



PIB-M. FASE PRESENCIAL. 2022  
TELEDETECCIÓN PRÁCTICA  
RADARES

## 4.- PRODUCTOS RADAR

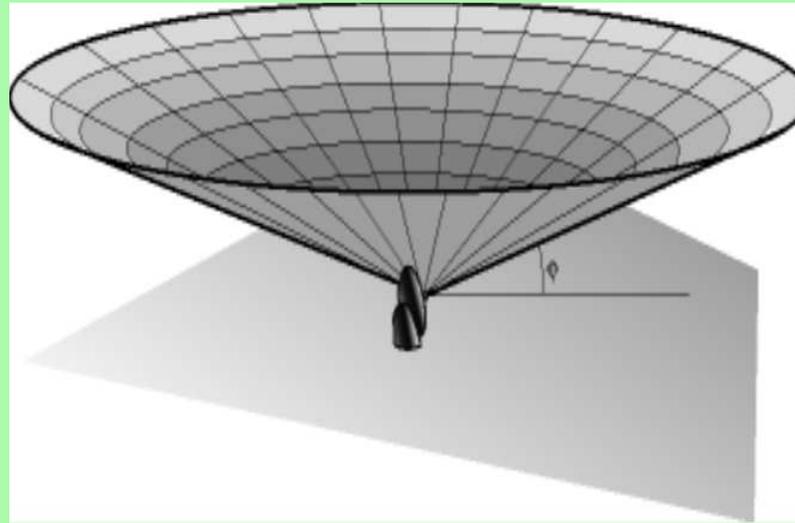
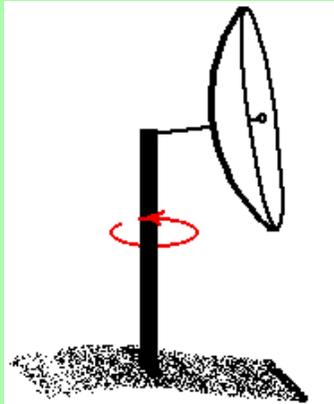
Jesús Riesco Martín.  
jriescom@aemet.es

## ÍNDICE TEMÁTICO

- 1.- Productos en rango largo y corto
- 2.- Imágenes auxiliares
- 3.- Composición nacional: problemática y tácticas
- 4.- Productos mosaico nacional y cobertura

# 1.- Productos en rango largo





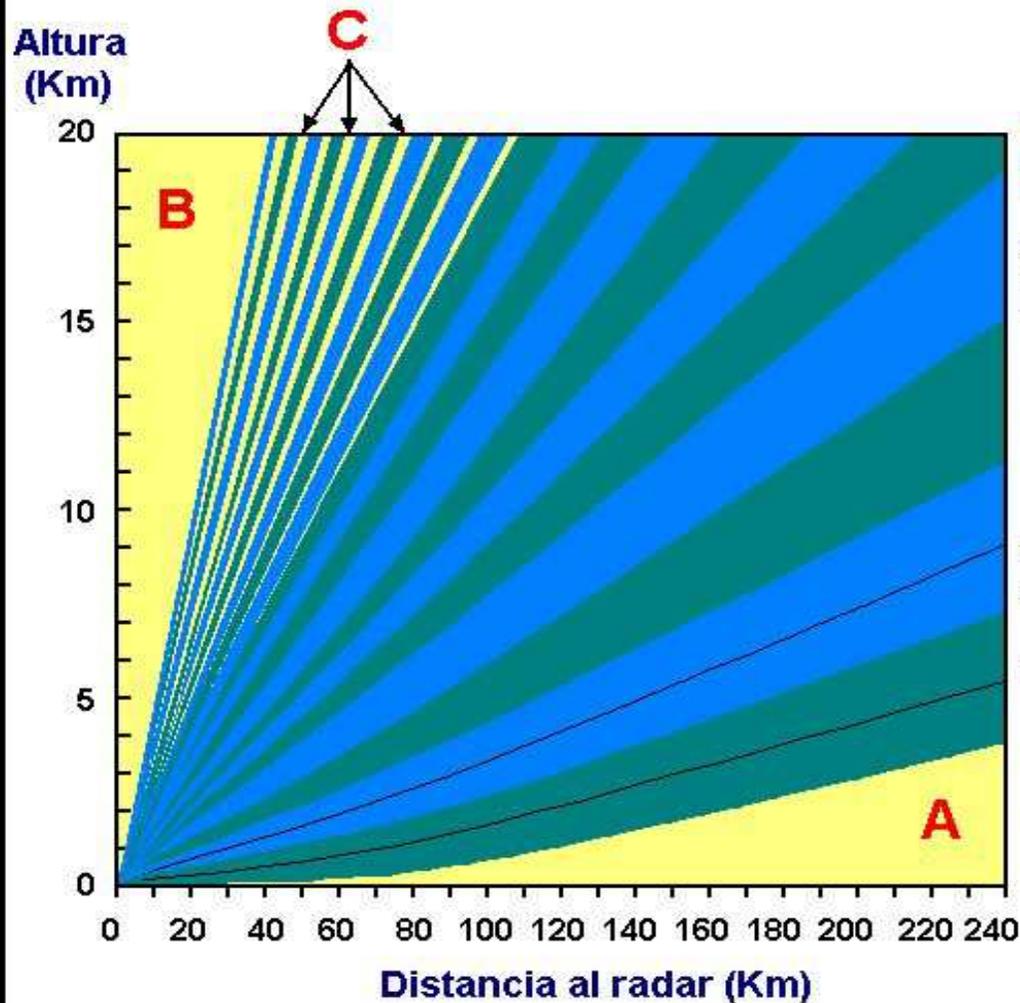
Por **exploración** se entiende un **barrido de  $360^\circ$**  en **acimut** para **cada elevación**. Cuántas **más exploraciones** se realicen **mayor número de datos** y **mejor resolución** espacial tendremos **pero** consumirá **más tiempo de proceso**.

En **modo normal** realiza **20 exploraciones** que van desde la más baja con una elevación de  $0,5^\circ$  hasta la más alta de  $25,0^\circ$

El **resultado** del barrido volumétrico es un **volumen de datos** en **coordenadas polares** (radio - **r**, acimut -  **$\theta$** , elevación -  **$\alpha$** ) que posteriormente **se transforma a coordenadas cartesianas** (**x, y, z**), mediante un **método de interpolación**.

## a) Volumen POLAR.

### EXPLORACIONES MODO NORMAL DEL RADAR DE VALLADOLID



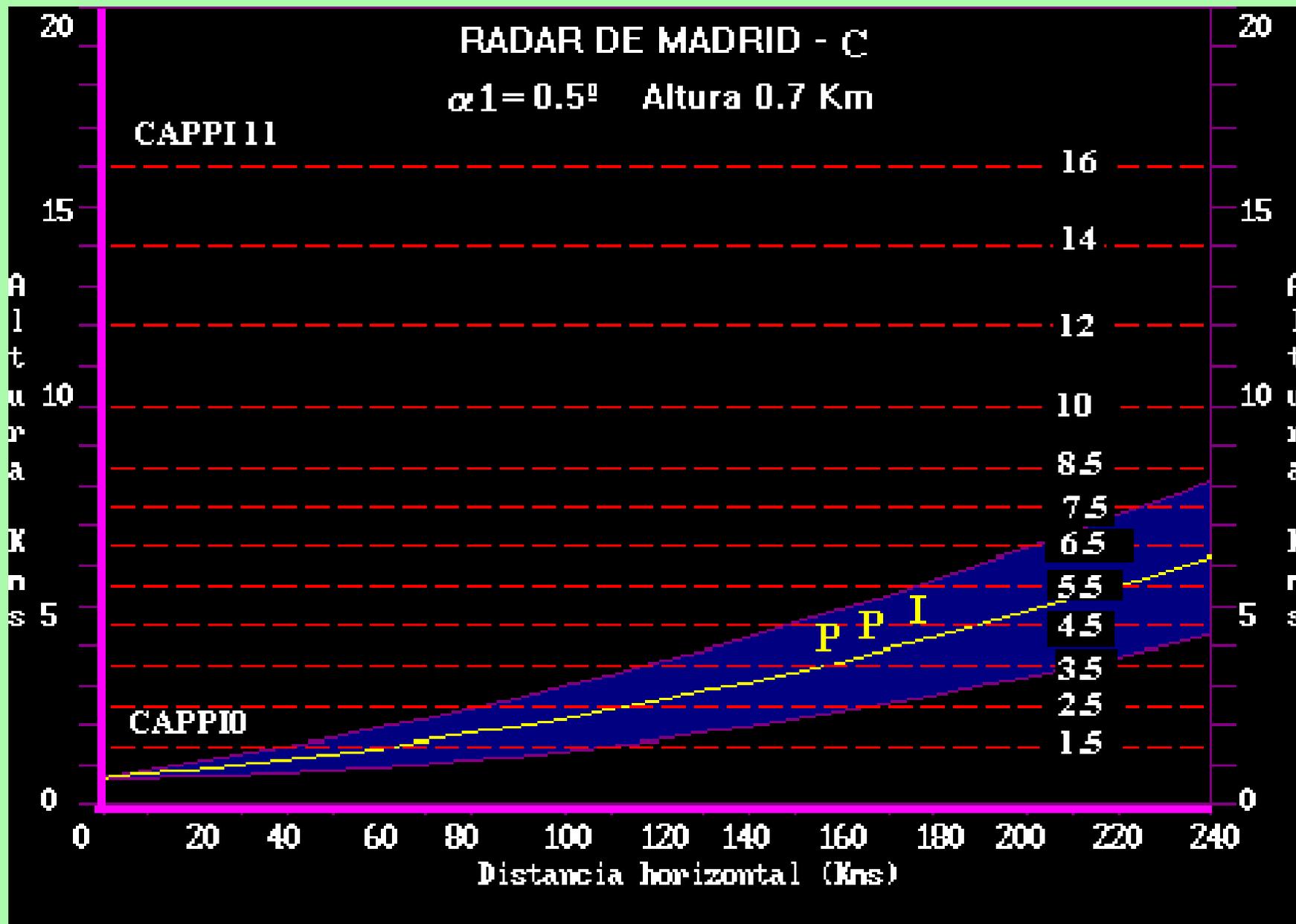
### DESTACAMOS

- 1.- Las **sobreelevaciones de los haces** con la distancia.
- 2.- La **divergencia del haz** con la distancia:
  - **Pérdida de resolución.**
  - **Aumento de ecos fijos** en las cercanías del radar.
- 3.- **Ausencia de solapamiento** entre dos elevaciones.
- 4.- **Zonas oscuras:**
  - **Cono inferior (A)**
  - **Cono superior (B)**
  - **Discontinuidad entre las exploraciones (C)**

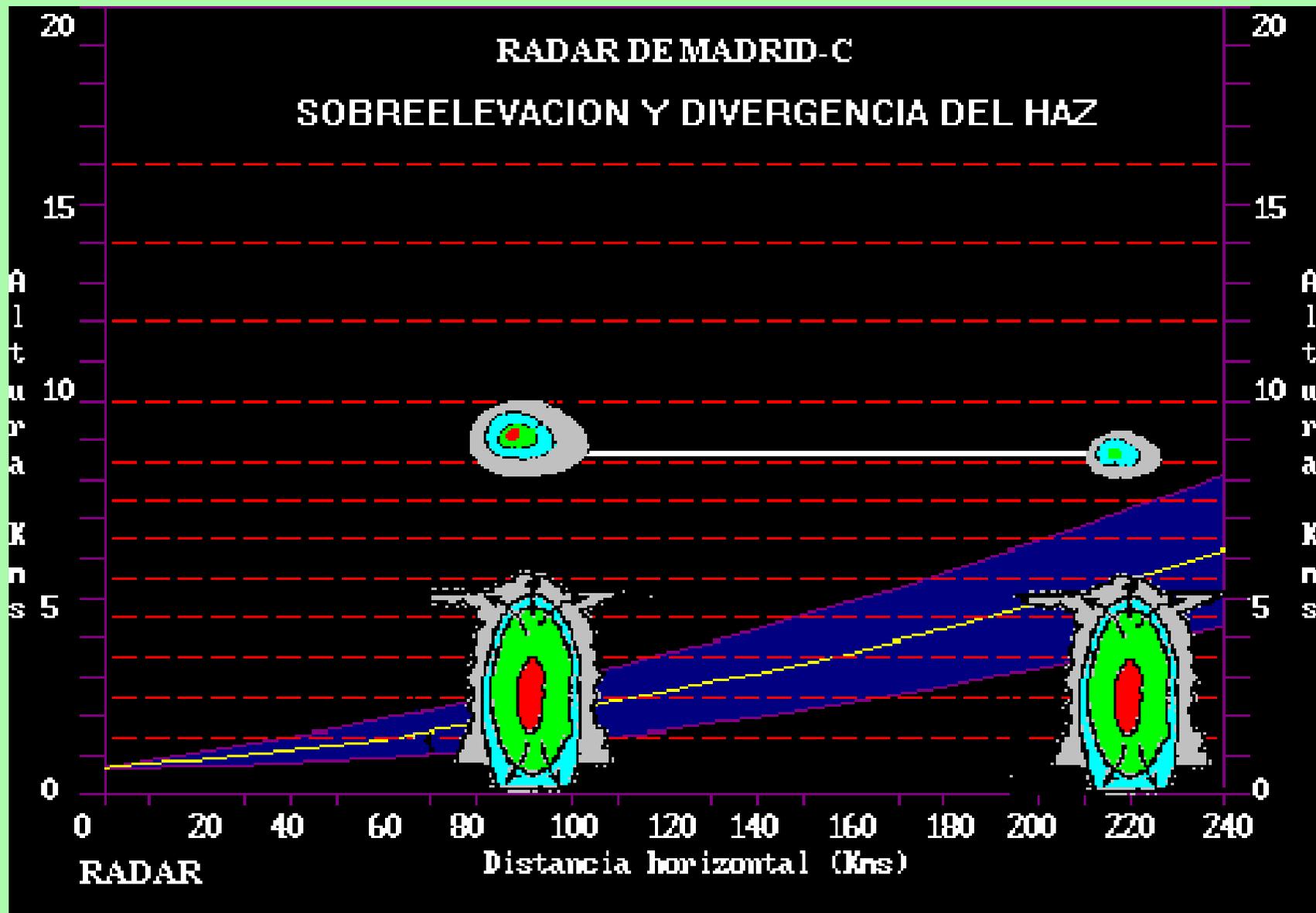
# PPI (Plan Position Indicator)

Es la **presentación más frecuente** de la información sobre la pantalla.

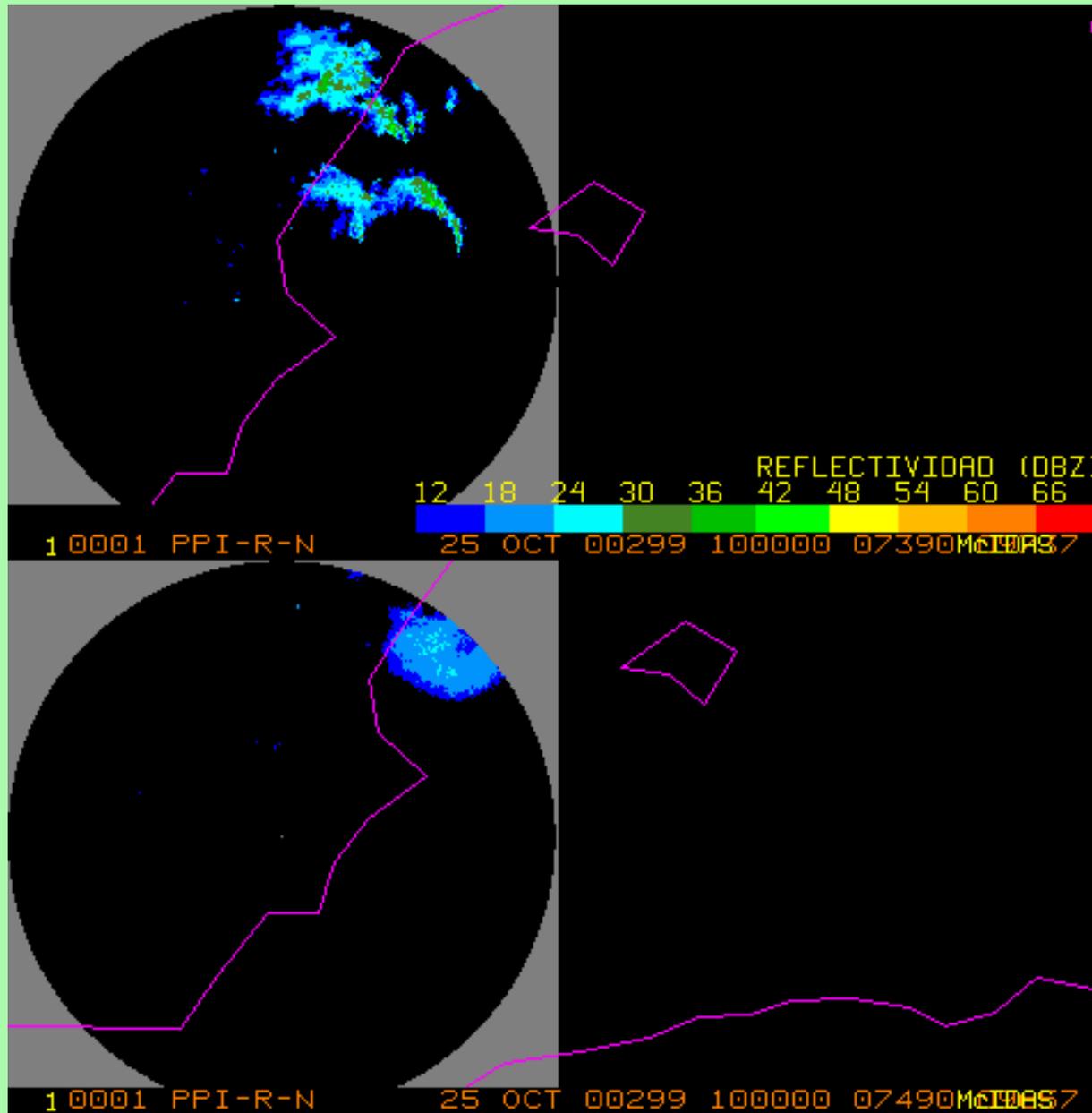
- Corresponde a la **exploración más baja** realizada por el radar.
- **Los datos se proyectan sobre una superficie plana** para su visualización.
- **La información que proporciona abarca desde alturas muy bajas cerca del radar hasta alturas elevadas en los puntos más lejanos** debido a la sobre-elevación del haz con la distancia.



PPI → elevación del haz

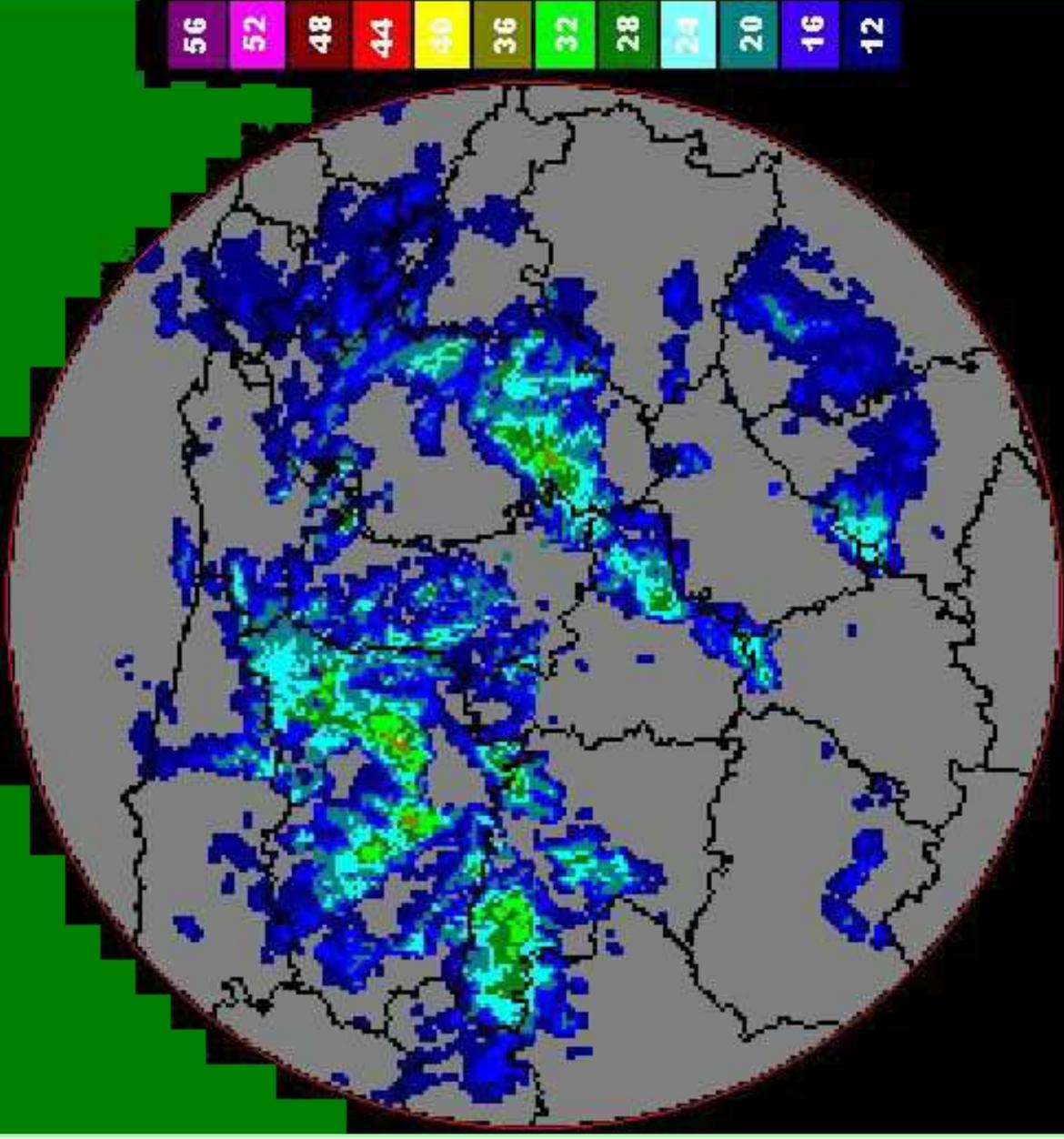


Problemas de sobre elevación y divergencia del haz



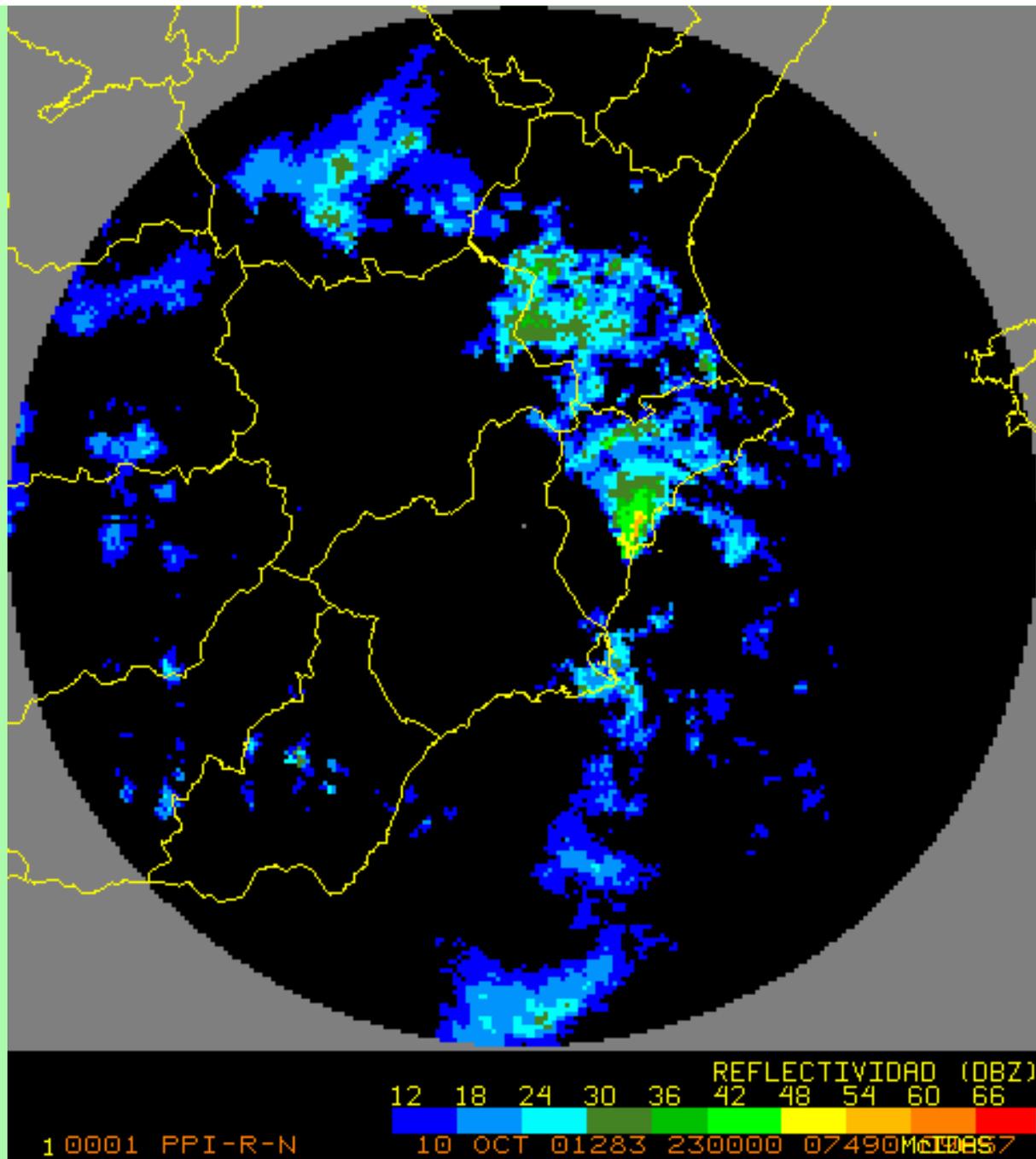
Ejemplo de sobreelevación y divergencia del haz

