

CLIMATOLOGÍA DE ZONAS DE DESARROLLO BAROCLINO

Marta Noguerol, **Laura de la Torre**, Raquel Nieto y
Luis Gimeno

Agosto 2007

DEFINICIÓN

Son regiones en las que existe un gradiente de temperatura sobre una superficie constante de presión.

También la cizalladura del viento es característica de una zona baroclina.

Para el estudio de las zonas baroclinas nos basamos en dos ecuaciones, la ecuación de la tendencia y la ecuación omega.

Ecuación omega CG

$$\nabla_{3D}^2(\omega) = A + B \quad (1)$$

$$\nabla_{3D}^2 = \sigma \nabla_{2D}^2 + f^2 \frac{\partial^2}{\partial p^2} \quad (2)$$

$$A = f \frac{\partial}{\partial p} [\vec{V}_g \nabla (\xi_g + f)] \quad (3)$$

$$B = -\nabla^2 [\vec{V}_g \nabla \left(\frac{\partial \phi}{\partial p} \right)] \quad (4)$$

(1) Ecuación omega.

(2) Laplaciana tridimensional de la velocidad vertical w , suele suponerse proporcional a la velocidad vertical cambiada de signo.

(3) Advección diferencial de la vorticidad geostrófica.

(4) Advección de espesores.

A y B son términos de forzamiento. El forzamiento total es la suma de A y B que, en la mayor parte de las ocasiones, se cancelan en gran medida uno con otro, por lo cual nunca es suficiente el estudio de un único término a la hora de diagnosticar velocidades verticales.

Ecuación tendencia geopotencial

$$\nabla_{3D}^2(\chi) = A + B \quad (1)$$

$$\chi = \frac{\partial \phi}{\partial t} \quad (2)$$

$$A = -(\sigma f) \vec{V}_g \nabla (\xi_g + f) \quad (3)$$

$$B = -Rf^2 \frac{\partial}{\partial p} \left[-\frac{1}{p} \vec{V}_g \nabla T_v \right] \quad (4)$$

(1) Ecuación de la tendencia.

(2) Variación local en el tiempo del geopotencial.

(3) Advección de vorticidad absoluta geostrófica por el viento geostrófico.

(4) Advección diferencial de espesores.

La variación local en el tiempo del geopotencial es producto de

los términos A y B. Estos términos dan lugar a caídas o aumentos de geopotencial.

DATOS UTILIZADOS

- Datos de reanálisis NCAR – NCEP
- Datos diarios
- Hora: 12h
- Banda: 70° N- 20°N
- Resolución: 2.5° x 2.5°
- Período: diciembre 1957 – diciembre 2006

PARÁMETROS UTILIZADOS PARA VALIDAR EL MODELO

- Parámetro Frontal Térmico en 850 hPa.
- Advección de vorticidad en 500 hPa.
- Advección de espesor en 500-850 hPa.
- Geopotencial en 200 hPa.
- Geopotencial en 500 hPa.
- Geopotencial en 850 hPa.

PARÁMETROS UTILIZADOS PARA VALIDAR EL MODELO

- Parámetro Frontal Térmico en 850 hPa.

- Advección de vorticidad en 500 hPa.

- Advección de espesor en 500-850 hPa.

- Geopotencial en 200 hPa.

- Geopotencial en 500 hPa.

- Geopotencial en 850 hPa.

PARÁMETRO FRONTAL TÉRMICO

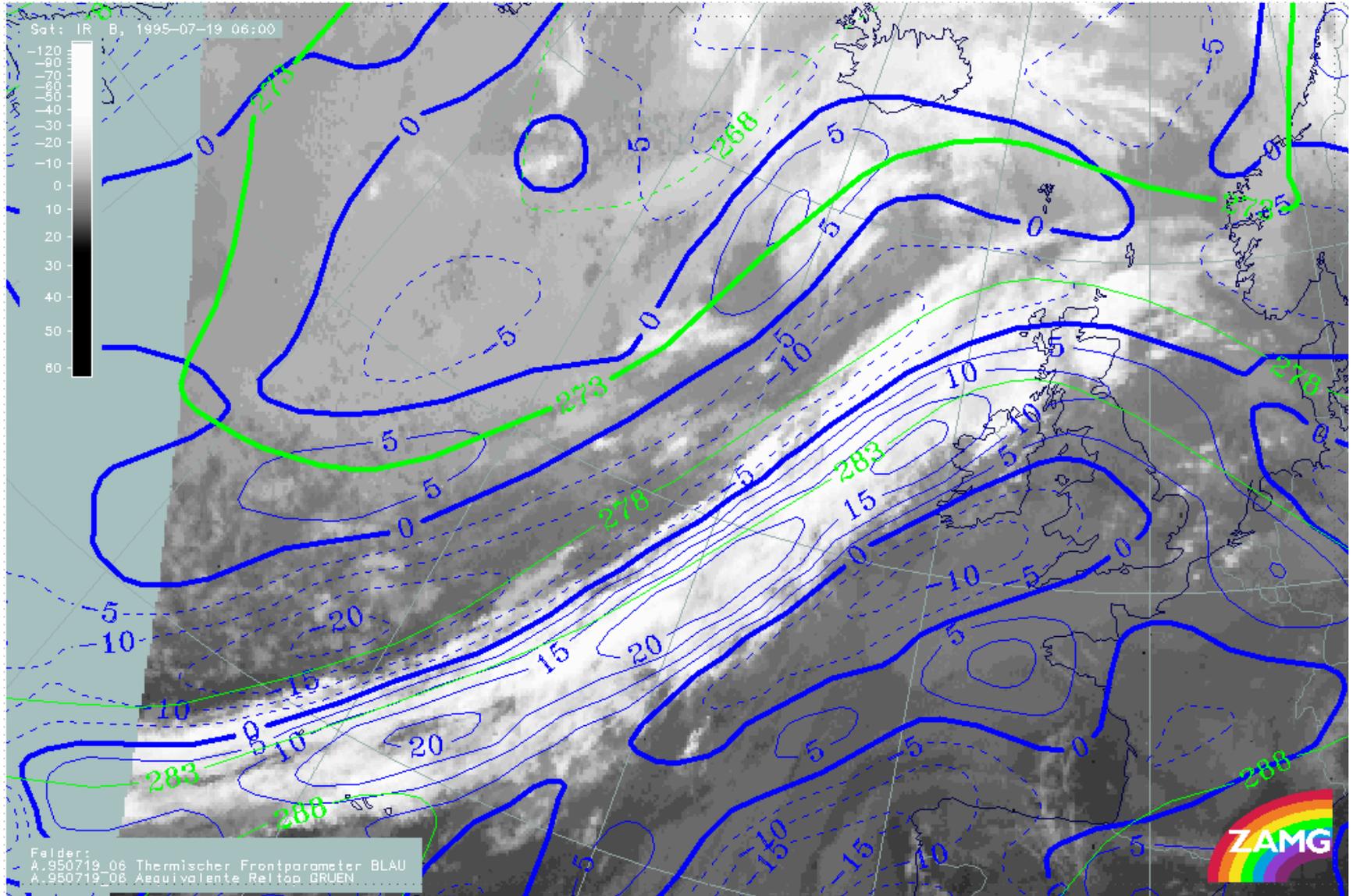
DEFINICIÓN

Es el cambio del gradiente de temperatura potencial en la dirección del gradiente de temperatura. El campo de PFT muestra en general fronteras entre masas de aire.

