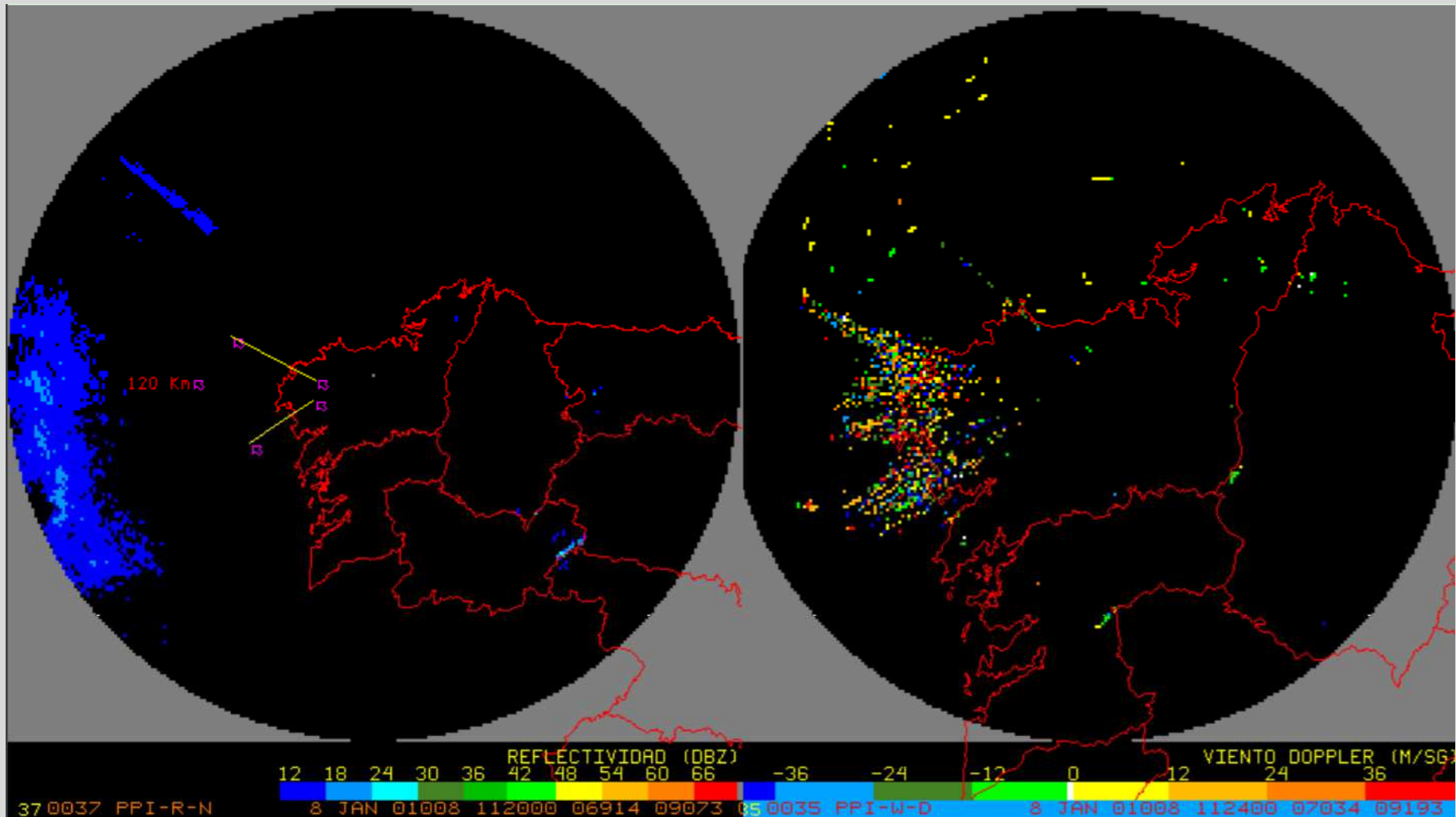
La resolución temporal necesaria depende de la aplicación que se va a dar a la información radar (vigilancia de procesos convectivos, hidrología, etc.)



