

PIB-M. FASE PRESENCIAL. 2022
TELEDETECCIÓN PRÁCTICA.
DIAGNÓSTICO-VIGILANCIA

DIAGNÓSTICO Y VIGILANCIA MEDIANTE TELEDETECCIÓN

Jesús Riesco Martín.
jriescom@aemet.es

ÍNDICE

- 1.- Teledetección
- 2.- Sistemas y software de visualización
- 3.- Guías técnicas operativas
- 4.- Algunas ideas sobre diagnóstico operativo
- 5.- Diagnóstico satelital básico
- 6.- Diagnóstico radar básico
- 7.- Integración de datos

1.- Teledetección

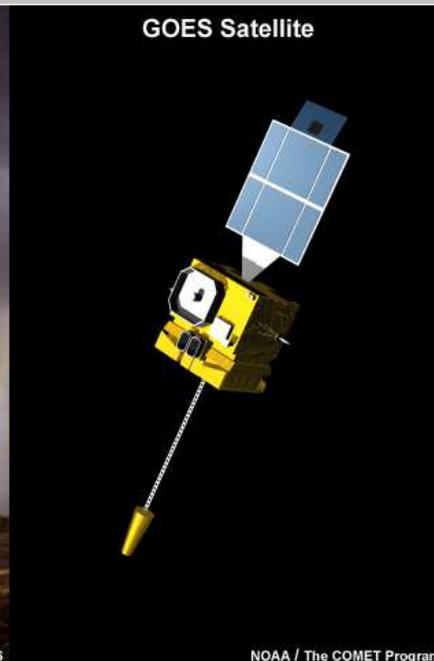
La **teledetección** o **detección remota** es la adquisición de información a pequeña o gran escala de un objeto o fenómeno, ya sea usando instrumentos de grabación o instrumentos de escaneo en tiempo real inalámbricos o que no están en contacto directo con el

En la práctica, la teledetección consiste en recoger información a través de diferentes dispositivos de un objeto concreto o un área, a partir de aviones, satélites, astronaves, radares, red de descargas eléctricas) .

Hay dos clases de teledetección principalmente:

- **Los teledetectores pasivos** detectan radiación natural emitida o reflejada por el objeto o área circundante que está siendo observada. La luz solar reflejada es uno de los tipos de radiación más comunes medidos por esta clase de teledetección.
- **Los teledetectores activos** emiten energía para poder escanear objetos y áreas con lo que el teledetector mide la radiación reflejada del objetivo. Un radar es un ejemplo de teledetector activo, el cual mide el tiempo que tarda una emisión en ir y volver de un punto, estableciendo así la localización, altura,...

Observaciones in-situ vs teledetección



2.- Sistemas y Software de visualización

En la diagnosis y vigilancia meteorológicas es fundamental disponer de un sistema y un software apropiado para tareas operativas:

- El predictor operativo dispone de poco tiempo para interpretar las imágenes de teledetección
- Deben existir procedimientos internos que gestionen la operatividad para que un grupo de trabajo de predicción disponga de la información lo más eficientemente posible
- Es óptima la estrategia de integración de todo tipo de elementos de teledetección en el mismo software: superposición de imágenes de satélite, radar, rayos, datos de superficie y campos de modelos meteorológicos
- El pronosticador debe tener acceso fácil a la información básica proporcionada por las aplicaciones de las imágenes meteorológicas: bien a través de la aplicación base del software meteorológico o bien a partir de

Sistemas de integración de datos

Hay varias aplicaciones comerciales con integración de información meteorológica:

- Mcidas
- IDV
- Ninjo

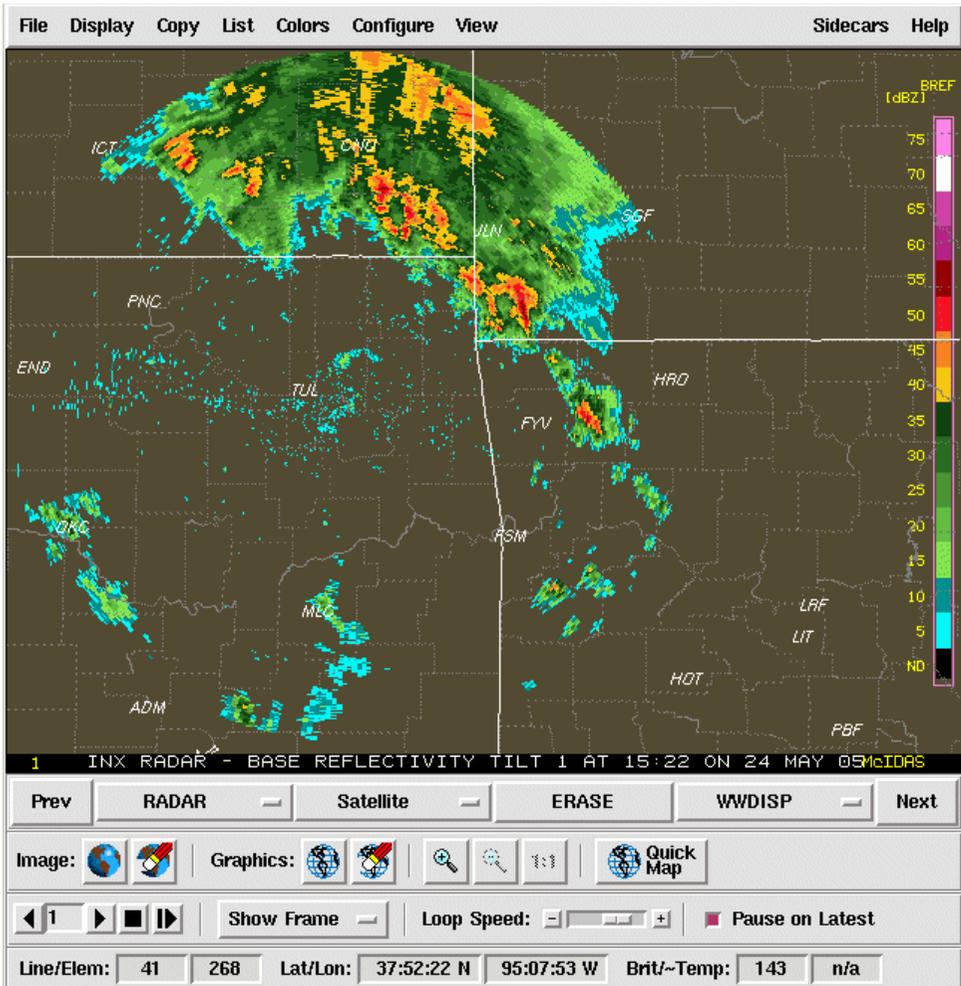
Lo importante es definir y desarrollar rutinas para uso de aplicaciones locales comunes, y que el grupo operativo visualice la información básica común:

- Loops básicos de imágenes de satélite
- Loops básicos de imágenes de radar
- Productos básicos de descargas eléctricas
- Productos de datos de observación (metars, ploteo de información, sondeos,...)
- Campos básicos de modelos y evolución temporal, etc...

Las aplicaciones permiten desarrollar programas internos para presentación local de la información.

Hay aplicaciones que permiten automatizar la generación de productos (animaciones, etc), y generar gráficos que se insertan en páginas Web:

http://www.ssec.wisc.edu/data/geo/index.php?satellite=east&channel=ir2&coverage=conus&file=jpg&imgoranim=8&anim_method=flash



McIDAS F-Key Menu

UNIDATA McIDAS-X Workstation

UNIDATA.MNU - Version 7,705

Imagery	Surface Data
F1 Satellite Images/Loops	SF1 Surface Data Plots
F2 Radar Images/Loops	SF2 Surface Data Contours
F3 Topography	SF3 NLDN Lightning
	SF4 Meteorograms
Model Output	SF5 MOS (FOUS14) Data
F4 North America - Horizontal	
F5 Global - Horizontal	Upper Air Data
F6 Vertical Cross Sections	SF6 Upper Air Data Plots
	SF7 Upper Air Data Contours
Miscellaneous	SF8 FSL Wind Profiler Data
F7 Weather Text	SF9 Soundings and Hodographs
F8 MENU Administration	SF10 Vertical Cross Sections
F9 System/File Information	
F10 Miscellaneous Functions	Station Data
	CF1 Station IDs by Type

Use F12 to return to Command Mode; keys F1-SF10 to select actions.

SSEC - University of Wisconsin-Madison / Unidata Program Center

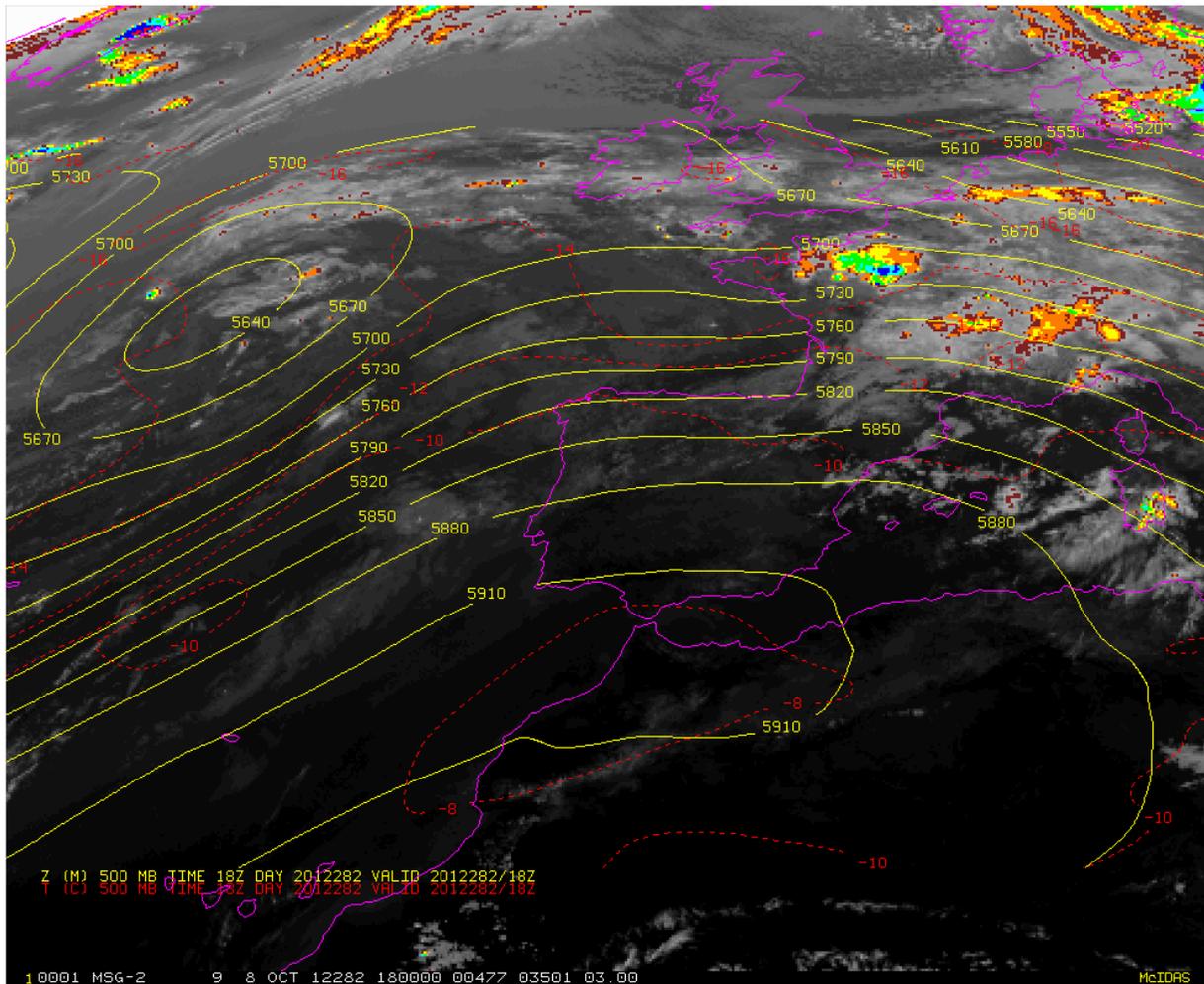
McIDAS-X yyyy: us ename@workstation

```

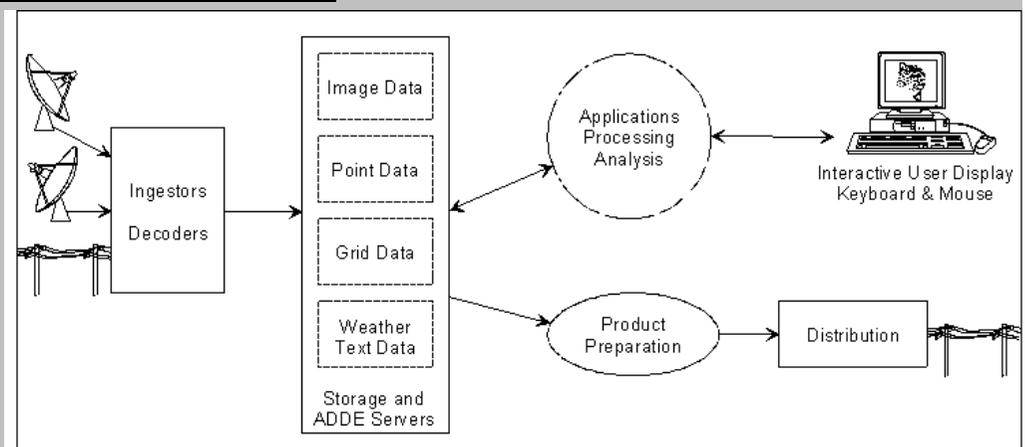
STNLIST KNSP KRGK KMLI KLAR KMSN KGRB
IDN ID Station Name Data Types ST CO LAT LON ELE
72544 KMLI Moline M 36 T IL US 41:27:05 90:30:53 179
72658 KNSP Minneapolis M 36 T MN US 44:52:59 93:13:44 256
--- KRGK Red Wing M MN US 44:35:25 92:29:10 239
72645 KGRB Green Bay M 36RT WI US 44:28:46 88:08:12 211
72641 KMSN Madison M 36 T WI US 43:08:26 89:20:43 262
--- KLAR Laramie M T WY US 41:18:43 105:40:30 2218
Number of stations listed: 6
STNLIST: Done
SFCLIST KNSP KRGK KMLI KLAR KMSN KGRB
Day Time StCo Stn T Td Dir Spd Gus AltSet Vis Weather Ceil
hhmm id [F] [F] [ kts ] [mb] [mil]
-----
13 1853 WIUS KGRB 18 2 260 12 1018.3 10.00
13 1856 WIUS KLAR 38 36 160 5 1012.2 10.00 5/040
13 1853 ILUS KMLI 38 18 260 8 1022.0 10.00
13 1853 WIUS KMSN 22 7 280 8 1020.3 10.00
13 1853 MNUS KNSP 24 11 010 6 1021.3 10.00
13 1857 MNUS KRGK 25 7 340 5 1021.3 10.00
S 13 1917 MNUS KRGK 25 7 350 8 1021.3 10.00
Number of reports = 7
SFCLIST: done
IMA GRA Bounds Switches Date Time T Unseen TFILE
[ 17] [ 17] 1-20 L 13 Feb 2003044 19:32:52 0 1 3

```

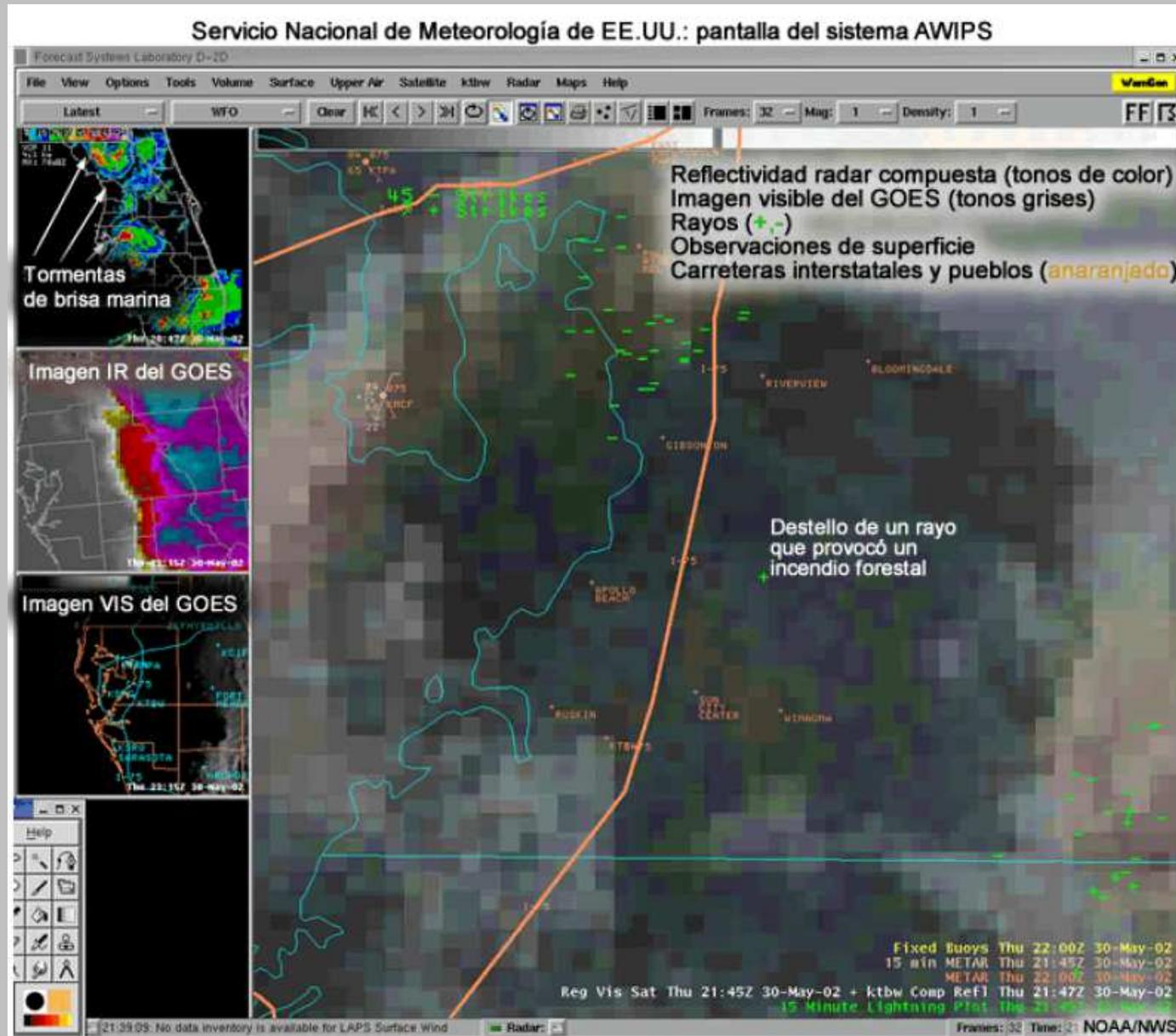
Mcidas



- Entorno distribuido: datasets
- GIS: superposición productos



Sistemas de análisis y vigilancia





Sinergie (Meteo France)

3.- Guías técnicas operativas (vigilancia y diagnóstico)

Cada grupo operativo debe disponer de unos procedimientos internos, guías e instrucciones según un protocolo normalizado

- Productos a realizar
- Horarios de realización
- Quién los realiza y responsabilidades
- Procedimiento de realización de productos
- Guías e instrucciones técnicas

La clave es ser un equipo operativo en el que cada pronosticador realice los mismos procedimientos y maneje las mismas herramientas y aplicaciones definidas en la operatividad interna.