## IMAGEN PPI DE REFLECTIVIDAD

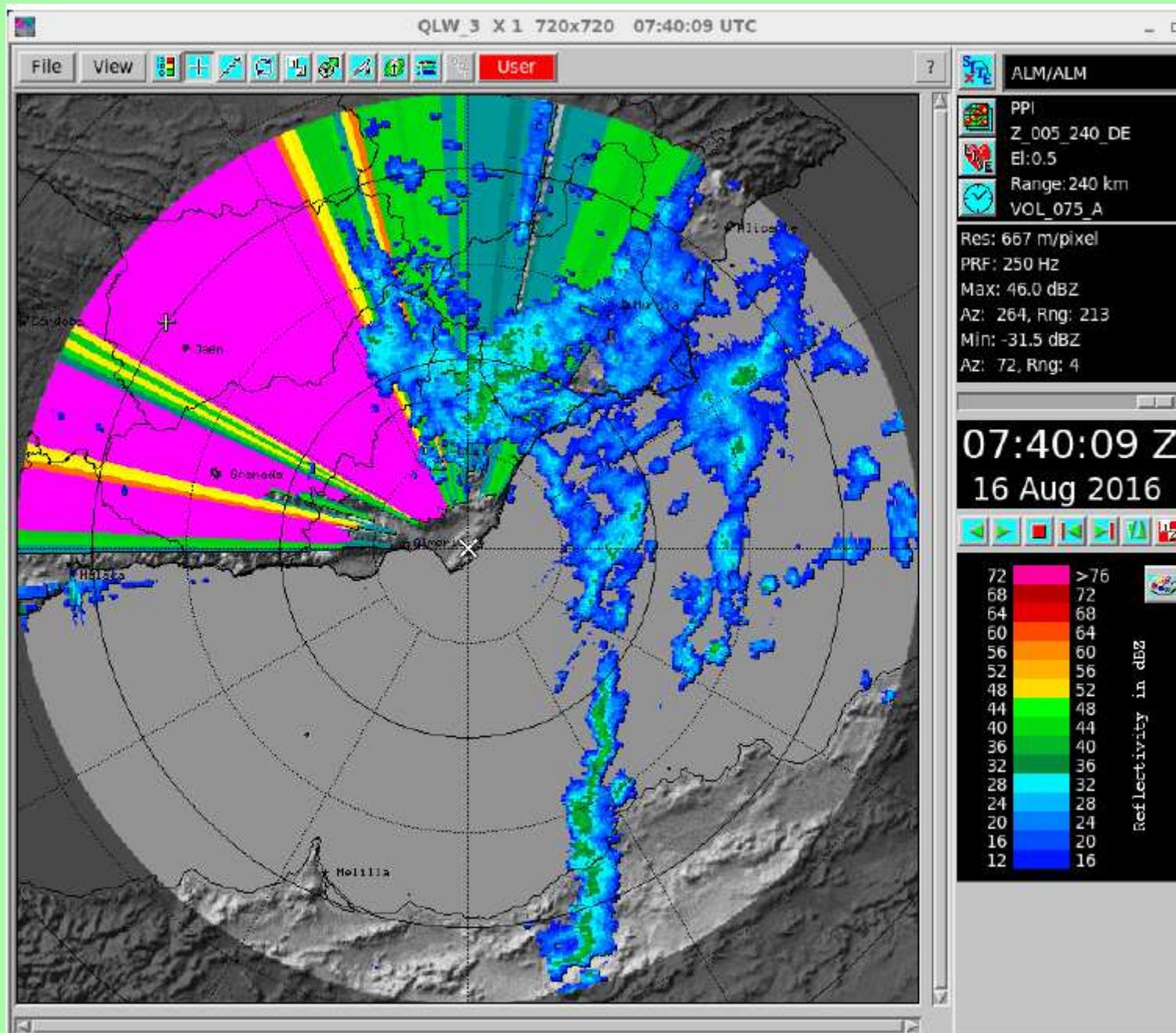


El PPI es la exploración más baja realizada por el radar y la más cercana al suelo.

Teniendo presente las limitaciones en la estimación de la precipitación, hay que esperar que en las zonas con mayor reflectividad (León, Burgos, Sanabria) les corresponda las precipitaciones más intensas.



PPI asociado a convección



PPI con ocultación

## b) Volumen Cartesiano. Productos

### CAPPI (Constant Altitud Plan Position Indicator)

Los CAPPI,s forman parte del volumen cartesiano.

Los datos meteorológicos obtenidos por el radar se representan en un sistema cartesiano  $(x, y, z)$  donde  $z = \text{cte}$  son superficies de altura constante.

Actualmente se obtienen cuatro volúmenes cartesianos:

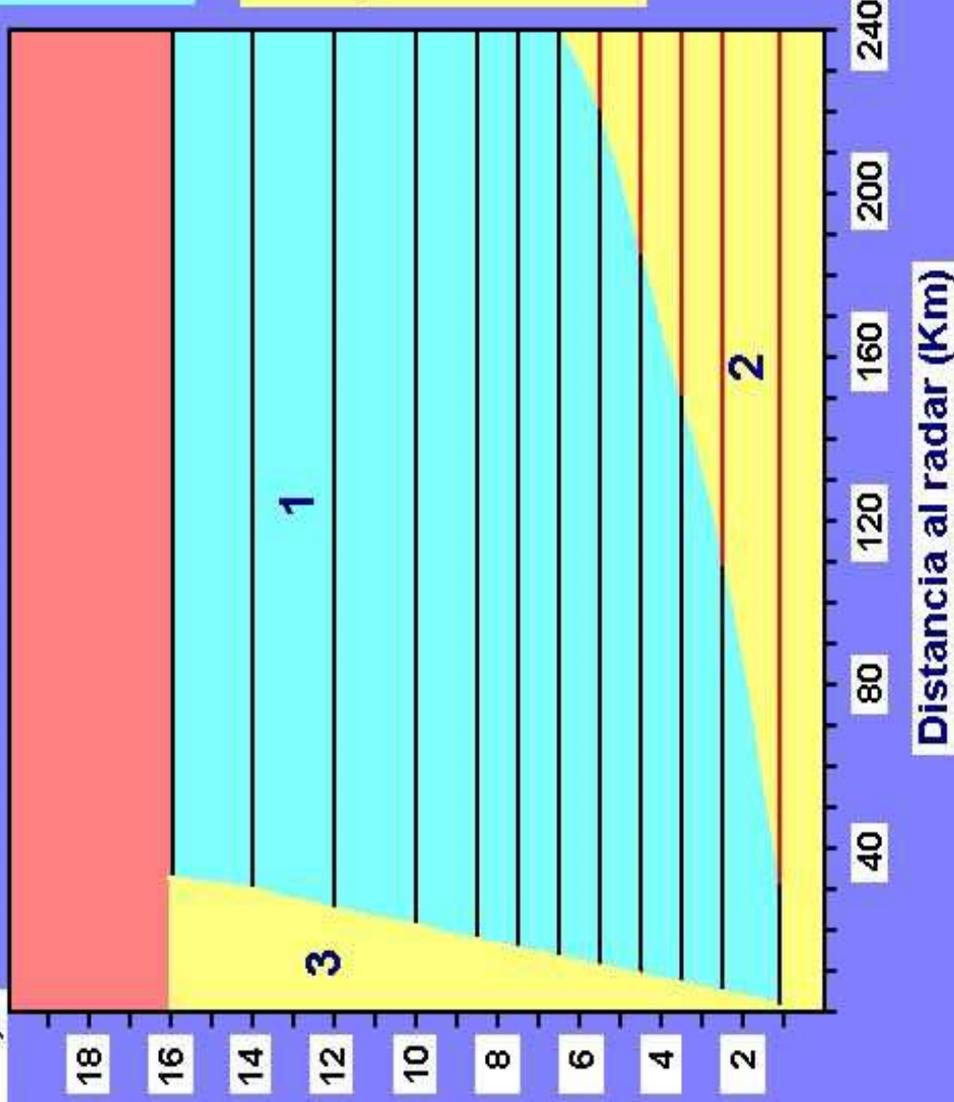
1 en modo normal (reflectividad)

3 en modo doppler (reflectividad, viento, turbulencia)

En general, como los puntos del volumen cartesiano no coinciden con los del polar, se realiza un proceso de interpolación para pasar los datos de un volumen a otro.

# REGIONES DEL VOLUMEN CARTESIANO

Altura (Km)



## ZONA 1

Es el **volumen cartésiano** verdadero quedando sus puntos por encima del PPI y fuera del cono de sombra.

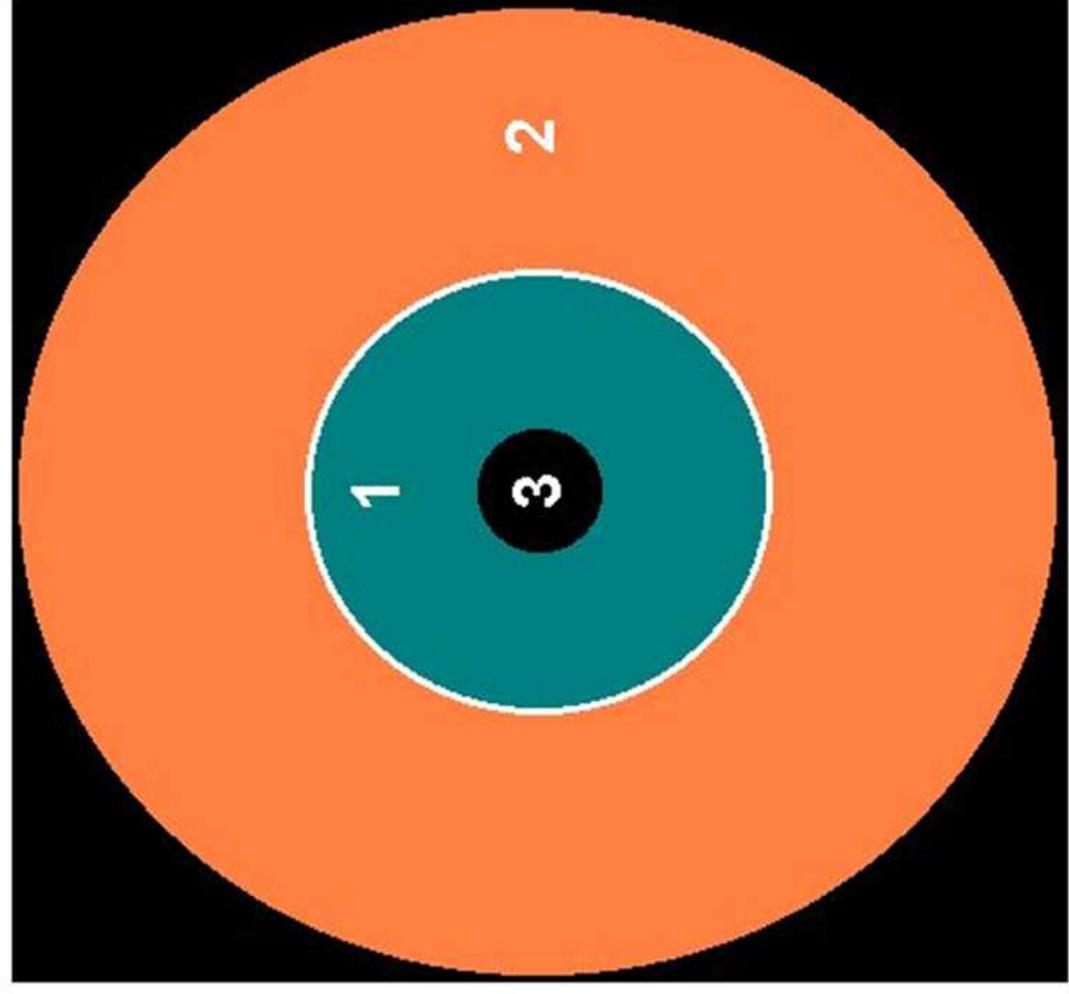
## ZONA 2

Es la parte del **volumen cartésiano** que queda por **debajo del PPI**. Al no existir datos, los **CAPPI,s** se completan con datos de las exploraciones más bajas (sobre todo del PPI).

## ZONA 3

Región sin datos situada dentro del cono de sombra superior del volumen polar. En los **CAPPI,s** aparecen en el centro de la imagen como **círculos negros**.

## ZONAS EN UNA IMAGEN CAPPI



### ZONA 1

Corresponde al CAPPI verdadero y proporciona información que se encuentra a la misma altura.

### ZONA 2

La información que muestra no se encuentra a la misma altura. Proviene de niveles superiores, más altos cuánto más lejos esté del radar.

### ZONA 3

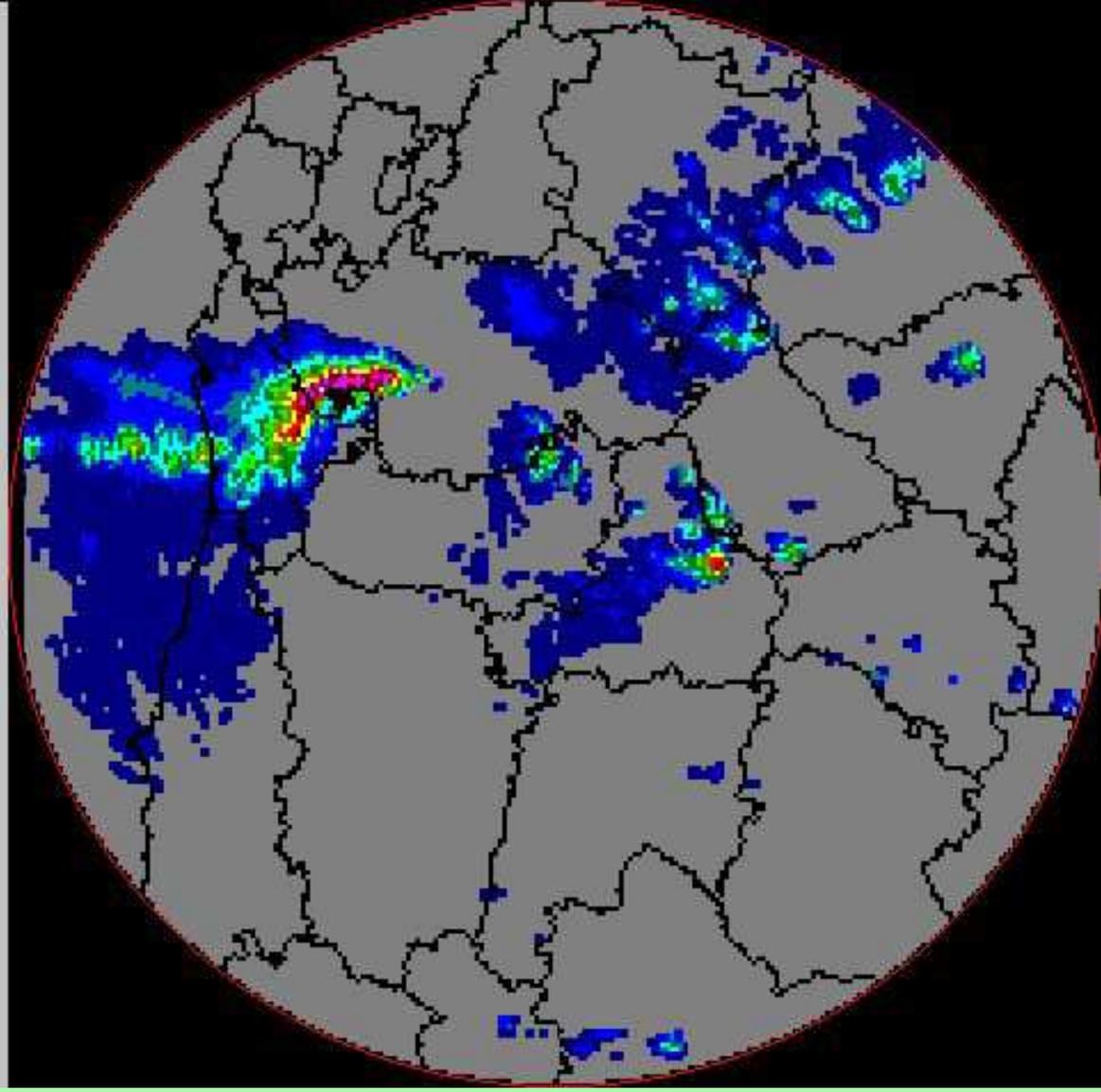
No hay datos. Es el cono de sombra superior.

Los **PPIs** no tienen una altura constante.

La altura de los **CAPPI** es la misma para todos los radares:

- 1° CAPPI: 500 m sobre nivel del mar.
- El resto hasta el CAPPI 31 (16000 m) en intervalos regulares de 500 m.

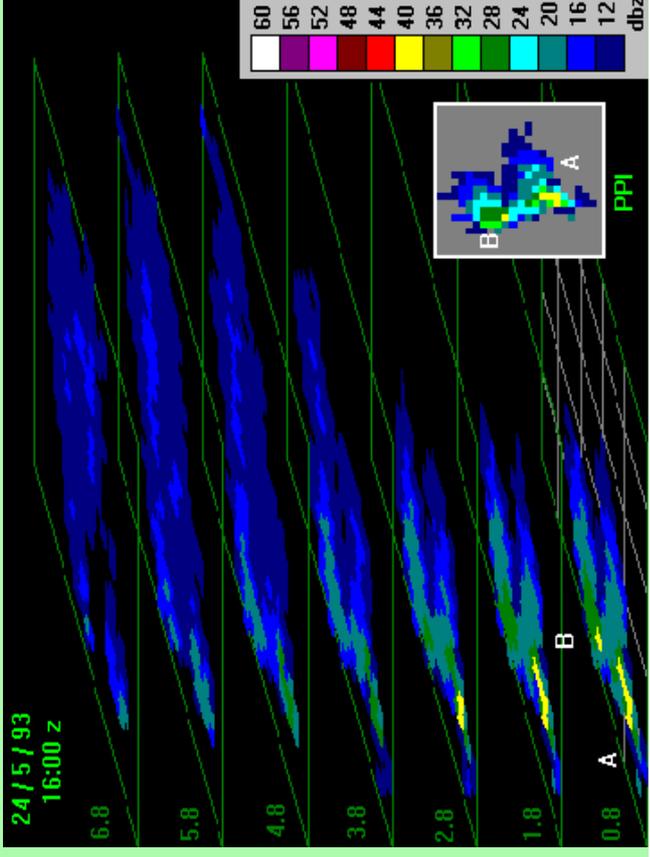
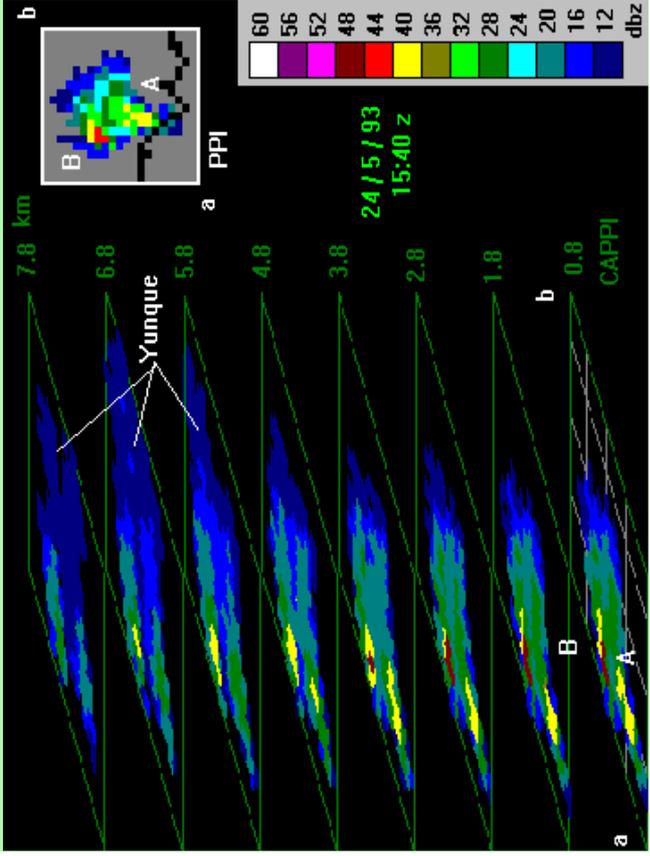
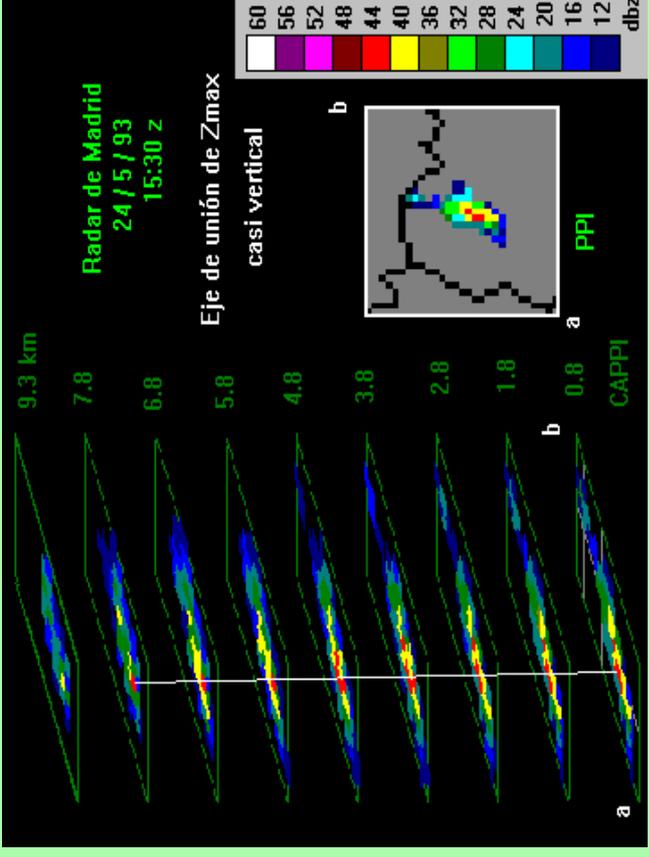
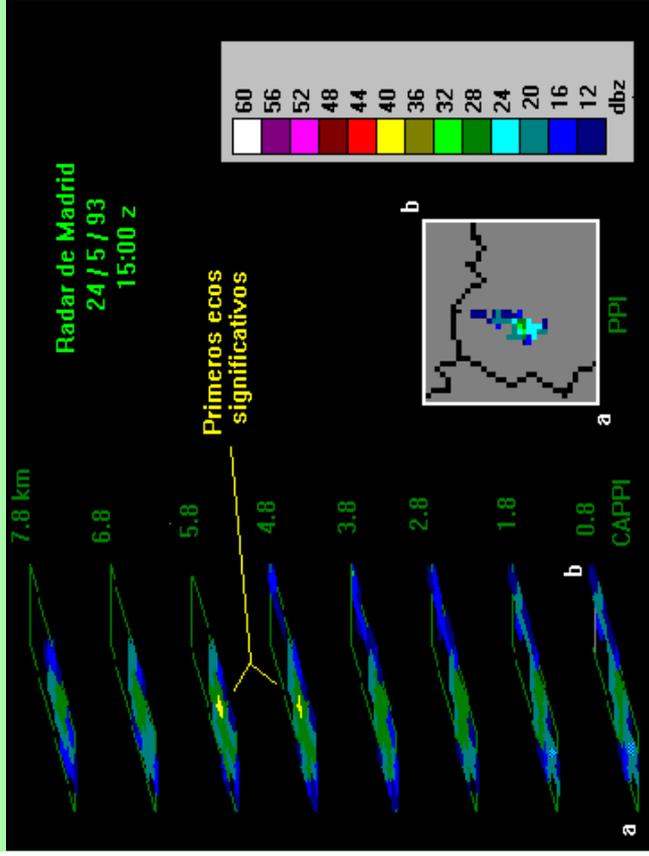
**CAPPI 6 1-JUNIO-1999 15:30 UTC**



En esta imagen correspondiente a una situación de tormentas vemos como a 7,5 Km existen ecos superiores a 50 dBz.