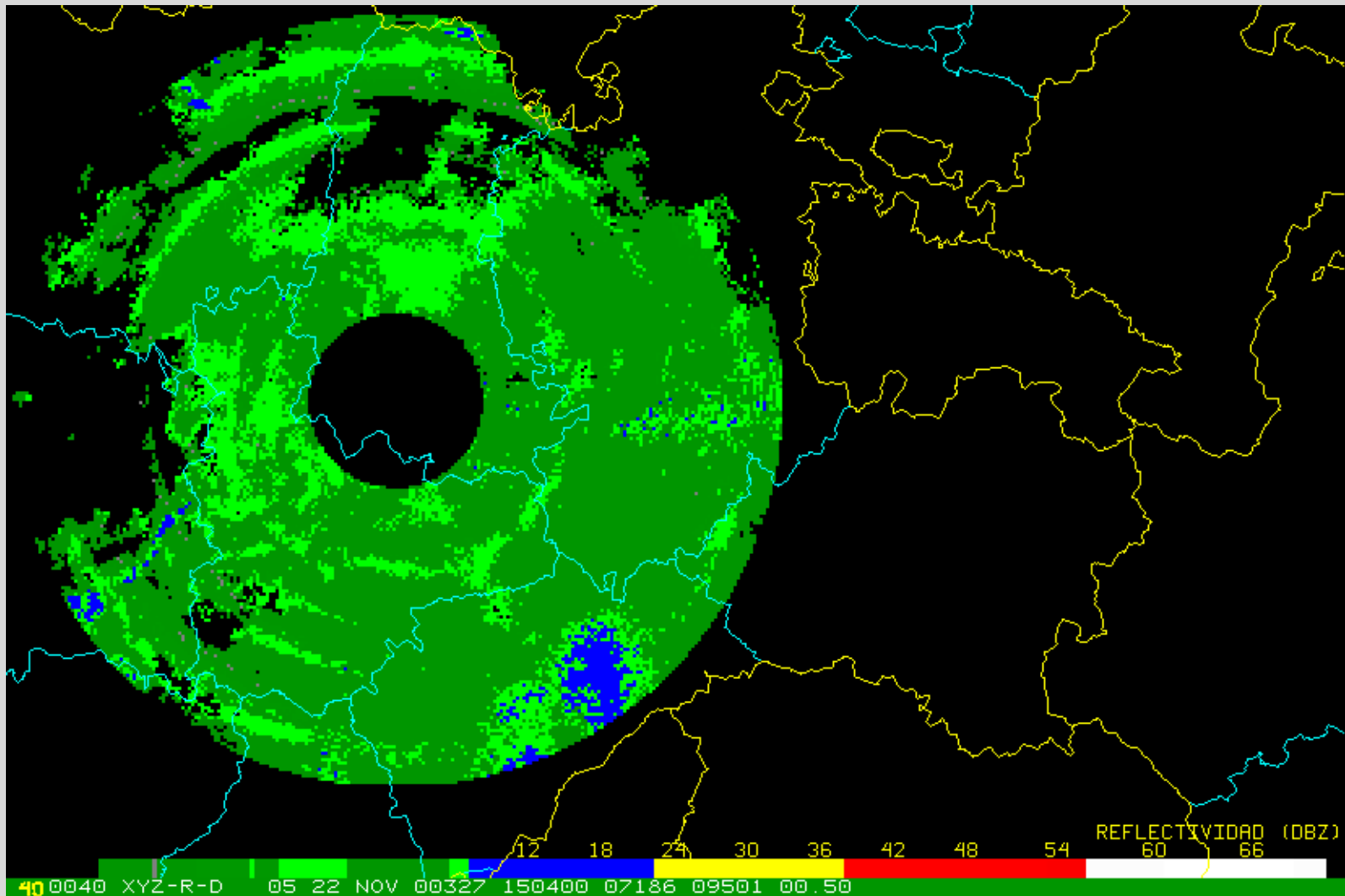


Ecos de segunda generación:

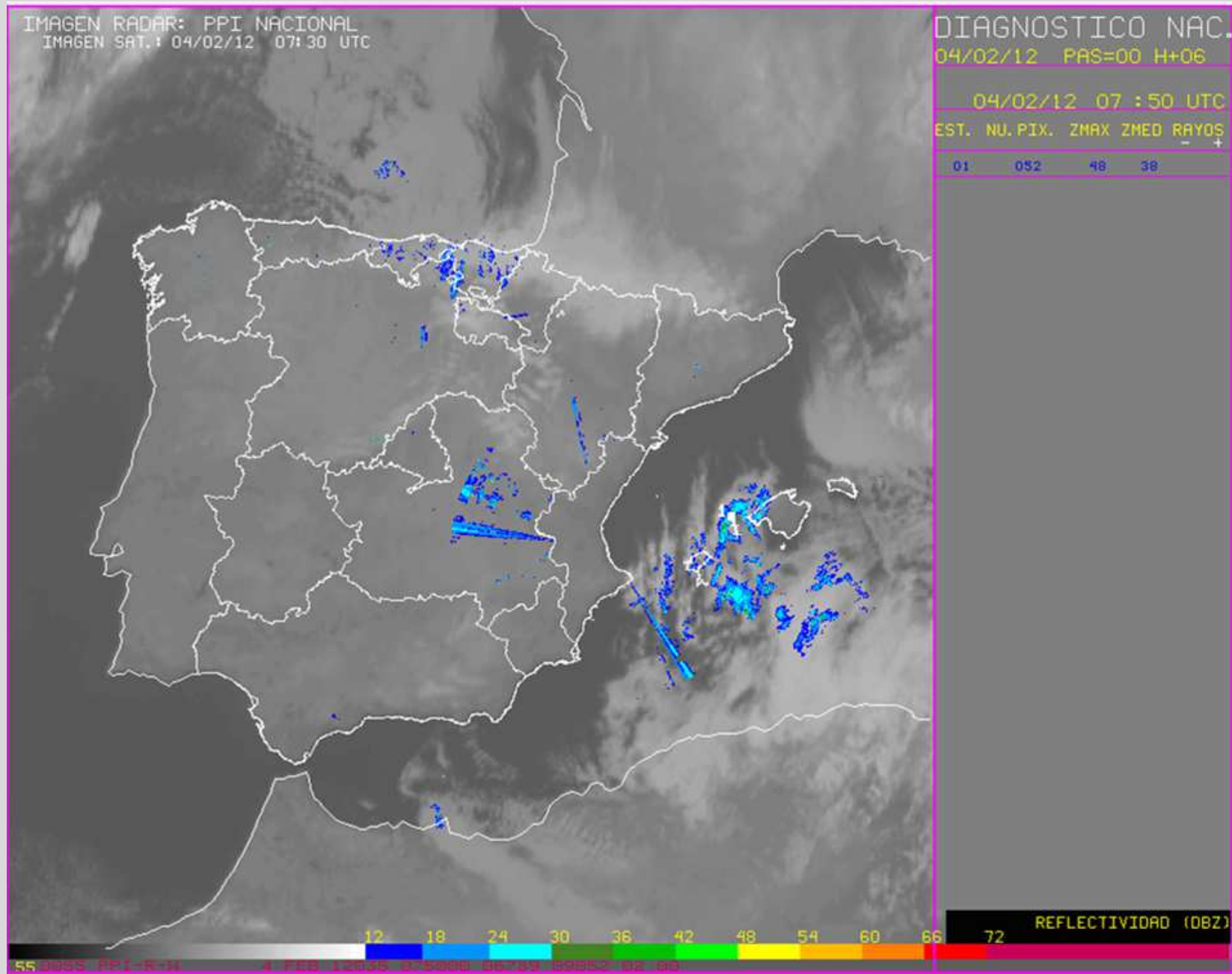
Recepción durante el pulso n+1 de ecos procedentes del pulso n, situados más allá del alcance nominal del radar