Por tanto es recomendable disponer de procedimientos y guías técnicas

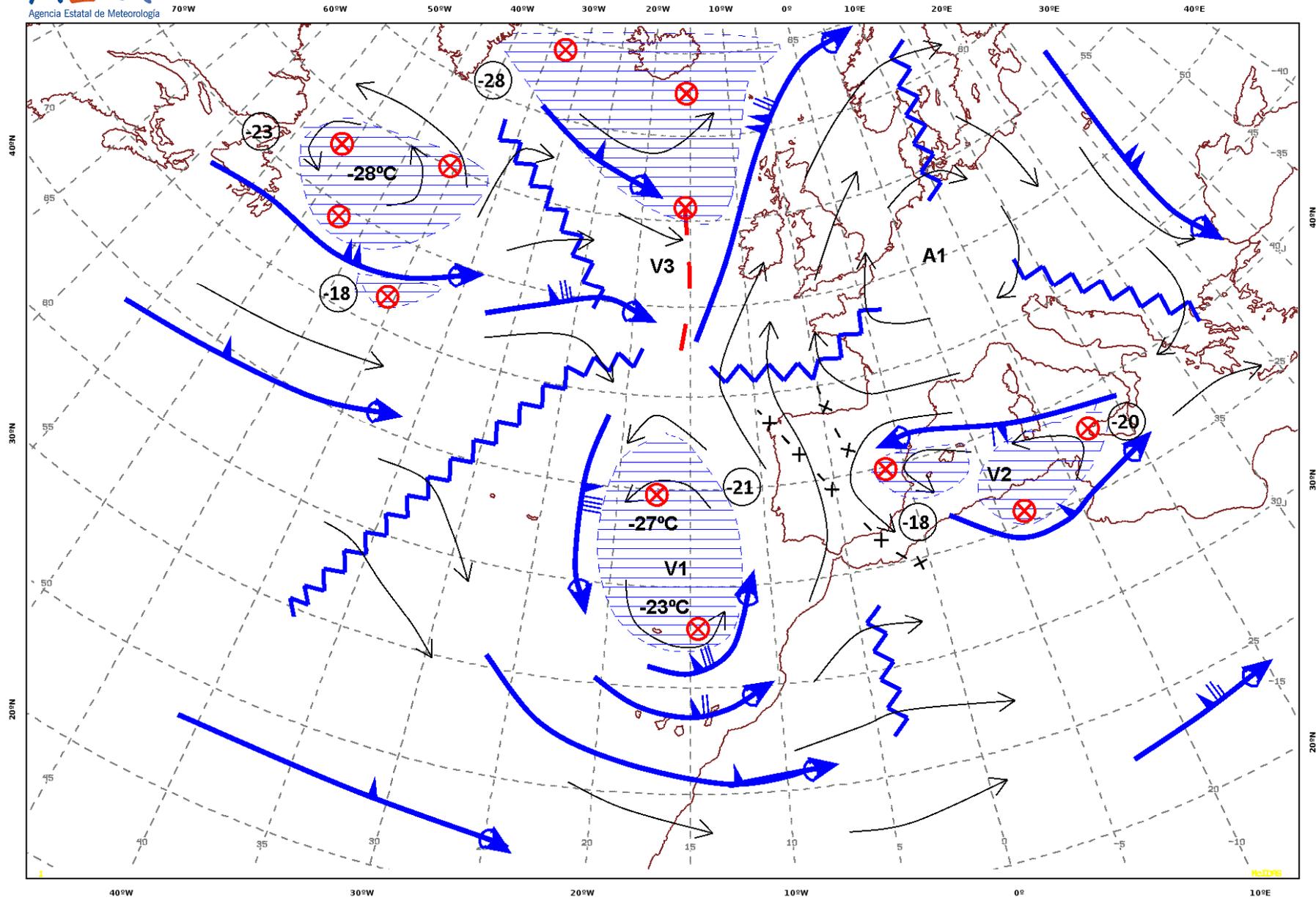
Una vez establecido lo anterior, ¿dos predictores realizarían el mismo pronóstico para una situación compleja?

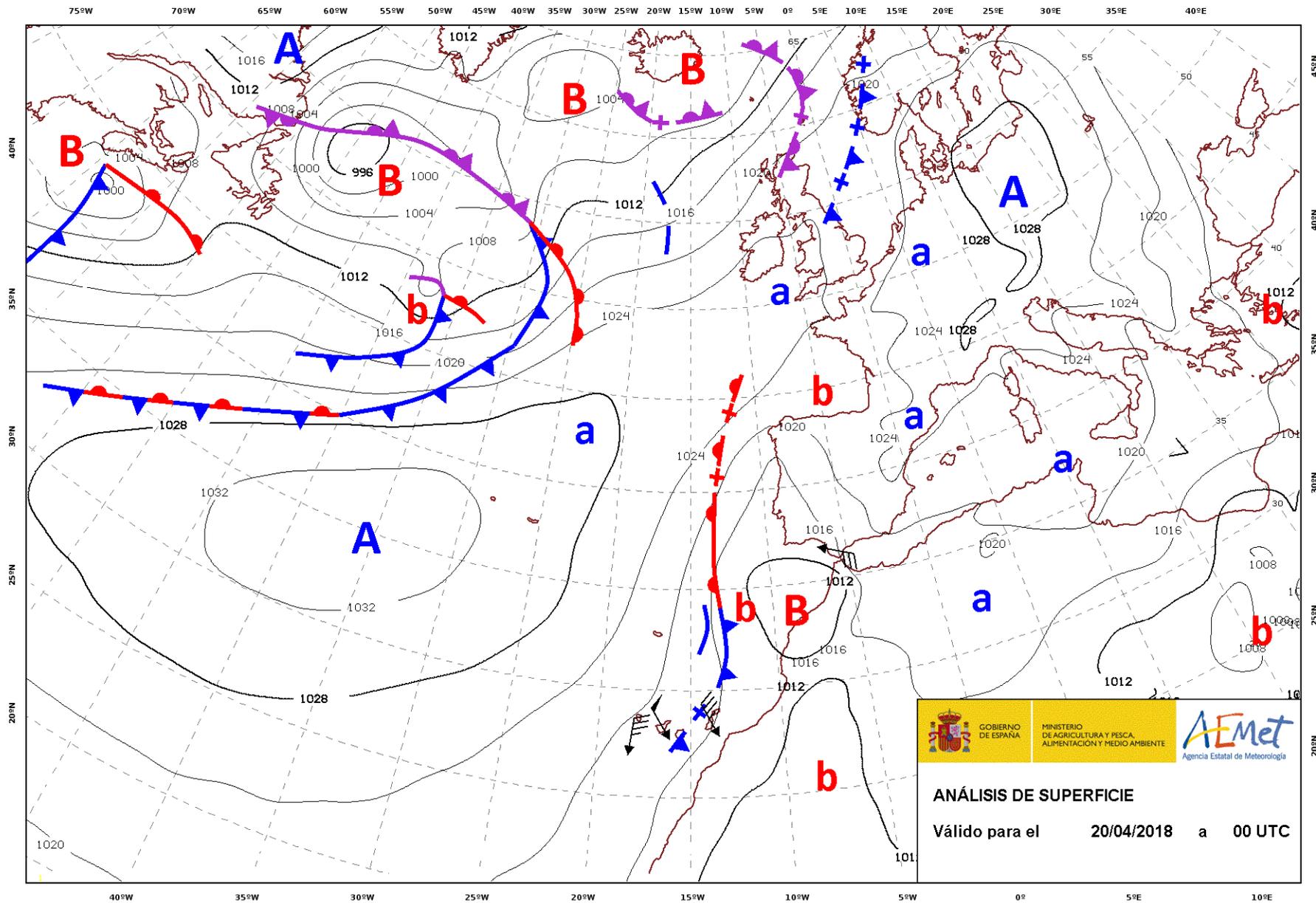
- Carga de subjetividad
- Pro-actividad en la toma de decisiones
- Grado de experiencia
- Nivel de conocimiento:
 - Preparación teórica general
 - Conocimiento de modelos conceptuales locales...

EJEMPLO de esquema operativo básico de diagnóstico y vigilancia en un centro regional de pronóstico

CICLOS REPETITIVOS A HORAS SINÓPTICAS (al menos CADA 3 HORAS)

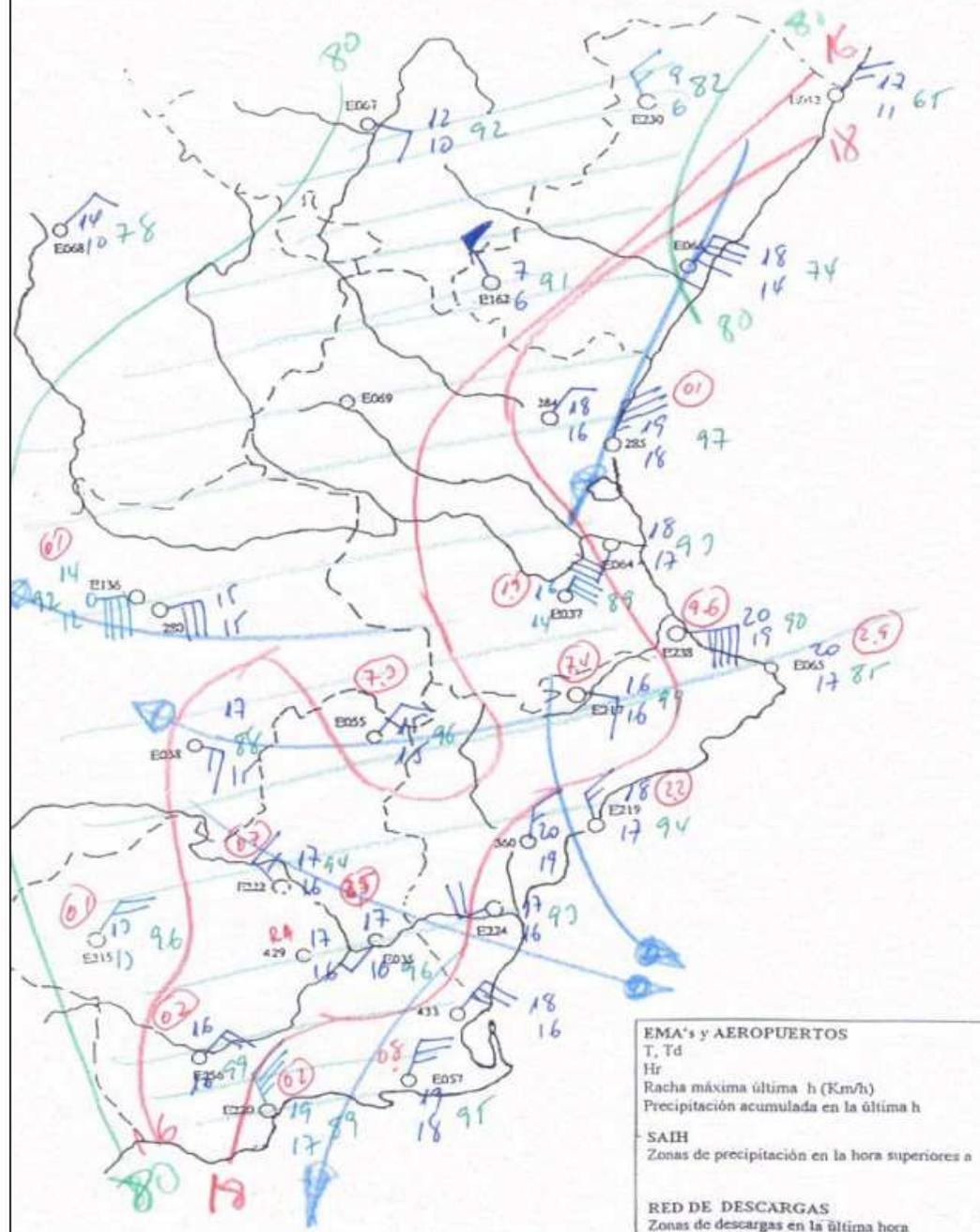
- **Estudio de la fenomenología significativa en superficie de las últimas horas**
- **Chequeo de los campos básicos del último análisis del modelo e identificación mediante satélite de las estructuras básicas** (sólo cuando haya nueva información de modelos; si no la hubiere ver animaciones imágenes satélite)
- **Revisión de los últimos sondeos** (si los hubiere, y ver evolución temporal pasada de los mismos)
- **Radar y rayos**
Identificación de las principales estructuras precipitantes y su actividad eléctrica
- **Análisis mesoescalares de superficie semiobjetivos**
Análisis de mesoescala a de presión, viento, temperatura y humedad, correspondientes a todas las horas sinópticas.
- **Análisis mesoescalares manuales de superficie** (e identificación fenómenos de interés)
- **Elaboración de mapas de diagnóstico en niveles altos y niveles bajos**
- **Acciones derivadas** (Fenómenos a vigilar en las próximas horas y decisiones operativas a adoptar)





©AEMET. Autorizado el uso de la información y su reproducción citando a AEMET como autora de la misma

OBSERVACION A 0600



Ejemplo mapa diagnóstico local en superficie en Centro Regional

11/Sep/1996 a 06 UTC

4.- Algunas ideas sobre diagnóstico operativo

- Diagnóstico como vigilancia continuada en el tiempo
- Las estructuras presentan continuidad espacial y temporal
- Diagnóstico: combinación de distintas fuentes de información: satélite, radar, rayos, datos de superficie, sondeos, campos de modelos, etc.
- El modelo nos ayuda con su análisis (o pronósticos de muy corto plazo)
- Un buen diagnóstico implica el conocimiento de modelos conceptuales de meteorología local
- Nos permite chequear el comportamiento de un modelo numérico

Pregunta:

¿Serán distintos los diagnósticos para el Golfo de México realizados por pronosticadores de las siguientes zonas?

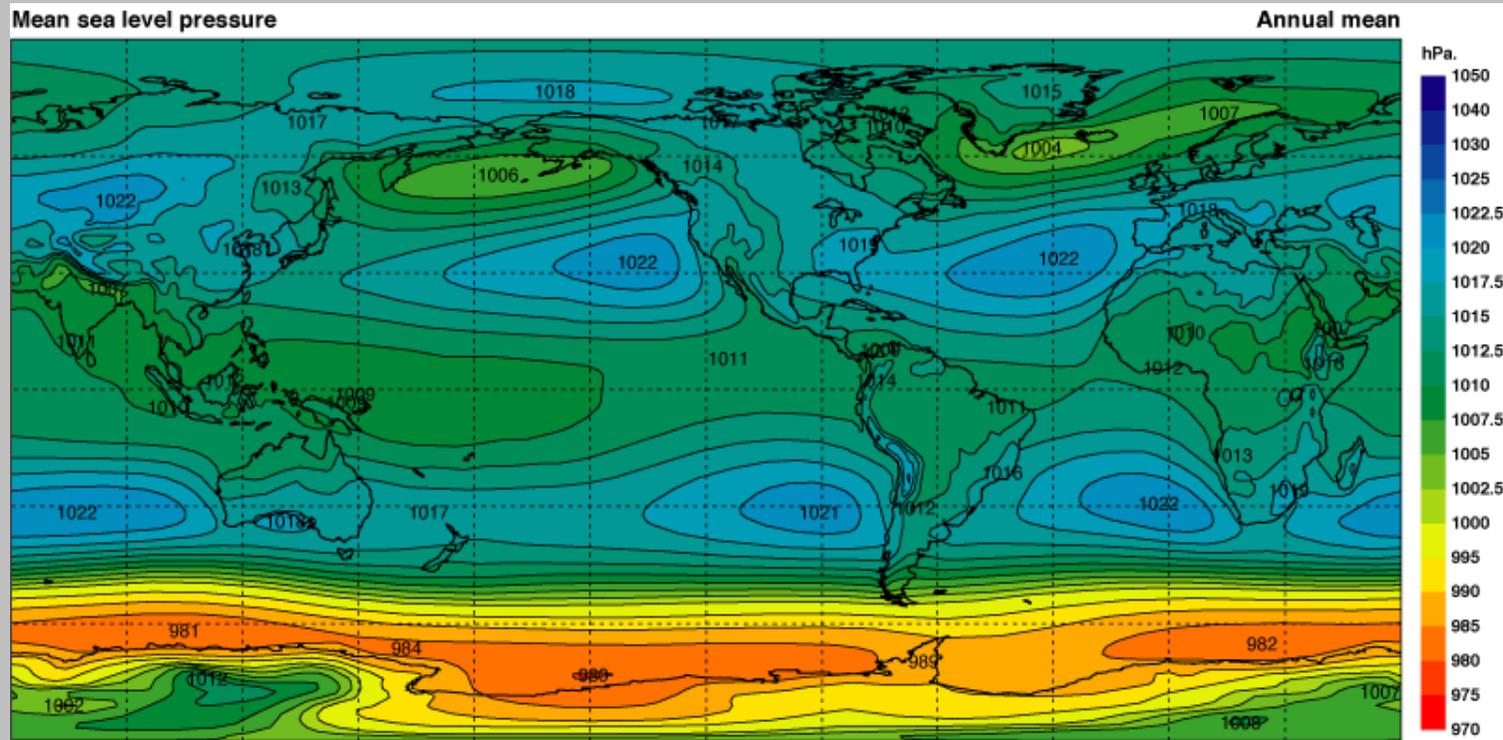
- Oficina Regional de Pronóstico del Golfo de México
- Venezuela
- Alaska
- Inglaterra
- Australia

A tener en cuenta

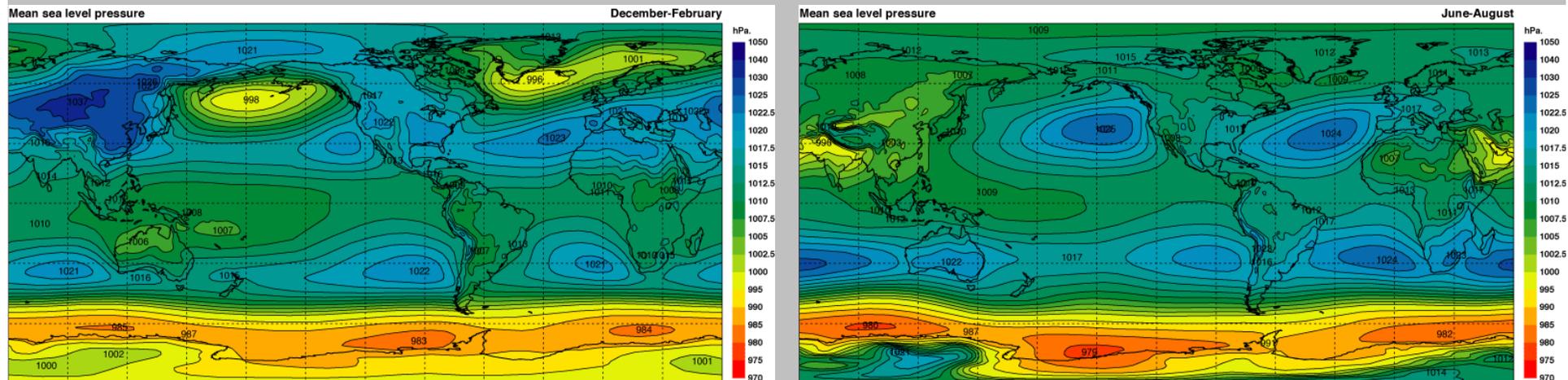
Para hacer un buen diagnóstico se necesita:

- Un buen procedimiento rutinario (mejorado con el transcurso de los años)
- Un adecuado sistema y software para integración de información precisa
- Conocimientos teóricos de meteorología
- Conocimiento de modelos conceptuales de la meteorología y climatología locales
- Experiencia operativa en la zona de trabajo...

Necesidades para realizar un buen diagnóstico



Conocimiento de la CLIMATOLOGÍA SINÓPTICA BÁSICA



Veracruz

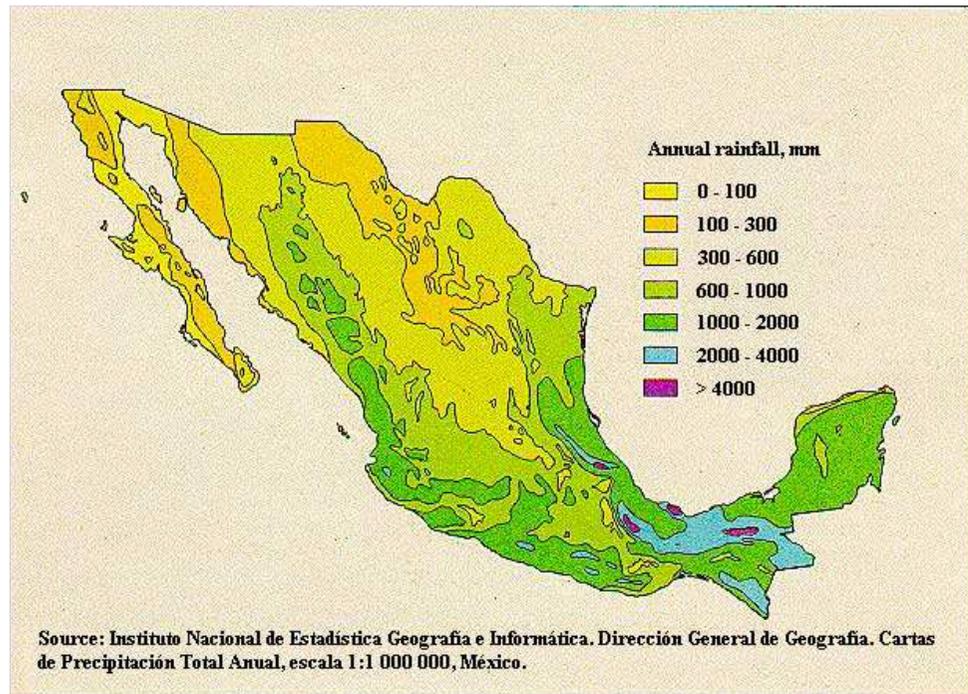
Información climatológica

Mes	Temperatura media °C		Lluvia total media (mm)	Número medio de días de lluvia
	Mínima diaria	Máxima diaria		
Ene	18.4	24.6	24.124	4.8
Feb	18.6	24.9	16.0	3.5
Mar	20.6	26.5	14.5	3.2
Abr	23.0	28.6	17.4	3.3
May	24.6	30.2	48.2	4.9
Jun	24.6	30.7	298.3	14.8
Jul	23.8	30.7	419.9	20.6
Ago	24.1	31.2	323.1	18.6
Sep	23.8	30.7	358.6	17.7
Oct	22.9	29.6	152.9	11.4
Nov	21.0	27.4	59.6	7.4
Dic	19.1	25.4	24.4	5.8

México DF

Información climatológica

Mes	Temperatura media °C		Lluvia total media (mm)	Número medio de días de lluvia
	Mínima diaria	Máxima diaria		
Ene	5.8	21.2	11.0	2.3
Feb	7.1	22.9	4.3	2.1
Mar	9.2	25.7	10.1	3.1
Abr	10.8	26.6	25.9	7.9
May	11.7	26.5	56.0	12.7
Jun	12.2	24.6	134.8	17.7
Jul	11.5	23.0	175.1	23.4
Ago	11.6	23.3	169.2	22.8
Sep	11.5	22.3	144.8	18.9
Oct	9.8	22.2	66.9	9.5
Nov	7.9	21.8	12.1	4.4
Dic	6.6	20.8	6.0	2.6



¿Qué debemos tener en cuenta y estudiar?