ECUACIÓN

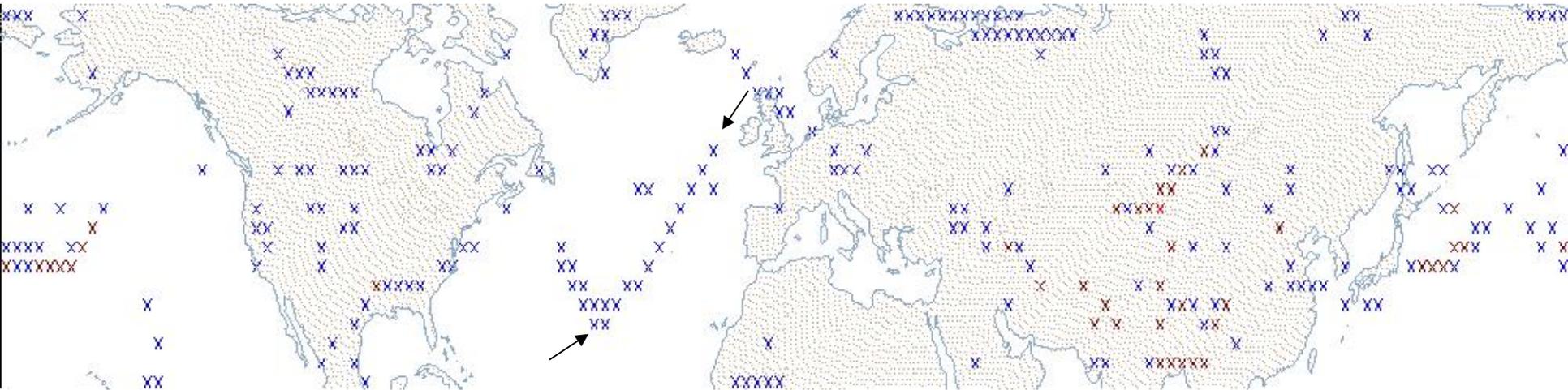
$$PFT = -\nabla |\nabla \theta_e| \cdot \left(\frac{\nabla \theta_e}{|\nabla \theta_e|} \right)$$

PARÁMETRO FRONTAL TÉRMICO EN 500/850 hPa (azul) ESPESOR EQUIVALENTE EN 500/850 hPa (verde) 19/07/1995 a 6.00h
(imagen IR)



PARÁMETRO FRONTAL TÉRMICO

Día: 19/07/1995 (12.00 h.)



Pft ≥ 2 , en 850 hPa

X Azul oscuro: 2 a 5

X Marrón: 5 a 10

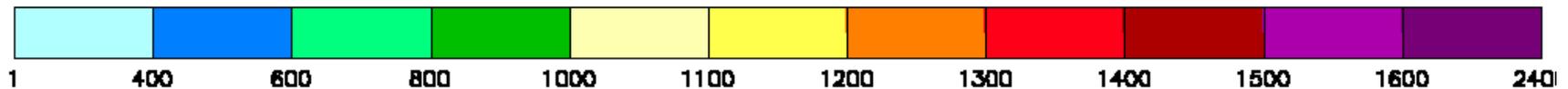
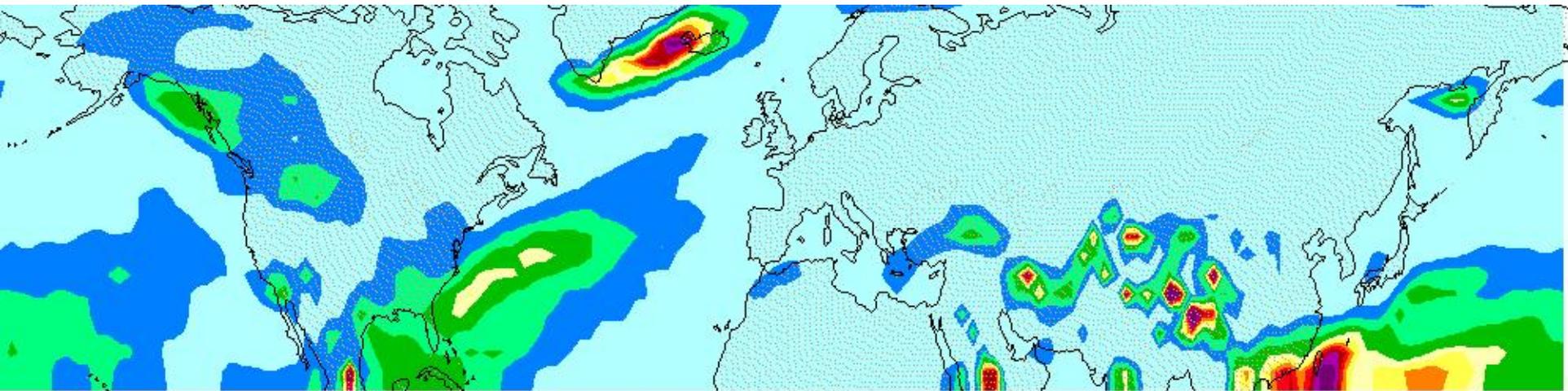
X Rojo: 10 a 15

X Naranja: 15 a 20

PARÁMETRO FRONTAL TÉRMICO

Nº de veces que cada punto de grid tiene valor de pft >2

Nivel: 850 hPa. Meses de Diciembre, Enero y Febrero.1958-1998



PARÁMETROS UTILIZADOS PARA VALIDAR EL MODELO

- Parámetro Frontal Térmico en 850 hPa.

- Advección de vorticidad en 500 hPa.

- Advección de espesor en 500-850 hPa.

- Geopotencial en 200 hPa.

- Geopotencial en 500 hPa.

- Geopotencial en 850 hPa.

VORTICIDAD

DEFINICIÓN

Describe la rotación del campo del viento y es, como divergencia, una propiedad del campo de viento. La vorticidad lo que nos indica es un cambio en la forma de la nubosidad.

ECUACIÓN

$$\zeta = (\Delta v / \Delta x) - (\Delta u / \Delta y)$$

ADVECCIÓN DE VORTICIDAD

DEFINICIÓN

Es un mecanismo de forzamiento para el ascenso del aire por tanto para la formación de nubes. Existirán movimientos ascendentes donde aumente con la altura la advección de vorticidad positiva.

ECUACIÓN

$$\Delta V = -\left(u \frac{\Delta \xi}{\Delta x} + v \frac{\Delta \xi}{\Delta y}\right)$$

DIFERENCIA DE ADVECCIÓN DE VORTICIDAD

DEFINICIÓN

Es la variación con la presión de la advección de vorticidad geostrófica por el viento geostrófico. Habrá movimientos ascendentes donde aumente con la altura la advección de vorticidad, por tanto, donde la diferencia sea positiva.