Ecos en abanico. Proceden de una estructura de precipitación fuera del alcance³¹



Mala interpolación a coordenadas cartesianas



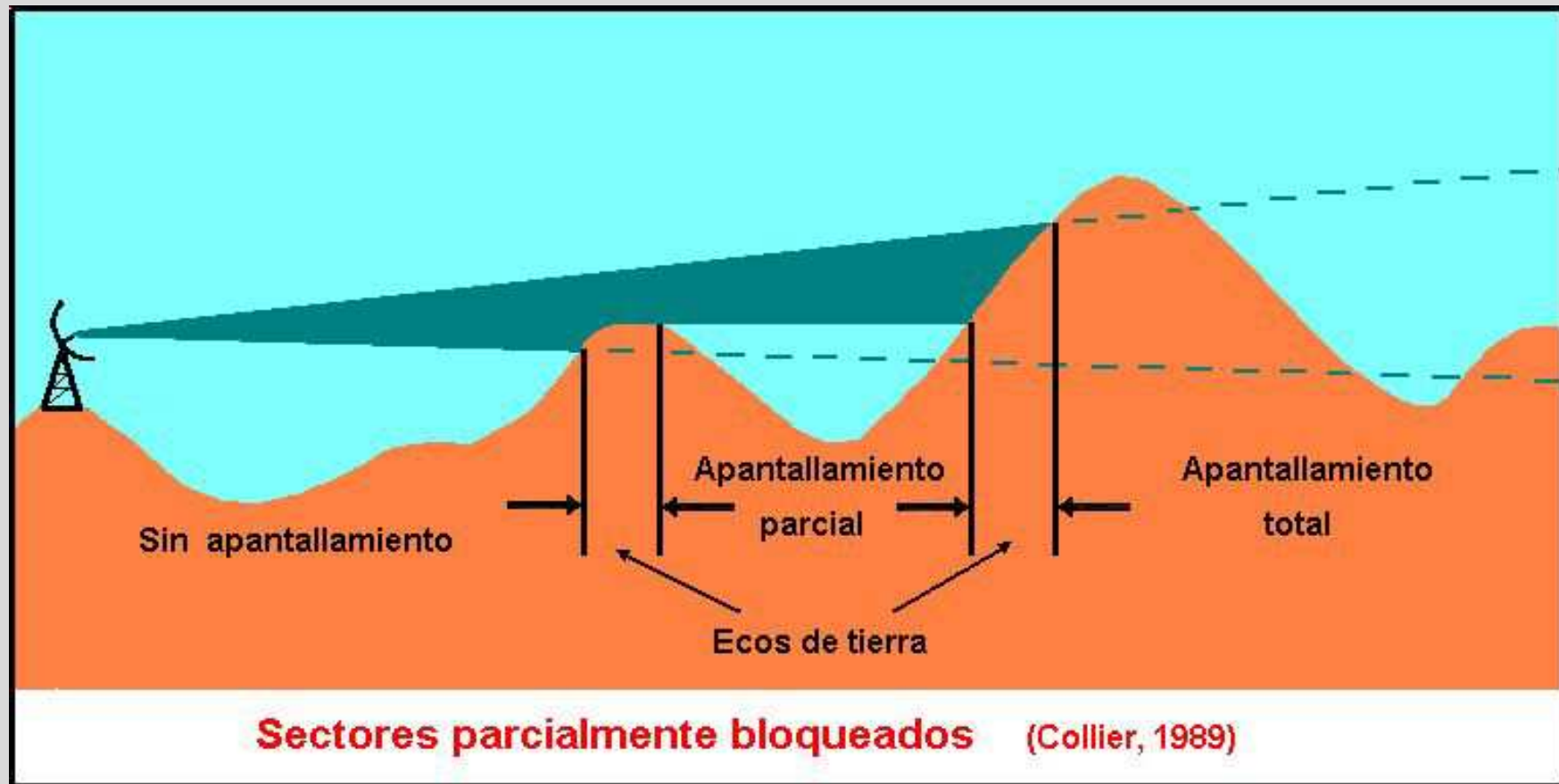
Falsos ecos procedentes por interferencias con antenas wifi

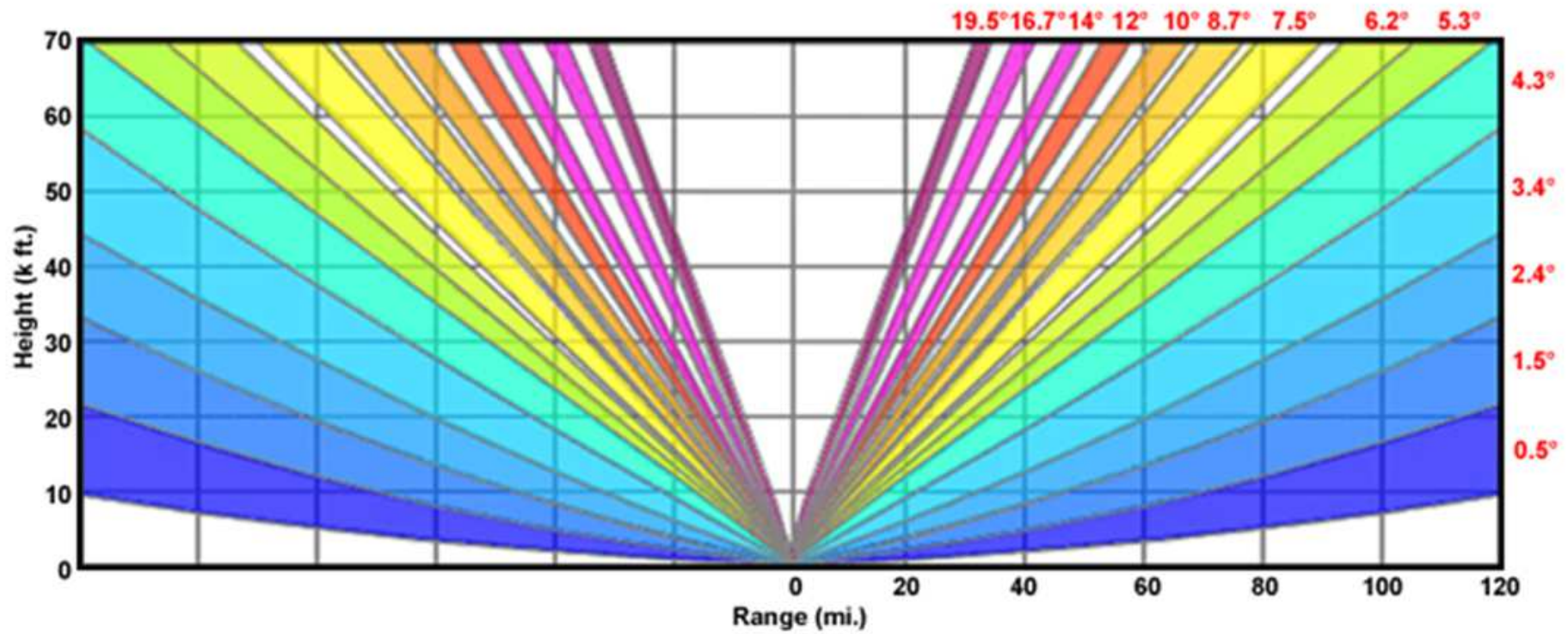
Estimación incorrecta de la cantidad de precipitación