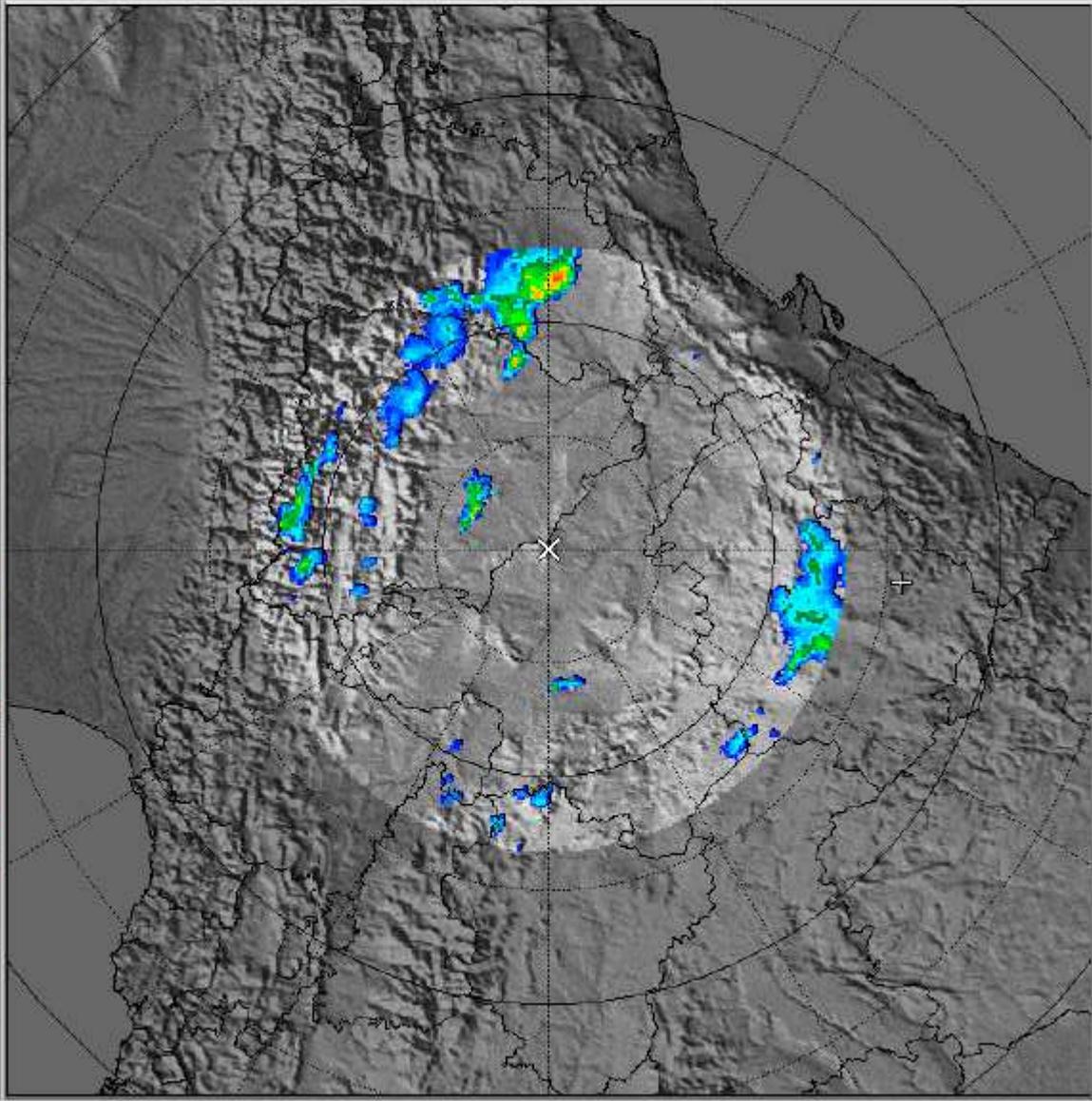
La existencia de gran cantidad de partículas precipitables en dicha altura indica la presencia de fuertes e intensas corrientes ascendentes.

Las zonas alargadas de precipitación estratiforme nos indican la dirección de los vientos en dicho nivel.



QLW\_1 X 1 720x720 19:20:08 UTC

File View        User



ZAR/ZAR  
CAPPI  
Z\_ITO16\_DES  
Hgt: 3.0 km  
Range: 240 km  
VOL\_075\_A  
Res: 667 m/pixel  
PRF: 250 HZ  
Max: 53.0 dBZ  
Az: 91, Rng: 119  
Min: -14.5 dBZ  
Az: 3, Rng: 33

19:20:08 Z  
16 Aug 2016

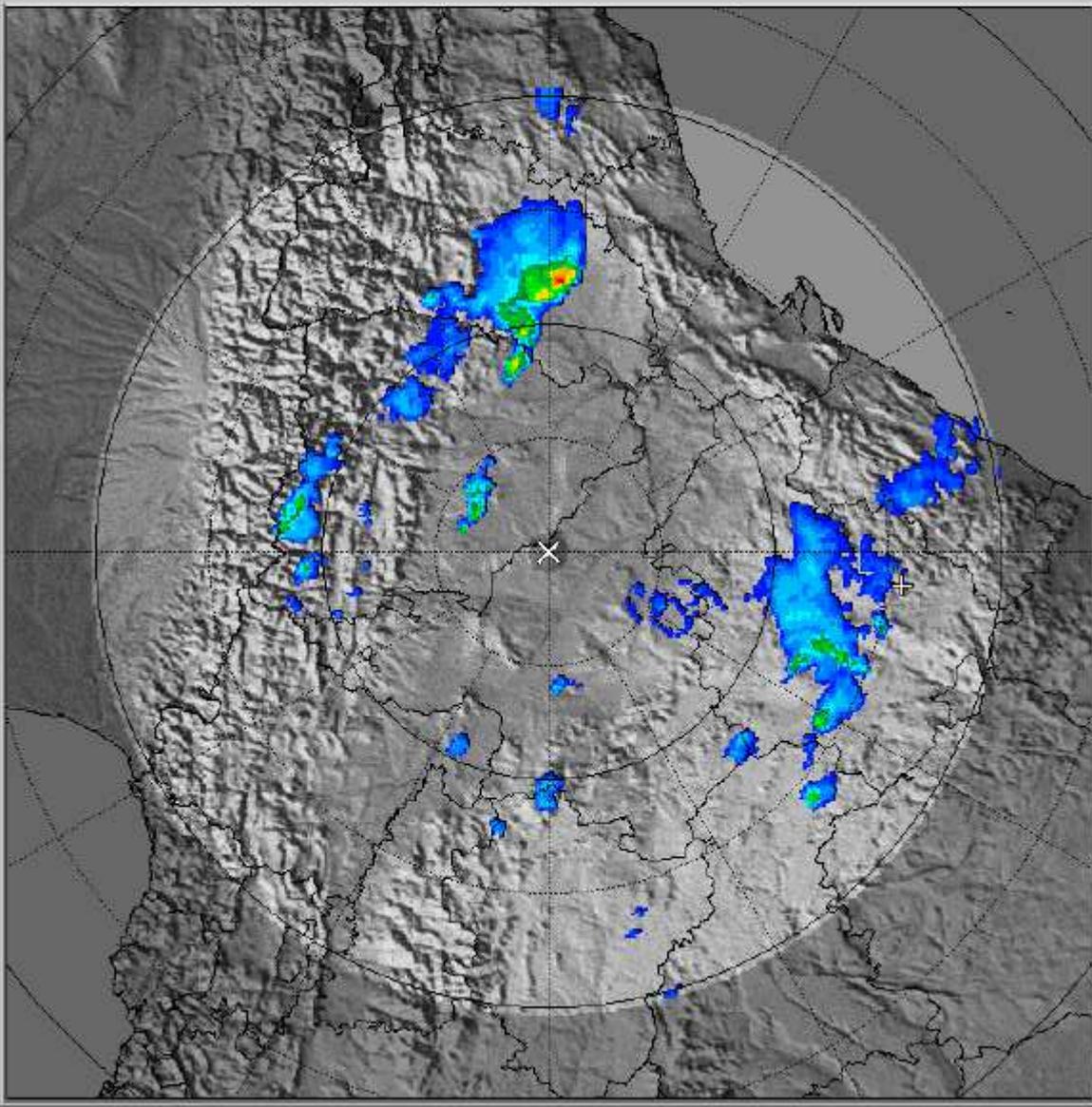
   
Reflectivity in dBZ  
72  
68  
64  
60  
56  
52  
48  
44  
40  
36  
32  
28  
24  
20  
16  
12  
>76

QLW\_1 X 1 720x720 19:20:08 UTC

File View User

ZAR/ZAR  
CAPPI  
Z\_ITO16\_DES  
Hgt: 5.0 km  
Range: 240 km  
VOL\_075\_A  
Res: 667 m/pixel  
PRF: 250 Hz  
Max: 65.5 dBZ  
Az: 92, Rng: 119  
Min: -14.5 dBZ  
Az: 40, Rng: 34

19:20:08 Z  
16 Aug 2016

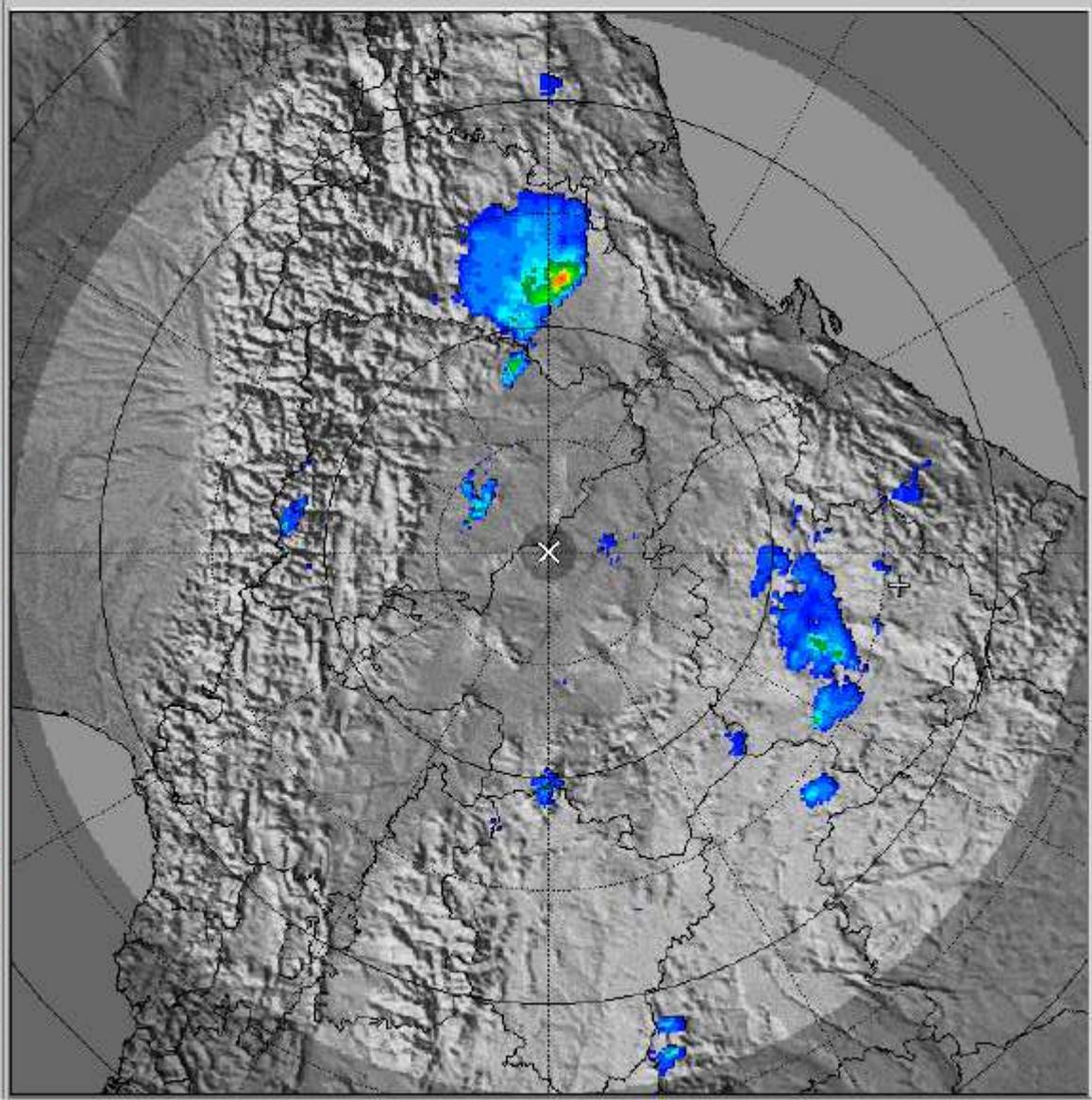


QLW\_1\_X\_1\_720X720 19:20:08 UTC

File View User

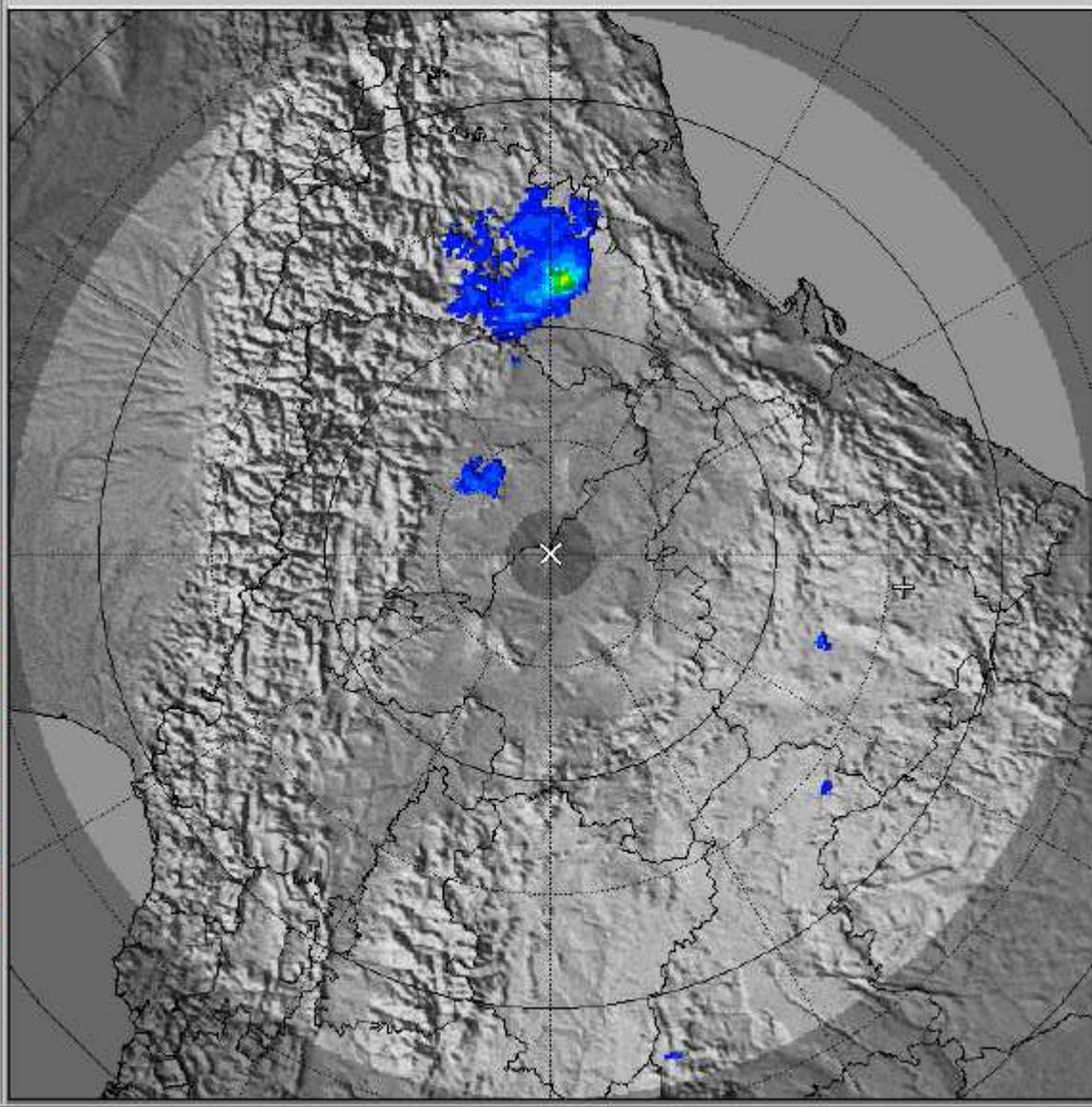
ZAR/ZAR  
CAPPI  
Z\_ITO16\_DES  
Hgt: 7.0 km  
Range: 240 km  
VOL 075\_A  
Res: 667 m/pixel  
PRF: 250 Hz  
MAX: 61.0 dBZ  
Az: 92, Rng: 121  
Min: -16.5 dBZ  
Az: 225, Rng: 23

19:20:08 Z  
16 Aug 2016



QLW\_1\_X\_1\_720x720 19:20:08 UTC

File View         User



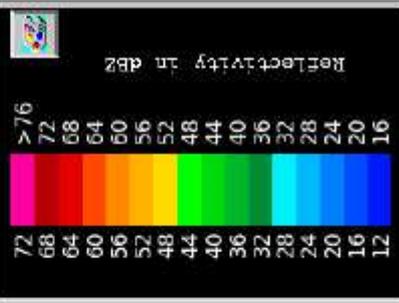
ZAR/ZAR

CAPPI  
Z\_ITO16\_DES  
Hgt: 10.0 km  
Range: 240 km  
VOL\_075\_A

Res: 667 m/pixel  
PRF: 250 Hz  
Max: 50.0 dBZ  
Az: 93, Rng: 121  
Min: -16.0 dBZ  
Az: 154, Rng: 20