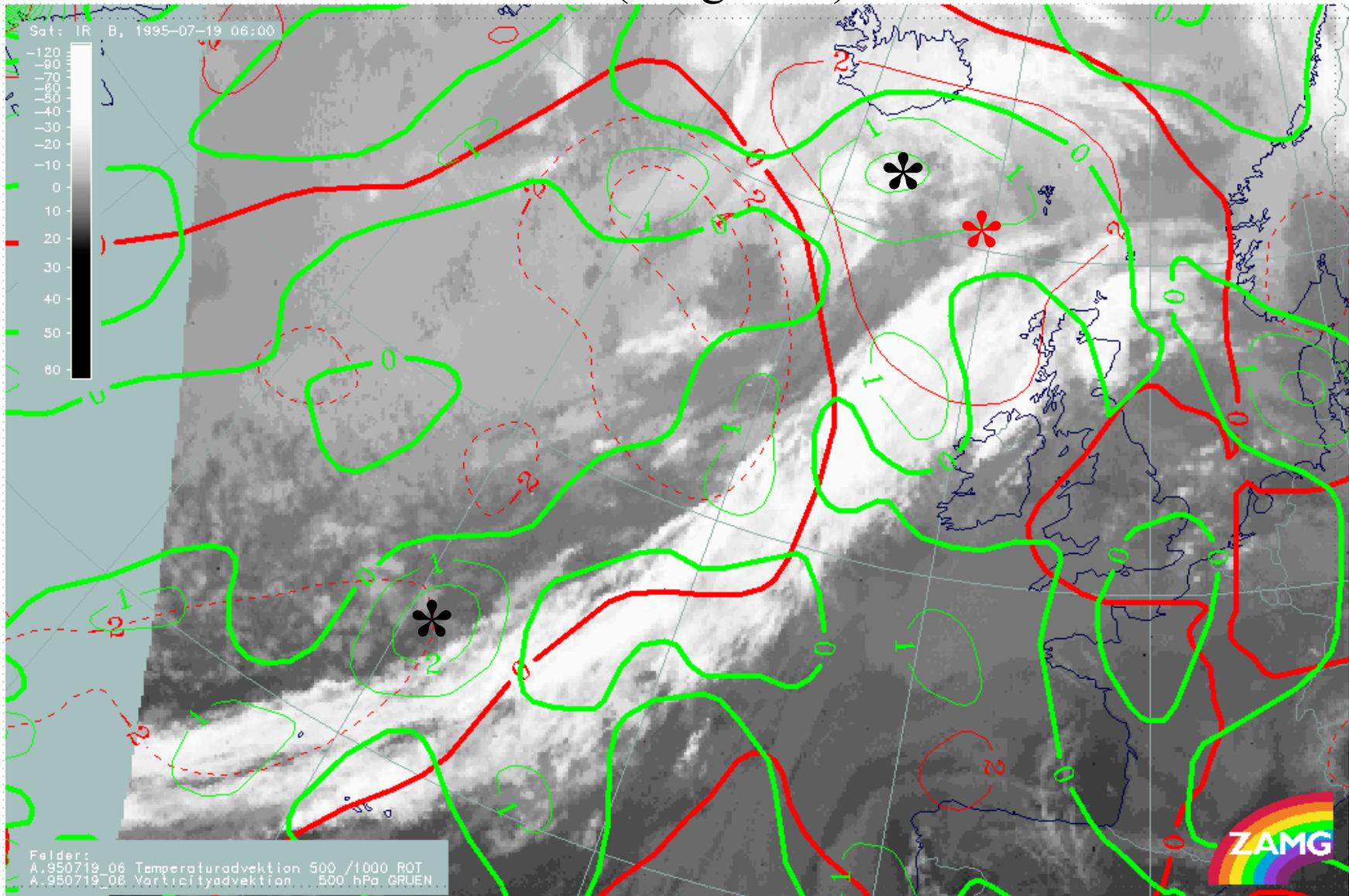
ECUACIÓN

$$\frac{\partial}{\partial p} \left[- \left(u \frac{\partial \xi}{\partial x} + v \frac{\partial \xi}{\partial y} \right) \right]$$

ADVECCIÓN DE TEMPERATURA EN 500/1000 hPa (rojo)

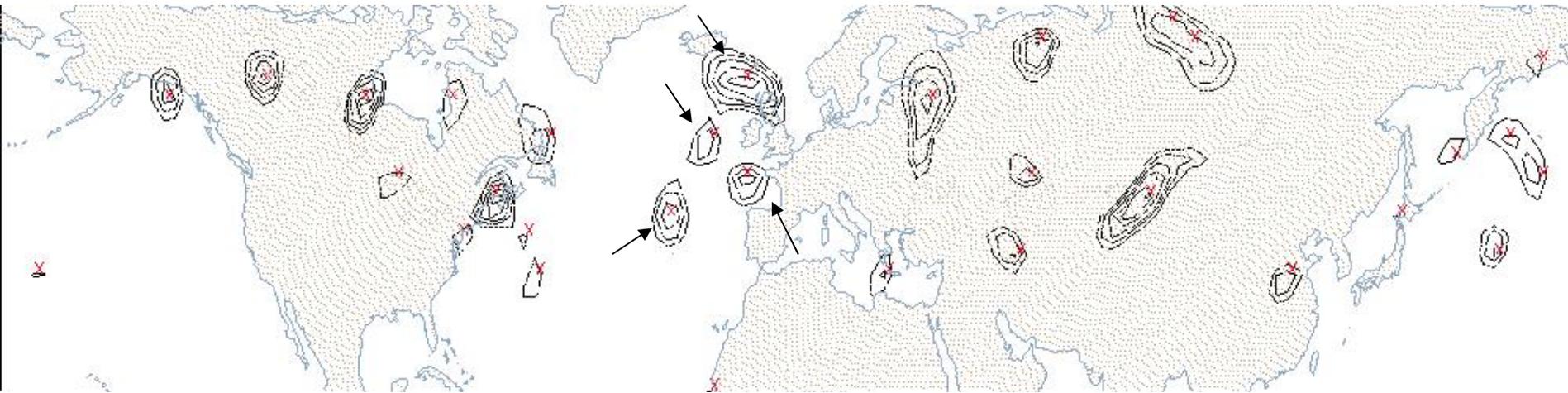
ADVECCIÓN DE VORTICIDAD EN 500hPa (verde) 19/07/1995

a 6.00h (imagen IR)



CONTORNOS Y MÁXIMOS DE ADVECCIÓN DE VORTICIDAD

Día: 19/07/1995 (12.00 h.)



Advección de vorticidad $\geq 6\text{s}^{-2}$, en 500 hPa.

PARÁMETROS UTILIZADOS PARA VALIDAR EL MODELO

- Parámetro Frontal Térmico en 850 hPa.

- Advección de vorticidad en 500 hPa.

- Advección de espesor en 500-850 hPa.

- Geopotencial en 200 hPa.

- Geopotencial en 500 hPa.

- Geopotencial en 850 hPa.

ESPESOR

DEFINICIÓN

Es el espesor de la capa atmosférica que se encuentra entre dos superficies de geopotencial. Se calcula por lo tanto como diferencia de geopotencial.

ECUACIÓN

$$\text{Espesor} = z_2 - z_1 = \Delta z$$

ADVECCIÓN DE ESPESOR

DEFINICIÓN

Donde la advección de espesores es máxima se producen movimientos ascendentes.