¿Características tropicales o de latitudes medias?

Época del año

Estructuras típicas de la zona y fenomenología habitual de la época

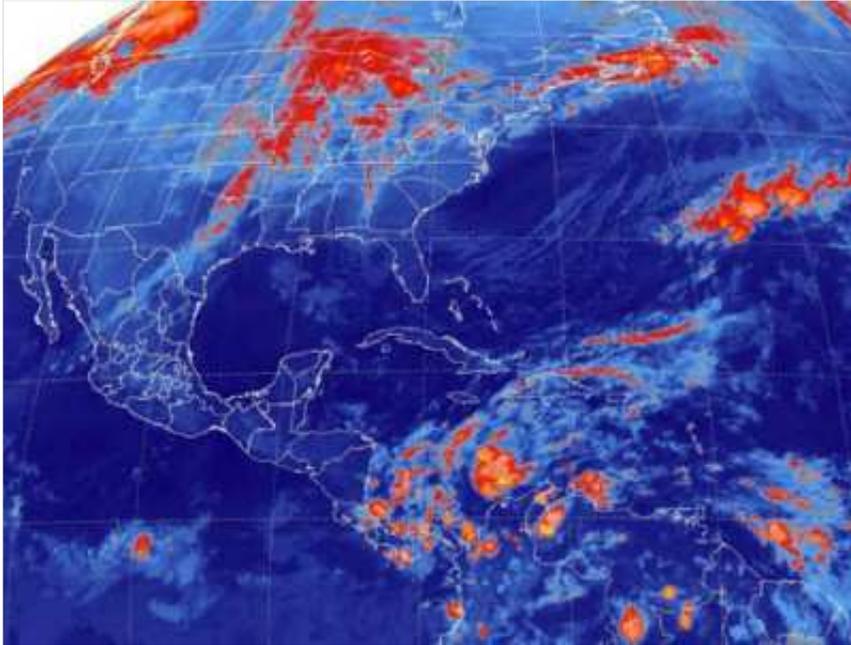
¿Qué modelos conceptuales tenemos que tener presentes?

Meteorología tropical:

- **Convergencias en capas bajas y convección**
- **Ondas del este y vaguadas invertidas**
- **Movimientos lentos de los sistemas. Escasa cizalladura vertical**

Meteorología de latitudes medias:

- **Forzamientos en niveles medios-altos: frentes, vaguadas y chorros.**
- **Vaguadas en capas bajas. Convergencia orográfica, etc.**
- **Movimiento rápido. Cizalladura vertical importante.**



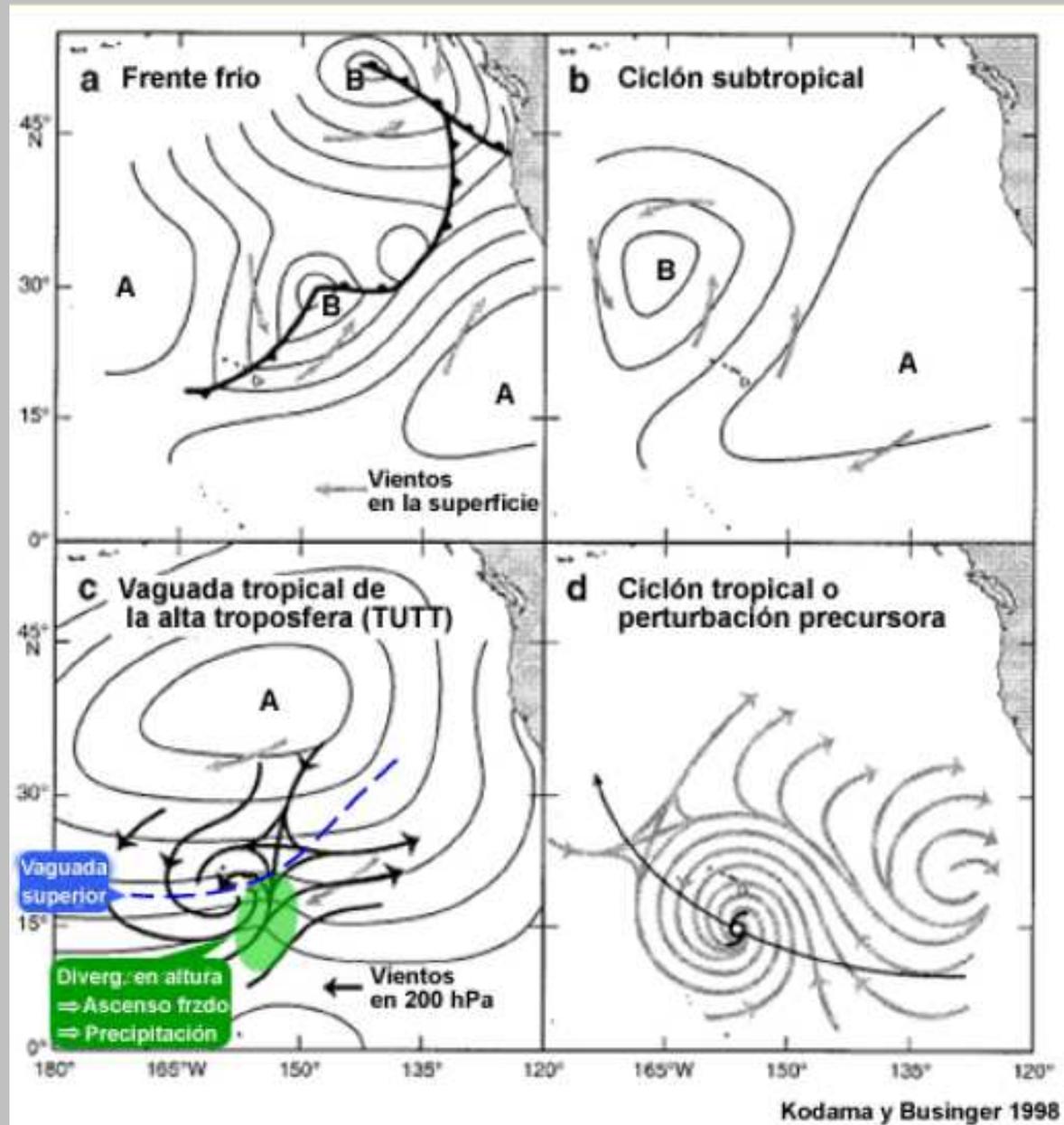
Frente frío

Conocimiento del comportamiento de las estructuras atmosféricas típicas de la zona, especialmente las adversas

Onda Tropical



Sistemas tropicales de escala sinóptica

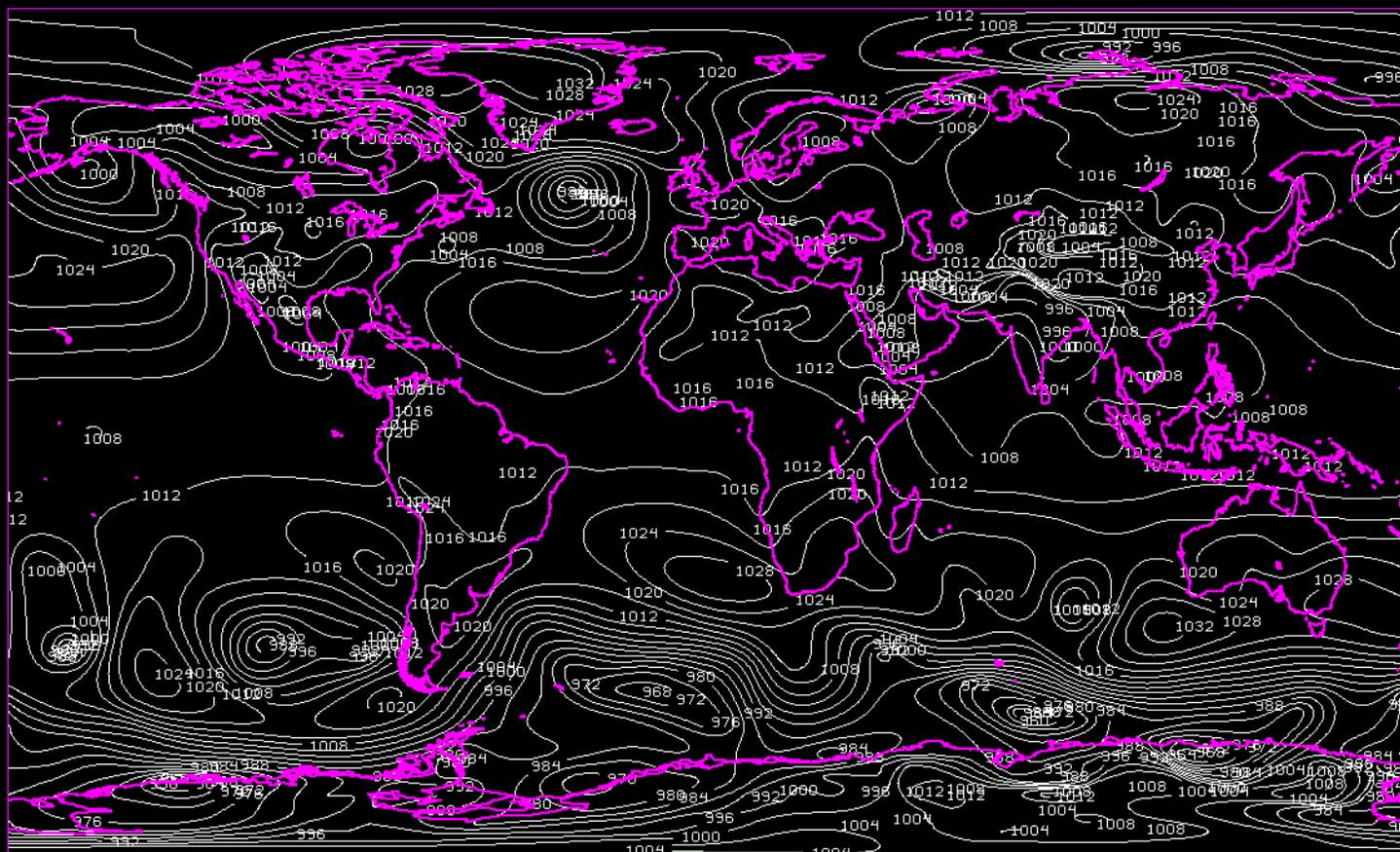


Ejemplo de Metodología común para diagnóstico básico

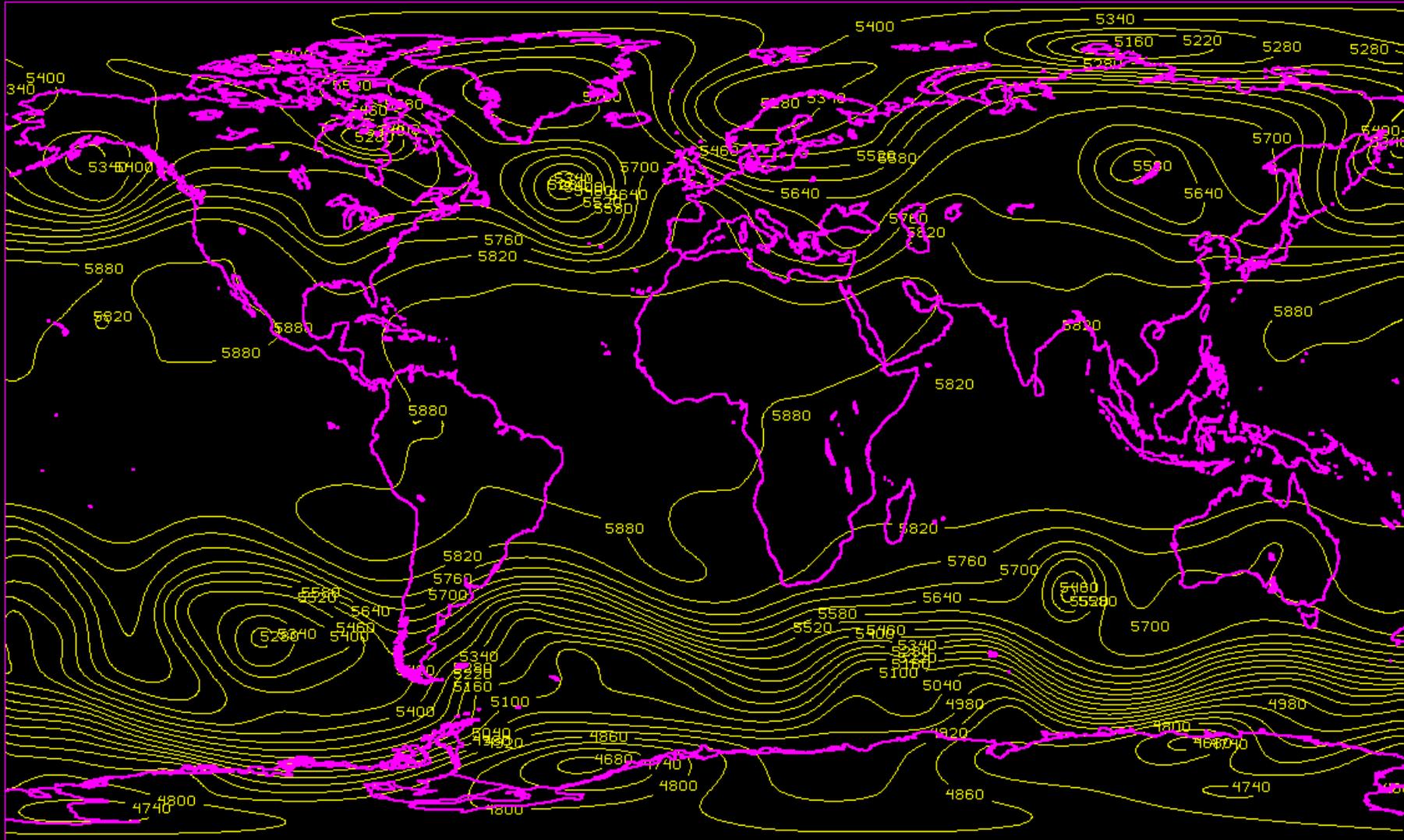
- Chequear campos básicos de último análisis del modelo
- Revisar el último diagnóstico disponible: formato gráfico y texto
- Vistazo general a imágenes y loops sinópticos de gran escala espacial
- Estudio en profundidad de los loops de satélite de escala más reducida
- Comprobar datos de observación de superficie y sondeos en tiempo real
- Ver imágenes radar y de rayos
- Chequear en profundidad diversos productos derivados sobre imágenes de satélite
- Volver sobre las imágenes de satélite y detectar estructuras fundamentales asociadas a situaciones de tiempo conocidos (modelos conceptuales)
- Apoyarse en otras herramientas de diagnóstico (productos finales o derivados) para realizar un diagnóstico en función del conocimiento y experiencia en la meteorología local

5.- Diagnóstico satelital básico (esquema metodológico)

5.1. Revisión de los patrones atmosféricos generales: análisis de campos básicos de modelos



PSL (MB) TIME 12 DAY 112152 SFC VALID 17296/00Z
GLOB (12Z) 31/05 H+012 VAL:01/06 00Z

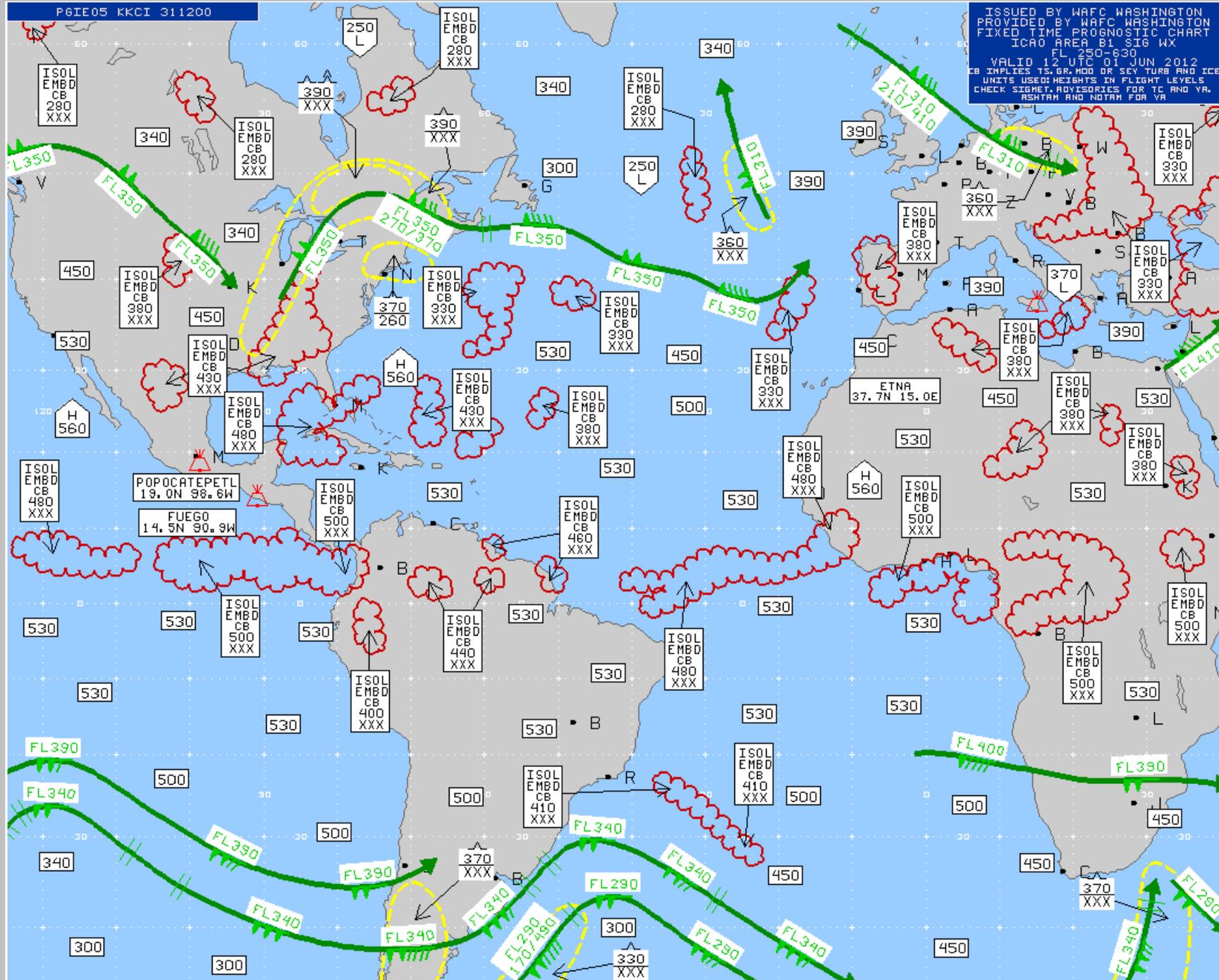


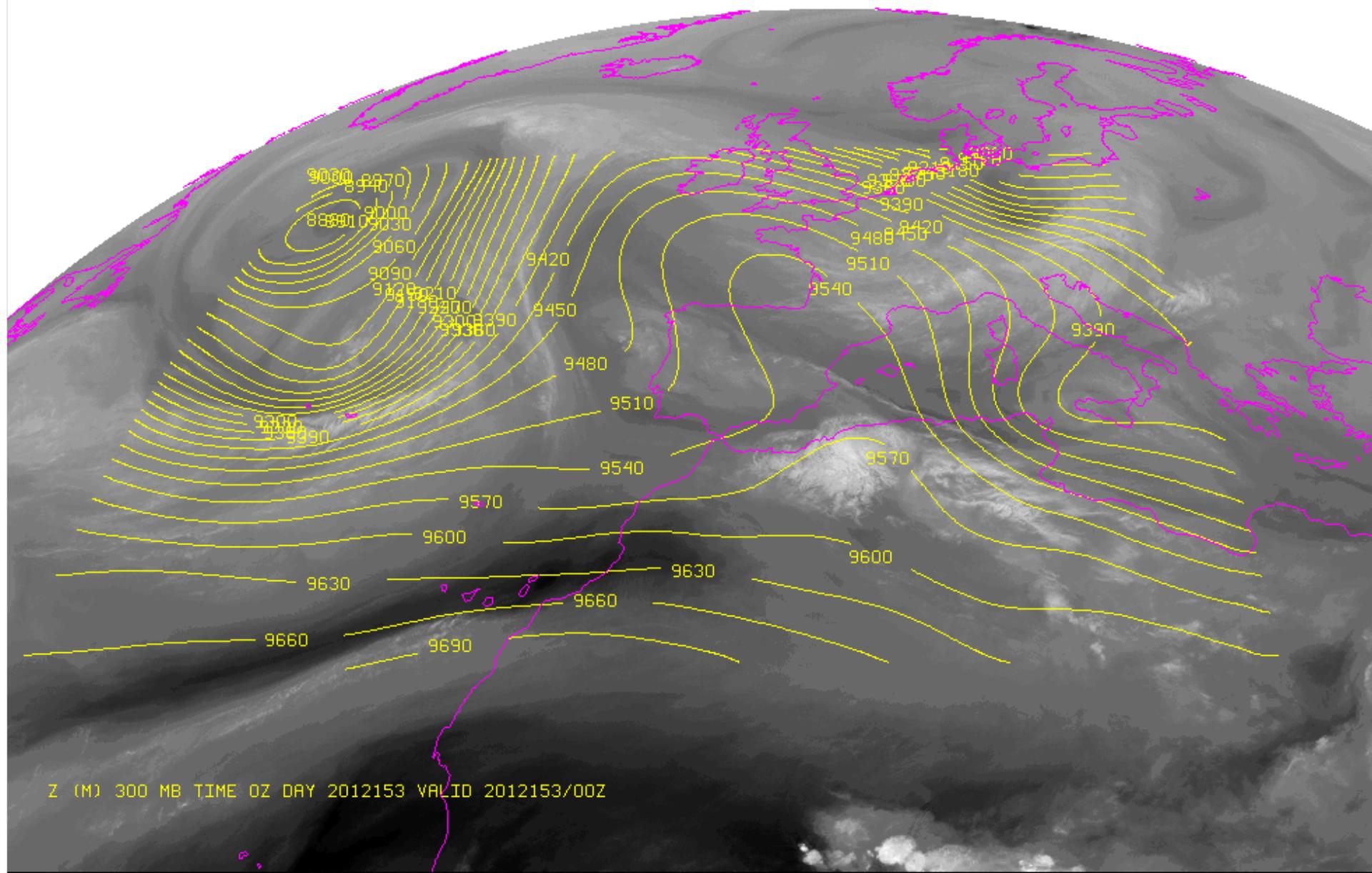
Z (M) TIME 12 DAY 112152 500 MB VALID 17296/00Z