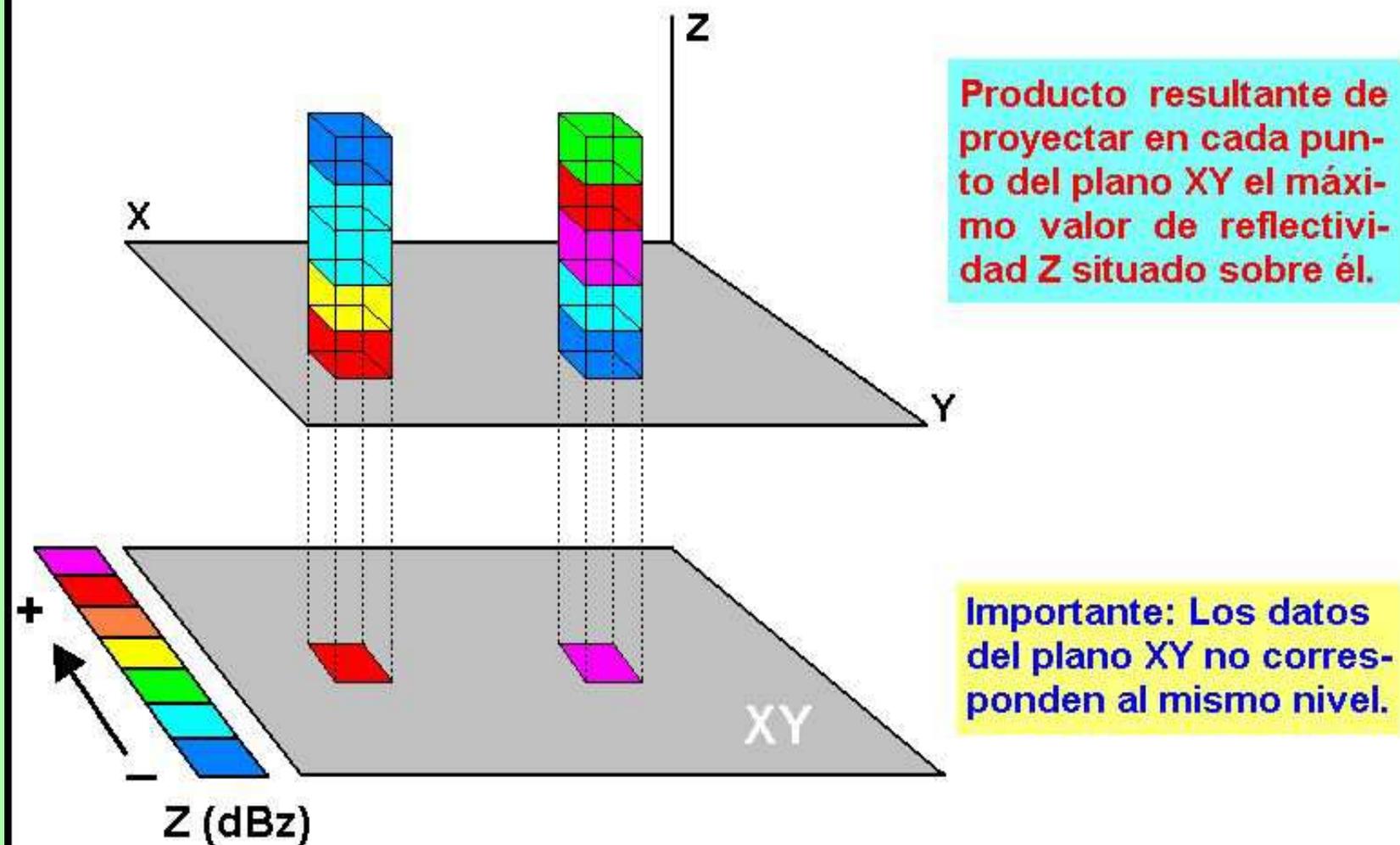
19:20:08 Z  
16 Aug 2016





# ZMAX

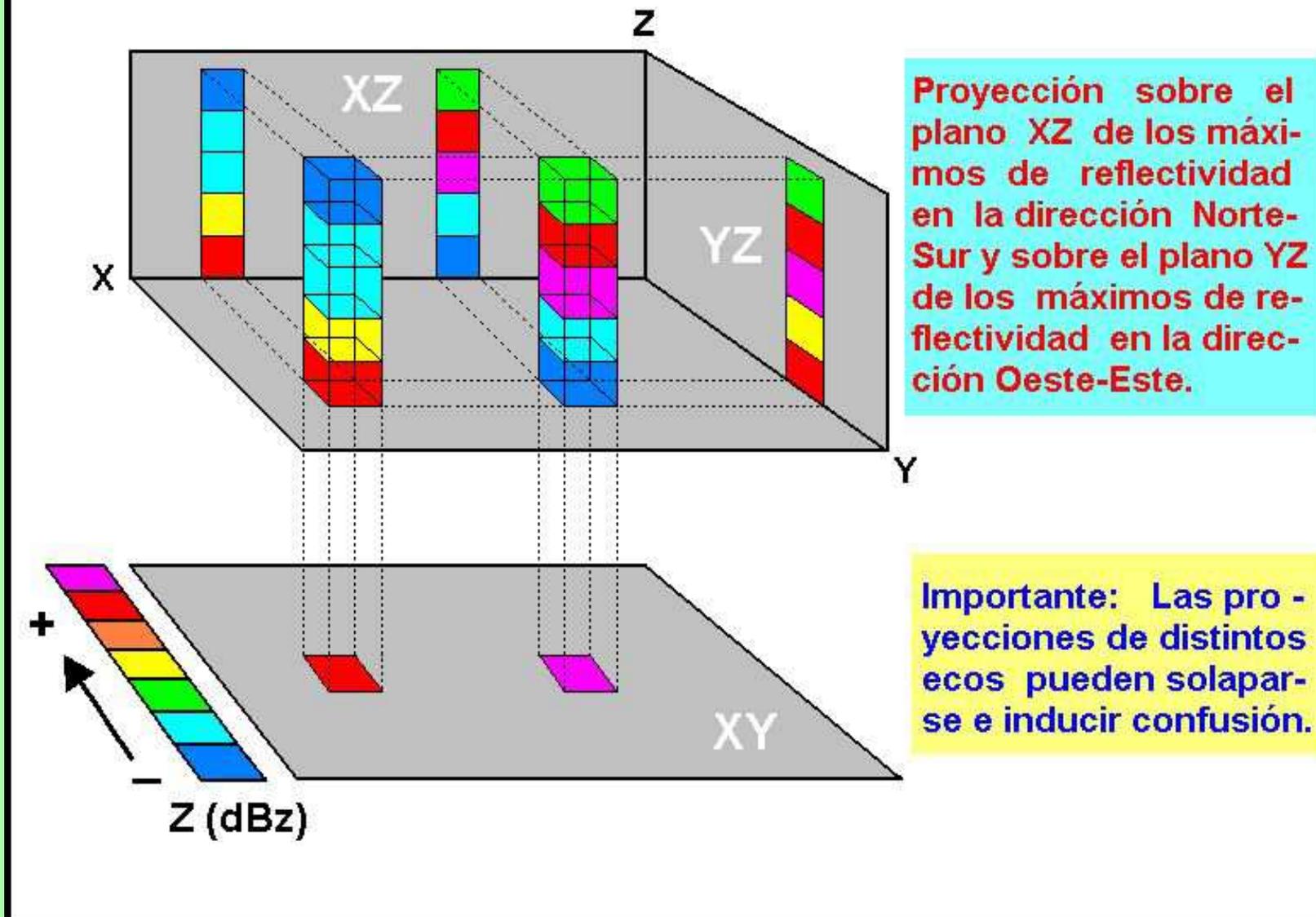
## Zmáx Reflectividad máxima horizontal



# ZMAX VERTICAL

Zmáx Vertical

Cortes verticales



# CORTE VERTICAL

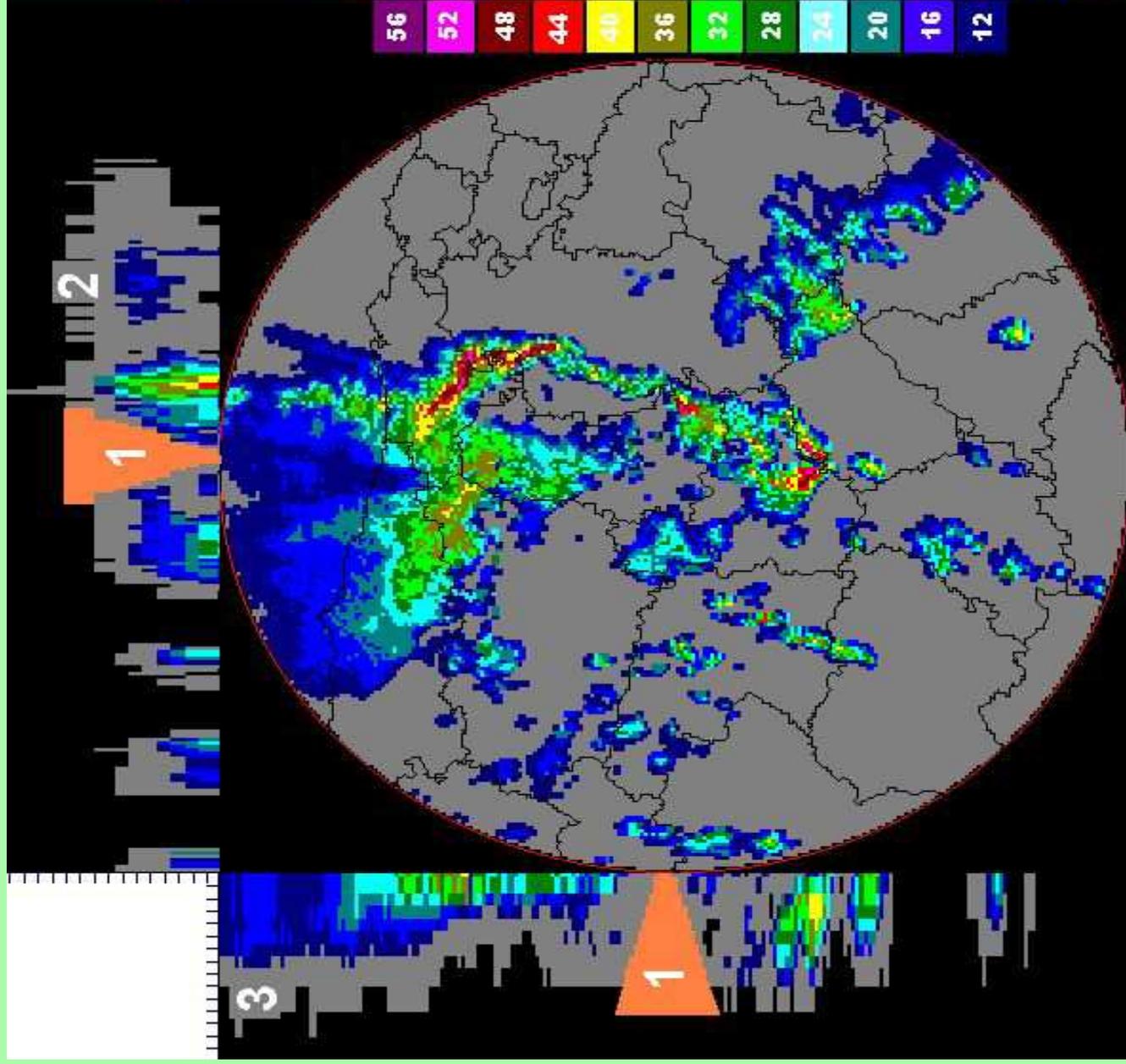
1-JUNIO-1999 15:30 UTC

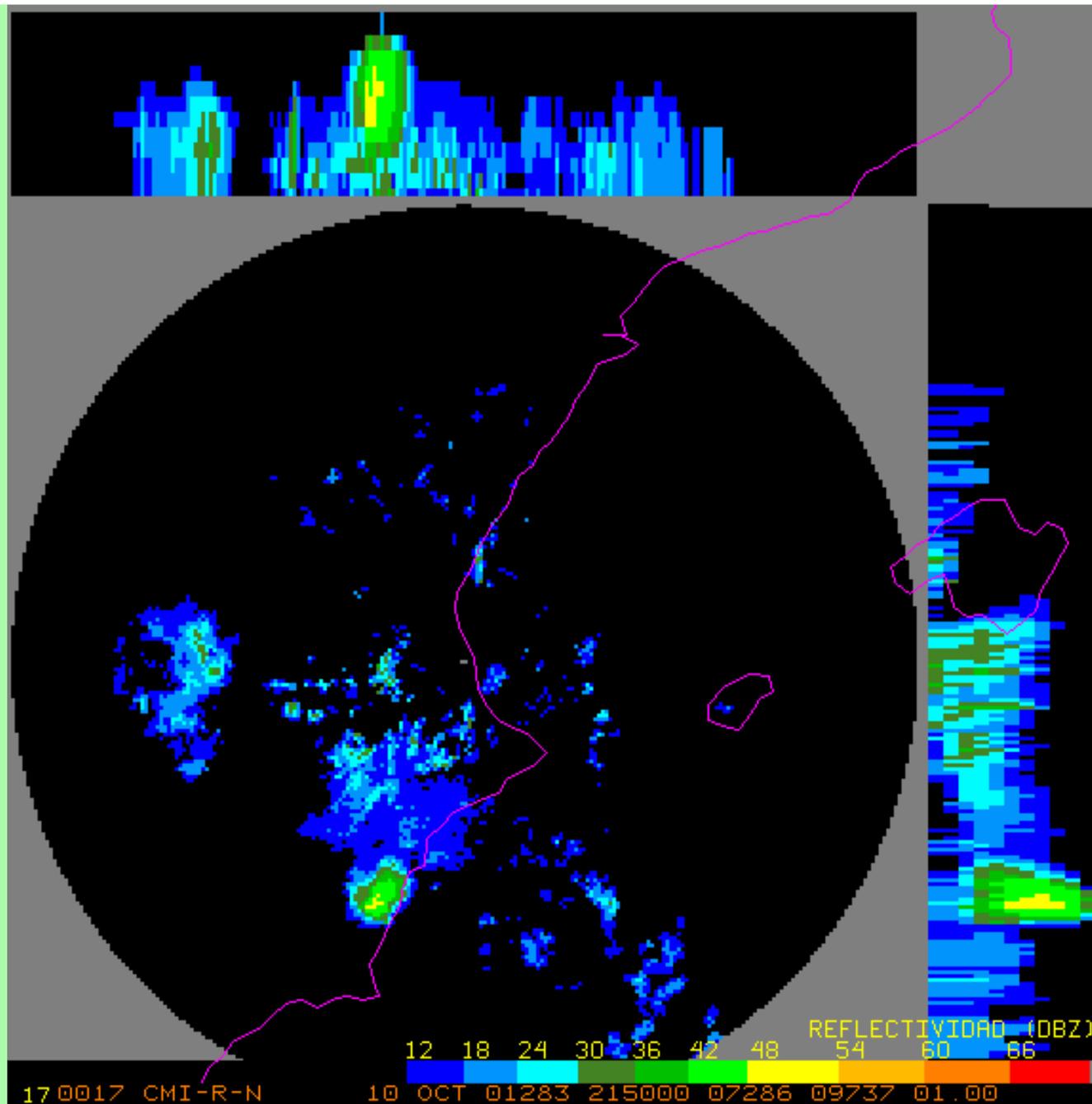
Debe combinarse con una imagen horizontal para visualizarla.

En esta imagen destacamos:

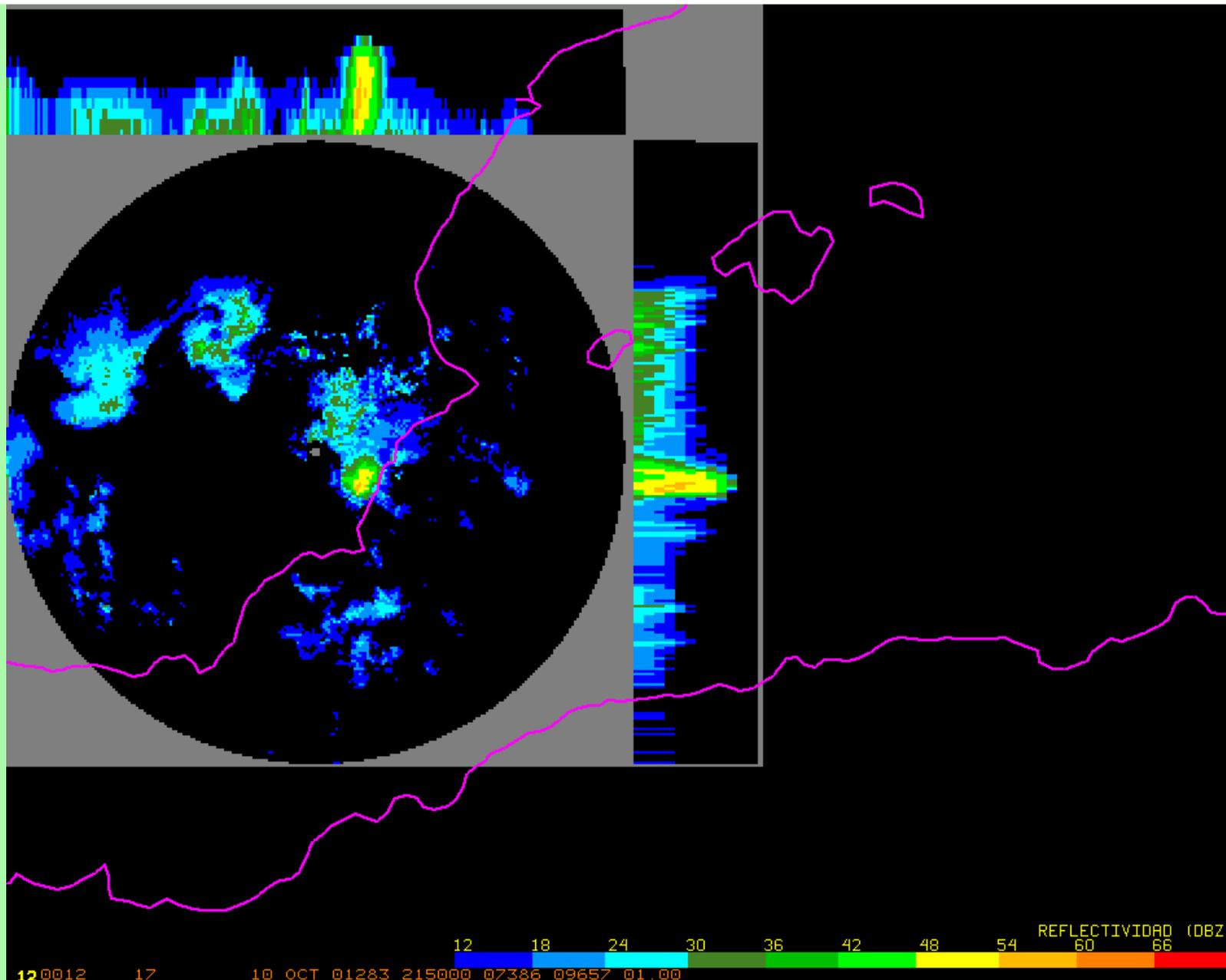
1. El perfil vertical del cono de sombra.
2. Zonas de precipitación en niveles altos que no llega al suelo.
3. En el límite, los ecos observados por el PPI se extrapolan hacia el suelo. De ahí el color uniforme en la reflectividad vertical.

Los ecos aislados del tipo 2 en las mañanas de verano nos indican donde se inicia la convección.





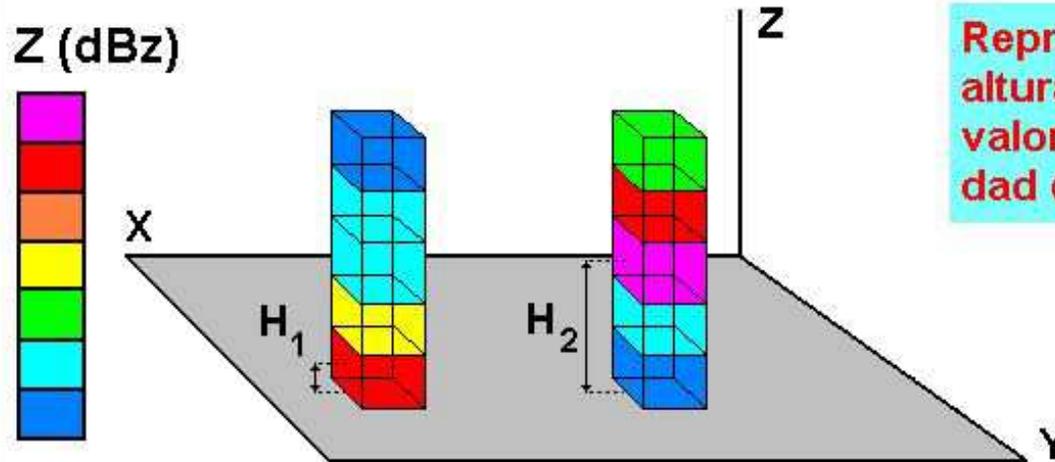
ZMAX del radar de Valencia (Supercélula)



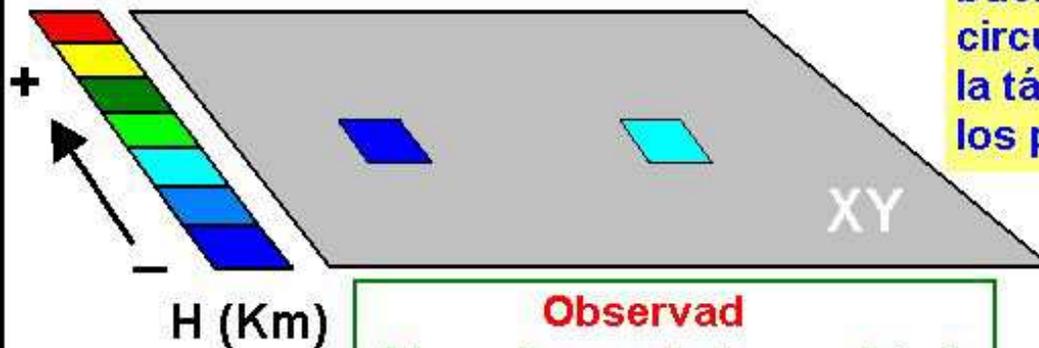
ZMAX del radar de Murcia. (Supercélula)

# HMAX

## Hmáx    Altura del máximo de reflectividad



Representación plana de la altura a la cual se alcanza el valor máximo de reflectividad en cada punto  $(x,y)$ .



A veces presenta una distribución de valores en coronas circulares uniformes debido a la táctica de exploración y a los procesos de interpolación.

### Observad

Ahora, la escala ha cambiado y el código de colores representa alturas

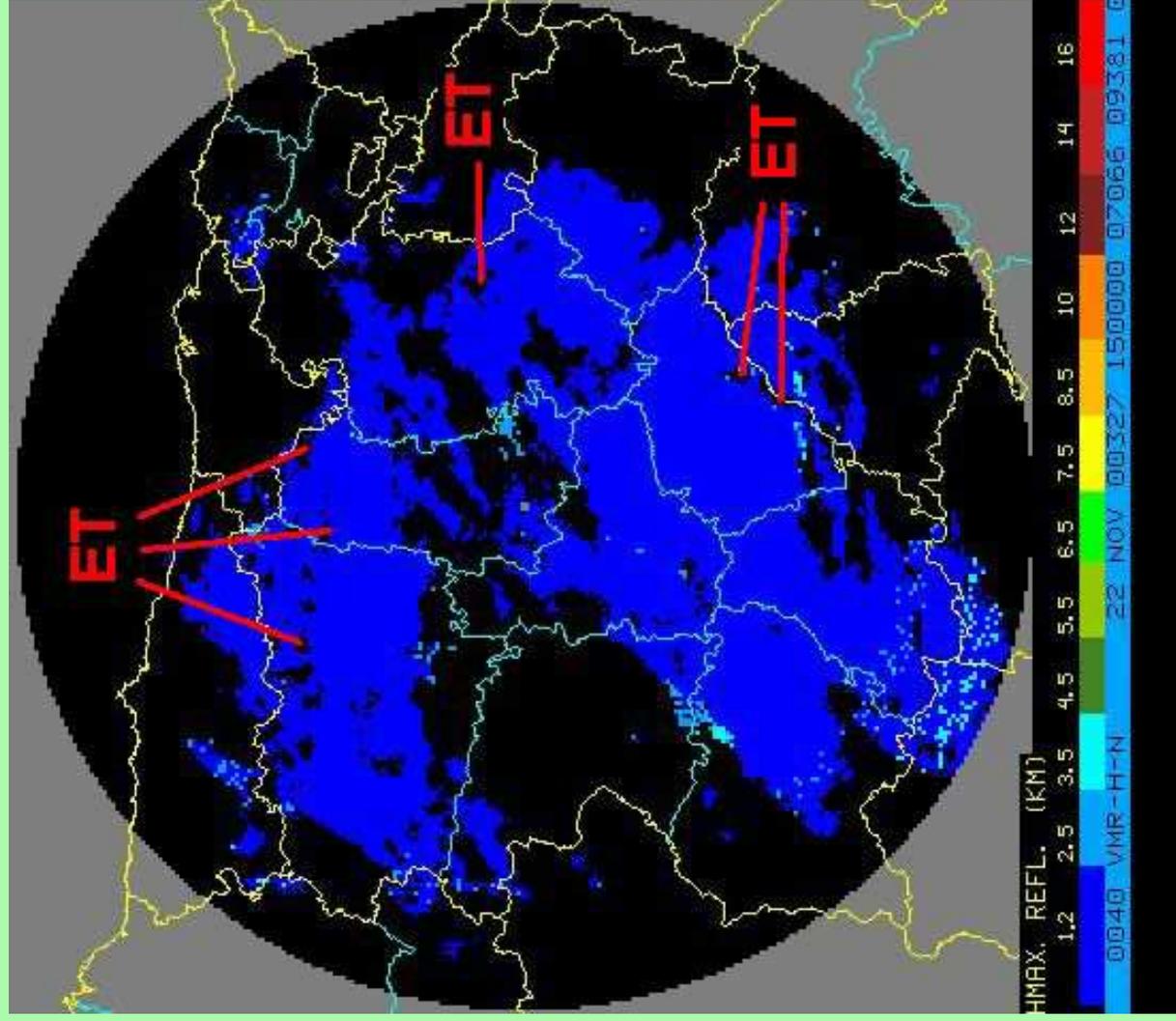
## Hmáx ALTURA MÁXIMO DE REFLECTIVIDAD

Estas precipitaciones corresponden a una situación frontal:

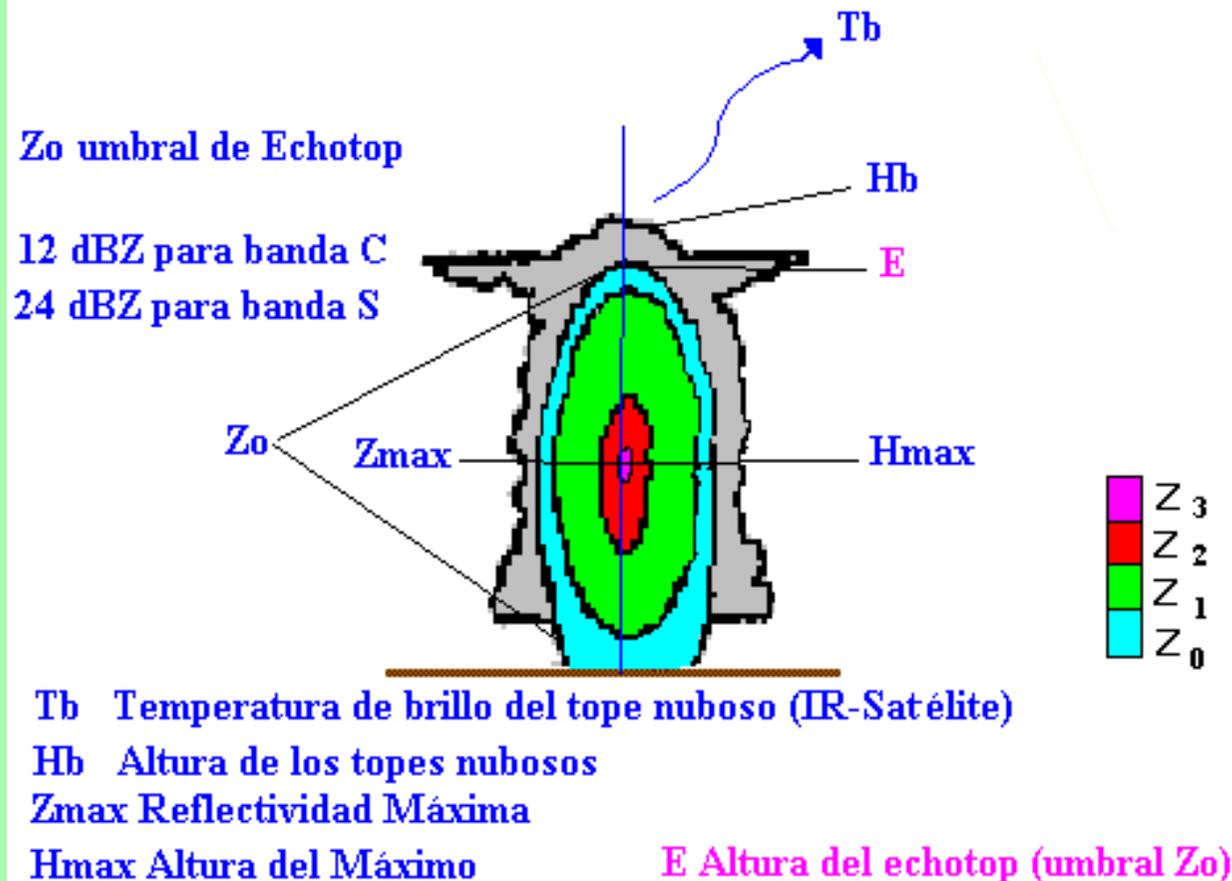
- los valores de Hmáx son muy uniformes.
- nos indica que las precipitaciones máximas suceden cerca del suelo.

Las zonas oscuras señaladas con **ET** son pixels que han sido **eliminados** por ser **ecos de tierra** (en los puntos señalados en la imagen **llegaban hasta 5,5 Km de altura**).