ECUACIÓN

$$\text{AdveccionEspesor} = -\left(u \frac{\partial \text{Espesor}}{\partial x} + v \frac{\partial \text{Espesor}}{\partial y}\right)$$

$$\text{Espesor} = z_2 - z_1$$

u es el viento zonal medio entre dos niveles. $(u_2 + u_1)/2$

v es el viento meridional medio entre dos niveles. $(v_2 + v_1)/2$

DIFERENCIA DE ADVECCIÓN DE ESPESOR

DEFINICIÓN

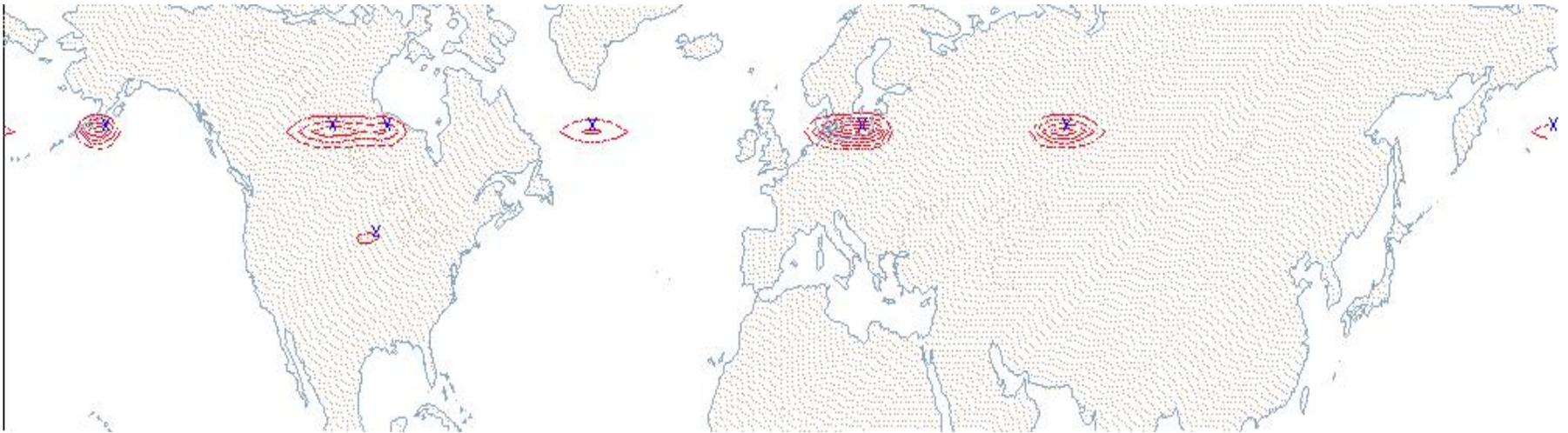
Donde la advección de espesores aumenta con la altura se producen movimientos ascendentes y caídas de geopotencial. Cuanto mayor sea el aumento más ascensos habrá.

ECUACIÓN

$$\frac{\partial}{\partial p} \left[- \left(u \frac{\partial Esp}{\partial x} + \frac{\partial Esp}{\partial y} \right) \right]$$

MÁXIMOS DE ADVECCIÓN DE ESPESOR

Día: 19/07/1995 (12.00 h.)



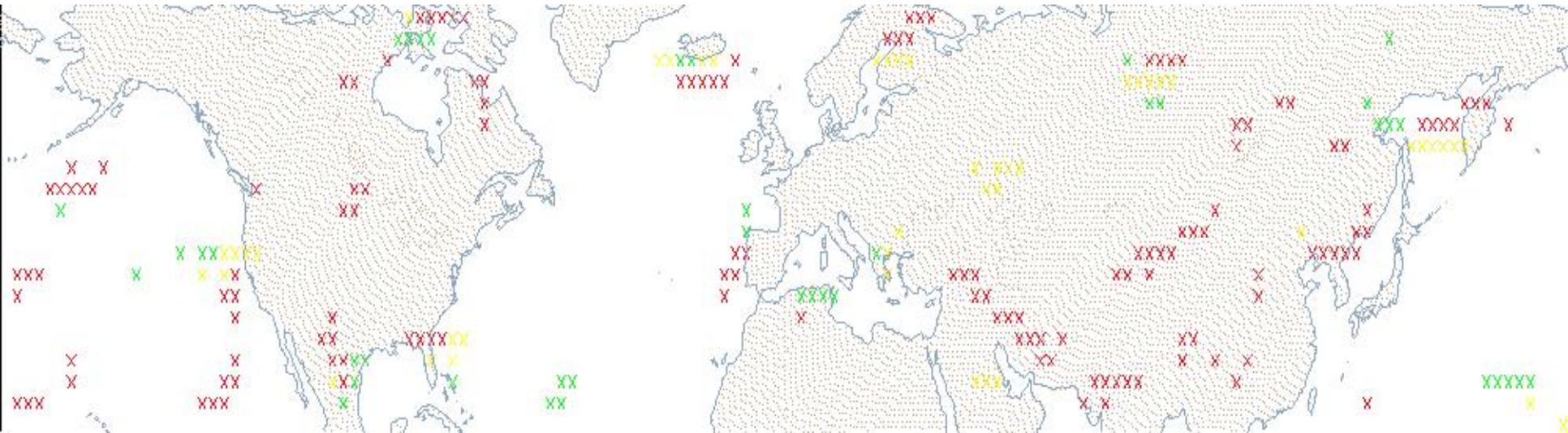
Advección de espesor ≥ 100 mgp/s
Nivel: 500-850 hPa.

PARÁMETROS UTILIZADOS PARA VALIDAR EL MODELO

- Parámetro Frontal Térmico en 850 hPa.
 - Advección de vorticidad en 500 hPa.
 - Advección de espesor en 500-850 hPa.
- Geopotencial en 200 hPa.
 - Geopotencial en 500 hPa.
 - Geopotencial en 850 hPa.

MÍNIMOS DE GEOPOTENCIAL

Día: 19/07/1995 (12.00 h.)



Mínimos de geopotencial:

X Rojo: 850 hPa

X Amarillo: 500 hPa

X Verde: 200 hPa

PARÁMETROS CALCULADOS

- Máximos de PFT

- Máximos de advección de vorticidad 500 hPa.

- Máximos de la diferencia de advección de vorticidad 200-500 hPa.

- Máximos de advección de espesor 500-850 hPa.

- Máximos de la diferencia de advección de espesor
(200-500hPa)-(500-850hPa).

- Mínimos de geopotencial 200 hPa.

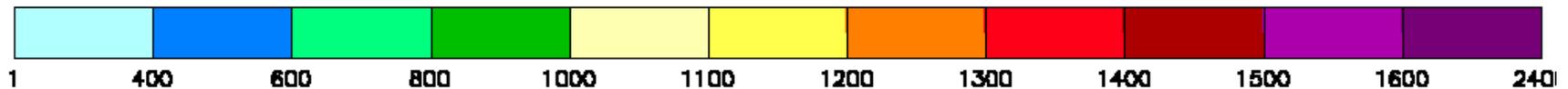
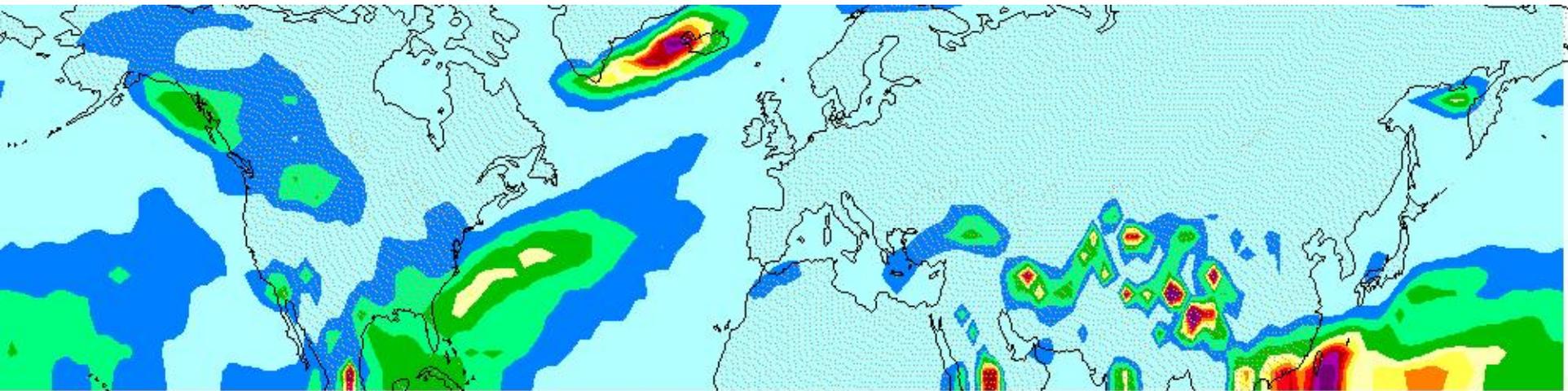
- Mínimos de geopotencial 500 hPa.