- Apantallamiento
- Atenuación
- Calibración

Apantallamiento

El bloqueo de la señal radar debido a las colinas y las montañas produce una reducción de la precipitación estimada por el radar en lugares que se encuentran por detrás de estas alturas





NOAA

Cono Ciego

ANIMATION X 1 720x720 14:00:00 UTC

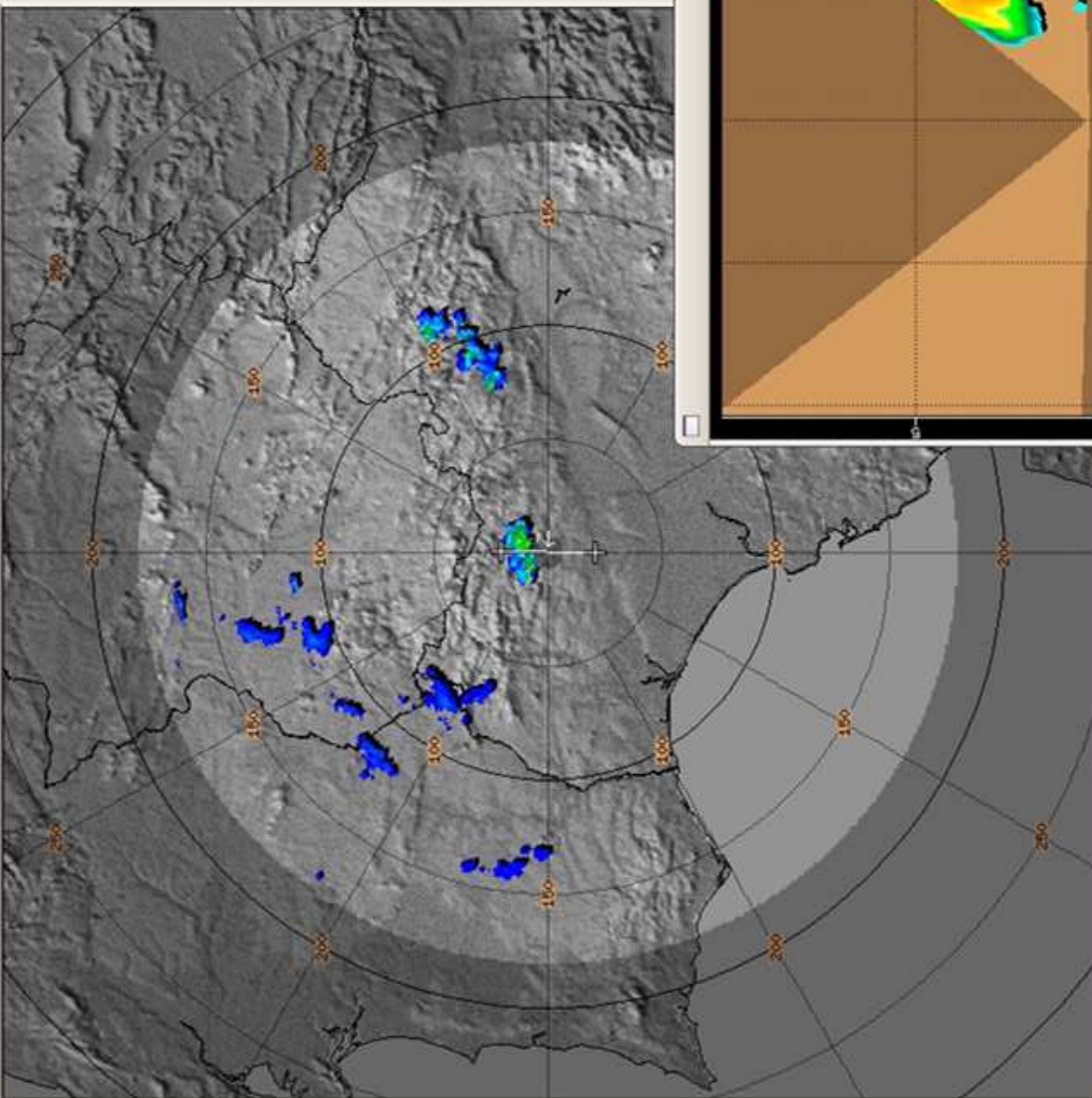
User

File View

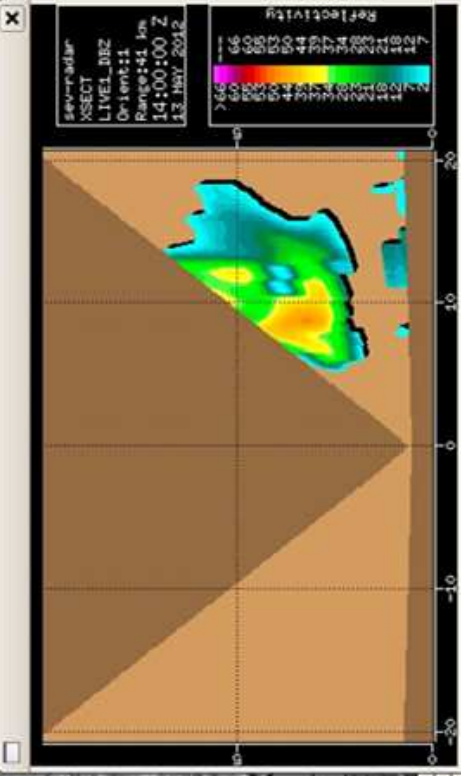
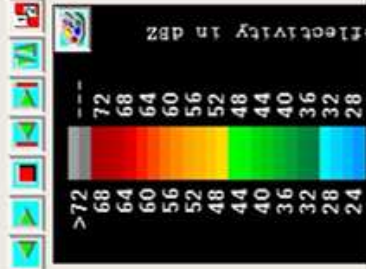
Mode

?