**En el caso de tormentas** cuanto más altos sean los valores más intensas serán las corrientes ascendentes.

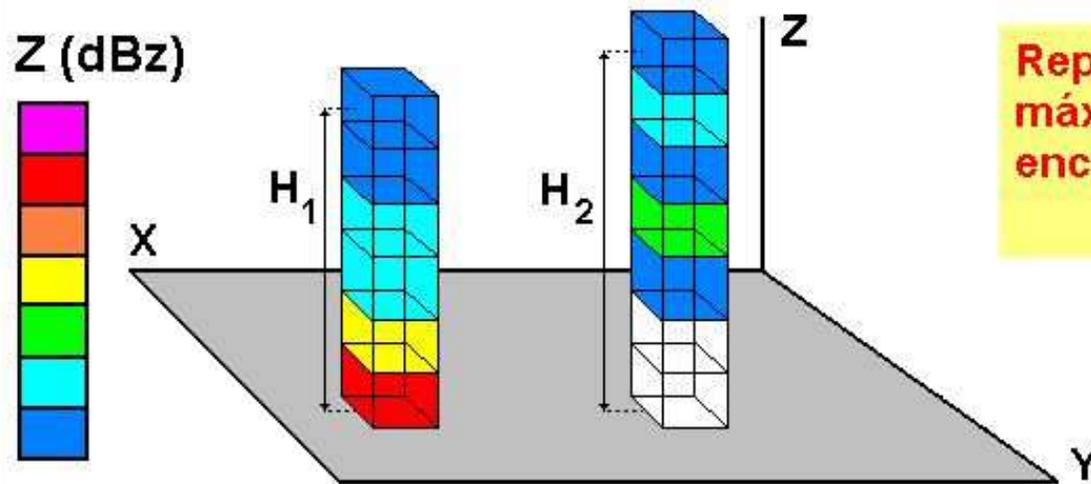


## DIFERENCIAS ENTRE DISTINTOS PARAMETROS

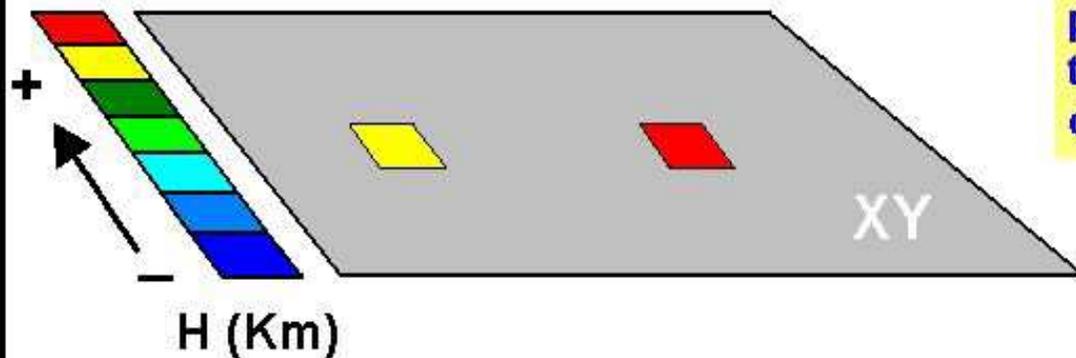


# ECHOTOP

Echotops Máxima altura de una Z de referencia



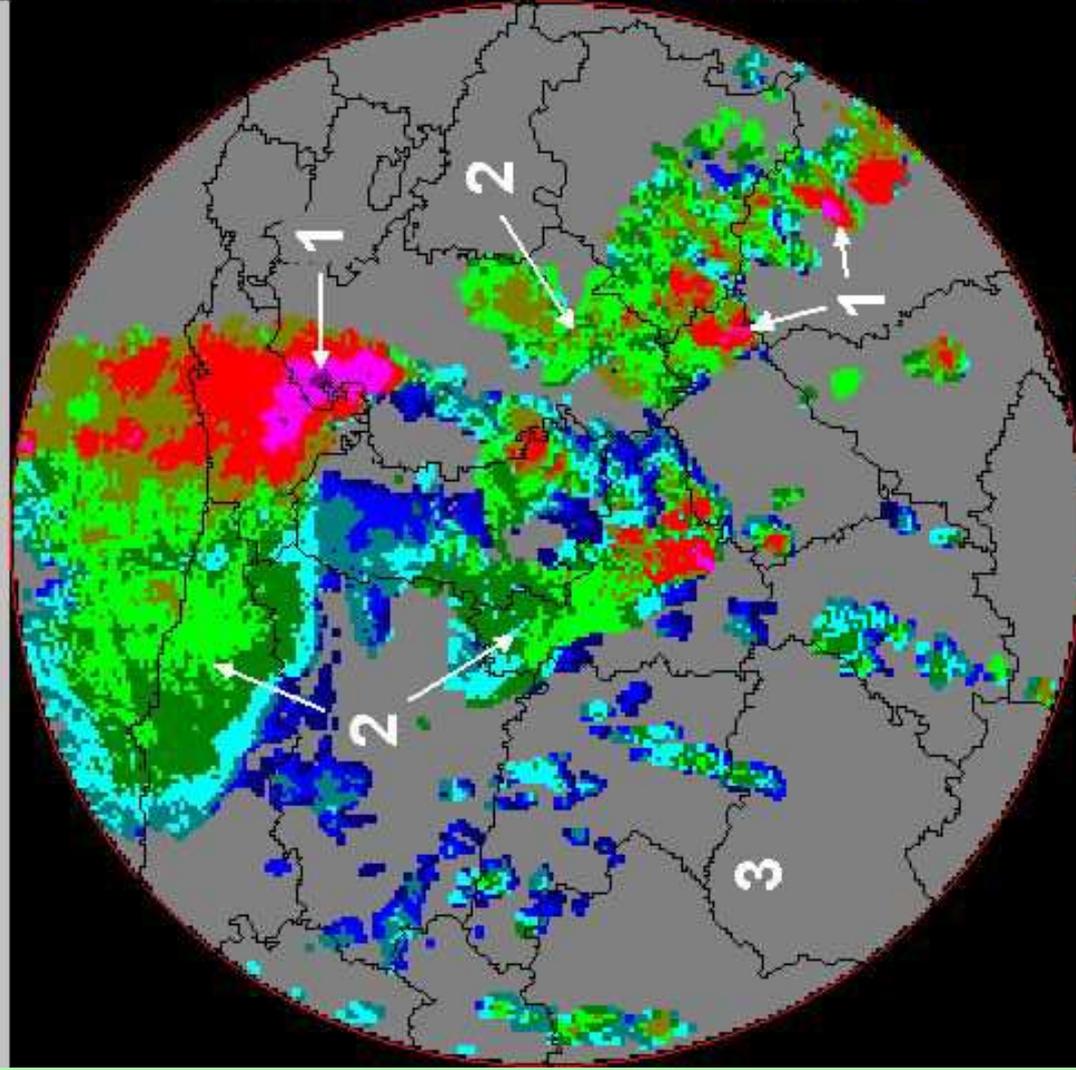
Representación plana de la máxima altura a la que se encuentran los ecos de:  
12 dBz



Cómo en el caso  $H_{\text{máx}}$  pueden aparecer estructuras concéntricas al radar no meteorológicas.

# ECHOTOP

1~JUNIO-1999 15:30 UTC



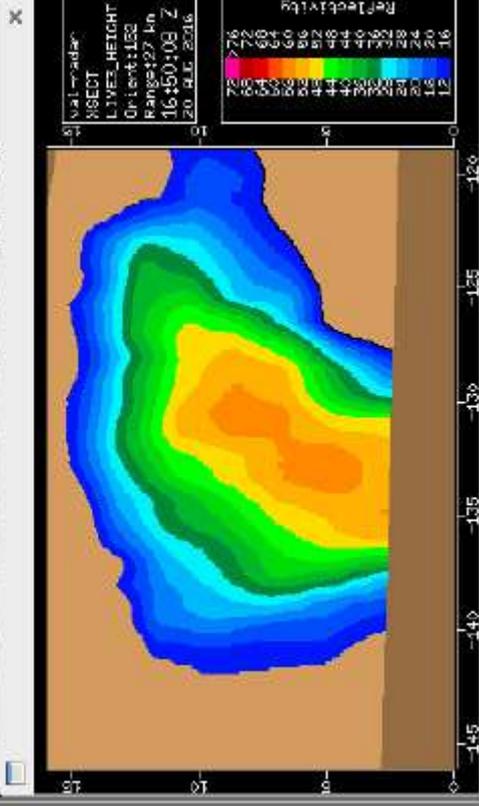
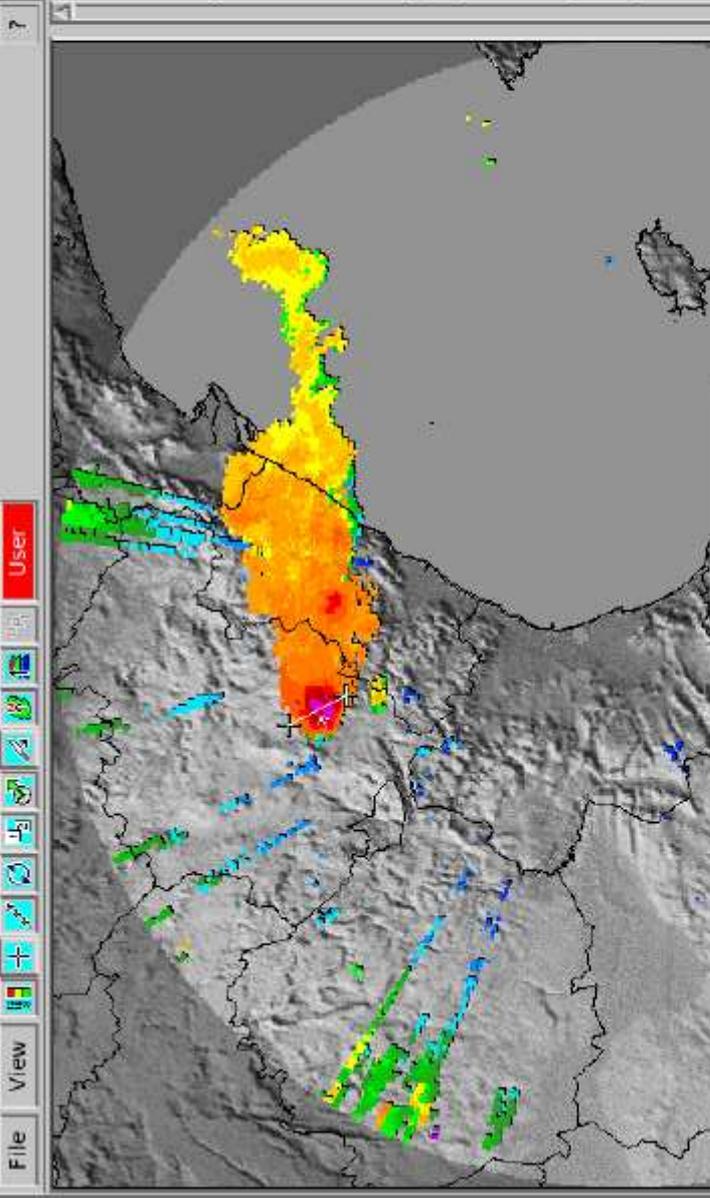
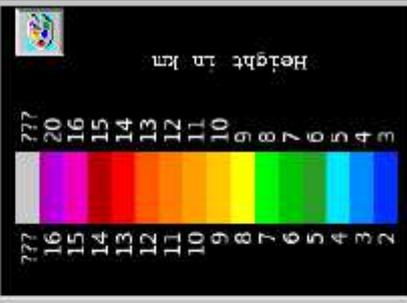
En esta imagen destacamos:

- 1. Los echotops más altos. Son de pequeña extensión.**  
Nos señalan:
  - Las corrientes ascendentes más intensas.
  - Las zonas de precipitación convectiva.
  - La dirección del viento en los niveles altos.
- 2. Los echotops medios. Son extensos y uniformes.**  
Nos señalan:
  - Las zonas de precipitación estratiforme.
  - La dirección del viento en niveles medios.
- 3. Los echotops bajos. Aislados y de poca extensión. Están asociados a los chubascos de la advección fría.**

QLW\_3 X 1 720x720 16:50:08 UTC

VAL/VAL  
TOPS  
12DBZ\_240\_DE  
Thr: 12  
Range: 240 km  
VOL\_075\_A  
Res: 667 m/pixel  
PRF: 250 Hz  
Max: 16.7 km  
Az: 291, Rng: 233  
Min: 0.8 km  
Az: 64, Rng: 45

16:50:08 Z  
20 Aug 2016



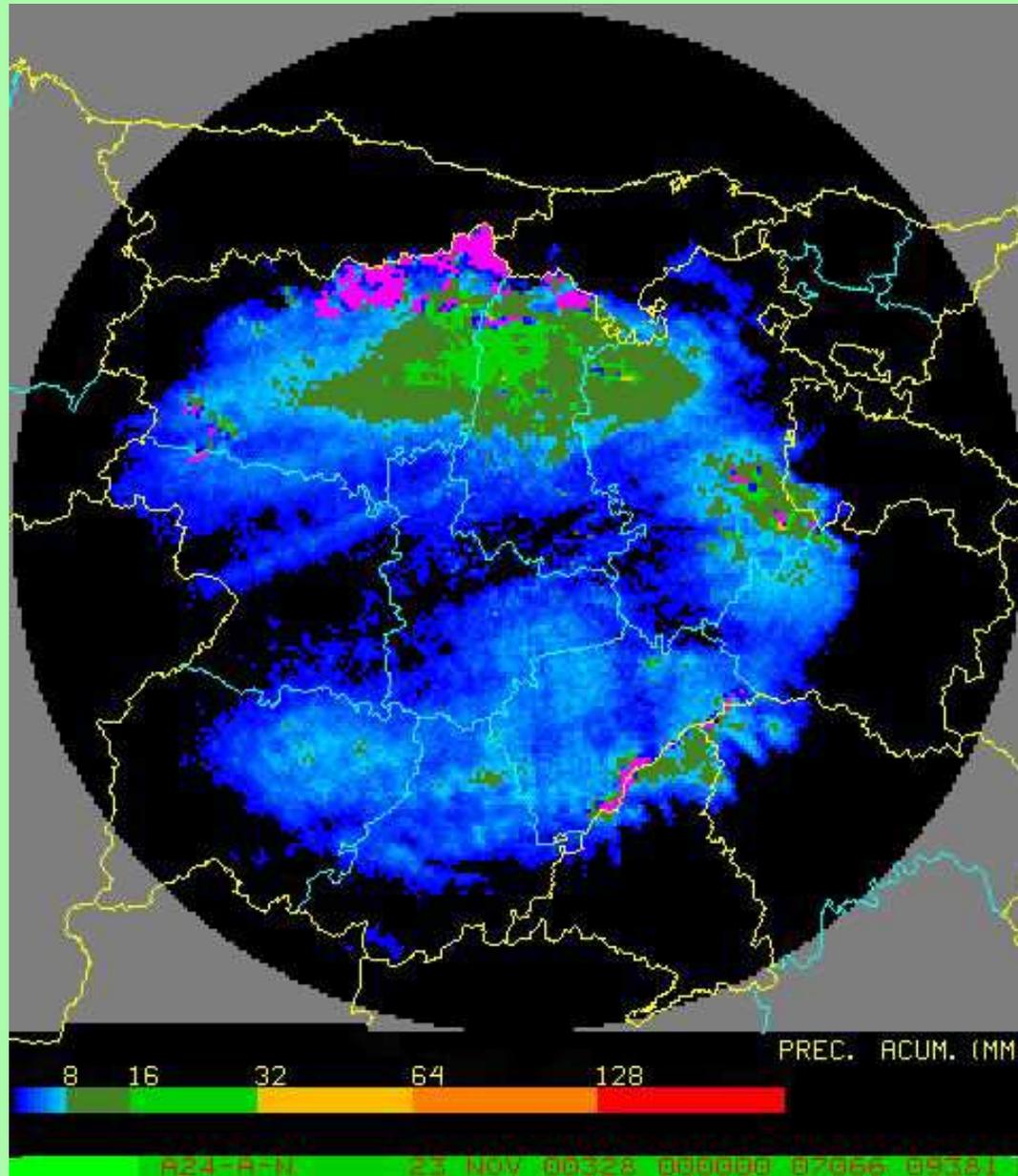
## c) Acumulación de la precipitación.

### Acumulación de la precipitación

El módulo de acumulación calcula la precipitación acumulada en períodos de 10 minutos. **Utiliza el CAPPI más bajo no afectado por ecos de tierra** (generalmente el **CAPPI 0**) y la **relación de Marshall-Palmer**. De esta forma se generan automáticamente las precipitaciones para los siguientes períodos:

- ✓ Precipitaciones diarias correspondientes al día civil (0 - 24) y al día pluviométrico (7 - 7).
- ✓ Precipitaciones sinópticas de 0 - 6, de 6 - 12, de 12 - 18 y de 18 - 24.
- ✓ Precipitaciones horarias.

- Se transforma la reflectividad correspondiente a cada exploración, cada 10 min., en cantidad de precipitación (relación Z/R).
- Sumando las exploraciones correspondientes se obtiene la acumulación horaria.
- A partir de la horarias se obtiene la acumulación hexahoraria, y de las hexahorarias las diarias (día oficial y día pluviométrico).



## RADAR DE VALLADOLID

ACUMULADA 00 - 24 UTC

22 - 11 - 2000

Las zonas coloreadas en color rosa nos muestran pixels que:

- están **eliminados** por ser ecos de tierra.
- se encuentran **apantallados** por las montañas y las precipitaciones de niveles más altos son tan débiles que no dan señal para la acumulación.

### Observad:

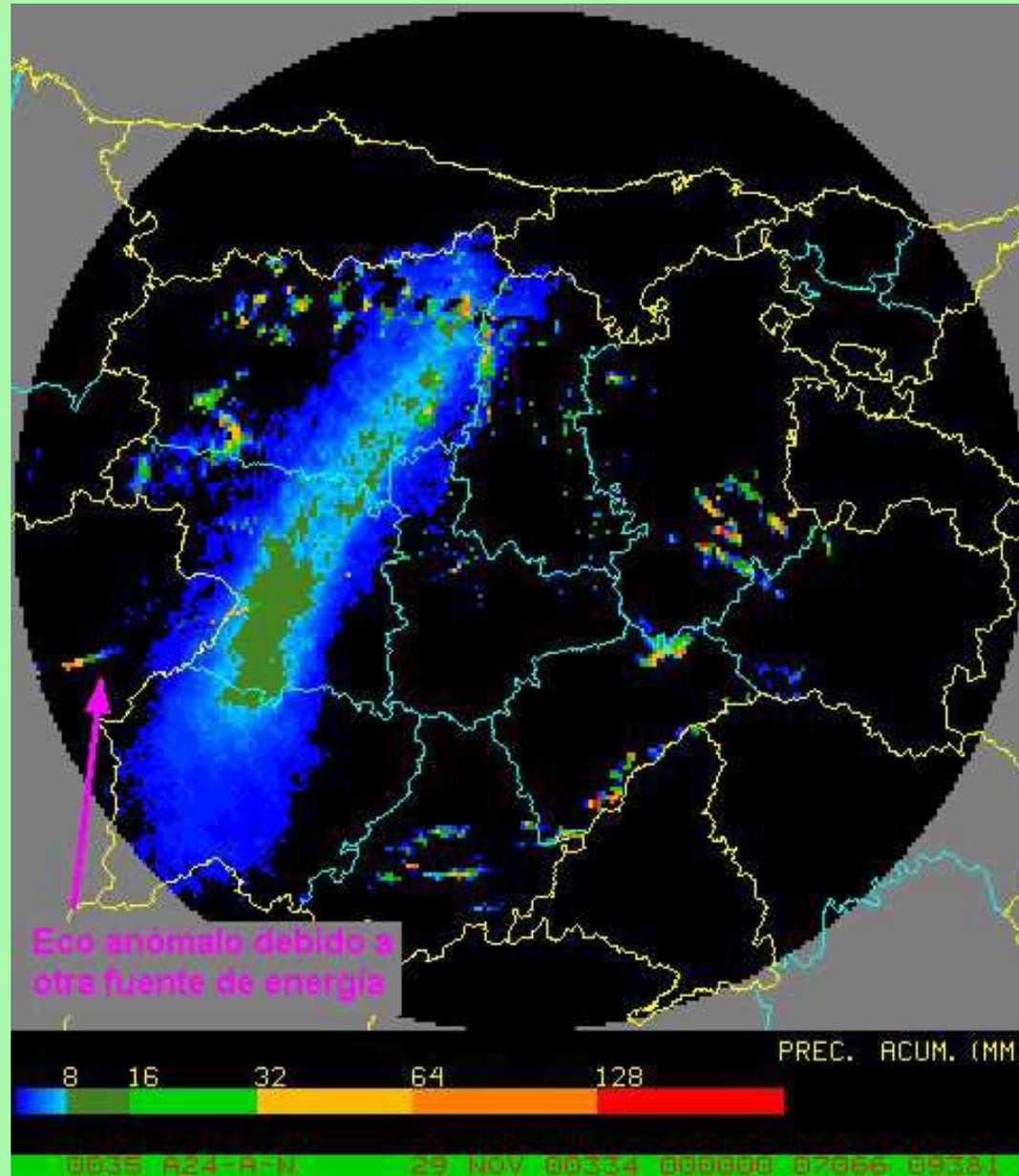
- 1.- Zonas alejadas de Ávila, León, Salamanca y Soria sin precipitación por la elevación y bloqueo del haz.
- 2.- Con advecciones cálidas y húmedas del suroeste la intensificación orográfica en la Cordillera Cantábrica e Ibérica.

Ecos fijos de tierra

## RADAR DE VALLADOLID

ACUMULADA 00 - 24 UTC

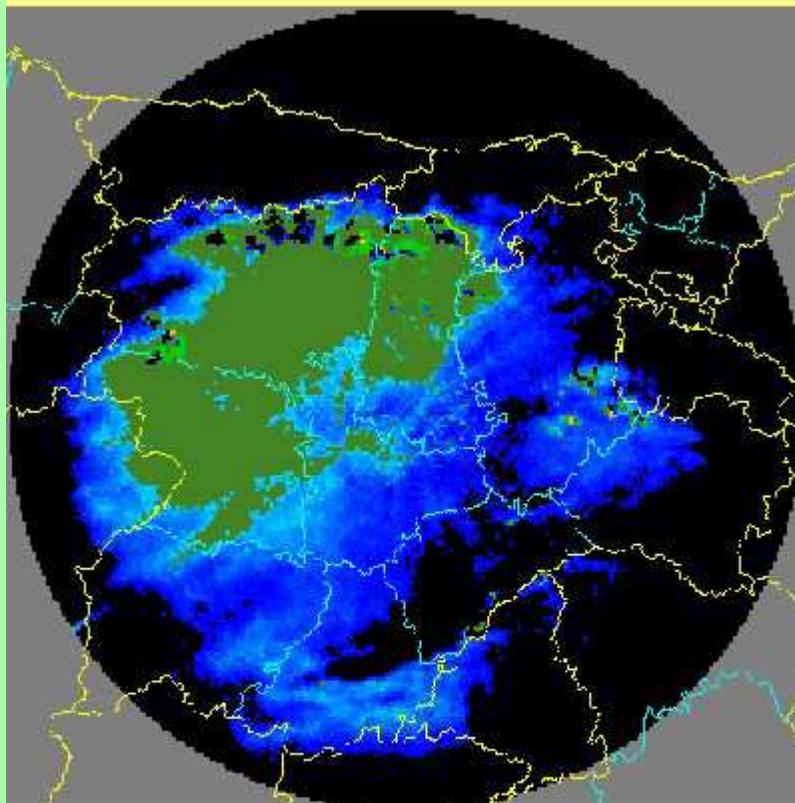
28 - 11 - 2000



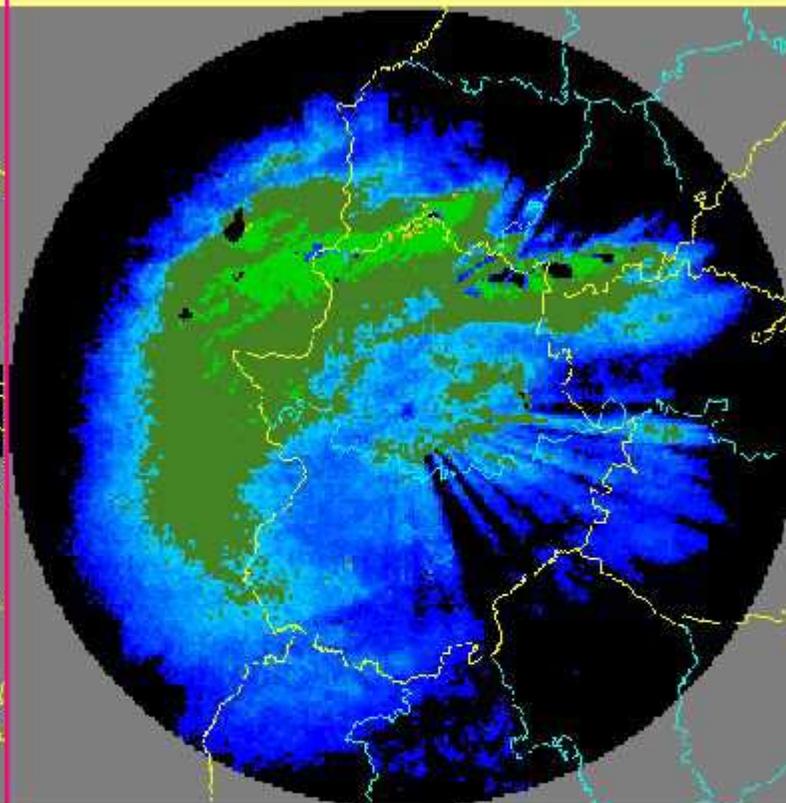
La madrugada del día 28 reunió las condiciones apropiadas para la propagación anómala del haz (en León hubo nieblas por la mañana). Los ecos de tierra se fueron acumulando en este período y se añadieron a los ecos de precipitación de una banda que entró por el oeste durante la noche.