- Mínimos de geopotencial 850 hPa.

PARÁMETRO FRONTAL TÉRMICO

Nº de veces que cada punto de grid tiene valor de pft >2

Nivel: 850 hPa. Meses de Diciembre, Enero y Febrero. 1958-1998



PARÁMETROS CALCULADOS

- Máximos de PFT

- Máximos de advección de vorticidad 500 hPa.

- Máximos de la diferencia de advección de vorticidad 200-500 hPa.

- Máximos de advección de espesor 500-850 hPa.

- Máximos de la diferencia de advección de espesor
(200-500hPa)-(500-850hPa).

- Mínimos de geopotencial 200 hPa.

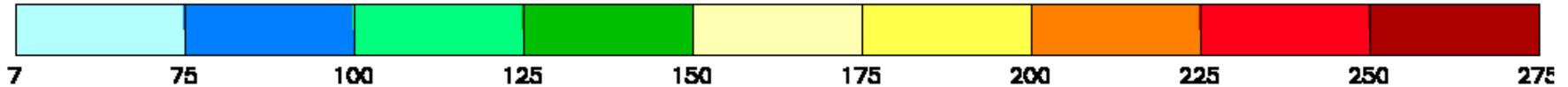
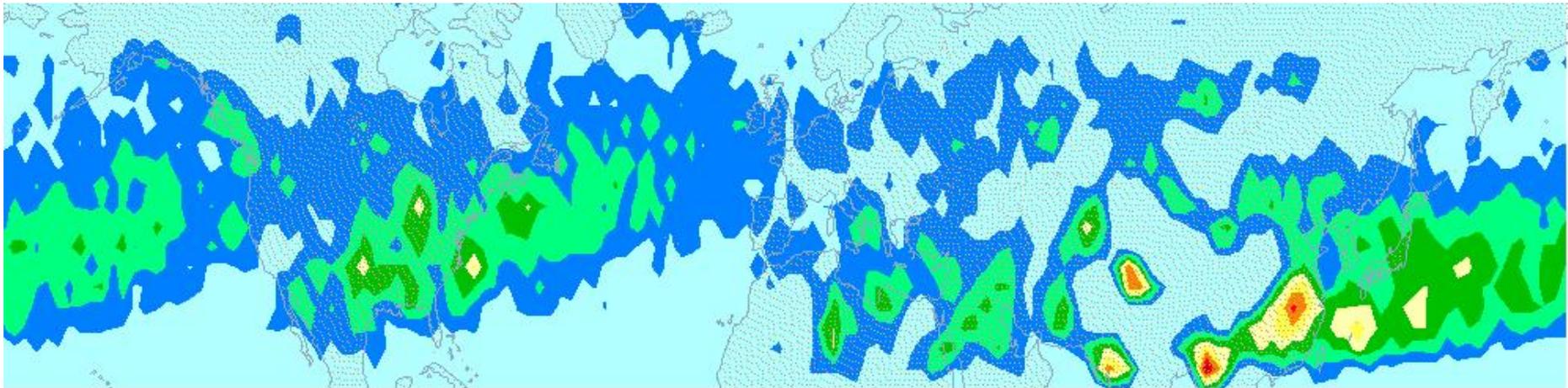
- Mínimos de geopotencial 500 hPa.

- Mínimos de geopotencial 850 hPa.

MÁXIMOS DE ADVECCIÓN DE VORTICIDAD 500hPa

DJF

Dic 1957- Feb 2006



Nº de veces que cada punto de grid es máximo de advección de vorticidad ($\geq 6 \text{ s}^{-2}$)

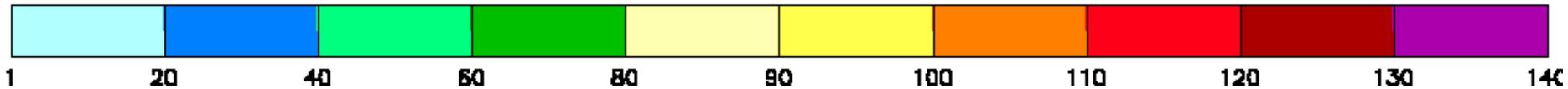
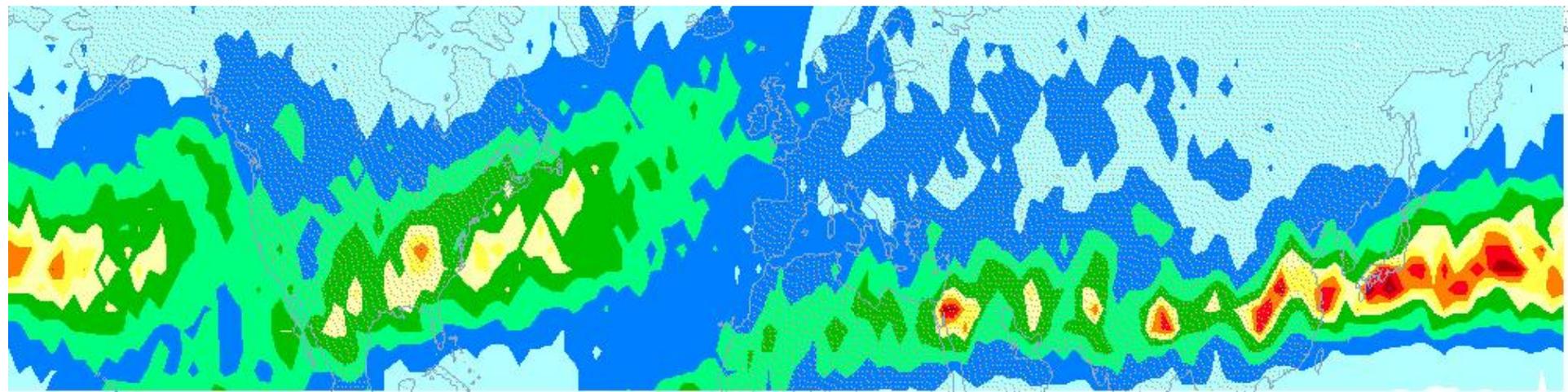
PARÁMETROS CALCULADOS

- Máximos de PFT
- Máximos de advección de vorticidad 500 hPa.
- Máximos de la diferencia de advección de vorticidad 200-500 hPa.
- Máximos de advección de espesor 500-850 hPa.
- Máximos de la diferencia de advección de espesor
(200-500hPa)-(500-850hPa).
- Mínimos de geopotencial 200 hPa.
- Mínimos de geopotencial 500 hPa.
- Mínimos de geopotencial 850 hPa.