GLOB (12Z) 31/05 H+012 VAL:01/06 00Z

P6IE05 KKCI 311200

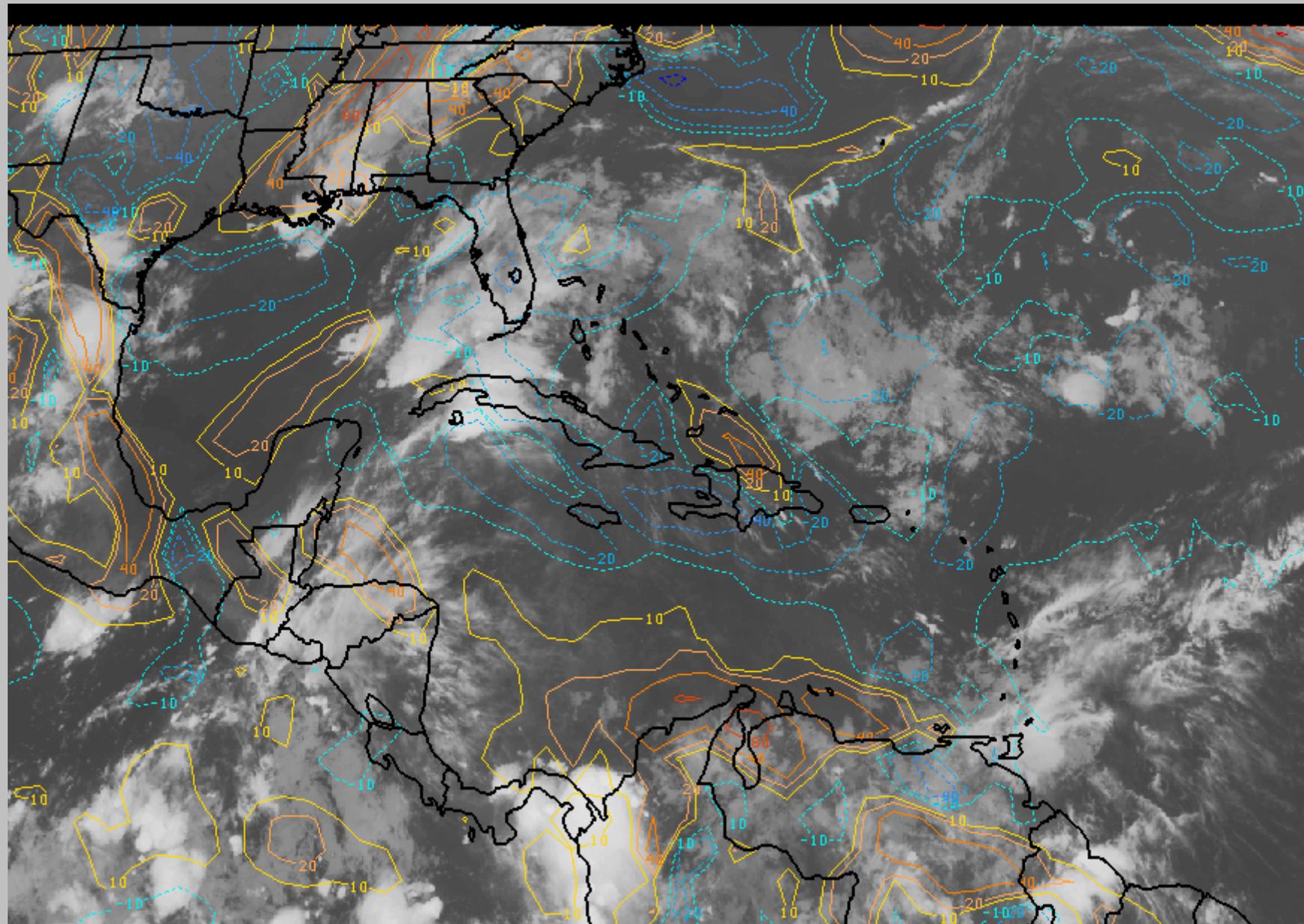
ISSUED BY WAFB WASHINGTON
PROVIDED BY WAFB WASHINGTON
FIXED TIME PROGNOSTIC CHART
ICAO AREA B1 SIG WX
FL 250-630
VALID 12 UTC 01 JUN 2012
CB IMPLIES TS, GR, HAD OR SEV TURB AND ICE
UNITS USED HEIGHTS IN FLIGHT LEVELS
CHECK SIGMET ADVISORIES FOR TC AND VR
ASHTAM AND NOTAM FOR VR





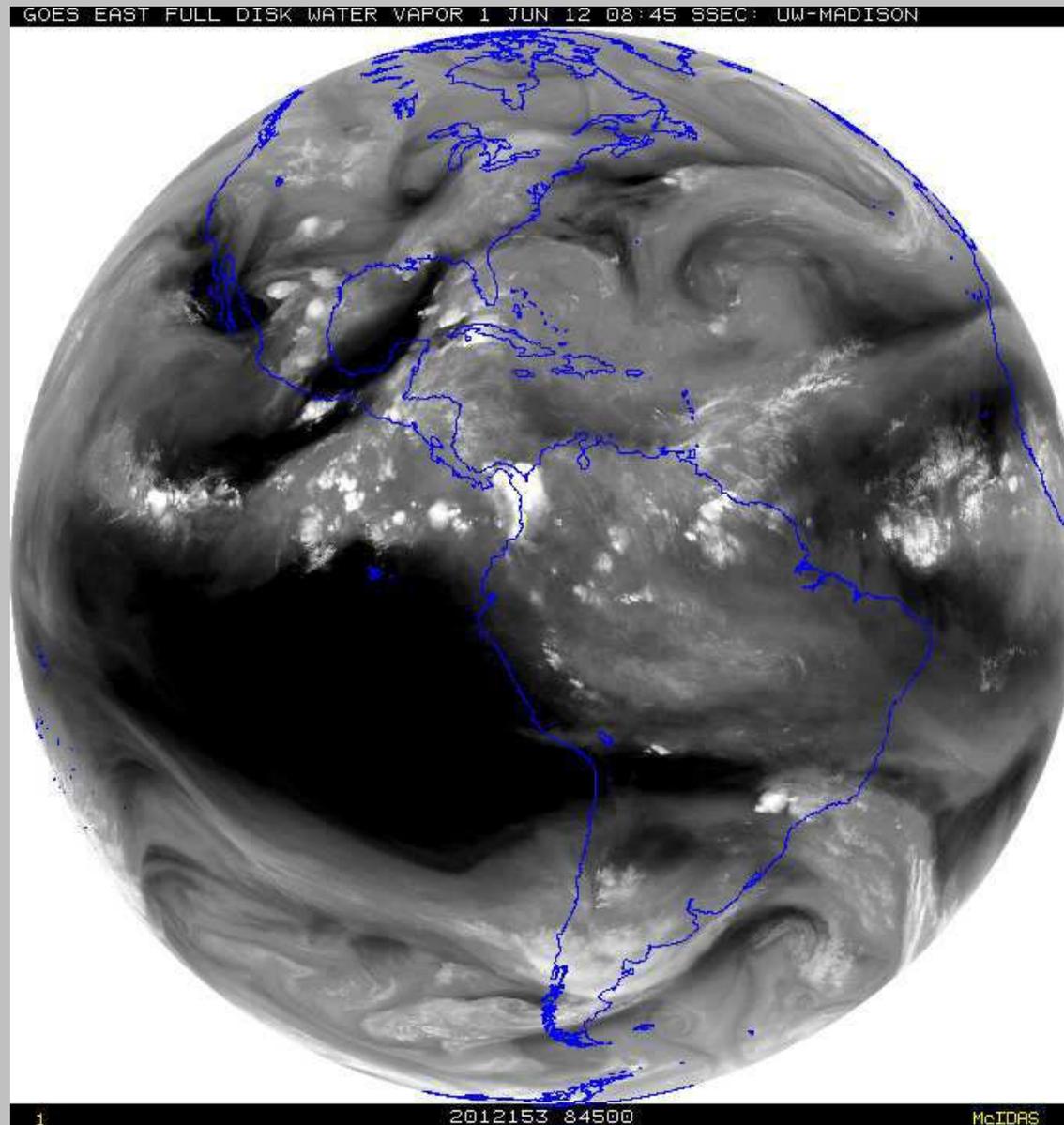
Z (M) 300 MB TIME 0Z DAY 2012153 VALID 2012153/00Z

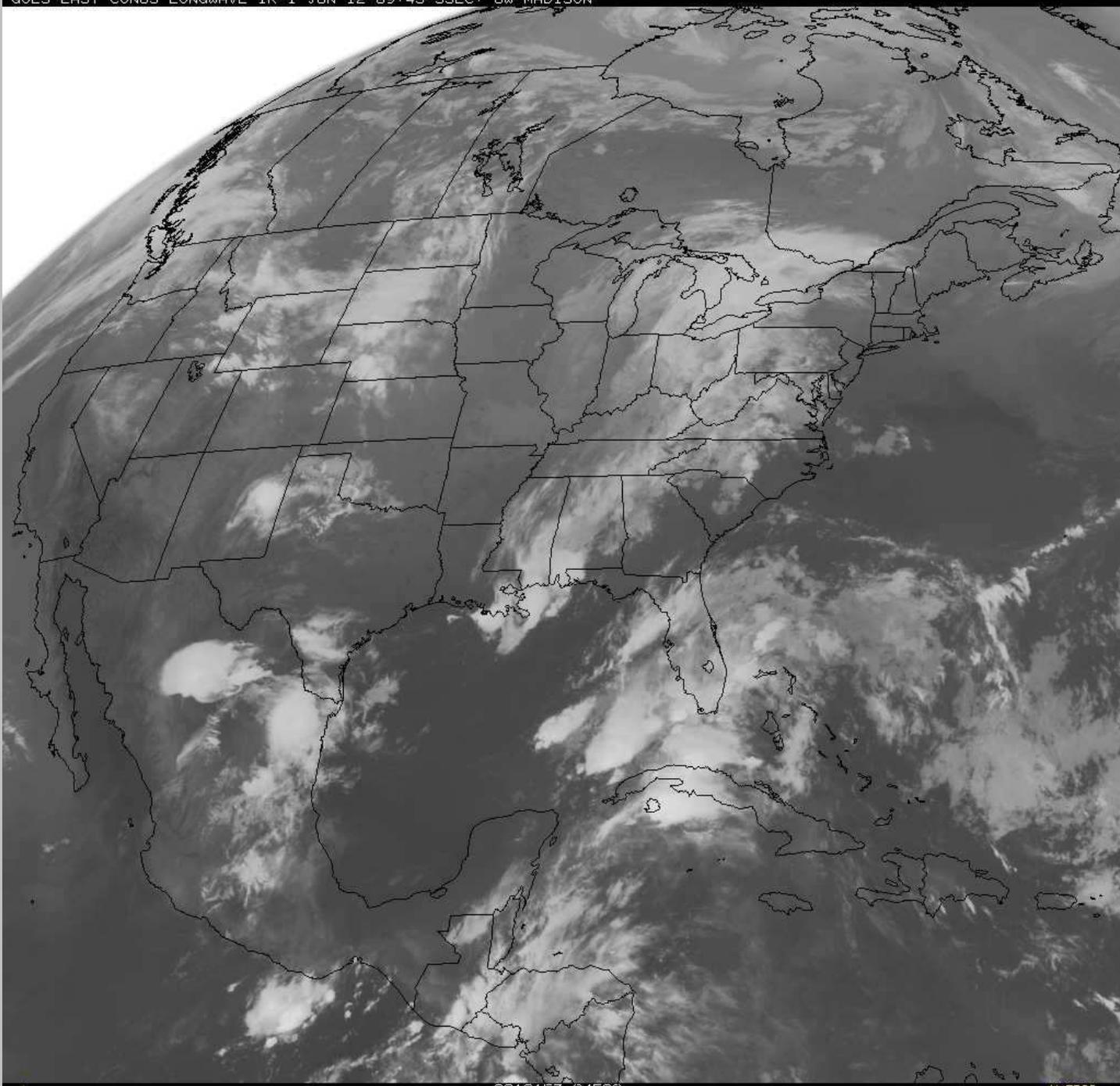
2 0002 MSG-2 5 1 JUN 12153 000000 00069 02031 06.00

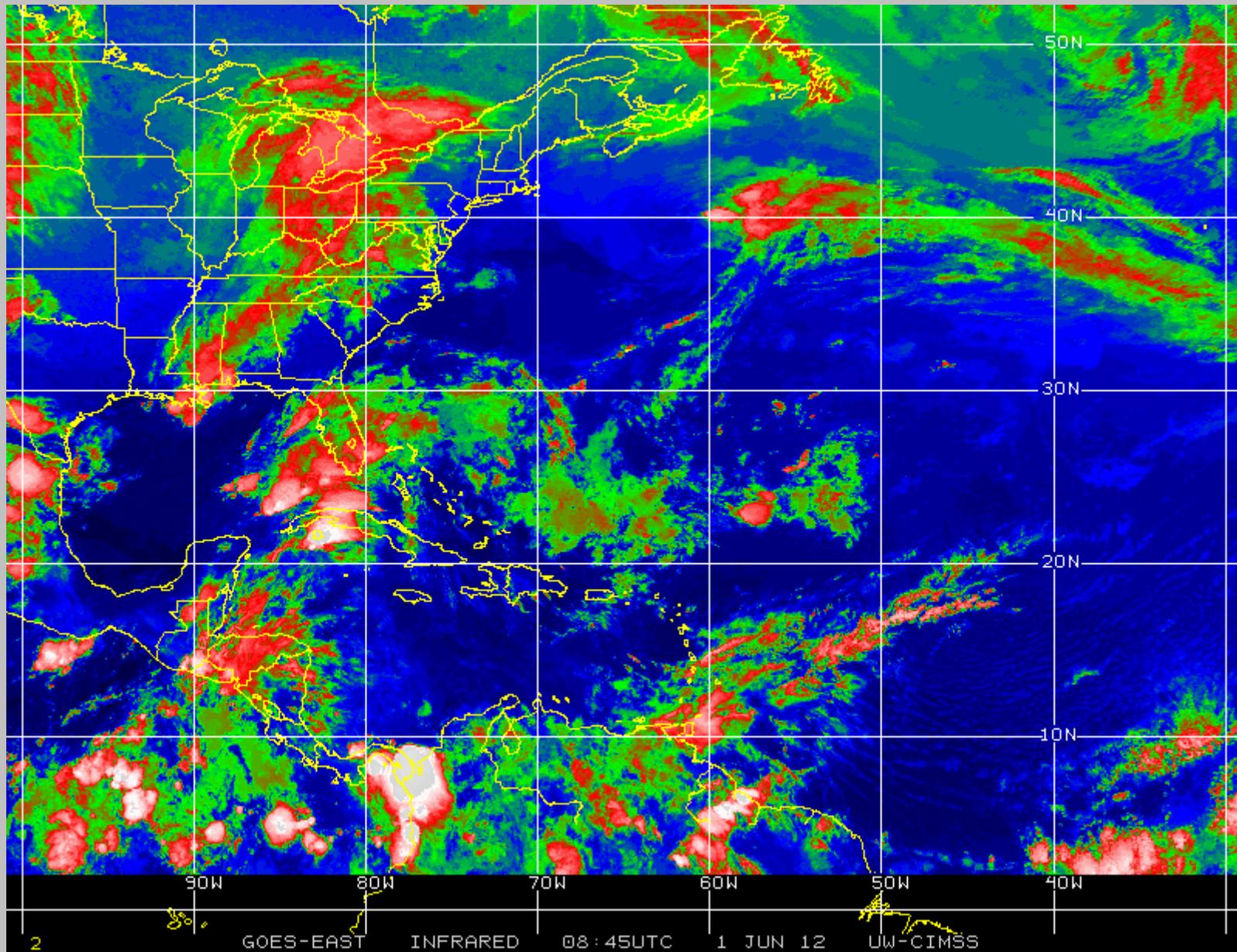


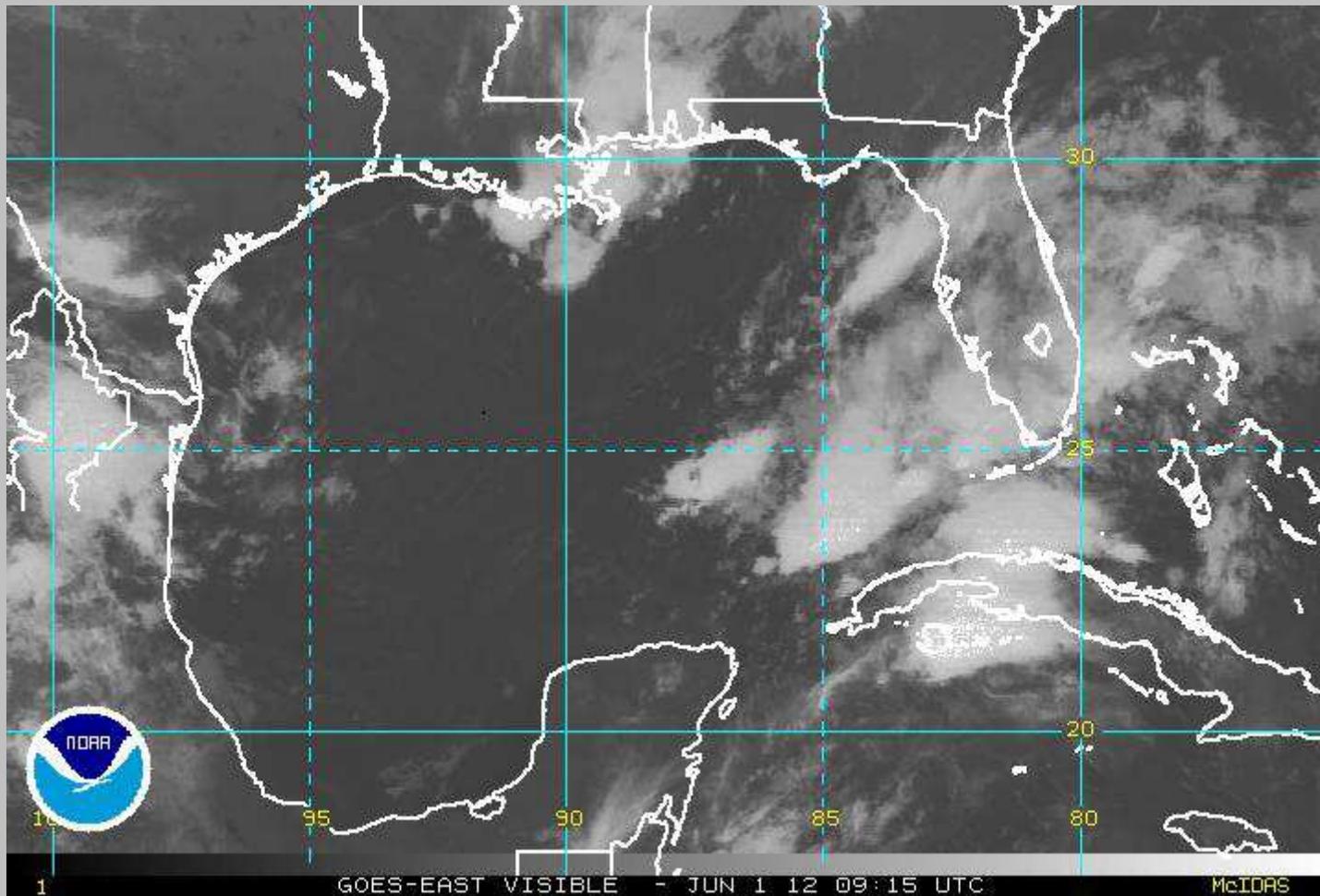
IR SATELLITE 925 MB VORTICITY 0900 UTC 20120501