SEV/SEV

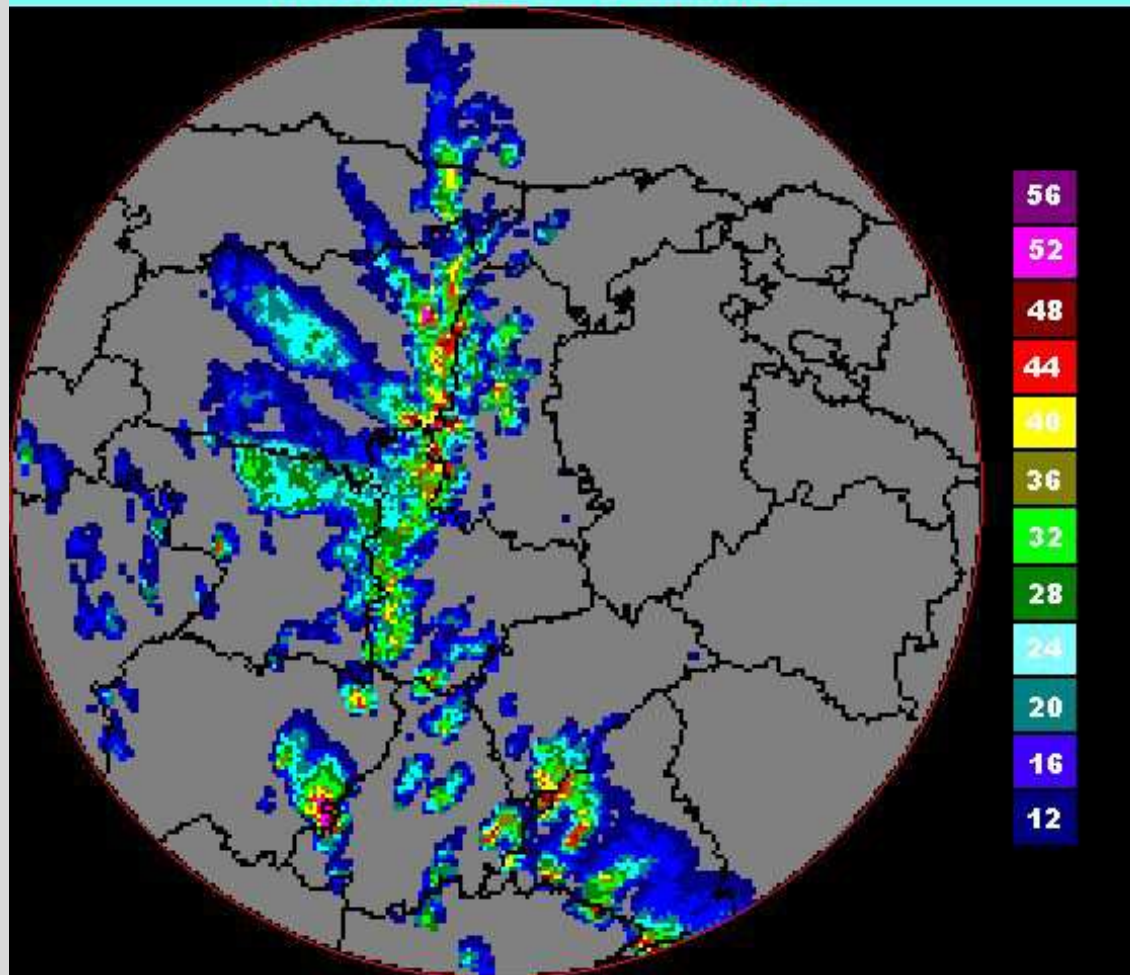


14:00:00 Z
13 MAY 2012



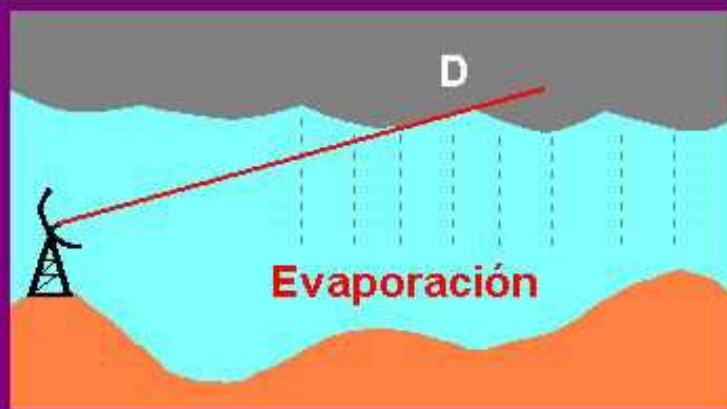
ZONAS APANTALLADAS POR PRECIPITACIONES INTENSAS

1 - Junio - 1999 14:20 UTC



En el caso de *intensas precipitaciones que se producen en las tormentas también se presenta este fenómeno* de apantallamiento no pudiendo observar el radar lo que sucede tras la cortina de precipitación

AUMENTO-DISMINUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN RADAR



Estas tres figuras representan posibles problemas asociados a la elevación del haz con la distancia.

Dependiendo de las características de las capas inferiores la precipitación puede sufrir:

Disminuciones

- Al atravesar una capa más seca pueden experimentar **evaporaciones**.
- Si en niveles bajos existe **cizalladura del viento**, el flujo del aire haría caer la precipitación más allá de lo señalado por el radar.