MÁXIMOS DE DIFERENCIA DE ADVECCIÓN DE VORTICIDAD 500hPa

DJF

Dic 1957- Feb 2006



Nº de veces que cada punto de grid es máximo de advección de vorticidad $\geq 20 \text{ s}^{-2}$

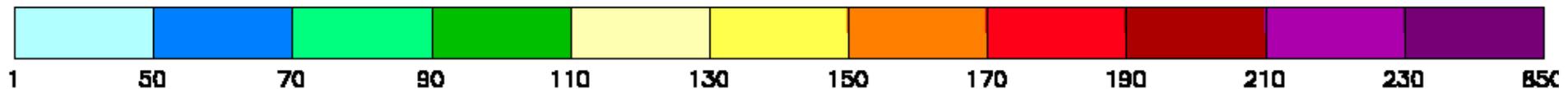
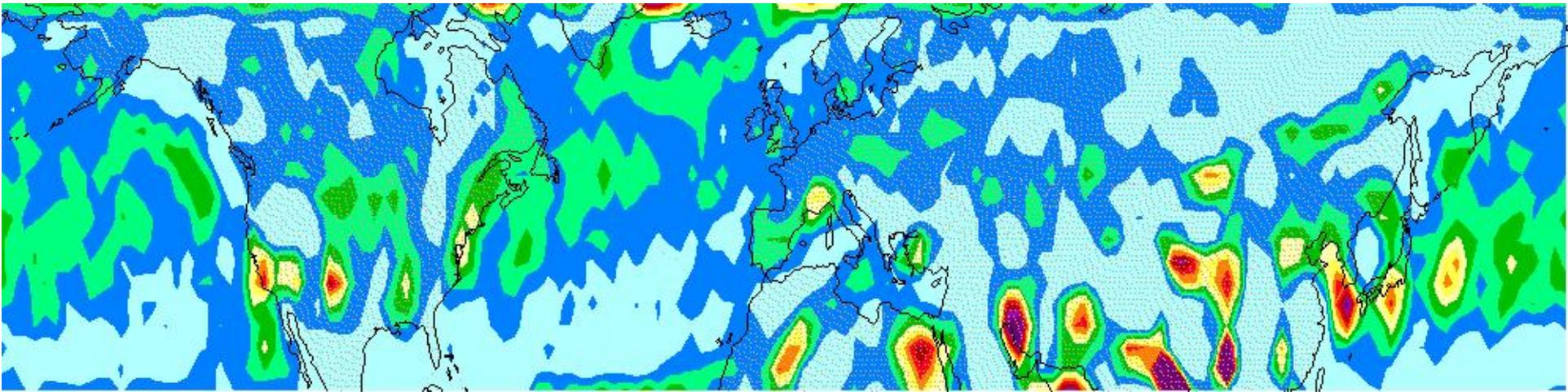
PARÁMETROS CALCULADOS

- Máximos de PFT
- Máximos de advección de vorticidad 500 hPa.
- Máximos de la diferencia de advección de vorticidad 200-500 hPa.
- Máximos de advección de espesor 500-850 hPa.
- Máximos de la diferencia de advección de espesor
(200-500hPa)-(500-850hPa).
- Mínimos de geopotencial 200 hPa.
- Mínimos de geopotencial 500 hPa.
- Mínimos de geopotencial 850 hPa.

MÁXIMOS DE ADVECCIÓN DE ESPESOR 500-850hPa

DJF

Dic 1957- Feb 2006



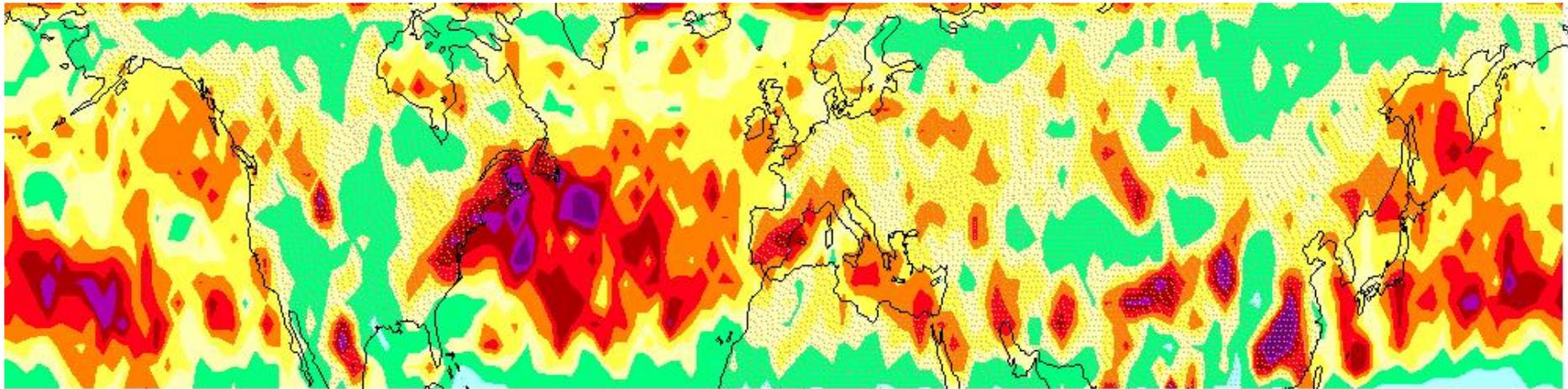
Nº de veces que cada punto de grid es máximo de advección de espesor ≥ 100 mgp/s

PARÁMETROS CALCULADOS

- Máximos de PFT
- Máximos de advección de vorticidad 500 hPa.
- Máximos de la diferencia de advección de vorticidad 200-500 hPa.
- Máximos de advección de espesor 500-850 hPa.
- Máximos de la diferencia de advección de espesor
(200-500hPa)-(500-850hPa).
- Mínimos de geopotencial 200 hPa.
- Mínimos de geopotencial 500 hPa.
- Mínimos de geopotencial 850 hPa.

MÁXIMOS DE DIFERENCIA DE ADVECCIÓN DE ESPESOR (200-500hPa)-(500-850 hPa)

DJF Dic 1957- Feb 2006



Nº de veces que cada punto de grid es máximo para la diferencia de advección de espesor ≥ 300 mgp/s