5.2. Loops de imágenes de satélite (canales principales). De visión global a visión local



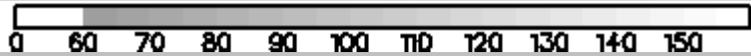
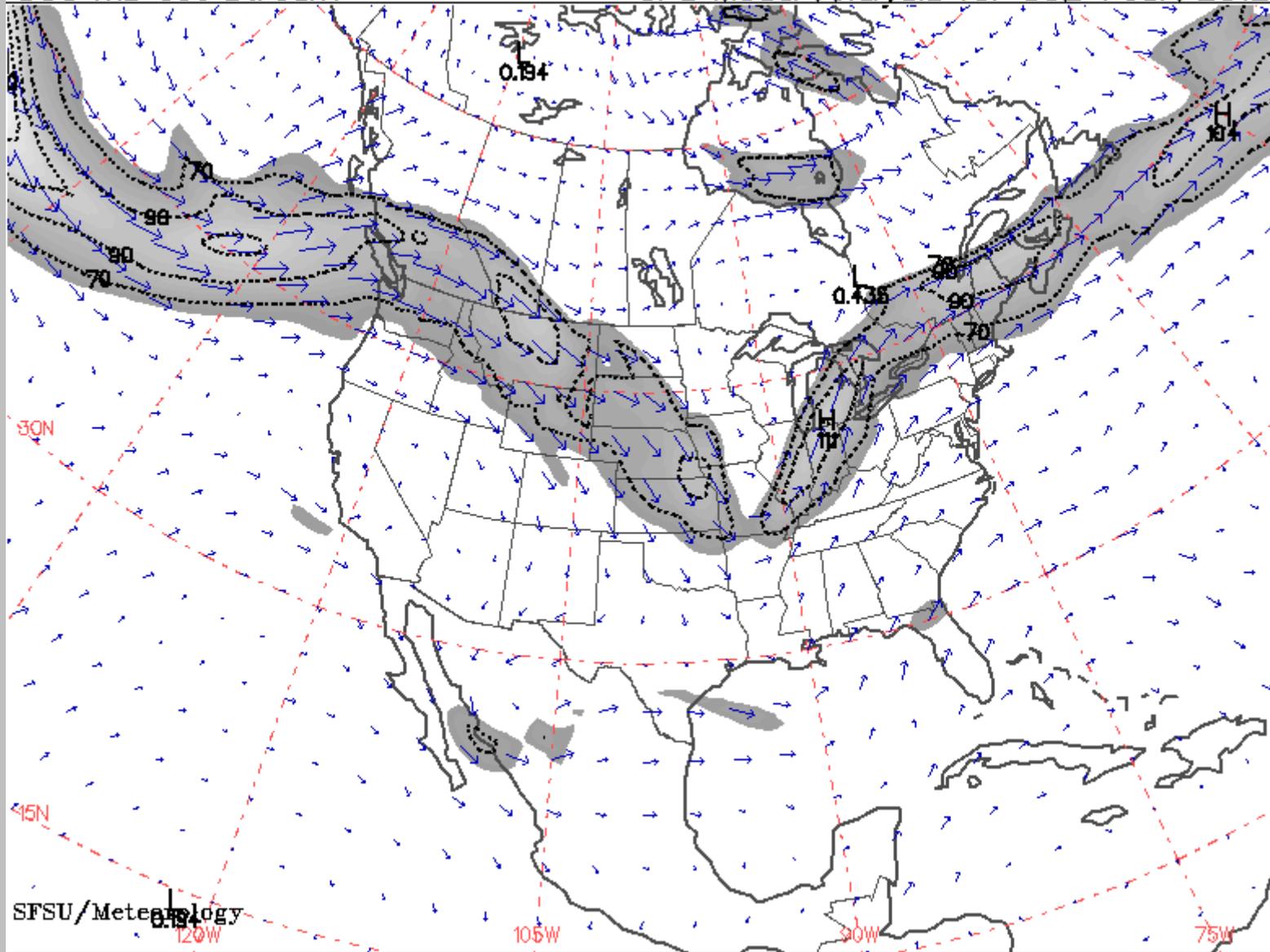






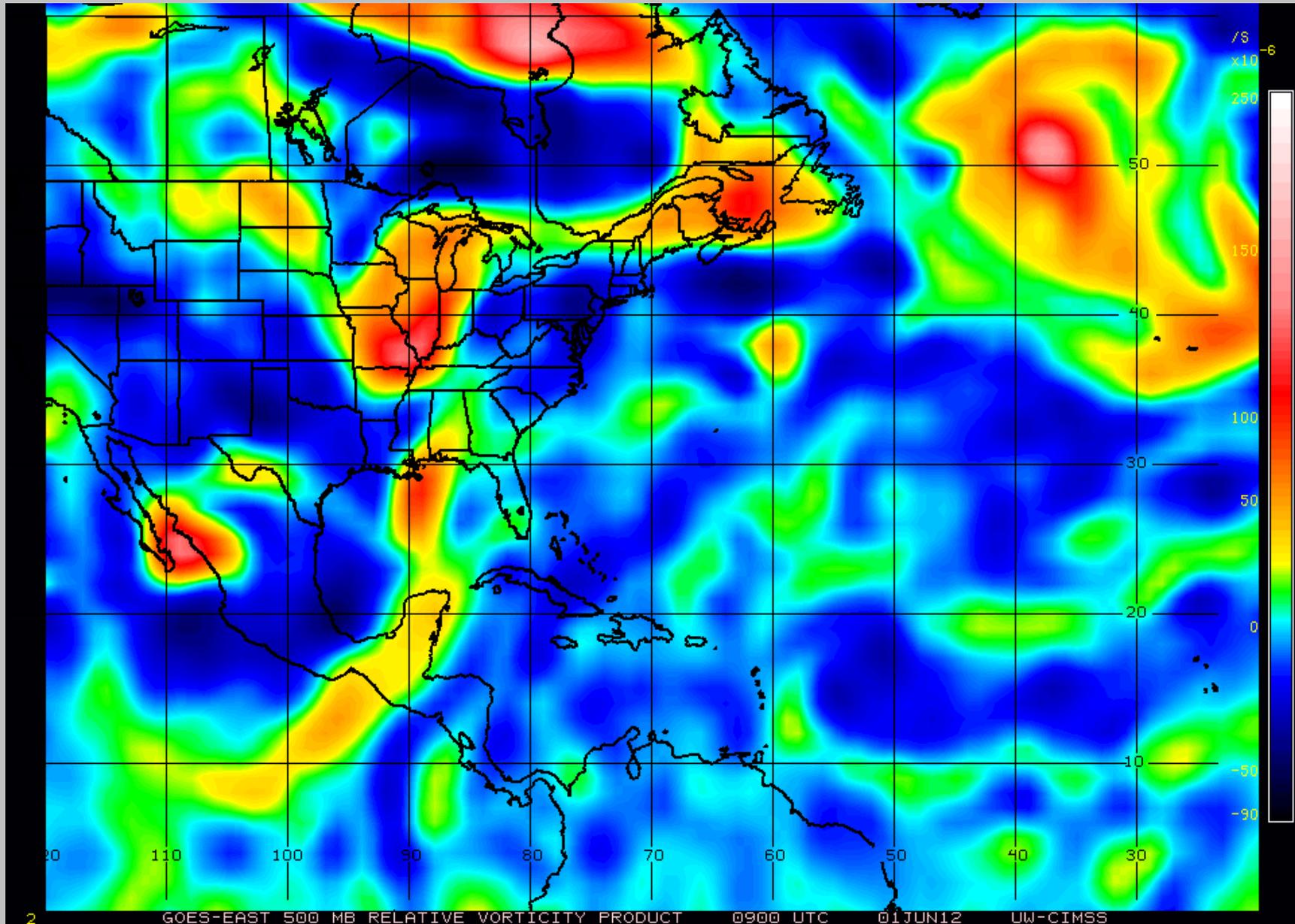
300 mb Jet Stream

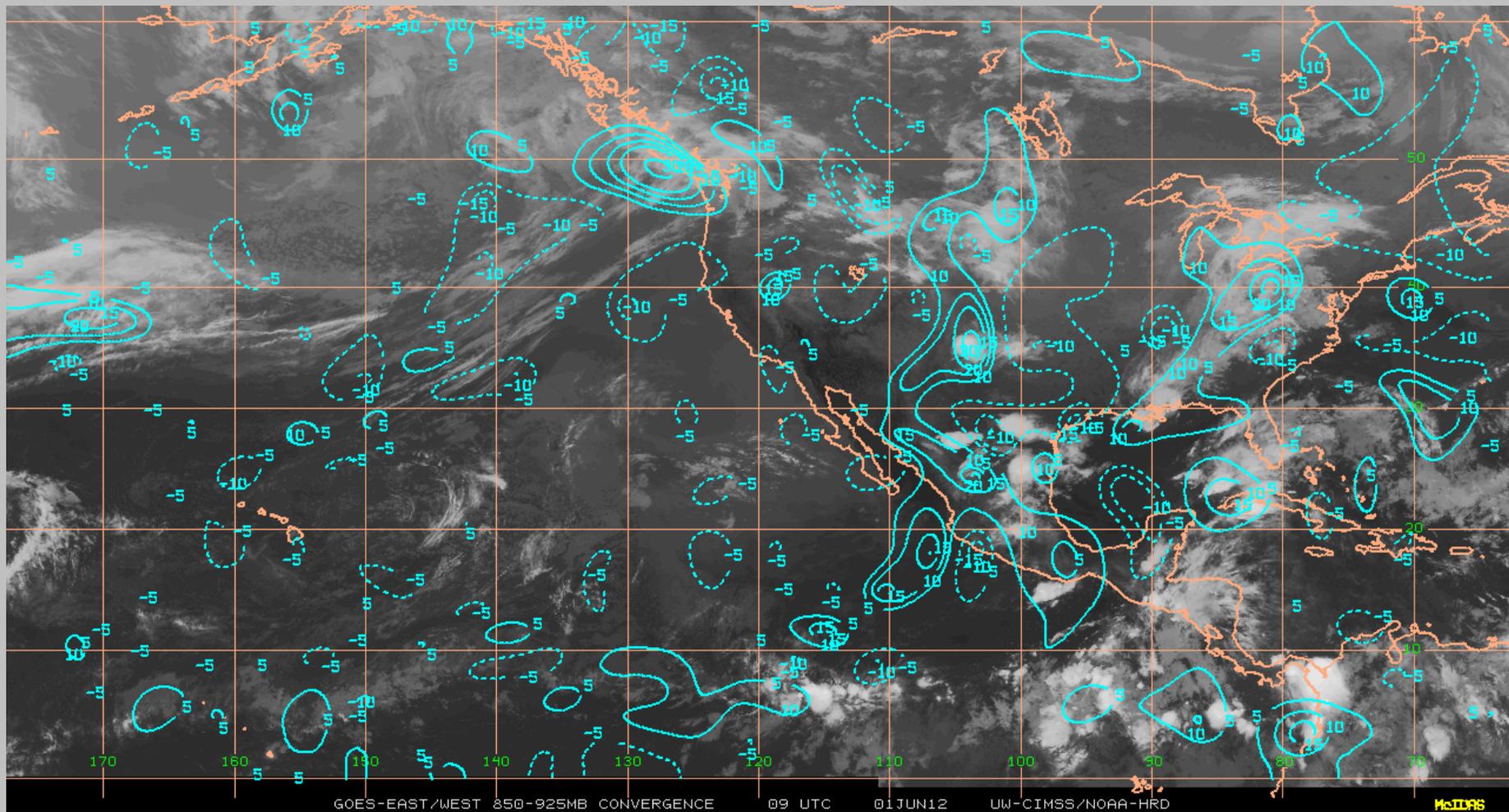
GFS Model Analysis for 06Z 1 JUN 2012



Wind speeds in knots

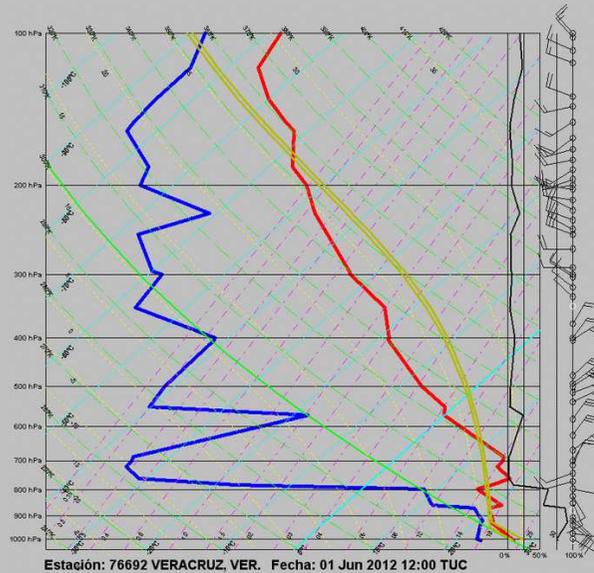
5.3. Productos derivados de satélite





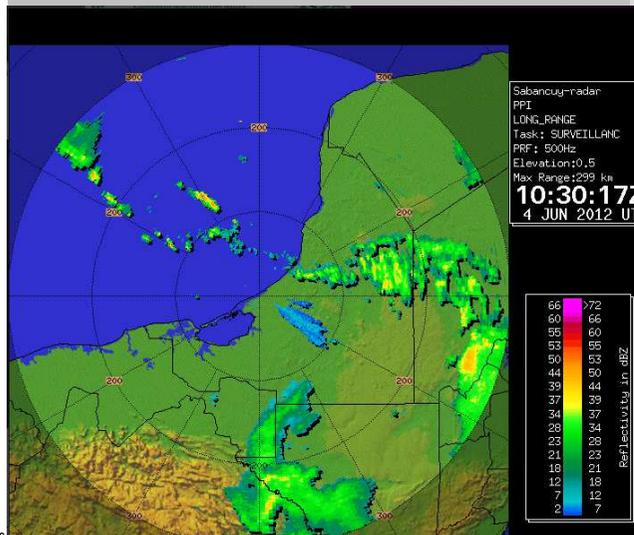
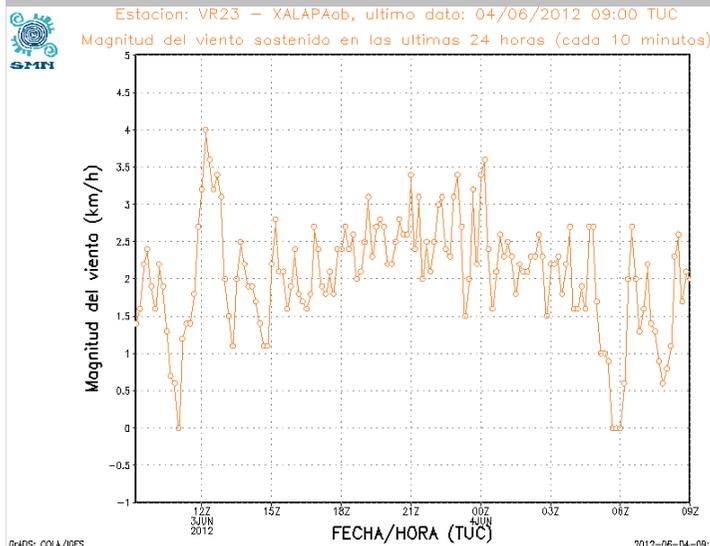
5.4. Combinación con otros productos

- Sondeos
- Estaciones de Superficie
- Radar
- Rayos

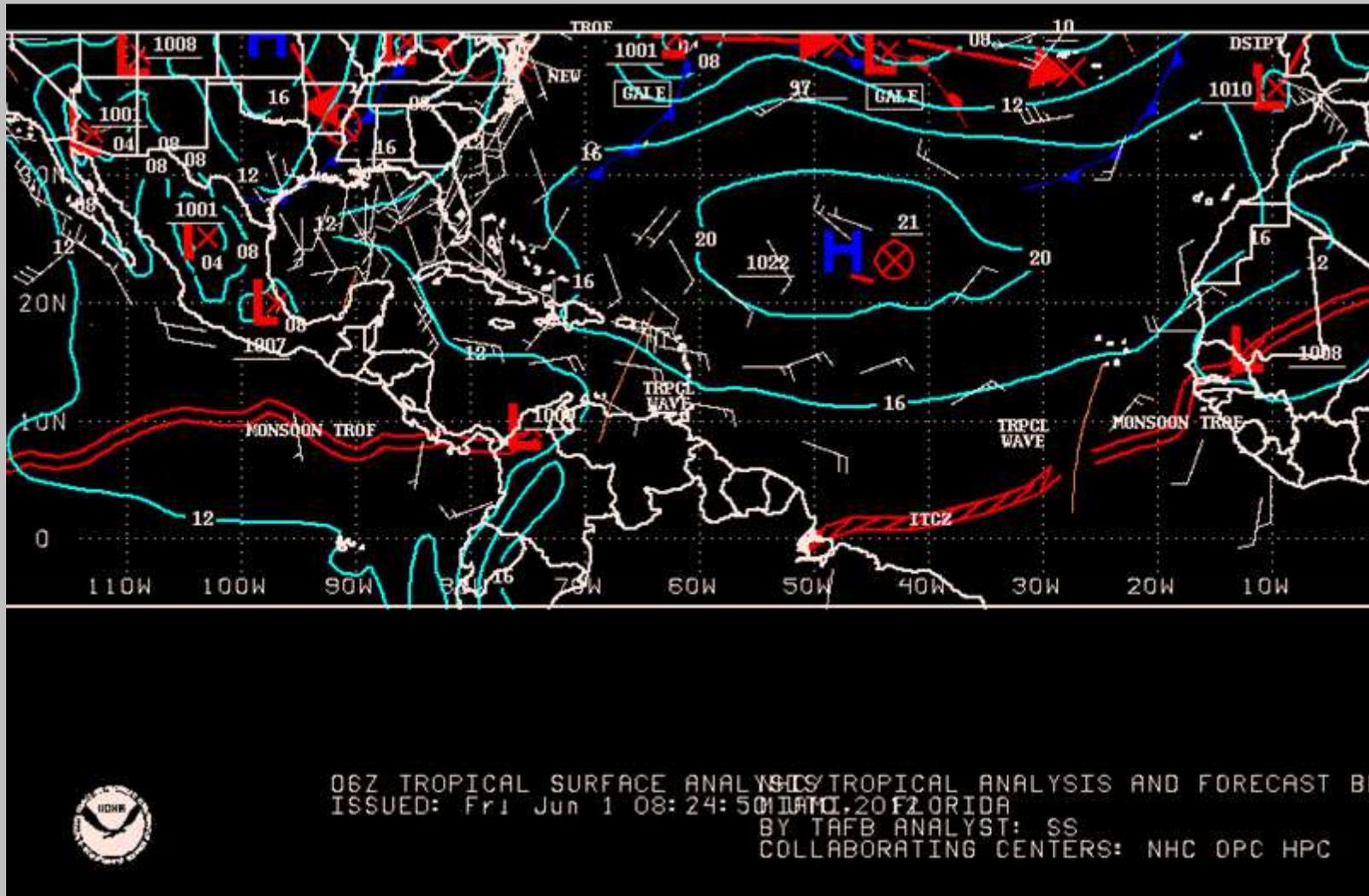


Observando el Tiempo

- ▶ Satélite GOES Este
- ▶ Satélite GOES Oeste
- ▶ Estimación de lluvia con Satélite a Tiempo Real
- ▶ Imágenes de Radares
- ▶ Modelos Numéricos
- ▶ Estaciones Meteorológicas
- ▶ Imágenes de Satélites Automáticas (EMA's)
- ▶ Observatorios
- ▶ Radiosondeo
- ▶ Mapas del Tiempo
- ▶ Incendios forestales