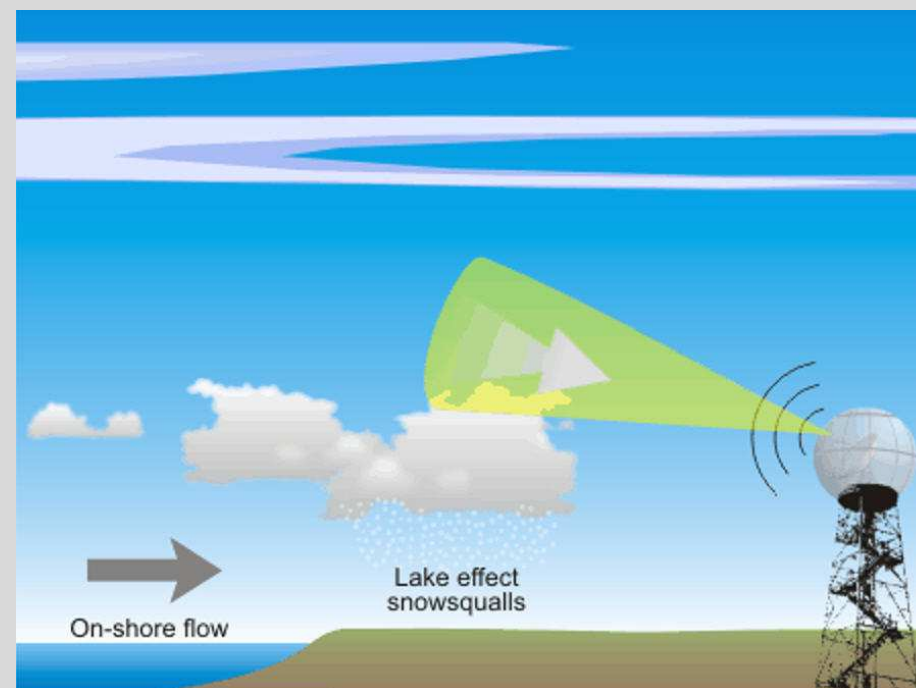
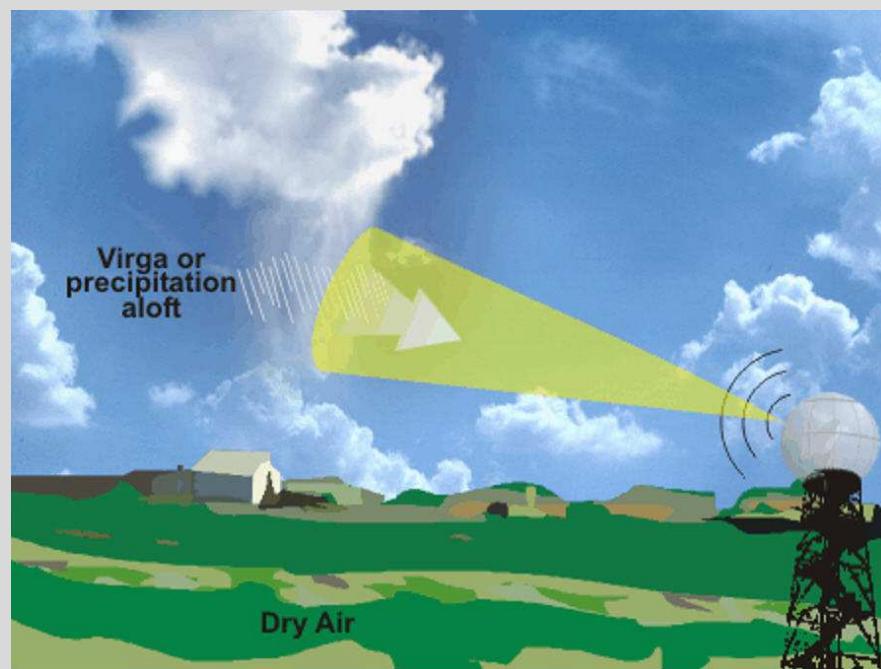
Aumentos

- Los **flujos de aire húmedos al ascender las laderas de las montañas** pueden producir un gran **incremento de la cantidad de precipitación cerca del suelo**

D = Precipitación débil
M = Precipitación moderada

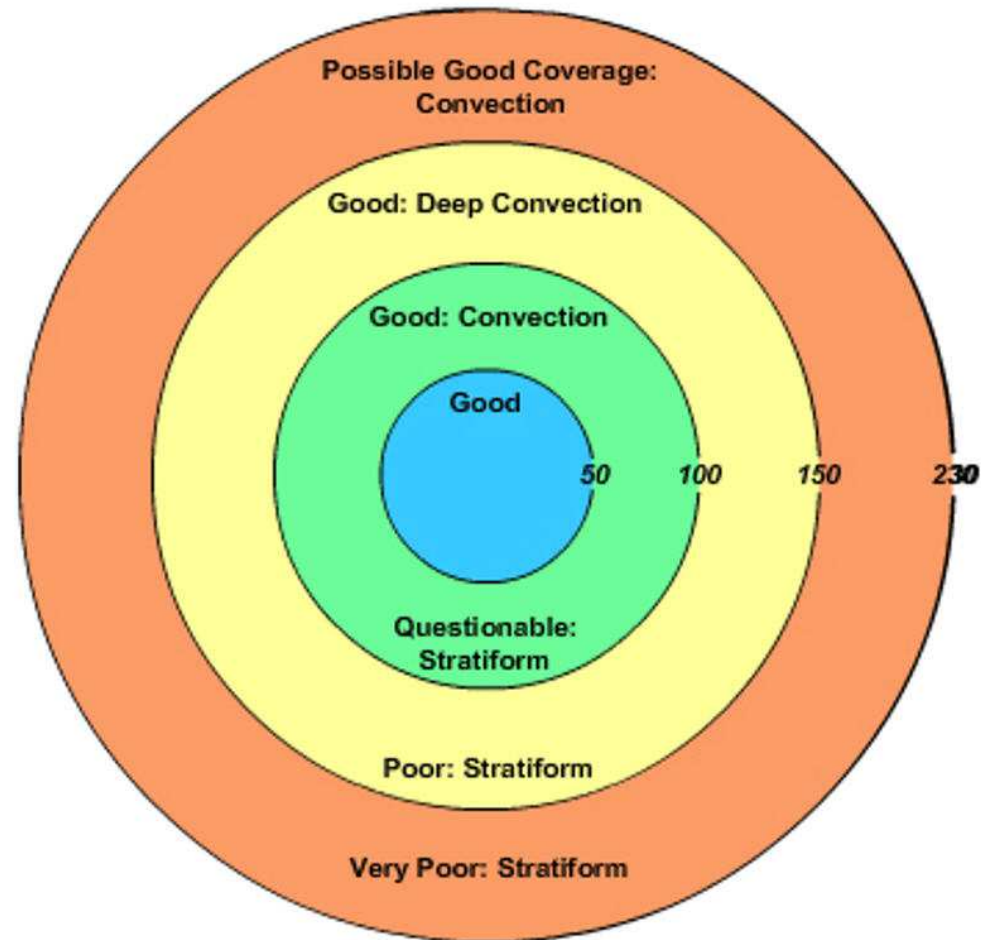
el radar mide la Reflectividad, Z ,
de un volumen a una cierta altura