Propagación anómala (inversión → ecos falsos)

**RADAR VALLADOLID**  
Acumulada (07 - 07) 6 - 12 - 2000



**RADAR CACERES**  
Acumulada (07 - 07) 6 - 12 - 2000

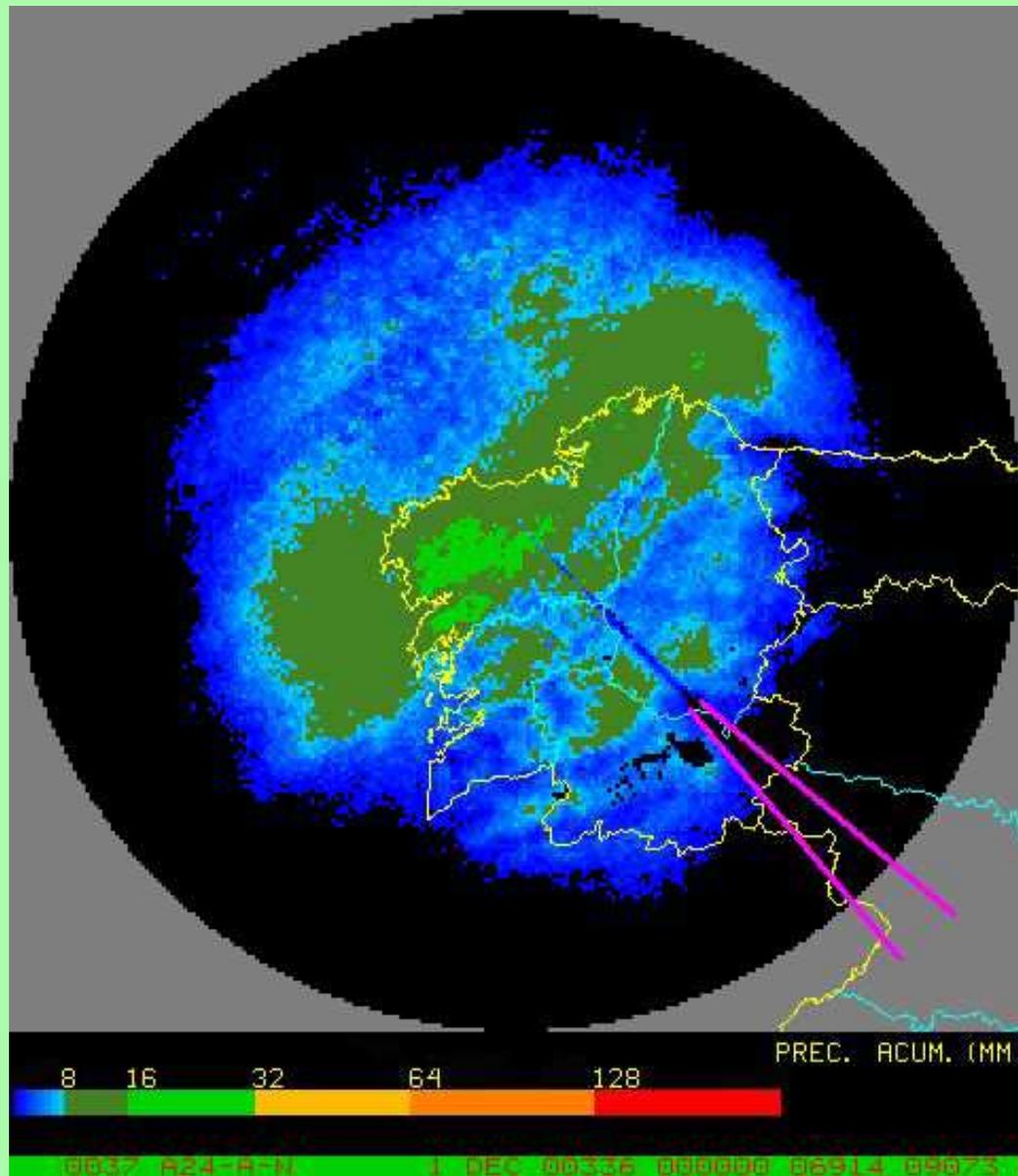


**PRECIPITACIONES DE LAS AUTOMÁTICAS**

Almázcara: 7,5	Autilla del Pino: 13,0
Virgen del Camino: 30,0	Villafria: 8,6
Benavente: 44,8	Belorado: 1,6
P. San Isidro: 37,0	Vinuesa: 18,3
Cervera de Pisuerga: 52,3	Villardecervos: 43,6
Carrión de los Condes: 19,8	Vitigudino: 9,3

Valladolid: 7,5	Ávila: 7,1
Olmedo: 3,1	Segovia: 0,2
La Pinilla: 15,6	Zamora: 9,4
Aranda de Duero: 4,2	Medina de Pomar: 2,7
Soria: 9,0	Lagunas de Som.: 53,4
Saelices el Chico: 20,0	
Salamanca: 2,7	
Piedrahita: 18,2	

Limitación en zonas alejadas

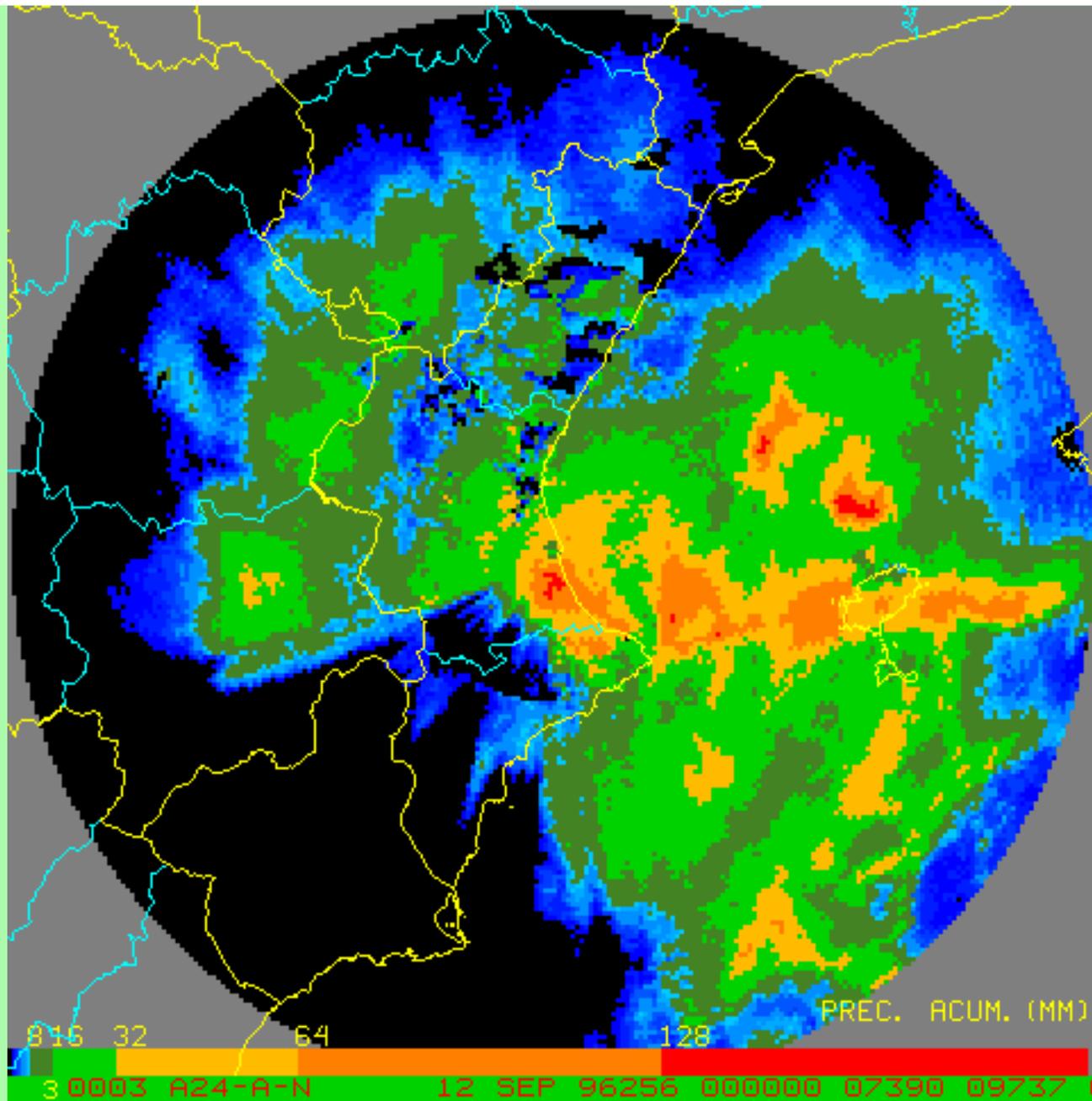


**RADAR DE LA CORUÑA**  
**ACUMULADA 00 - 24 UTC**  
**30 - 11 - 2000**

**Ejemplo de bloqueo del haz por un obstáculo colocado en la proximidad del radar.**

**En este caso se comprueba con más claridad que, aparte de la intensificación de la precipitación en la costa, como las mayores precipitaciones se encuentran cerca del radar y van disminuyendo gradualmente a medida que nos alejamos del radar debido a la elevación del haz.**

Bloqueo del haz por objetos cercanos al radar



Acumulación de precipitación (24 horas)

## VIL

El VIL representa el contenido de agua líquida integrado verticalmente. Para cada nivel se estima el contenido de agua líquida a partir de la reflectividad  $Z$  y basándose en estudios teóricos sobre distribuciones por tamaño de las gotas de agua y estudios empíricos de reflectividad y contenido de agua líquida.

Para obtener el VIL se suma en la vertical el contenido de agua líquida de todos los niveles

## VIL = VERTICALLY INTEGRATED LIQUID.

Se interpreta como una medida del contenido potencial de agua líquida por m<sup>2</sup> en la vertical de cada pixel. Se expresa en Kg/m<sup>2</sup>

$$VIL = \int 3,44 * 10^{-6} [(Z_i + Z_{i+1})/2]^{\frac{4}{7}} dH$$

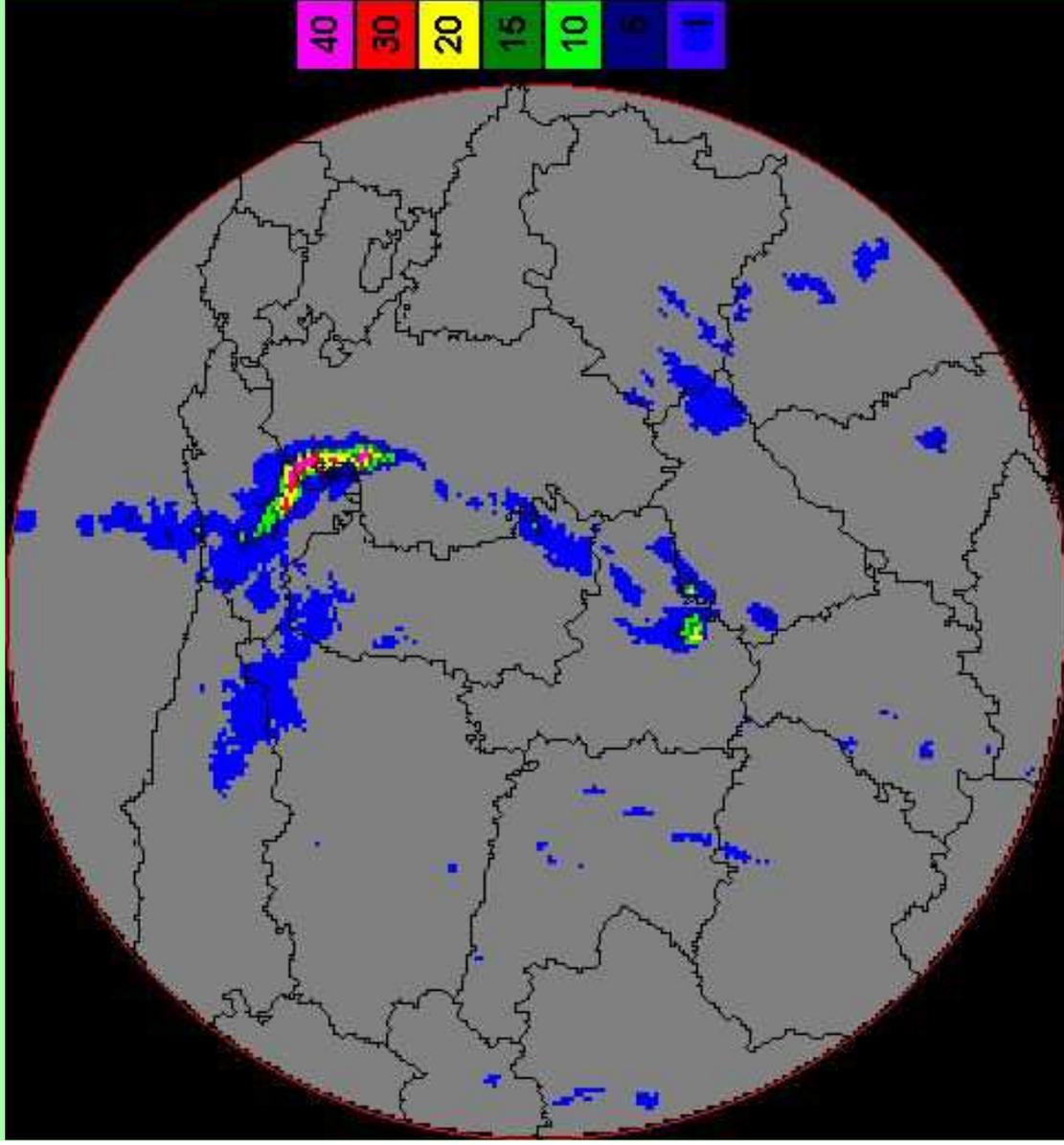
## VIL

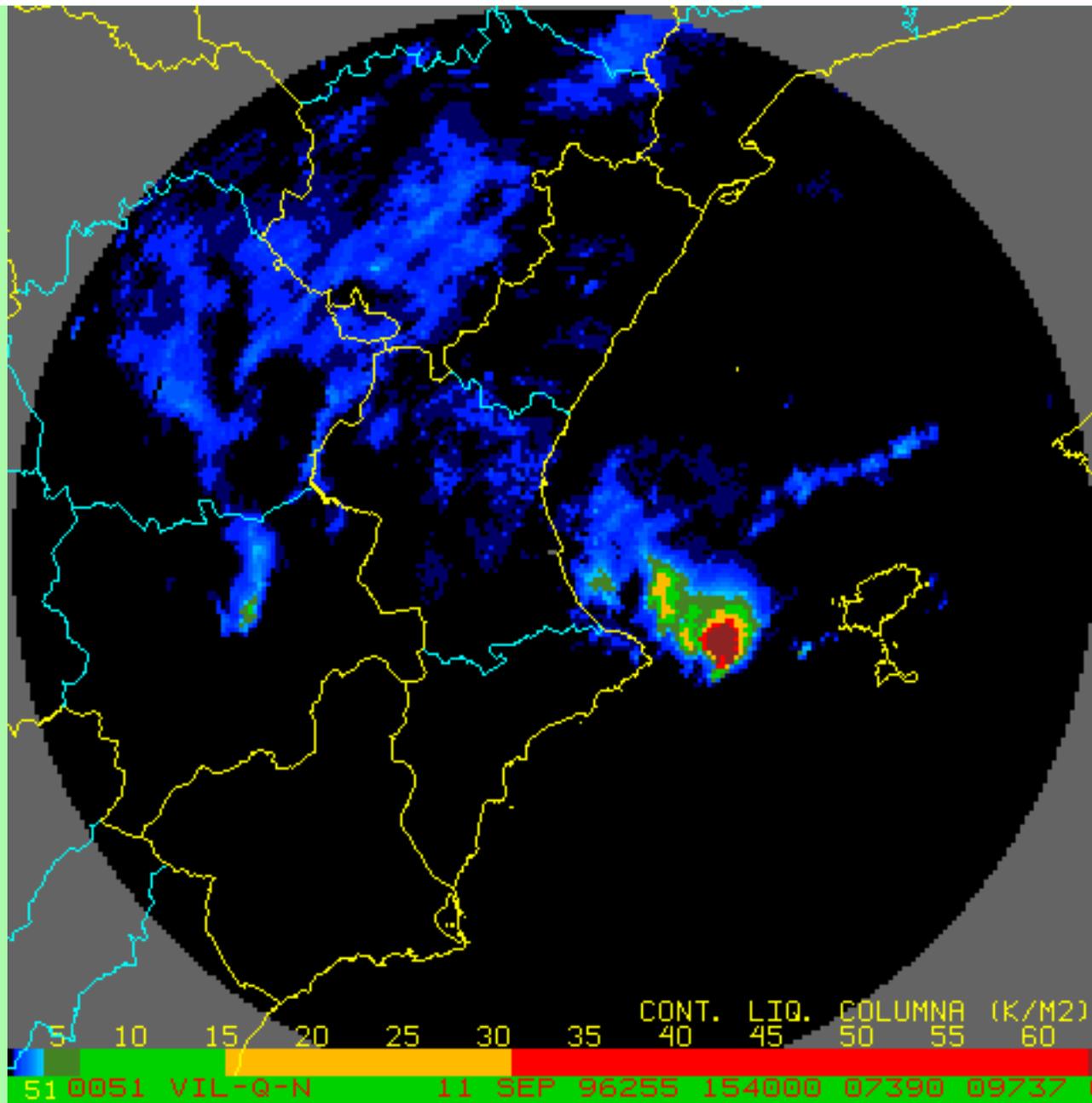
1 - junio - 1999 15:30 UTC

El **VIL** nos da una idea del contenido de agua líquida en toda la columna del volumen cartesiano.

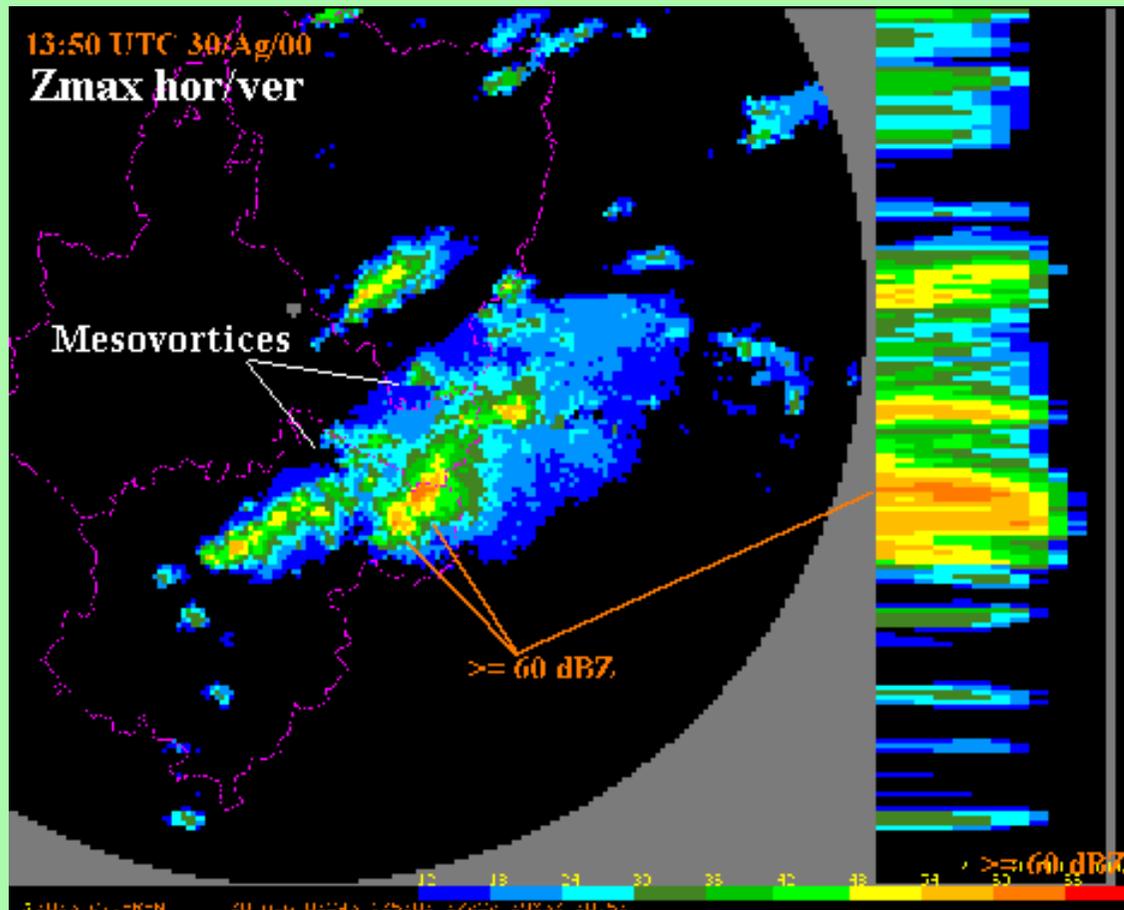
A mayor **VIL**, mayor contenido de agua y fenómenos más adversos en superficie.

Las unidades son  $\text{Kg/m}^2$ . Sería el peso del agua sobre la unidad de superficie.





VIL de una situación de convección profunda



A mayor contenido de agua líquida y a mayor altura, tendremos **mayores valores de VIL**, por tanto mayores corrientes ascendentes. Es un producto muy útil para discriminar células convectivas que pueden llevar asociado **tiempo severo en superficie**.