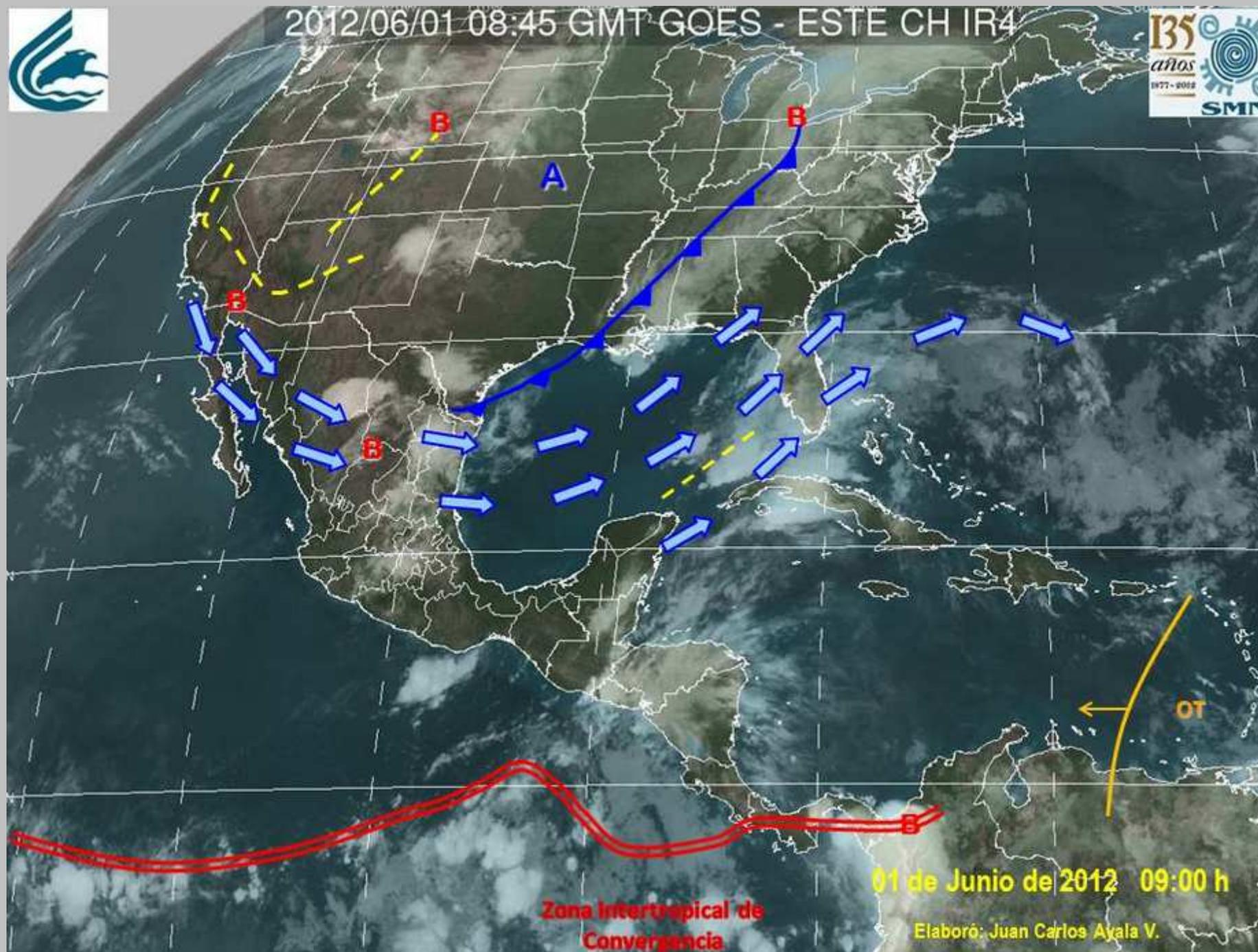


5.5. Realización de mapas de diagnóstico y chequeo de modelos





2012/06/01 08:45 GMT GOES - ESTE CH IR4



Zona Intertropical de Convergencia

01 de Junio de 2012 09:00 h

Elaboró: Juan Carlos Ayala V.

EJEMPLO de Boletines de fenómenos adversos



SEMARNAT



MAPA PRONÓSTICO POTENCIAL DE TORMENTAS No. 155

Periodo de validez : de las 12:00 h del día Domingo 03 a las 12 h del día Lunes 04 de Junio de 2012

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Elaboró: Jesús Carachure

Revisó:

Las tormentas pueden estar acompañadas de actividad eléctrica (descargas nube-nube o nube-tierra), granizo y fuertes vientos, así como lluvia intensa con umbral superior a 20 mm en una hora o superior a 70 mm en 24 horas.

5.5. ¿Cómo debemos proceder operativamente para visualizar las imágenes de satélite?

- Emplear un sistema y software específico concreto para visualización de imágenes
- Ver canales básicos con realces bien conocidos
- Visualizar primero loops de ventanas geográficas amplias (macroescala)
- Tratar de superponer campos básicos de modelos sobre imágenes amplias
- Pasar luego a ventanas geográficas más reducidas, para ver “detalles”
- Ver productos derivados de imágenes o superpuestos a imágenes, como índices de inestabilidad, vientos, agua precipitable, vorticidades, convergencia/divergencia, probabilidad de precipitación, etc
- Combinar la información de satélite con la de otros sistemas de teledetección, si es posible con superposiciones en el mismo software a utilizar
- Hacer un diagnóstico básico en función de lo observado y de los modelos conceptuales conocidos

5.6. ¿Qué buscar en general en las imágenes de satélite?

- Distinguir estructuras nubosas, distinguiendo el tipo de nubes (bajas, medias, altas)
- Comprobar el grado de humedad de la media-alta troposfera
- Distinguir las áreas donde puede estar produciéndose precipitación...
- Distinguir las zonas que pueden estar asociadas a convección
- Evaluar si hay áreas de vientos fuertes y/o turbulencia
- Discriminar zonas de nubes bajas/nieblas
- Evaluar si hay zonas de convergencia en capas bajas
- Identificar los máximos de viento en niveles altos
- Comprobar existencia de nubosidad orográfica
- Para fenómenos específicos probar realces y/o mezclas de canales de uso contrastado: (por ejemplo diferencia canales infrarrojos para nieblas nocturnas)

5.7. ¿Qué buscar en las imágenes de satélite en meteorología de tipo extratropical?

Habrá que identificar las siguientes estructuras (apoyándose en superposición de campos numéricos específicos para cada tipo de patrón a detectar):

- Hundimientos y elevaciones de la tropopausa
- Vaguadas y dorsales en niveles medios-altos.
- Depresiones aisladas
- Ciclogénesis y estructuras en coma
- Sistemas frontales
- Máximos de viento en altura y en niveles bajos
- Zonas de convección y organización de la misma
- Zonas de convergencia
- Nubosidad orográfica

5.8. ¿Qué buscar en las imágenes de satélite en meteorología de tipo tropical?

Habrá que identificar las siguientes estructuras (apoyándose en superposición de campos numéricos específicos para cada tipo de patrón a detectar):

- Zona de convergencia intertropical
- Canales de baja presión en superficie
- Zonas de convergencia en capas bajas y divergencia en altura
- Vientos máximos
- Áreas de convección
- Vaguadas invertidas en niveles bajos
- Ondas del este
- Vaguadas troposféricas en niveles altos (TTUT)
- Depresiones, Tormentas y ciclones tropicales

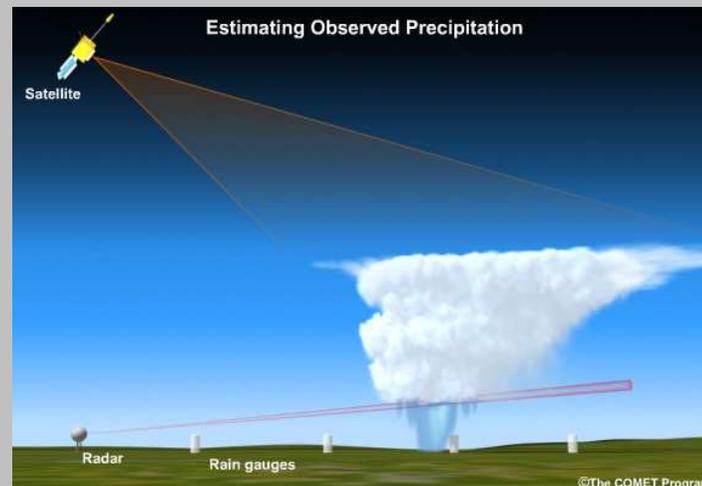
6.- Diagnóstico radar básico

Usos meteorológicos del radar

Observación de la lluvia de forma remota, sobre grandes extensiones, con una buena resolución espacial (1x1 ó 2x2 km) y temporal (10 min. en AEMET).

Esto aporta importantes ventajas sobre otros sistemas de observación de la 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.



Muy útil 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, huracanes,....)
- 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.

Vigilancia y radar meteorológico

- **Modelos conceptuales convectivos (radar)**
 - Convección simple
 - Multicélula
 - Supercélula
 - SCM/CCM. Líneas de turbonada
 - Otros sistemas precipitantes
- **Análisis y vigilancia de la convección**
 - Desplazamiento
 - Traslación
 - Propagación
 - Tren convectivo
 - Organización
 - Realce orográfico
- **Integración de datos**



La convección: organización y escala

Red de radares del SMNM

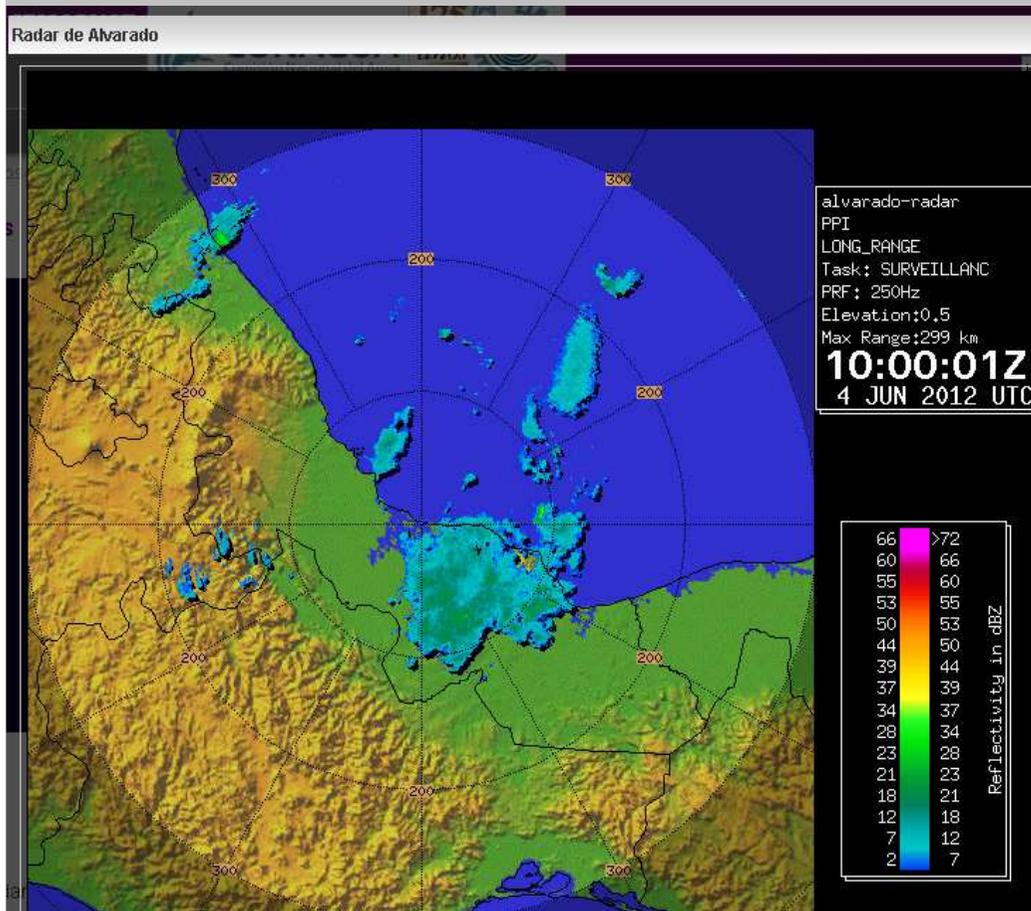


La Red Nacional de Radares Meteorológicos está formada por 13 radares; todos están provistos con el sistema Doppler, lo que permite conocer la velocidad y la dirección del blanco.

Todas las estaciones de Radar cuentan con un sistema ininterrumpible de energía, sistema de protección contra incendios y un sistema de comunicaciones con el centro colector de datos que se encuentra ubicado en las instalaciones del Servicio Meteorológico Nacional en la Ciudad de México, en donde se analiza, se procesa y se almacena toda la información. La red proporciona una cobertura aproximada del 70% del Territorio Nacional.

Uso operativo de imágenes de radar en SMNM:

- Sistemas de visualización
- Productos disponibles



¿Qué tipo de productos radar se utilizan operativamente de modo habitual?

¿Existe composición nacional de radares?

¿Se realiza combinación del sistema radar con otros sistemas de teledetección?

Productos de interés en radar

- PPI reflectividad
- PPI viento radial
- **Máximo de reflectividad**
- **Echotop**
- Vil
- Intensidad de precipitación
- Acumulaciones de precipitación

• Necesidad de estadísticas de valores para cada radar de los valores adversos para las precipitaciones de la zona

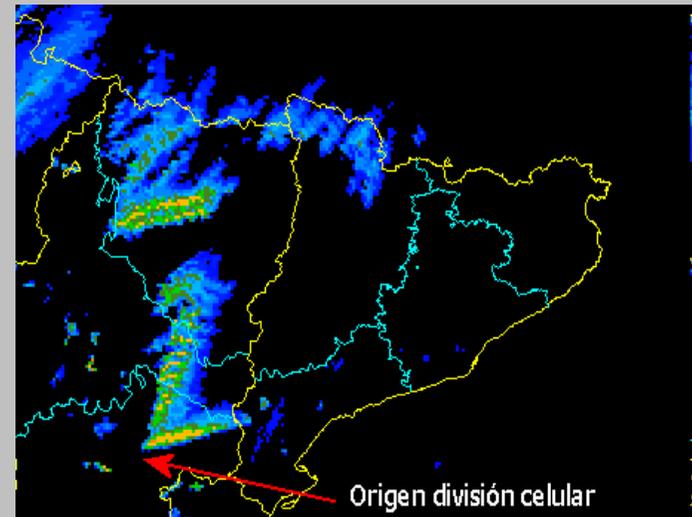
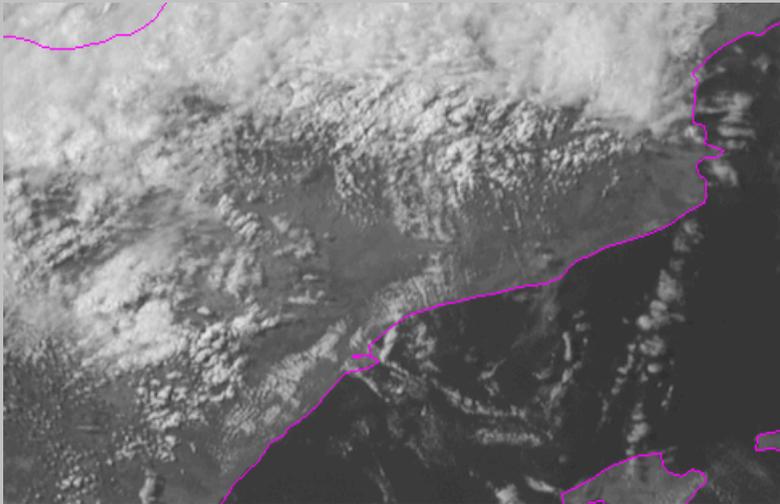
• A veces problemas derivados de zonas de mala visión, cercanía o lejanía de los ecos, etc.

7.- Integración de datos

Integración de datos en vigilancia convectiva

Integración de datos
(radar + satélite + rayos + datos SFC+ MNP+)

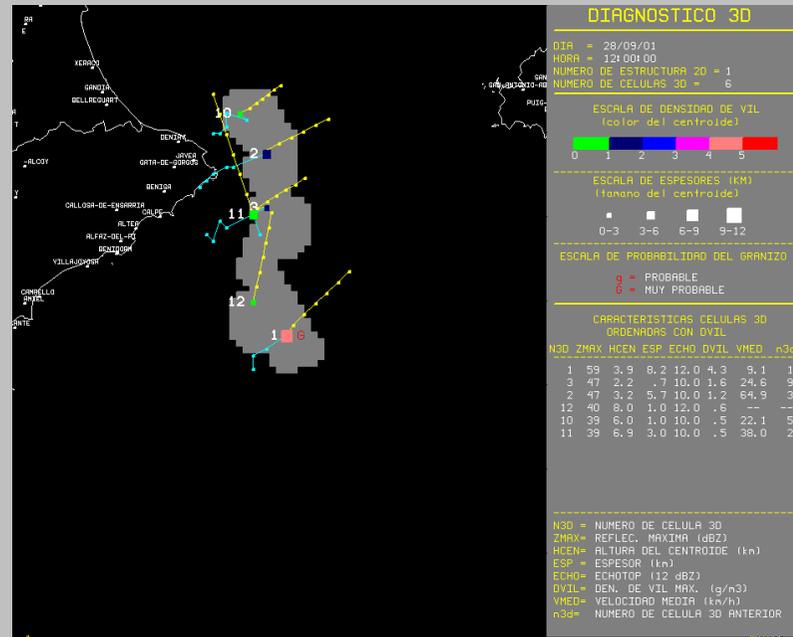
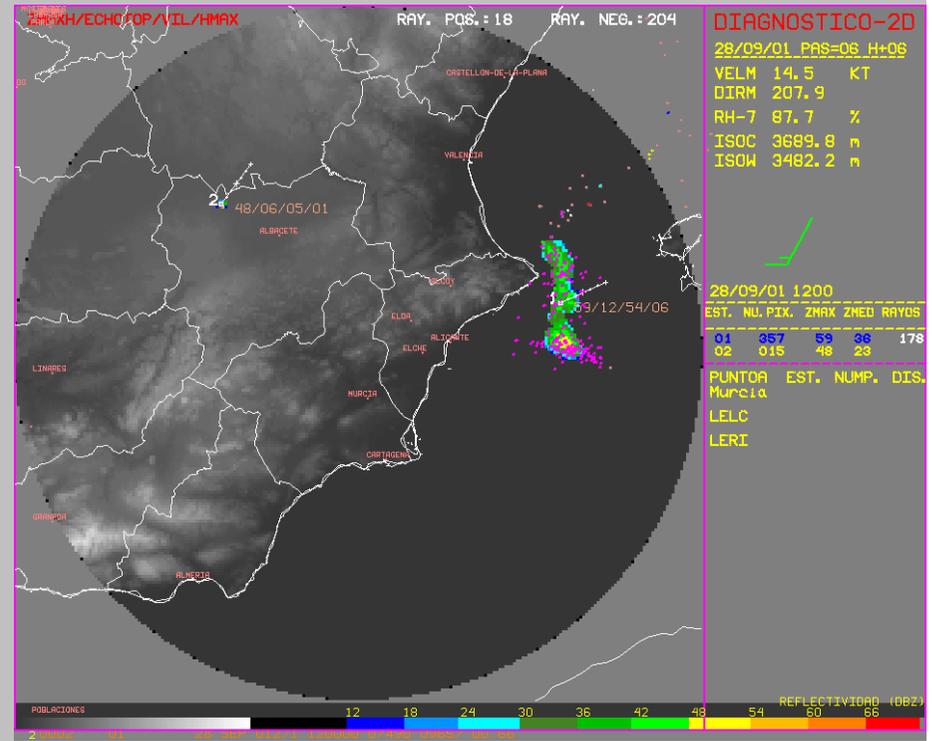
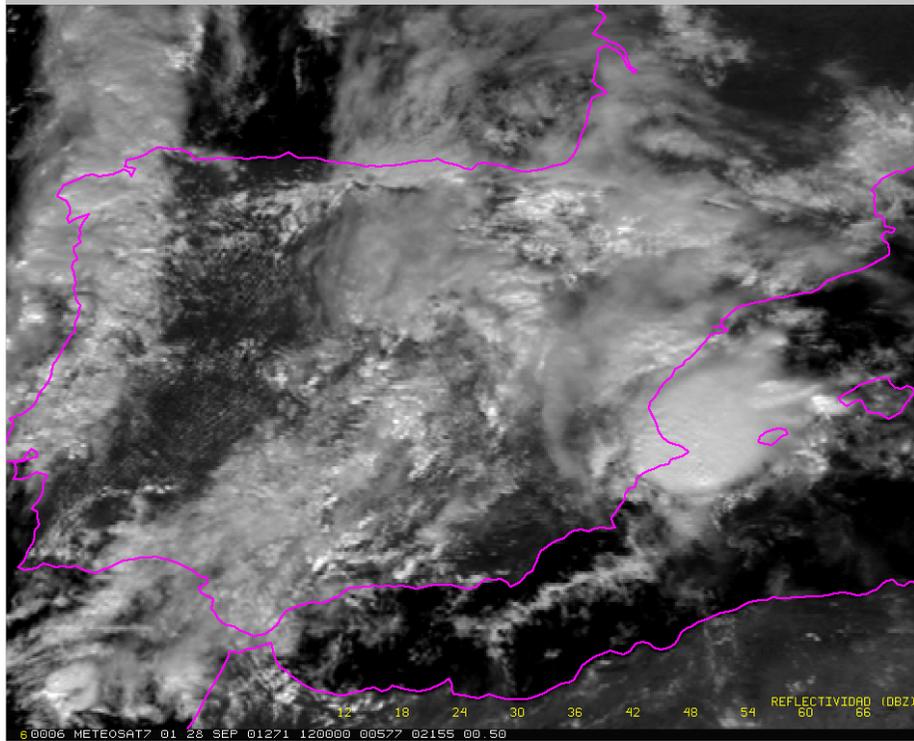
Herramientas objetivas sobre la caracterización de la convección