Nuestra medida de interes:
la intensidad de lluvia, R , junto el suelo



Problemas cobertura y alcance radar

Radar Coverage of Precipitation with Range (km)—Assuming No Beam Blocking



Note: Coverage is worse for snow, and in areas of rugged terrain

©The COMET Program

Problemas cobertura y alcance radar

Influences On Radar Coverage



©The COMET Program

Atenuación

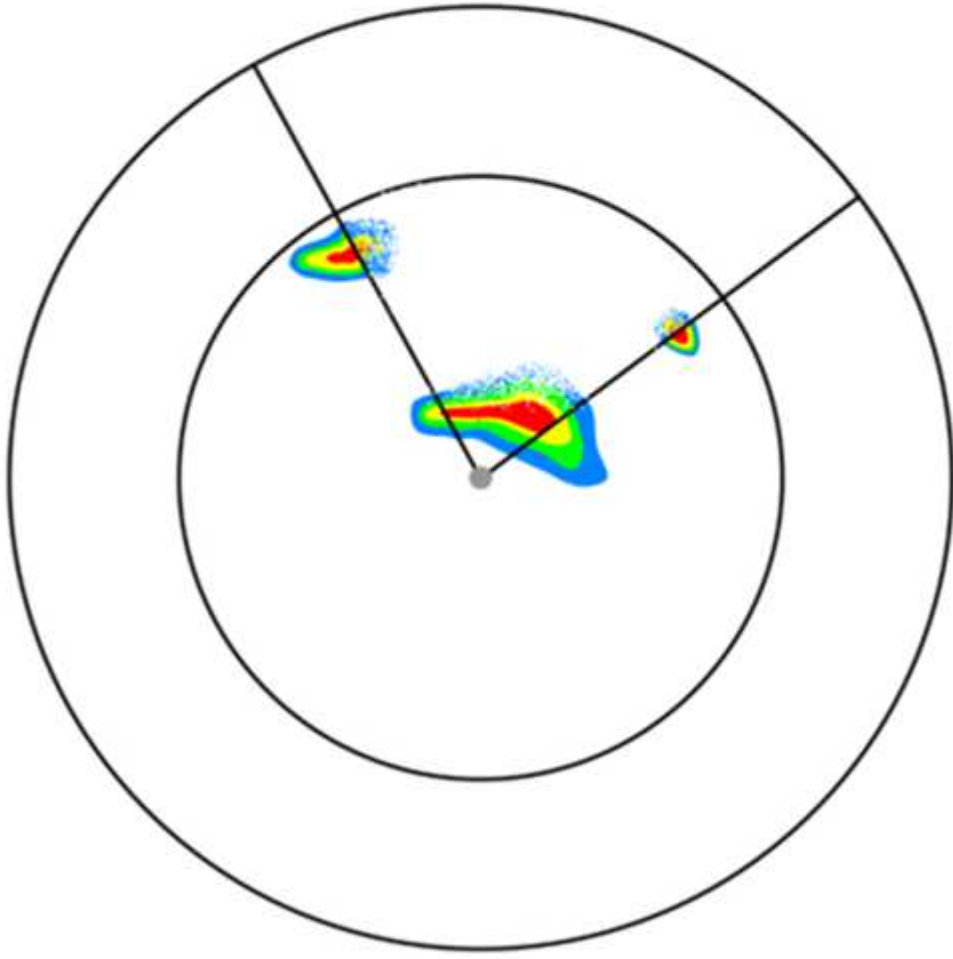
Es la **pérdida de energía que sufre el haz emitido por el radar a causa de la absorción y dispersión que sufre por parte de gotas, partículas y gases de la atmósfera**. En parte se tiene en cuenta en la ecuación radar (factor L^2). Este factor depende de la naturaleza de los gases, partículas,... Y sobre todo del tamaño de las partículas, de la temperatura y de la longitud de onda de la señal emitida.

- Gases atmosféricos: pequeña, aunque puede ser significativa a distancias mayores de 60 km. Pero es prácticamente constante y se puede corregir.

- Las atenuaciones más importantes son las producidas por la propia precipitación..**

- Gotas de nube y partículas en suspensión: puede llegar a ser significativa, pero más difícil de corregir, ya que puede variar bastante.

- Gotas de lluvia: es la más significativa, y tanto más cuanto más intensa sea la precipitación y cuanto menor sea la longitud de onda del radar.



Relación Z/R no representativa

Las relaciones Z/R se basan en ciertas suposiciones sobre el tamaño de las gotas para diferentes intensidades de precipitación.

Tienden a sobrestimar la intensidad de precipitación de nubes tales como los Cb que tienen una mayor proporción de gotas grandes que en las hipótesis realizadas.

Al contrario, aquellas nubes con gotas más pequeñas que las supuestas tenderán a subestimar la precipitación.

Mala Calibración

Con el tiempo, **ciertas características técnicas del radar pueden variar** repercutiendo en ciertas constantes como: **la energía transmitida, la sensibilidad de los equipos de recepción.**

Es por esto que con frecuencia los radares se ven sometidos a calibraciones para corregir estos defectos.

Banda Brillante

En la ecuación del radar meteorológico la energía devuelta dependía del blanco principalmente por:

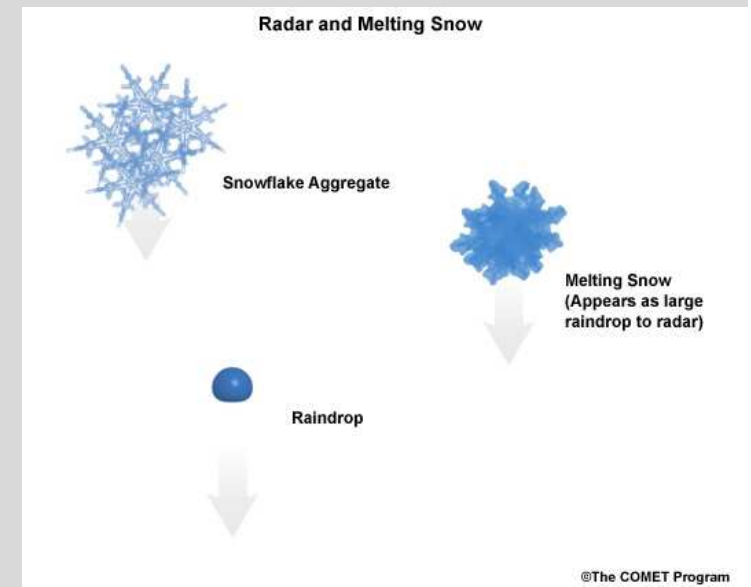
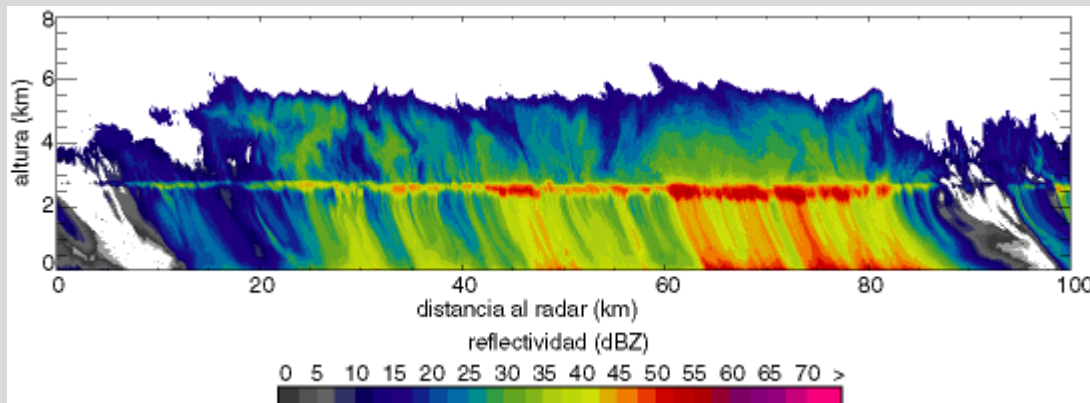
- **su tamaño**: cuánto más grande era el blanco más grande era la reflectividad Z.
- **su constante dieléctrica**