## 2.- Productos en rango corto

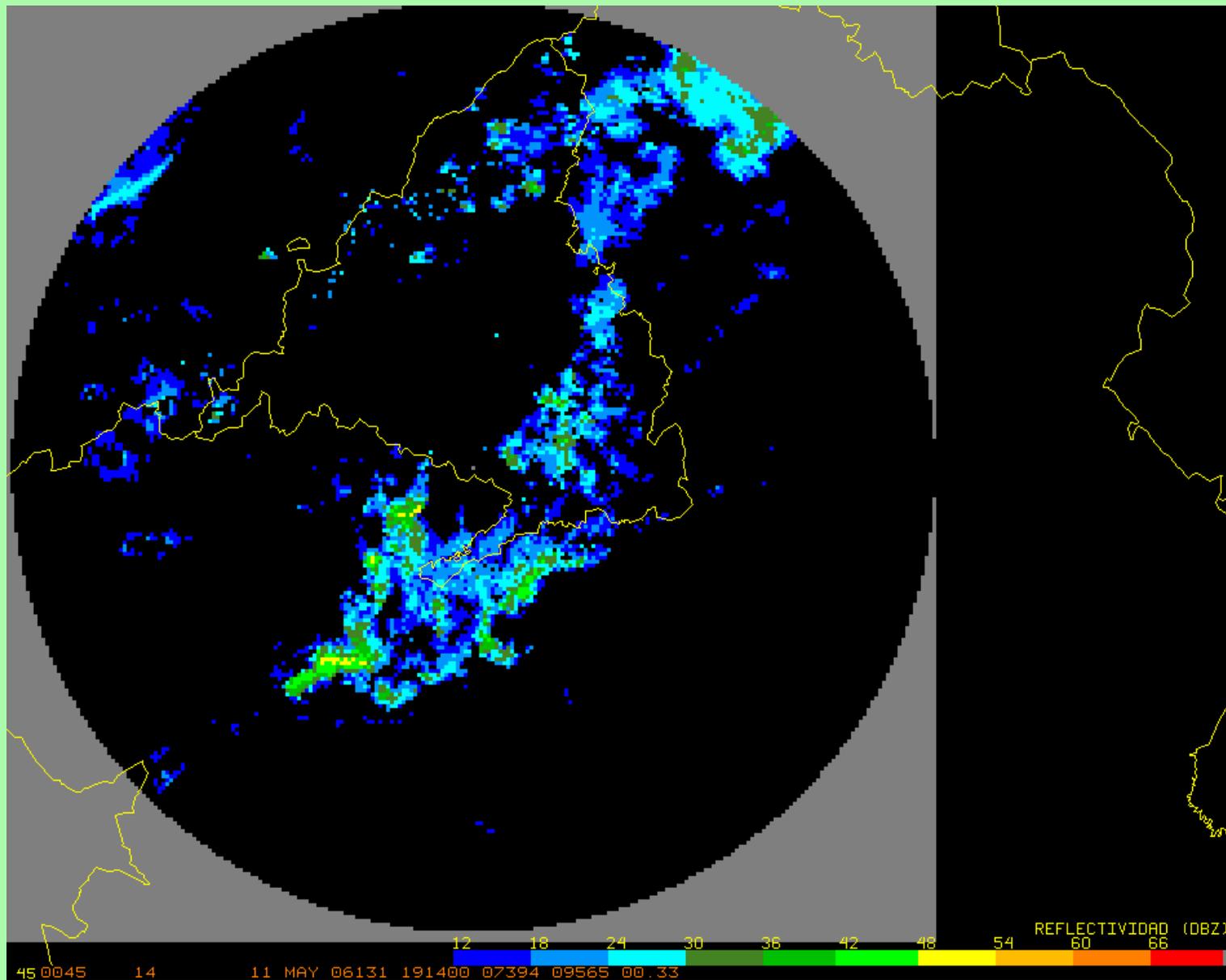
## PRODUCTOS EN RANGO CORTO

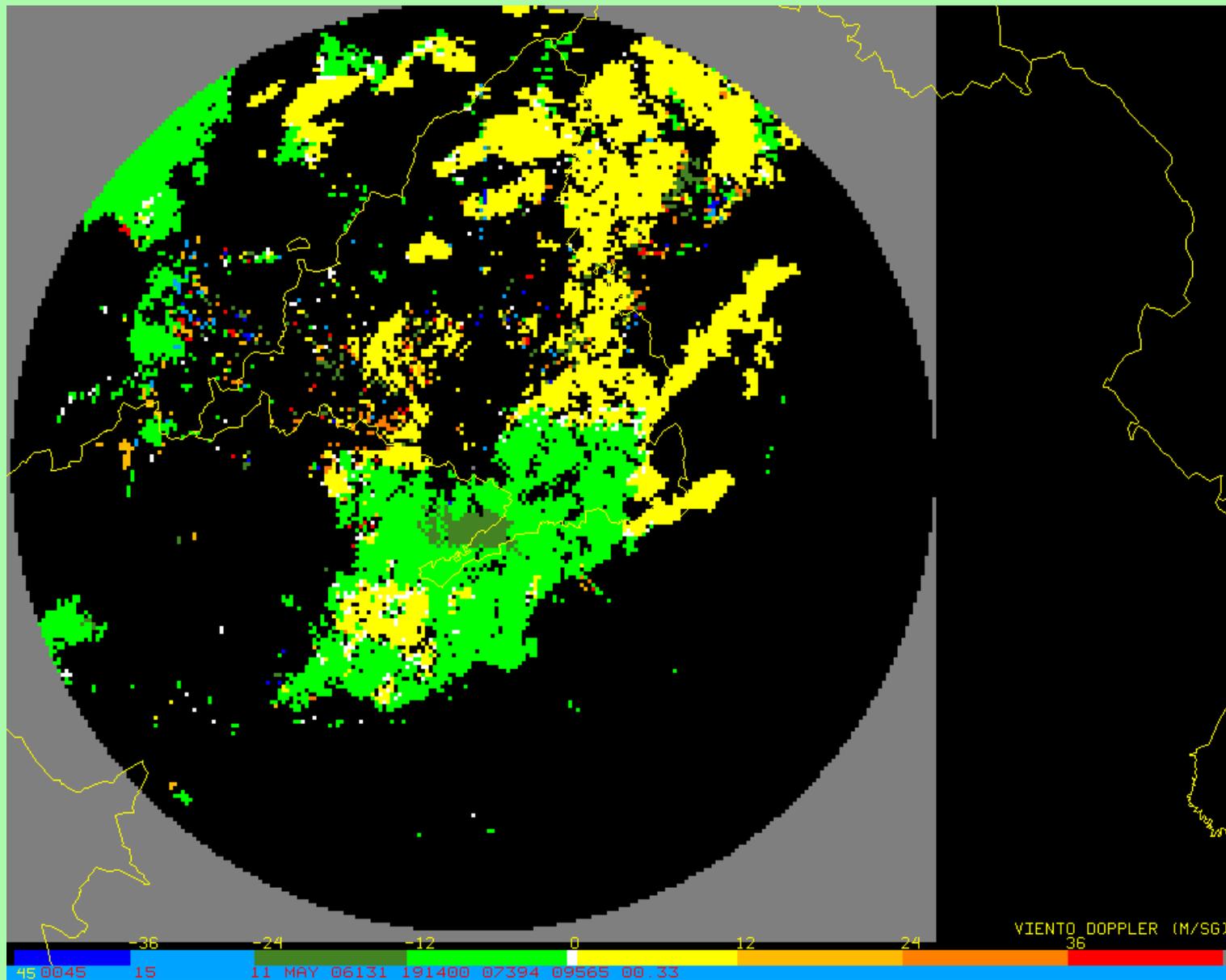
**REFLECTIVIDAD:** PPI, similar al rango largo, pero con mejor resolución espacial (1x1 km).

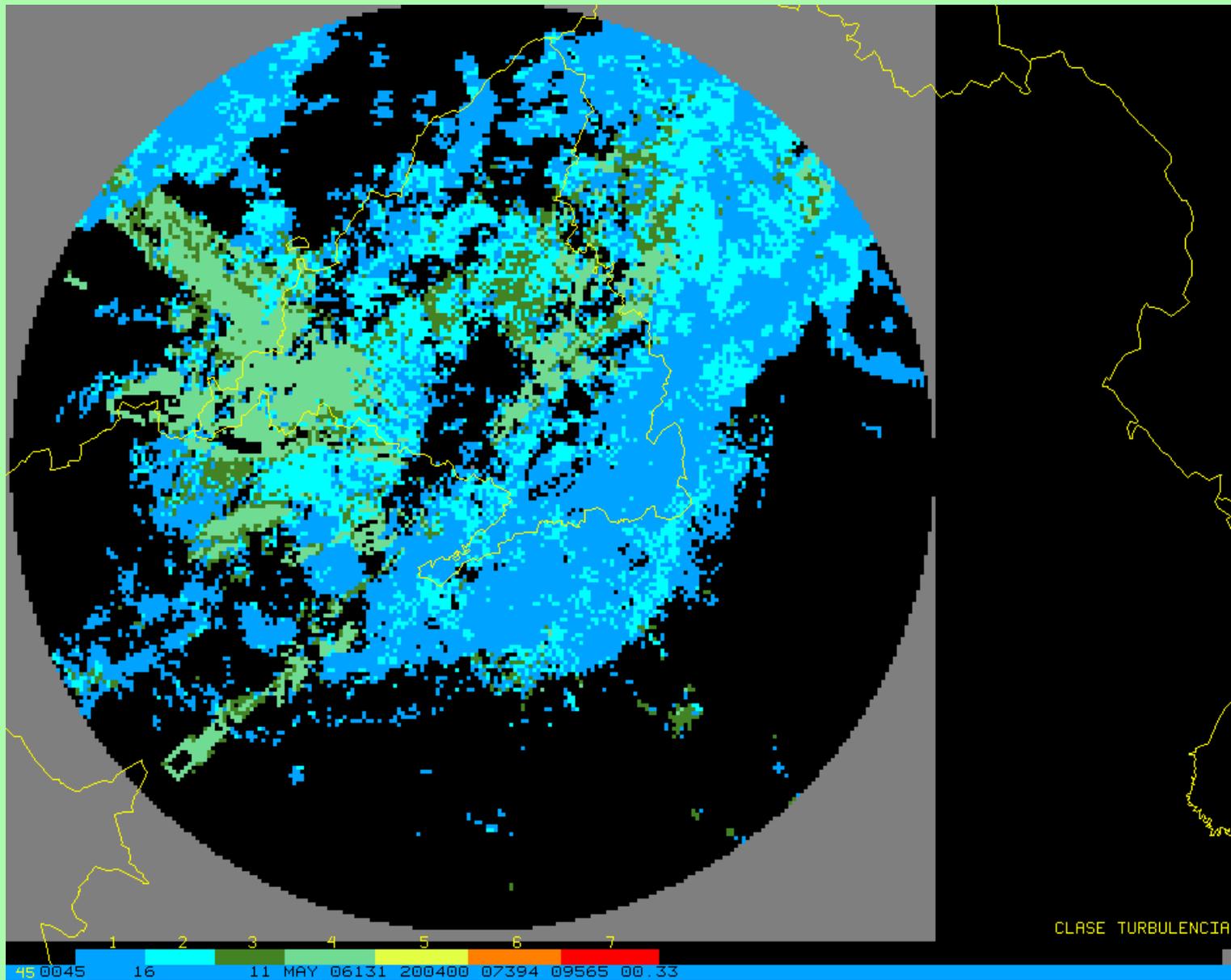
**VELOCIDAD RADIAL:** componente radial del campo de viento en cada punto. Colores fríos velocidad negativa y cálidos velocidad positiva.

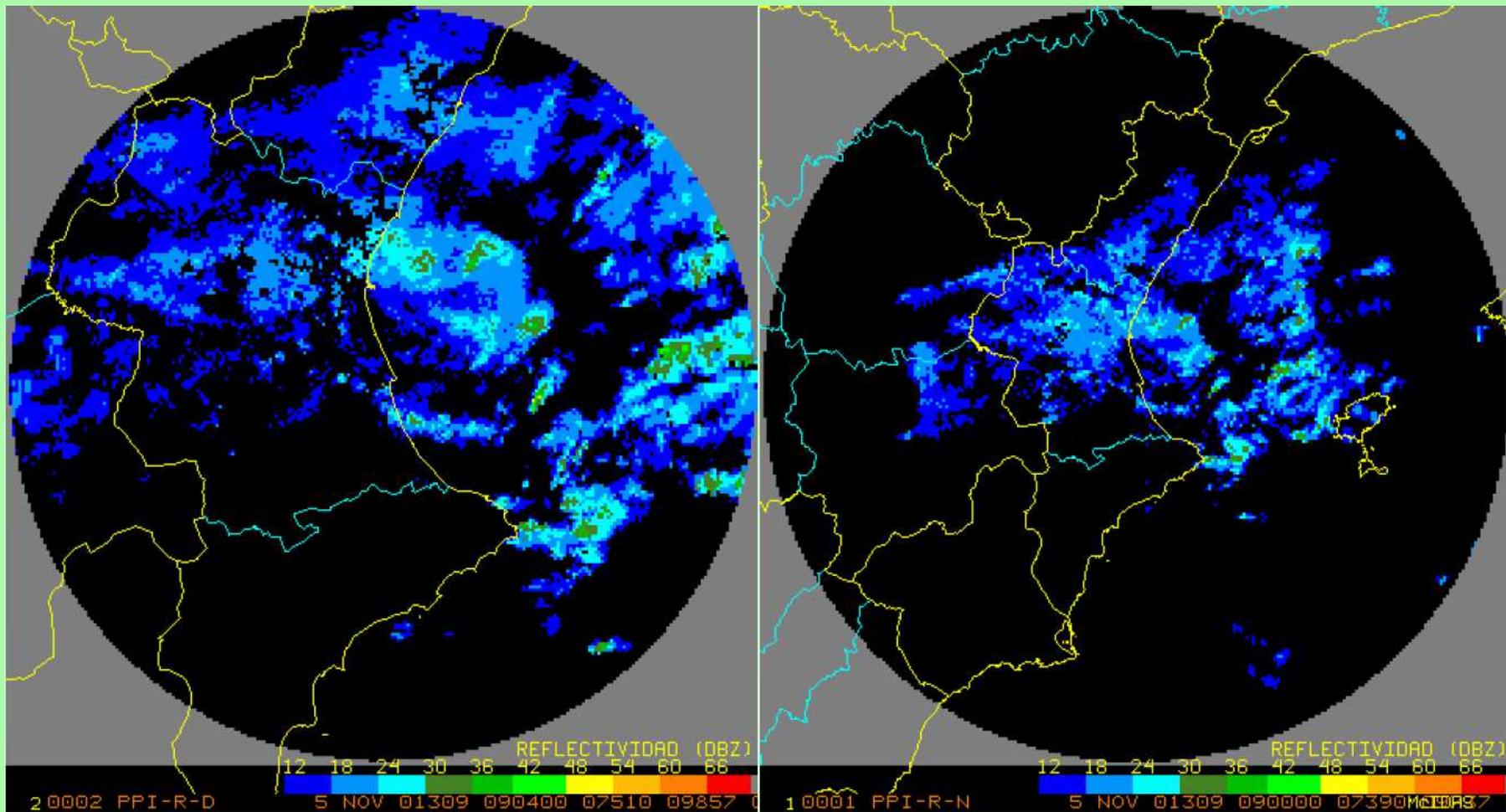
**TURBULENCIA:** a partir de la varianza del espectro de velocidades. Código de colores (de azul a rojo), cada 2 m/s. entre 0 y 6 (débil), de 6 a 16 (moderada o intensa).

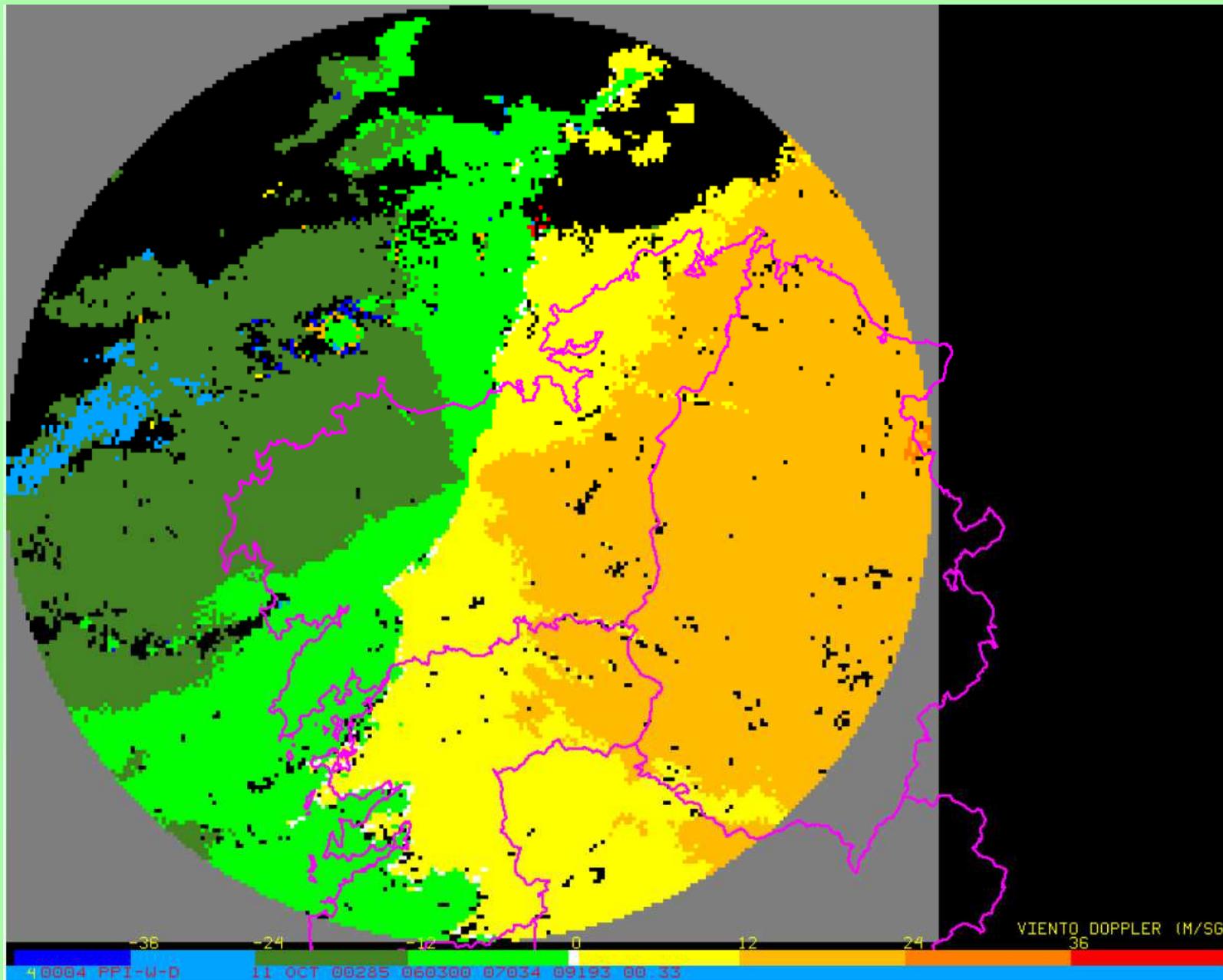
**VAD:** perfiles verticales de viento en la vertical del radar.