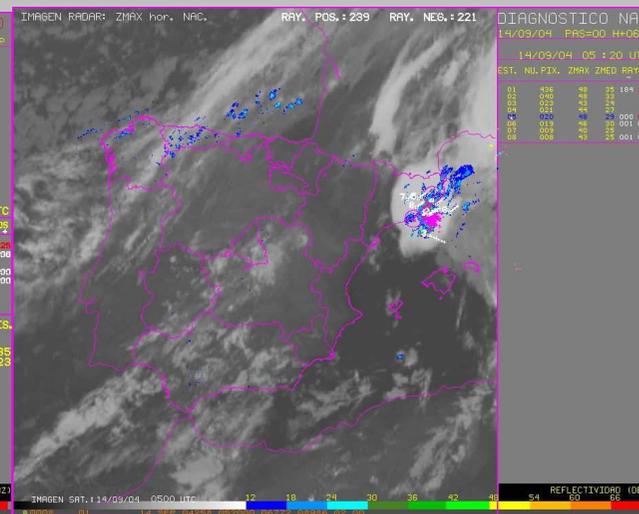
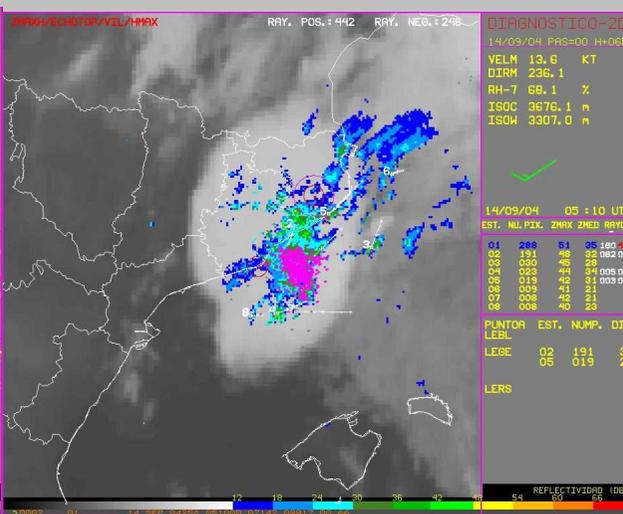
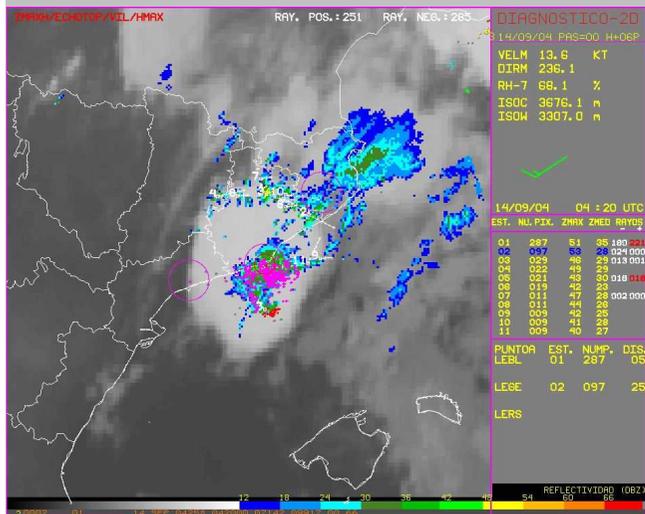
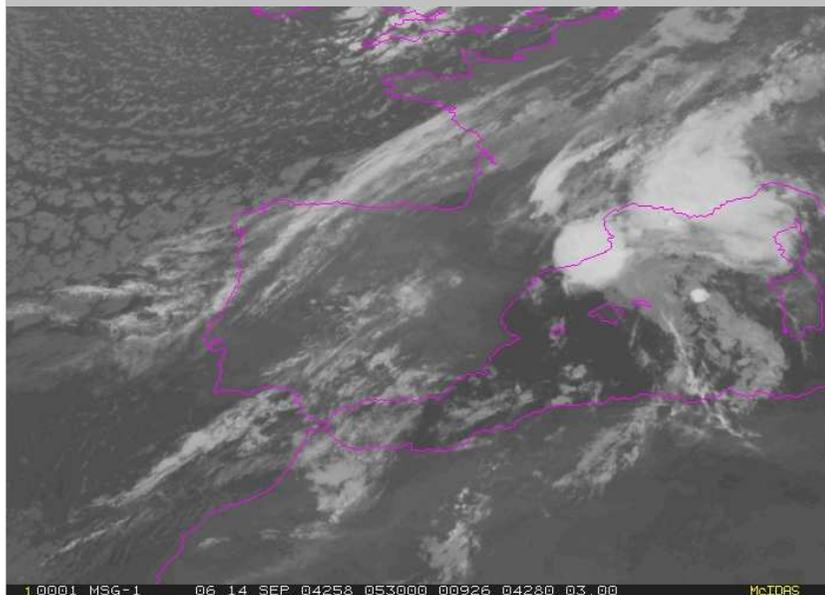
Métodos y herramientas específicas

Métodos objetivos de caracterización de la convección
Herramientas y módulos específicos