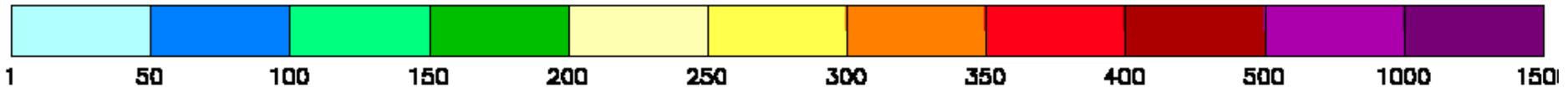
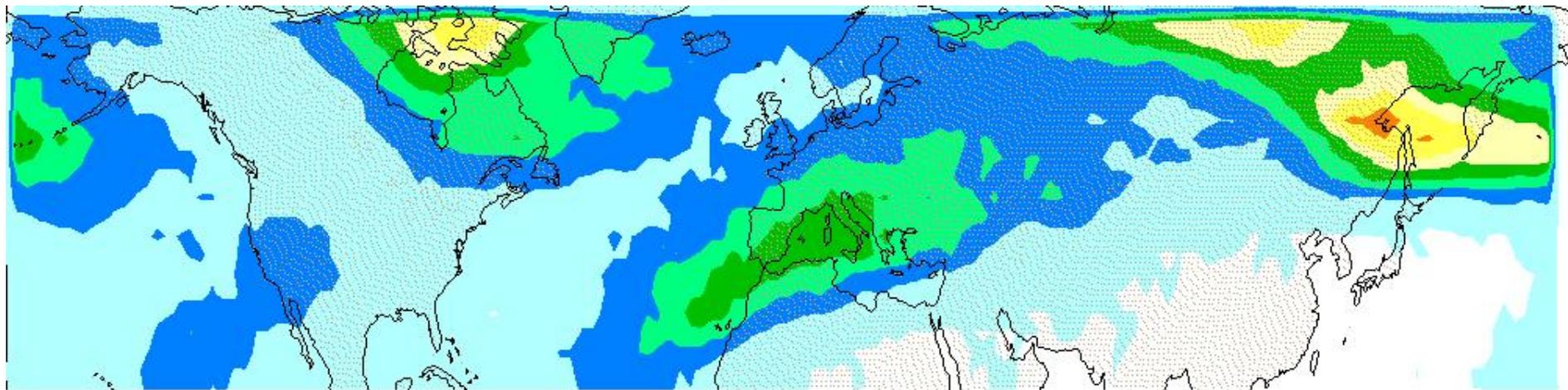
PARÁMETROS CALCULADOS

- Máximos de PFT
 - Máximos de advección de vorticidad 500 hPa.
 - Máximos de la diferencia de advección de vorticidad 200-500 hPa.
 - Máximos de advección de espesor 500-850 hPa.
 - Máximos de la diferencia de advección de espesor
(200-500hPa)-(500-850hPa).
- Mínimos de geopotencial 200 hPa.
 - Mínimos de geopotencial 500 hPa.
 - Mínimos de geopotencial 850 hPa.

MÍNIMO DE GEOPOTENCIAL 200hPa

DJF

Dic 1957- Feb 2006

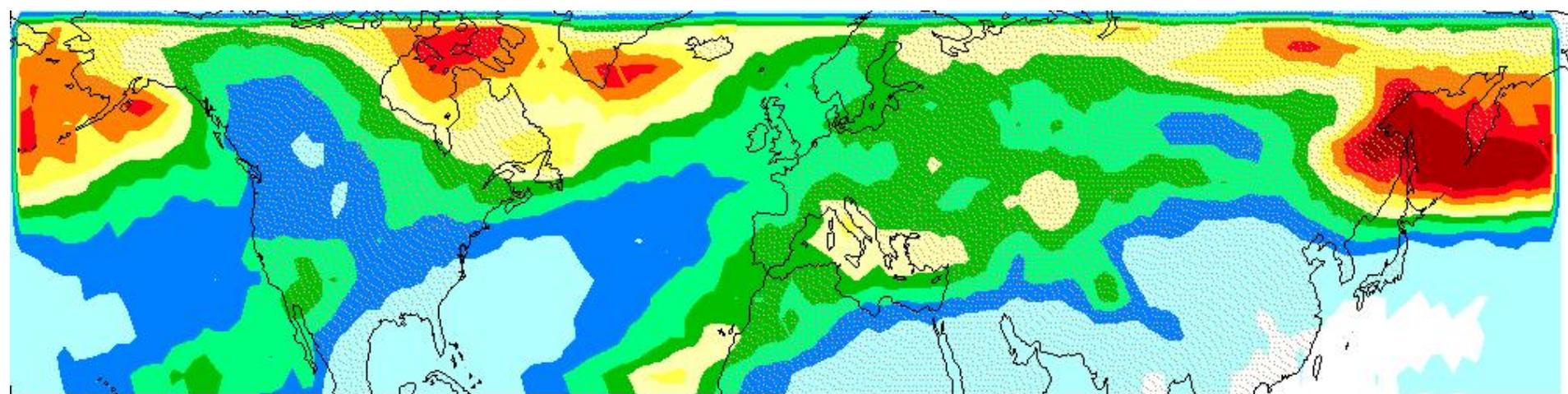


Nº de veces que cada punto de grid es mínimo de geopotencial.

MÍNIMO DE GEOPOTENCIAL 500hPa

DJF

Dic 1957- Feb 2006

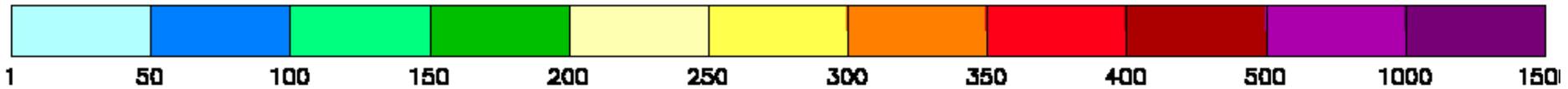
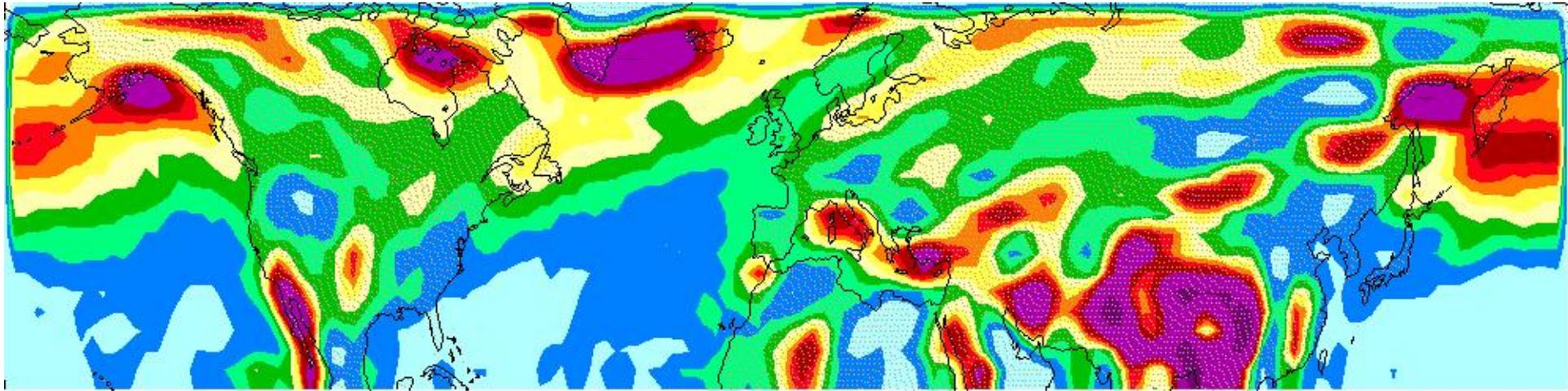


Nº de veces que cada punto de grid es mínimo de geopotencial.