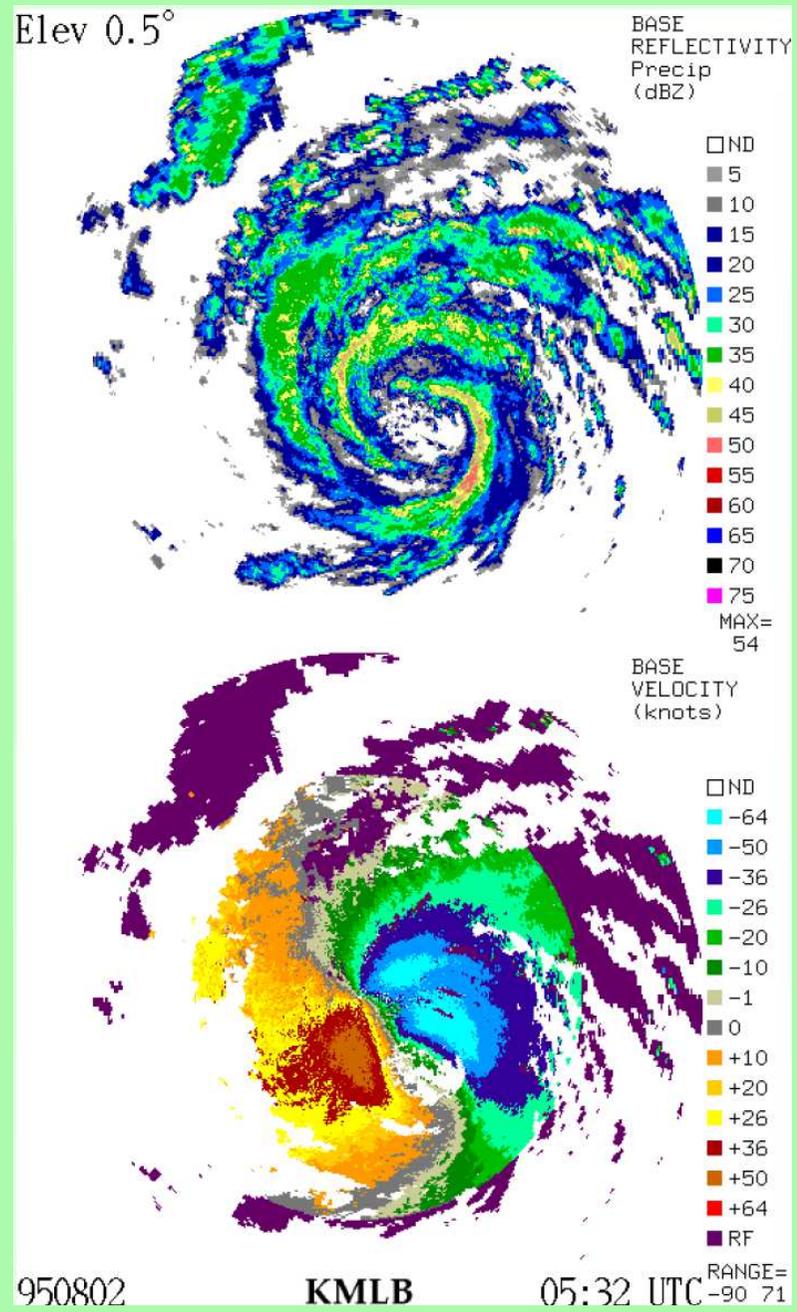






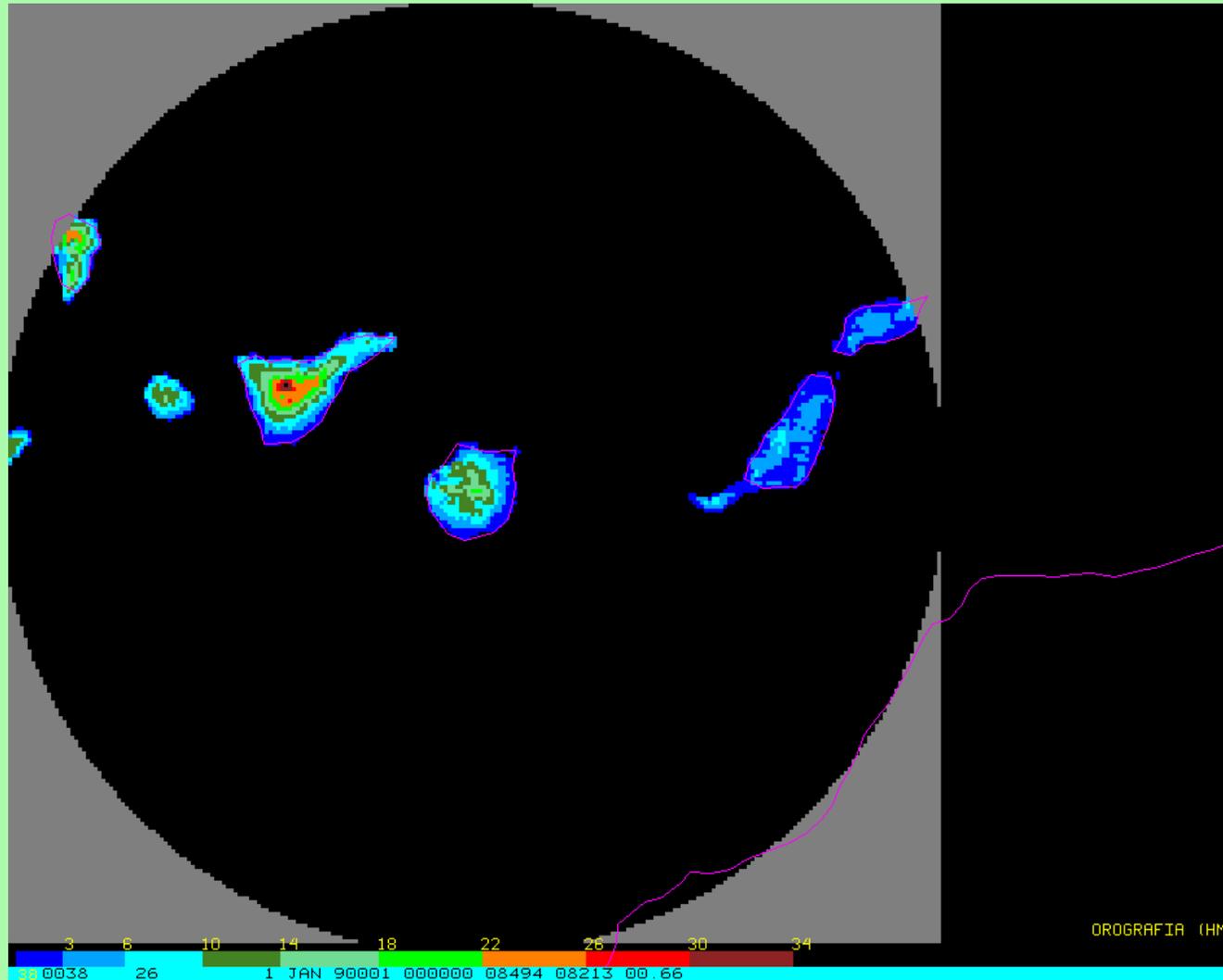




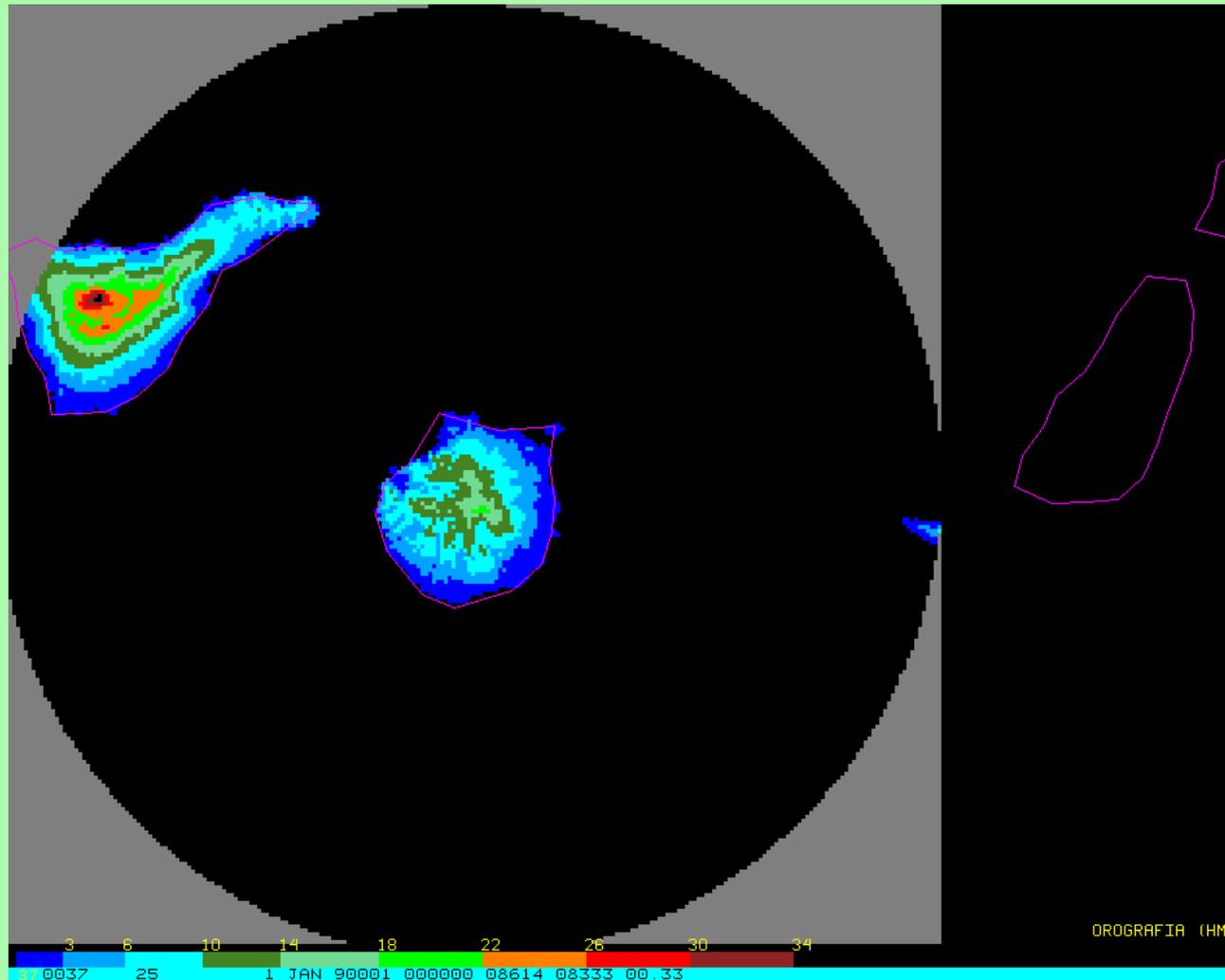


## 2.- Productos auxiliares

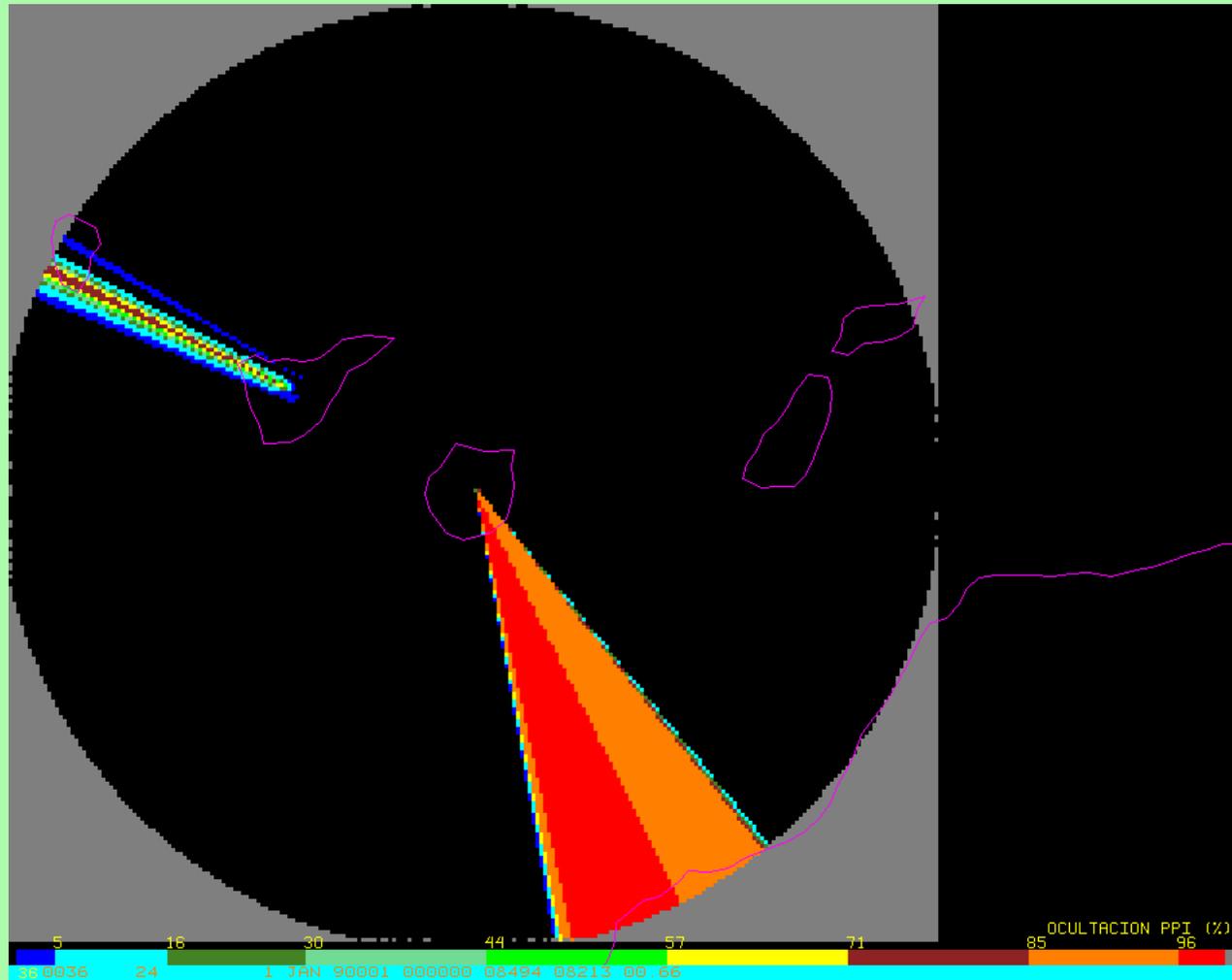
# IMÁGENES INFORMATIVAS



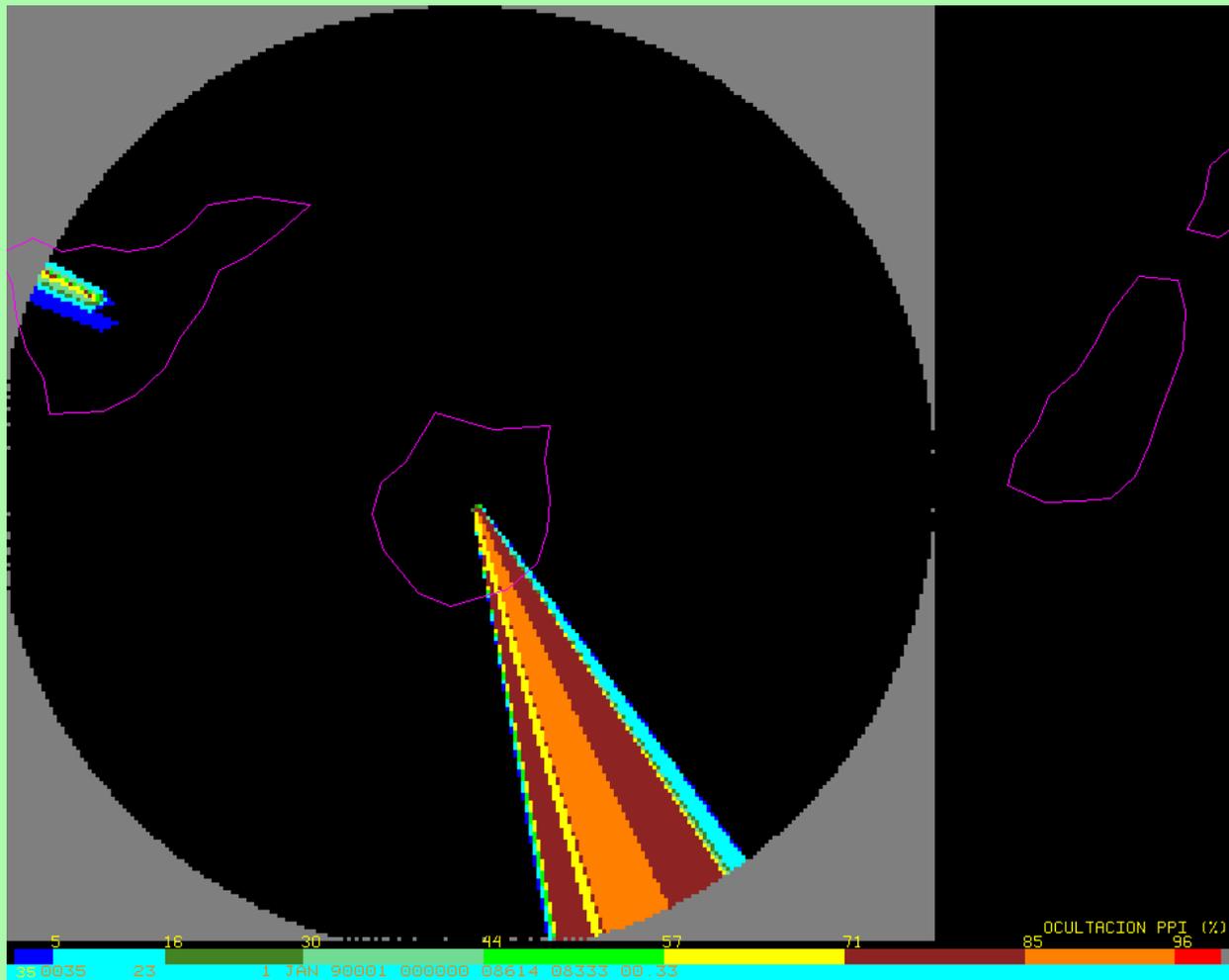
Orografía local (rango largo)



Orografía local (rango corto)



Ocultación PPI bajo (Rango largo)

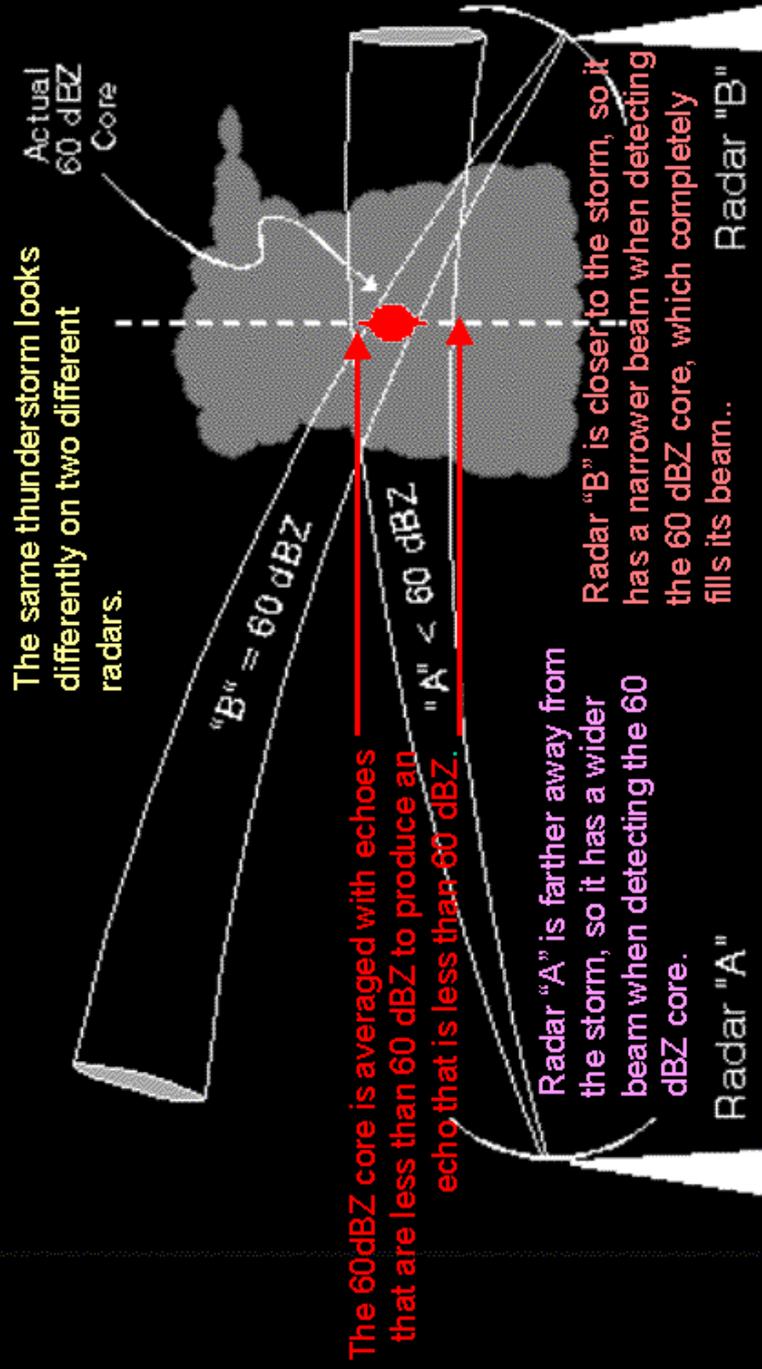


Ocultación PPI bajo (Rango corto)

# **3. - Composición Nacional: problemática y tácticas**

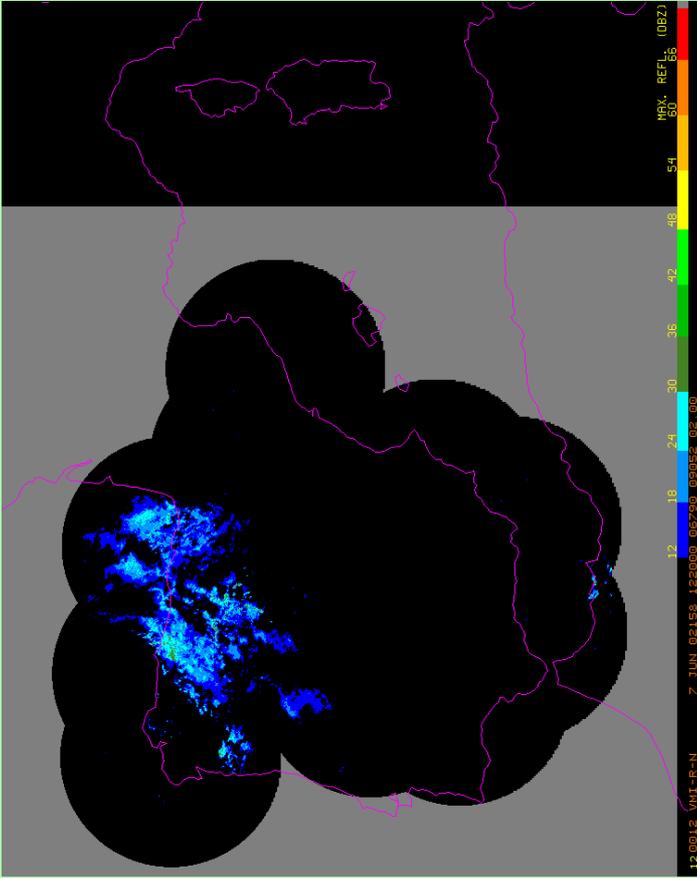
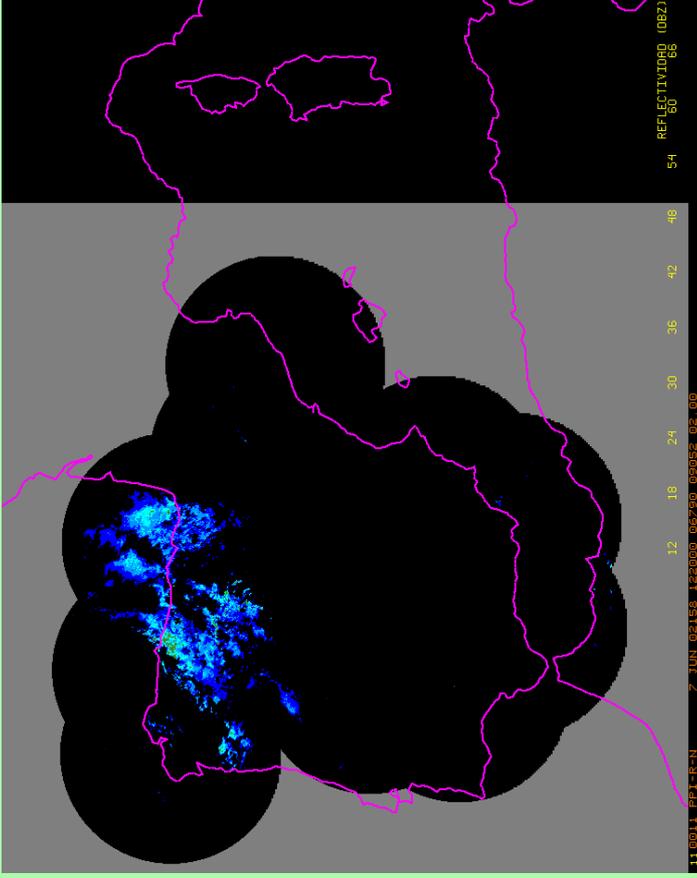
- **Red radares: imágenes mosaico nacional**
  - Necesidad de productos compuestos de TODOS los radares, excepto Canarias
  - Usos: primer escalón de vigilancia nacional y fines aeronáuticos (imagen hidrológica nacional, ...)
  - Composición con otros sensores
- **Problemática**
  - Áreas montañosas (apantallamientos y bloqueos)
  - Comunicaciones entre el C. Regional y C. Nacional
  - Volumen de información a transmitir: composición plana 2D vs 3D
  - Qué táctica de composición radar a emplear: según producto y necesidades.

## Radar Beam Broadening and Comparing Two Radars



While it is often a good practice to check signatures between multiple radars, broadening of the radar beam with increasing distance from the radar causes storms at far ranges to appear to be weaker than they really are.





<b>Producto</b>	<b>Criterio</b>	<b>Observac.</b>
<b>PPI-R-N</b>	<b>Optimo</b>	
<b>ECT-H-N</b>	“	<b>ECHOTOP</b>
<b>XYZ-R-N01</b>	“	<b>CAPPI-2.5</b>
<b>A01-A-N</b>	“	<b>ACC-1</b>
<b>VIL-Q-N</b>	<b>Máximo</b>	<b>VIL</b>
<b>VMI-R-N</b>	“	<b>ZMAX</b>
<b>A06</b>	“	<b>ACC06</b>
<b>A24</b>	“	<b>ACC24</b>
<b>XYZ-R-N07</b>	<b>Cercano</b>	<b>CAPPI 7</b>

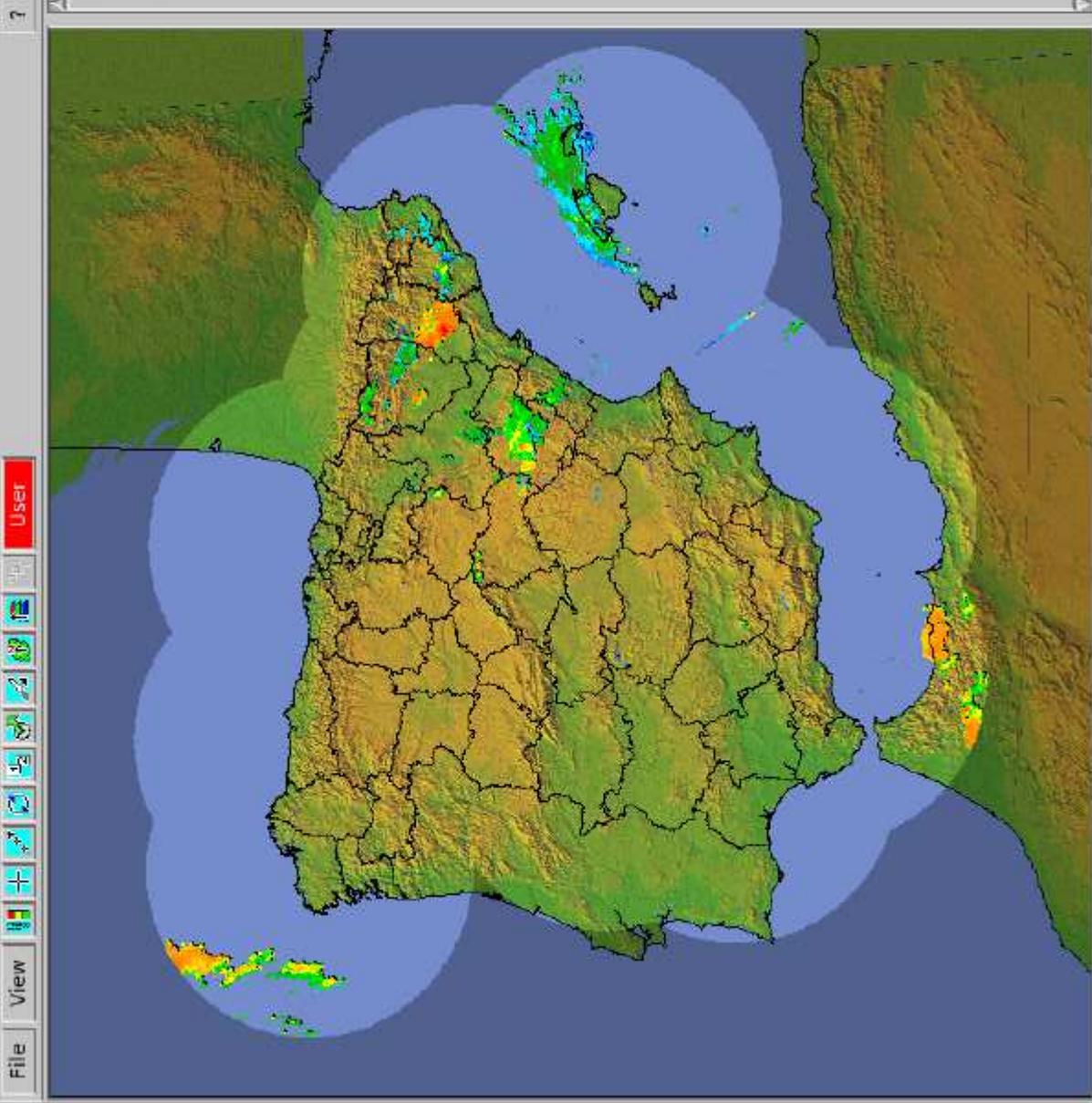
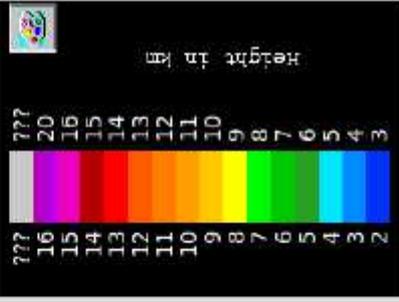


QLW\_3 X 1 720x720 19:10:09 UTC

COM/COM  
TOPS  
MOS\_TOP\_NEAR  
Thr: 12  
Range: 760 km  
VOL\_075\_A

Res: 2111 m/pixel  
PRF: 250 Hz  
Max: 19.0 km  
Az: 194, Rng: 488  
Min: 0.7 km  
Az: 310, Rng: 581

19:10:09 Z  
16 Aug 2016



Useful

File View

## **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)**