El predictor necesita tiempo
para analizar la situación y la
toma de decisiones



Integración de datos



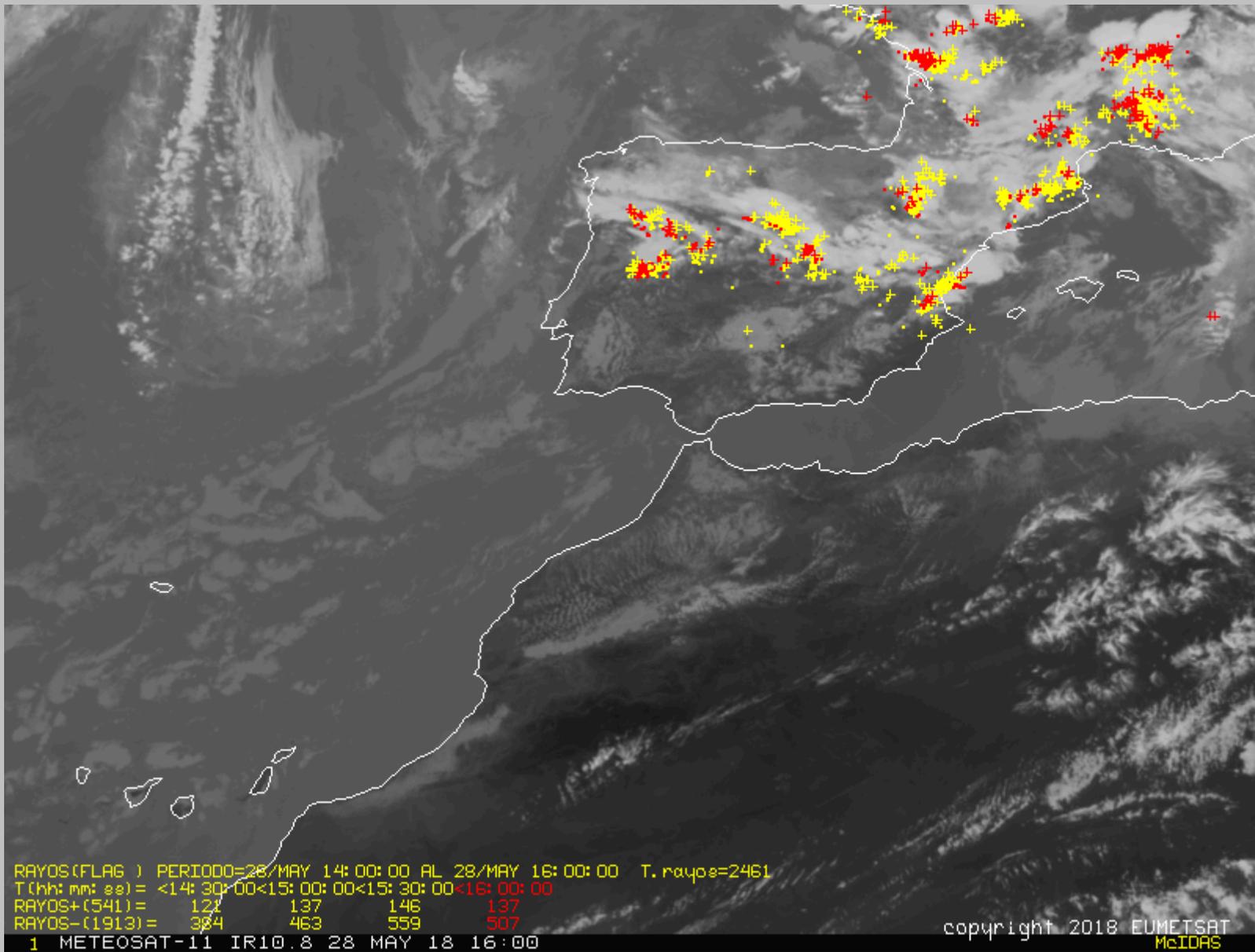


IMAGEN PPI Z. RADAR: NACIONAL
IMAGEN SAT.: 13/04/18 09:15 UTC

RAY. POS.: 1 RAY. NEG.: 7

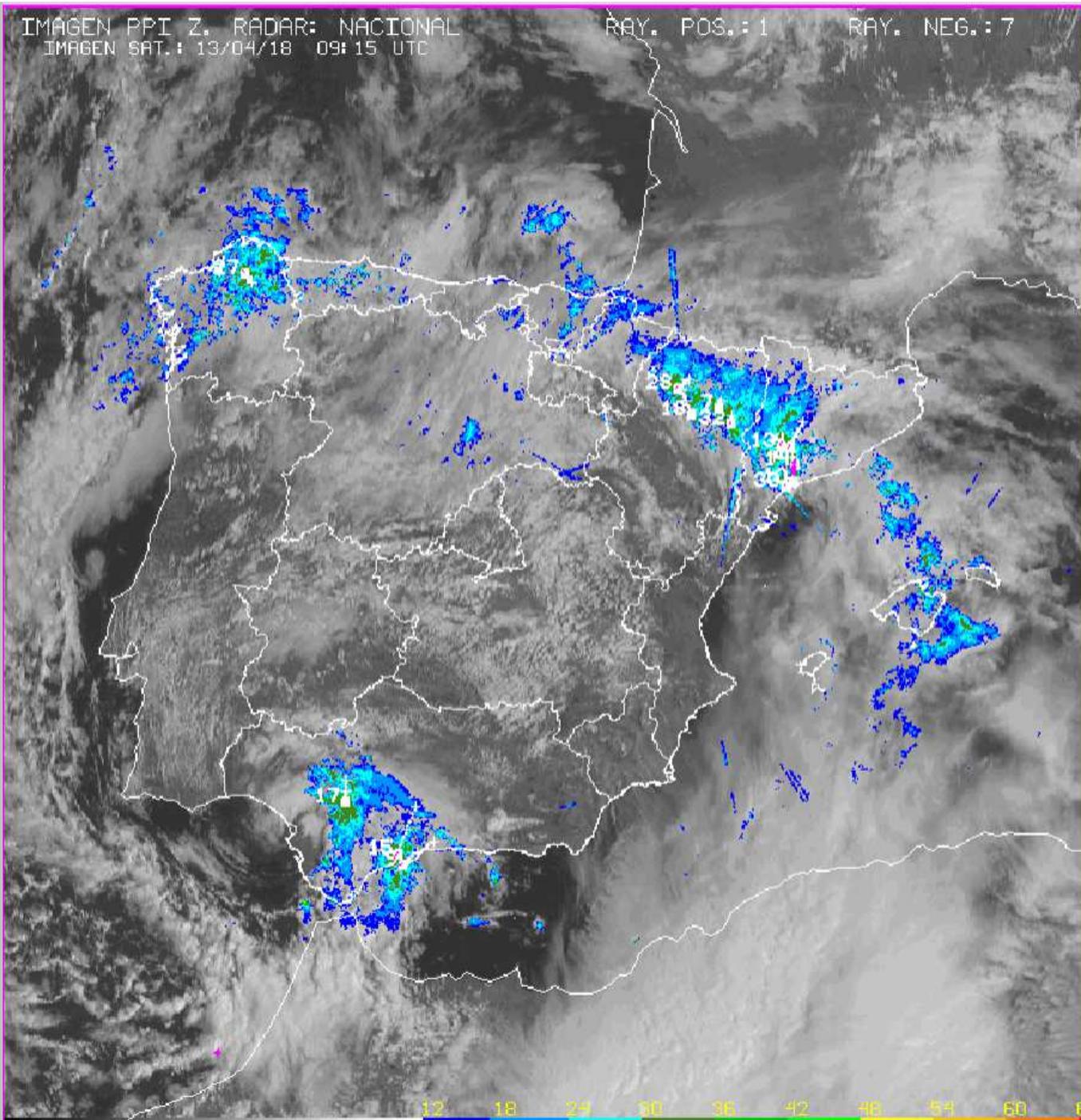
DIAGNOSTICO 2D

13/04/18 PAS=00 H+09

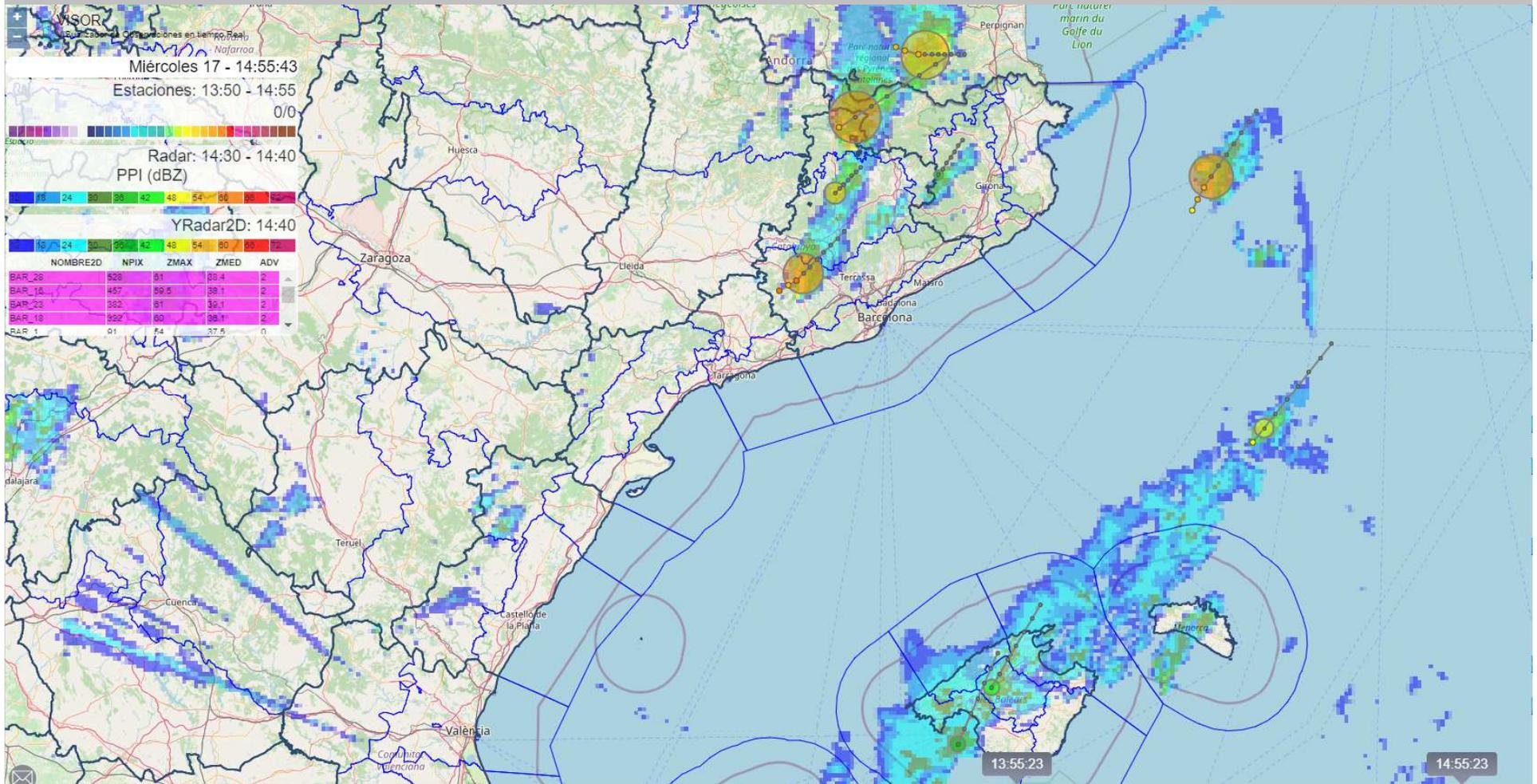
13/04/18 09:30 UTC

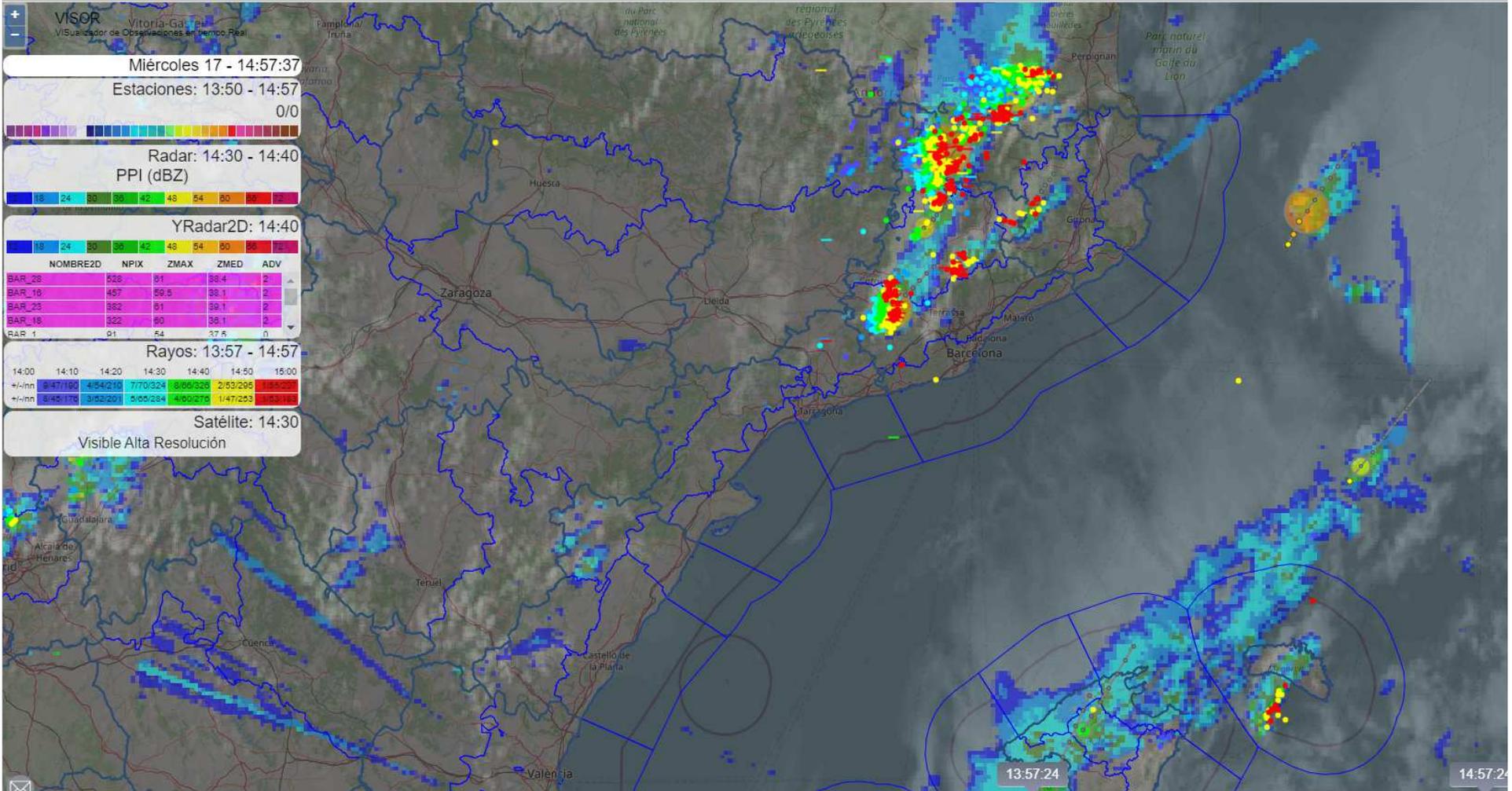
EST. NU. PIX. ZMAX ZMED RAYOS
- +

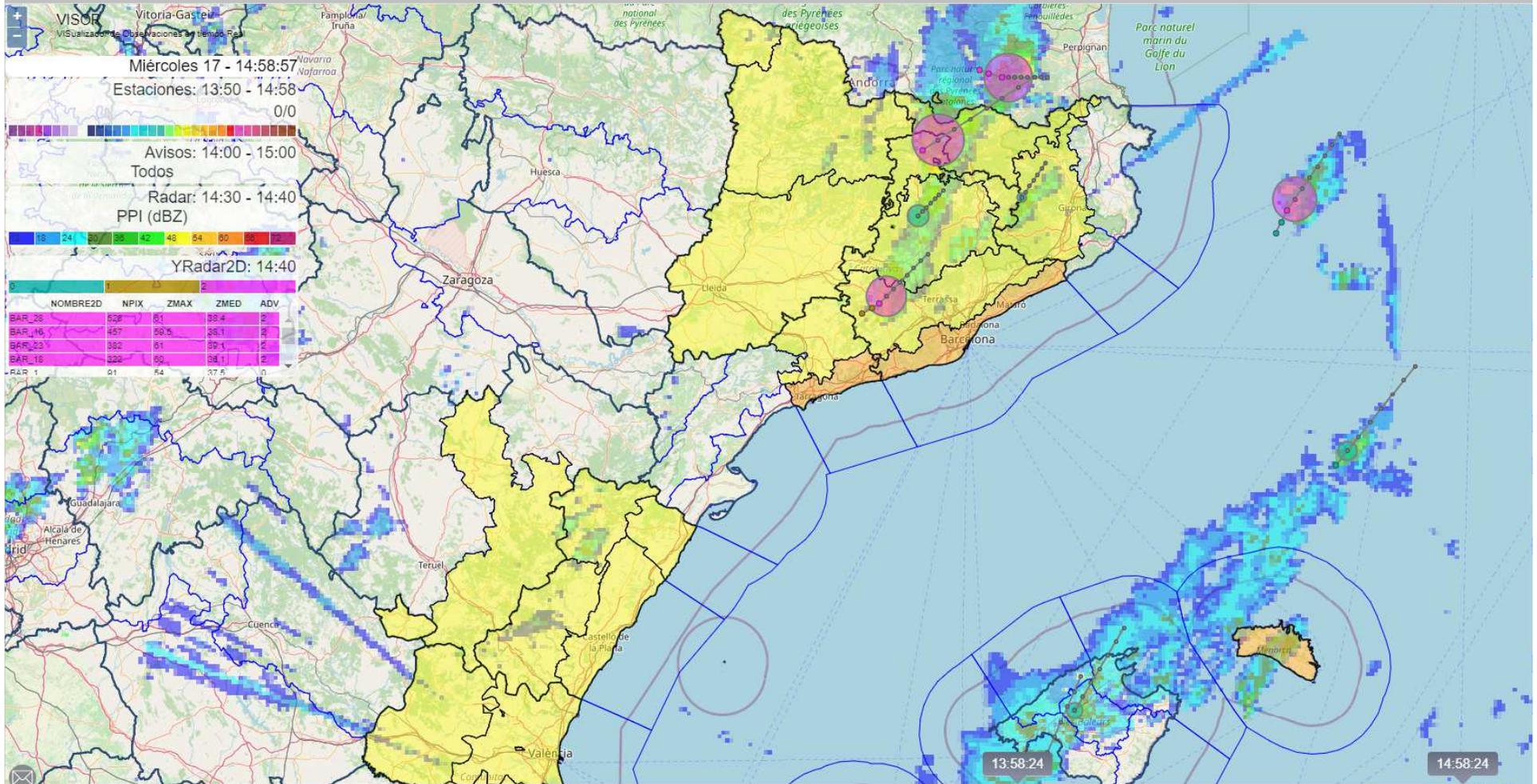
32	308	47	37	
14	265	55	38	007 000
28	211	47	36	
27	128	45	37	
07	119	45	37	
04	104	42	37	
09	103	42	38	
13	090	42	36	
36	050	43	36	
10	038	41	35	
17	035	41	35	
16	027	46	36	
15	025	46	34	



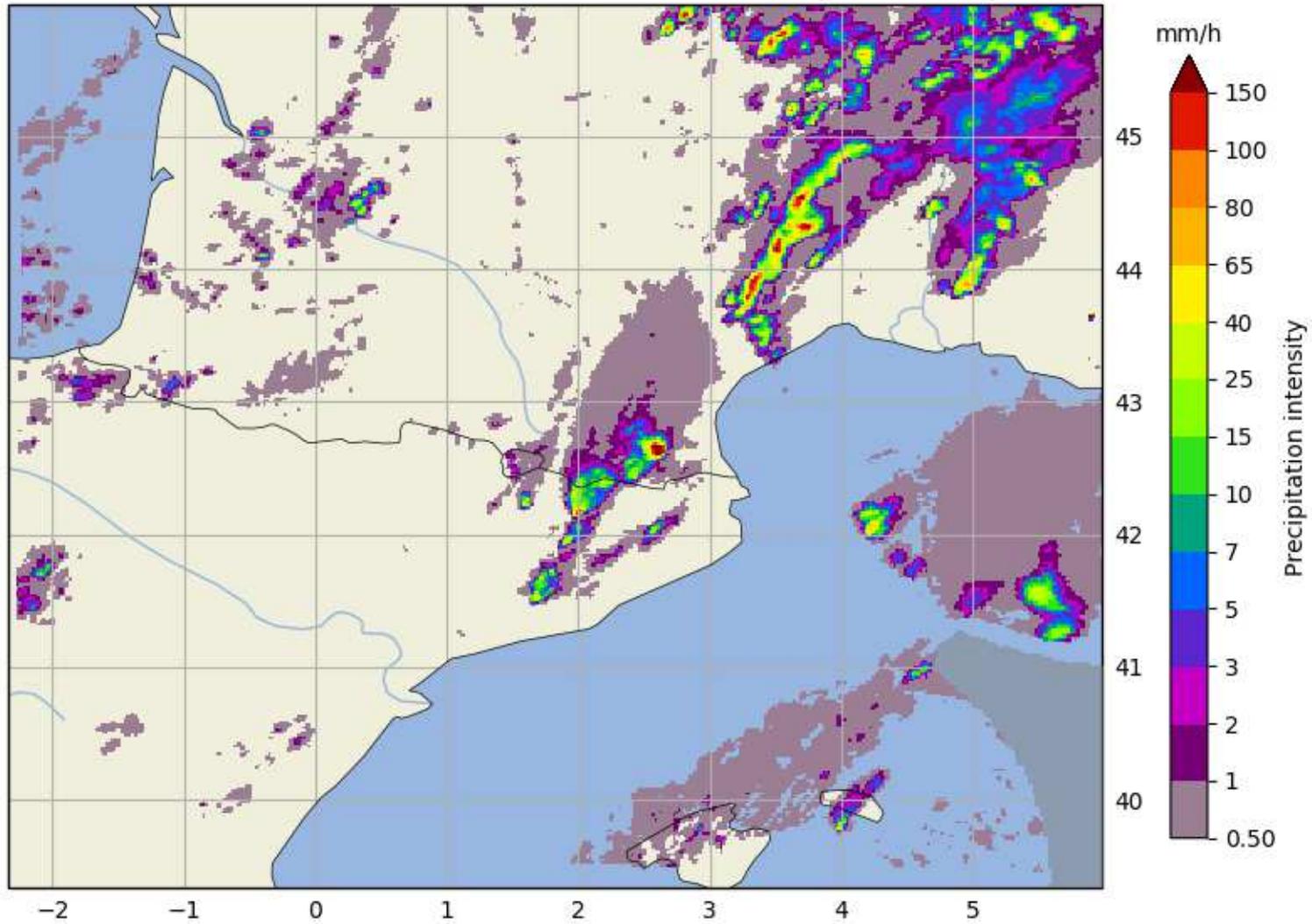
REFLECTIVIDAD (DBZ)



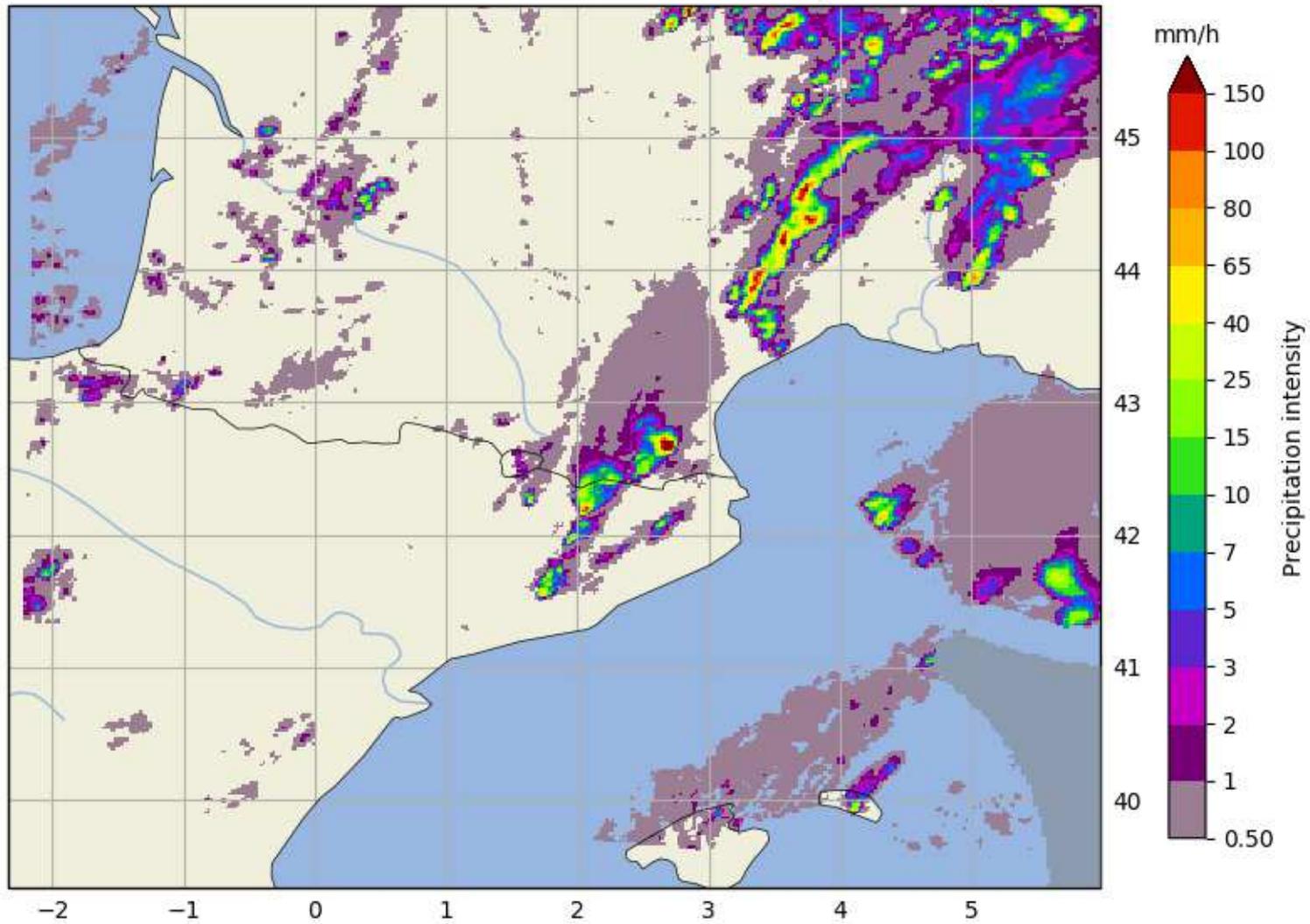




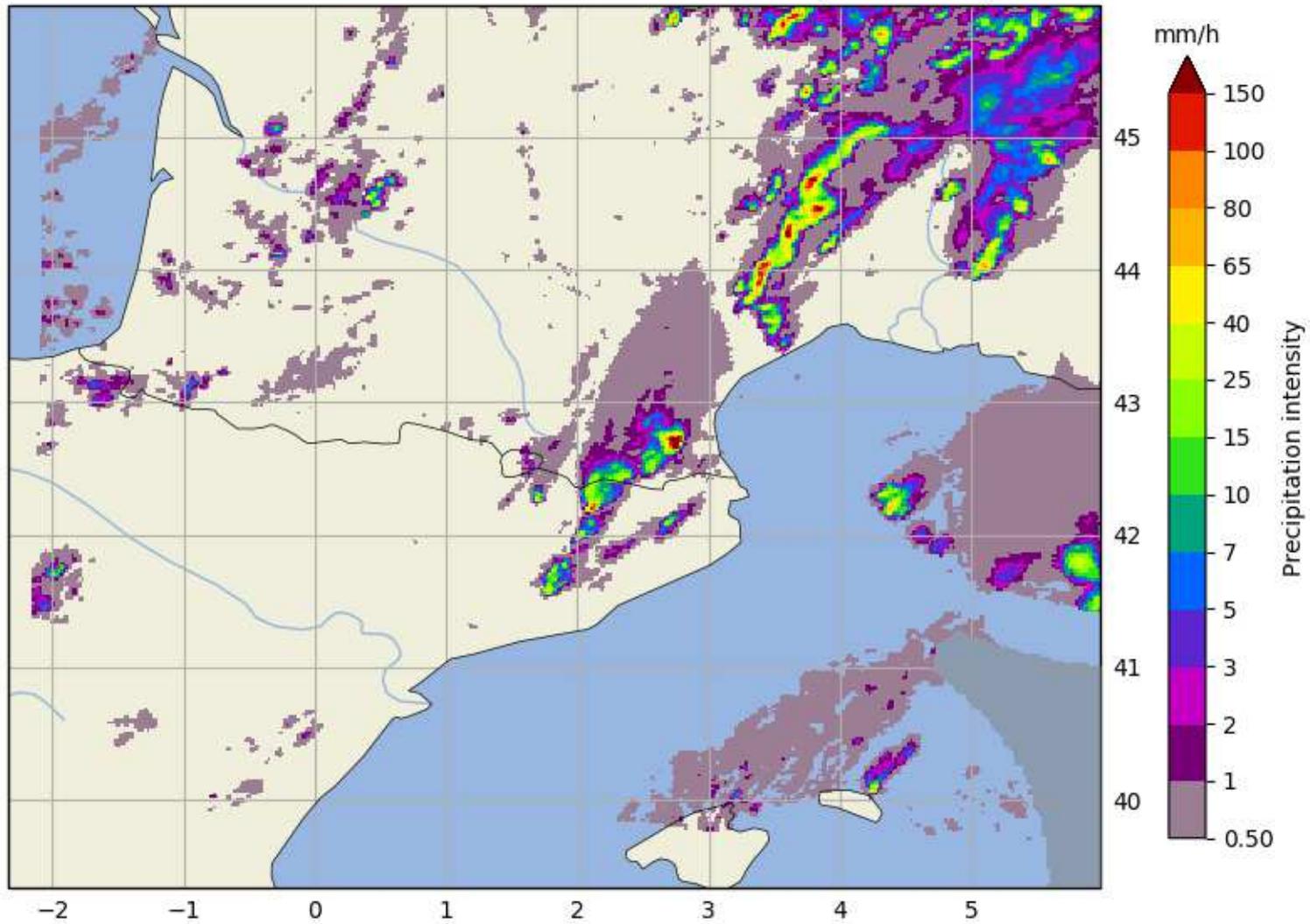
14:45 17-08-2022 LUCAS-KANADE OPTICAL FLOW (+ 000 min)



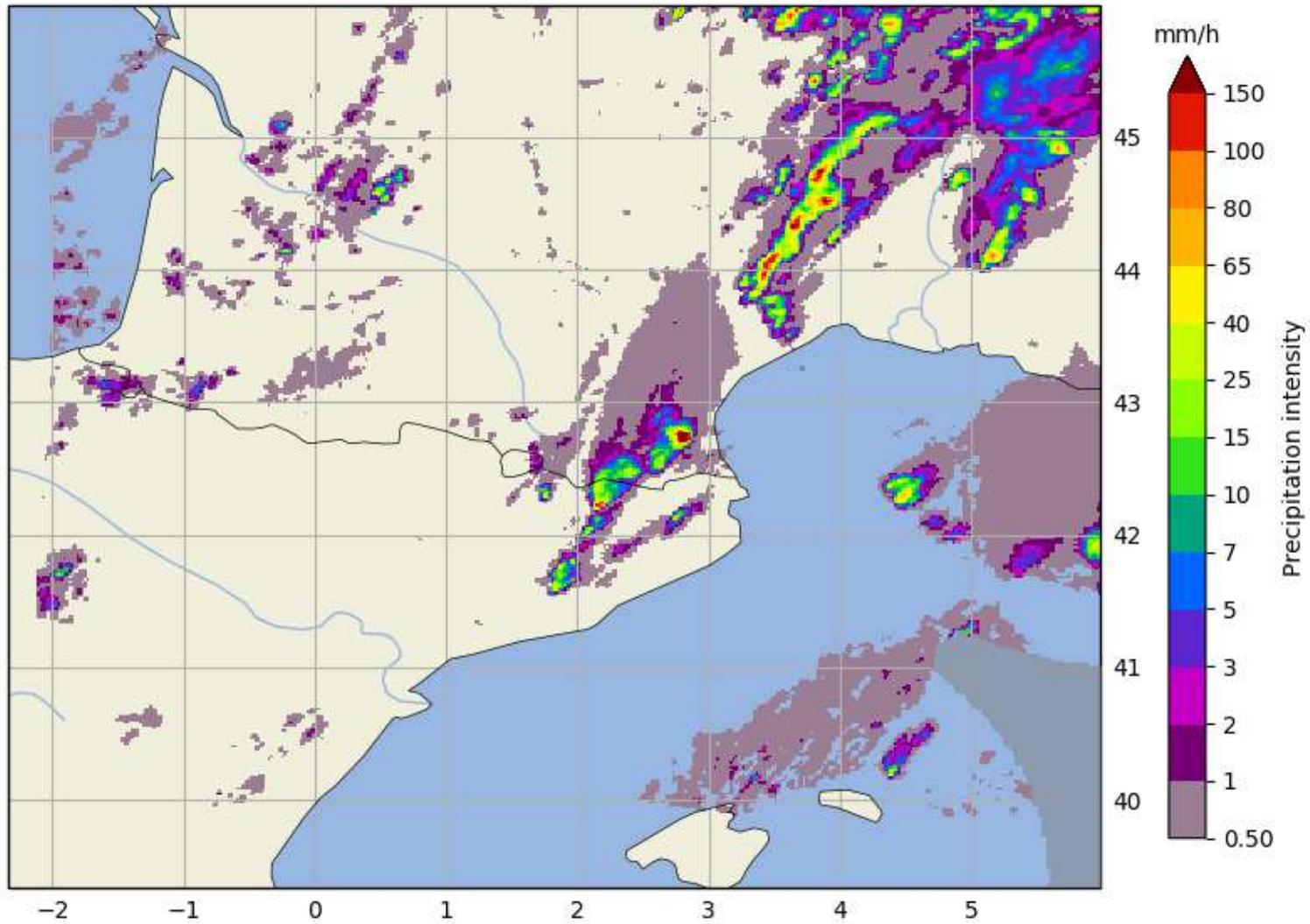
14:45 17-08-2022 LUCAS-KANADE OPTICAL FLOW (+ 015 min)



14:45 17-08-2022 LUCAS-KANADE OPTICAL FLOW (+ 030 min)



14:45 17-08-2022 LUCAS-KANADE OPTICAL FLOW (+ 045 min)



FIN