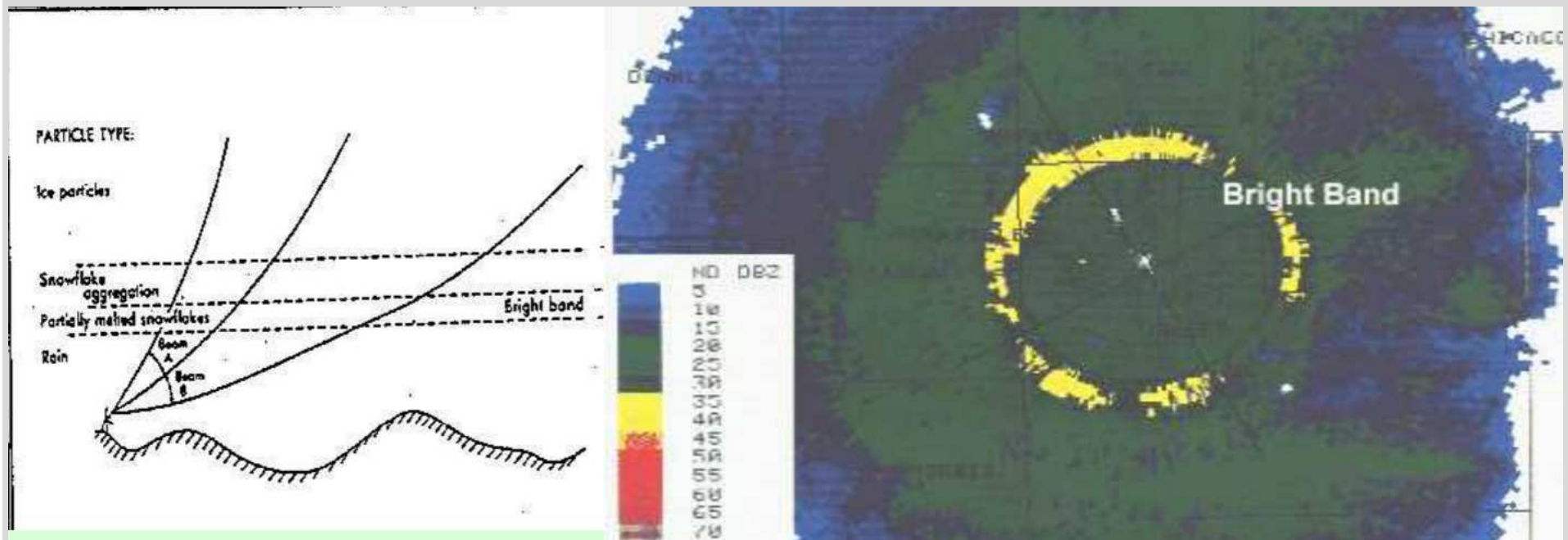
Para las longitudes de onda utilizadas por los radares de meteorología **la constante dieléctrica del hielo es 0,21 y la del agua es aproximadamente 0,93.**

Al llegar cerca de la isoterma de 0 °C estas partículas se funden para convertirse en gotas de agua. La reflectividad aumenta bruscamente en 6 dBz. Si se utiliza **un corte vertical se vería como una banda casi horizontal con reflectividad más alta** a la altura de la isoterma de 0 °C. De esta forma de presentarse recibió el nombre de "banda brillante".

En una imagen PPI la banda brillante sería un arco, o un anillo si las precipitaciones son lo suficiente extensas, de reflectividad realzada rodeando al radar.

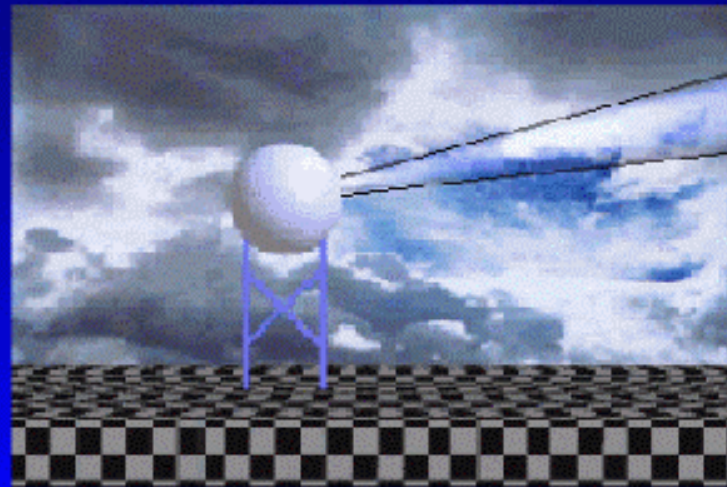
Banda brillante: aumento de la intensidad de la señal cerca de la isocero. Se debe al cambio de constante dieléctrica del agua al pasar de fase sólida a líquida.





Why Are Spotters so Important?

- Doppler Radar cannot see to ground level
- Real-time Warning Decisions
- Verification
- Storm Data
- “Eyes” of the NWS and your community



Realidad actual: Necesidad de observadores en tiempo real de fenómenos atmosféricos (especialmente violentos)

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN:

- **Curso de radar de Juan Pablo Álvarez Alonso (AEMET)**
- **Radar Research and Development Dept. NSSL (EEUU)**
- **Rafael Sánchez-Diezma (Tesis, 2001) de la UPC**
- **Radar Dept. McGill University (Canada)**
- **Curso de radar de Francisco Martín León (AEMET)**
- **Curso de radar de Ismael San Ambrosio (AEMET)**
- **Módulos COMET (NCAR)**
- **NWS (USA)**
- **[http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/home.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/home.rxml)**