MÍNIMO DE GEOPOTENCIAL 850hPa

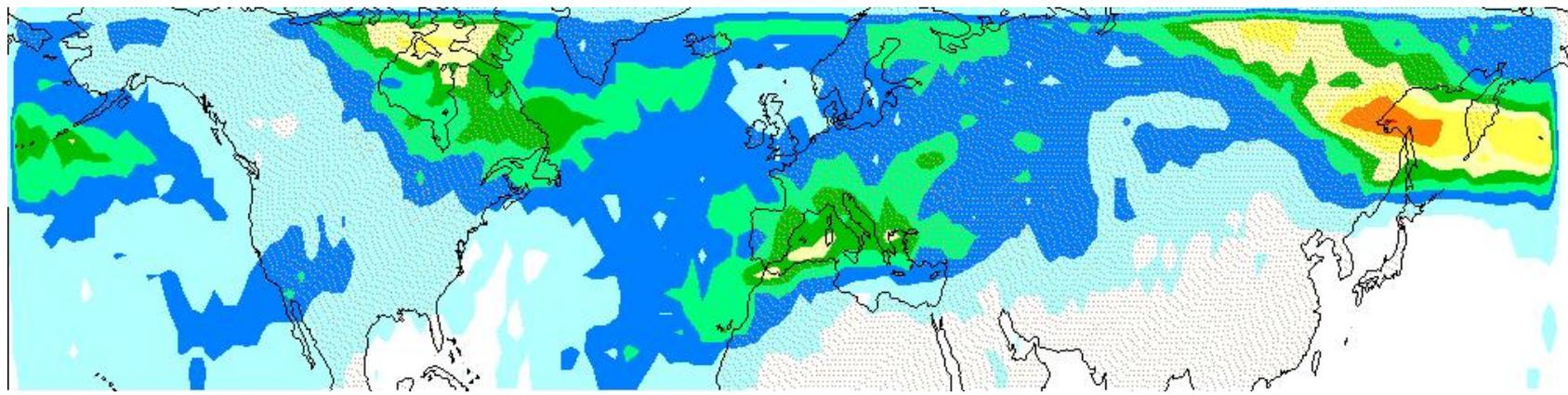
DJF

Dic 1957- Feb 2006

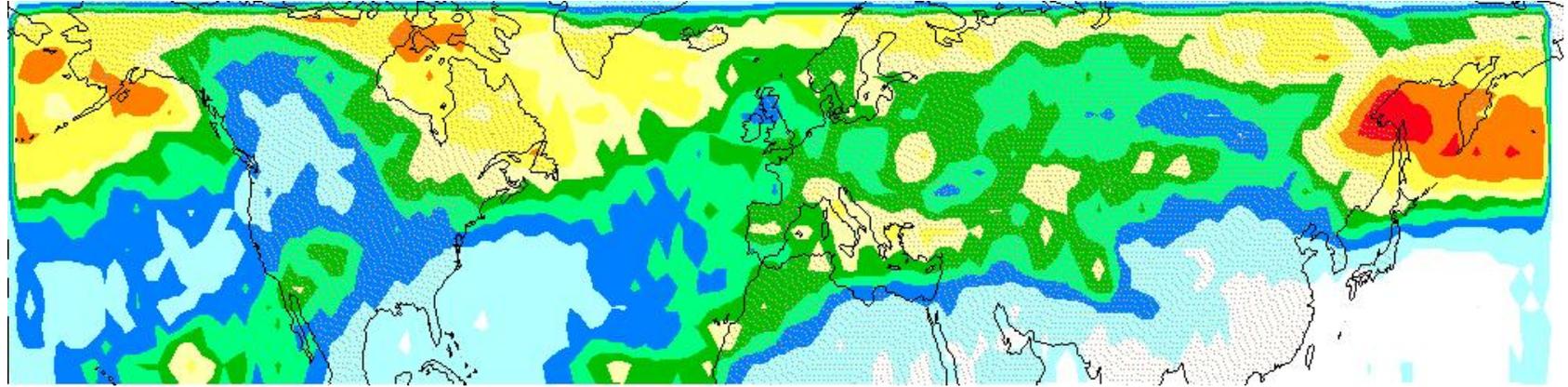


Nº de veces que cada punto de grid es mínimo de geopotencial.

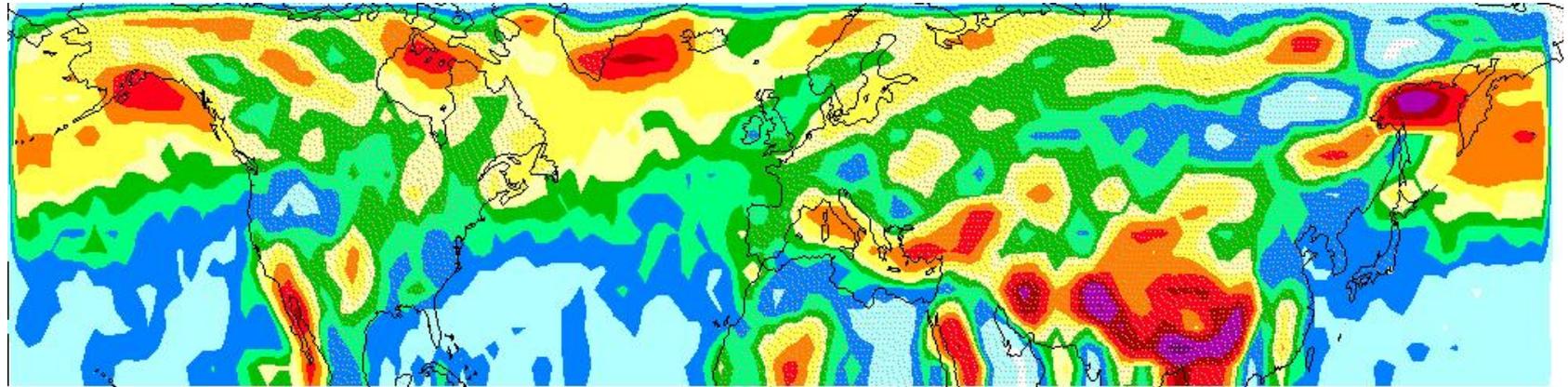
200hPa



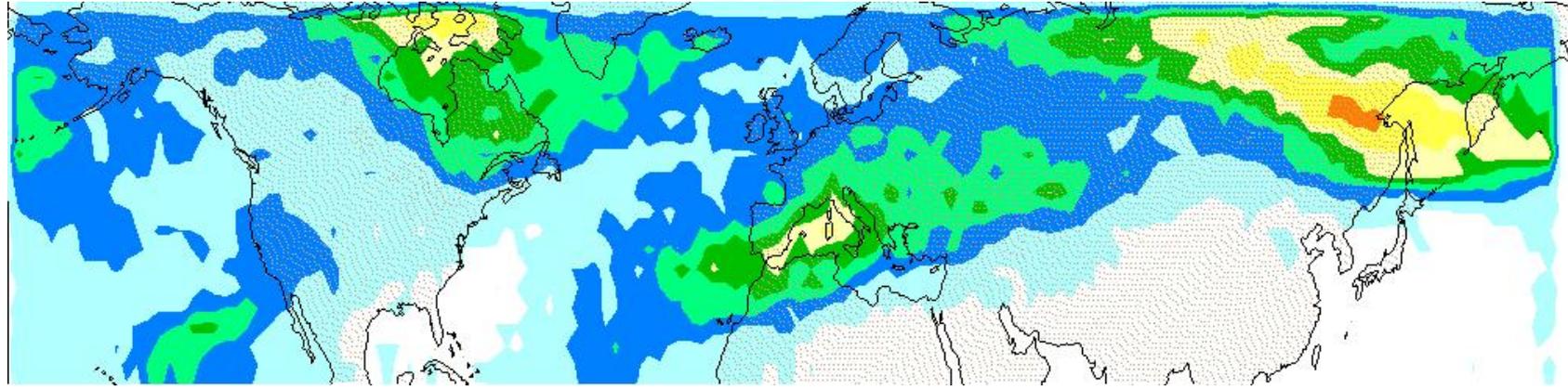
500hPa



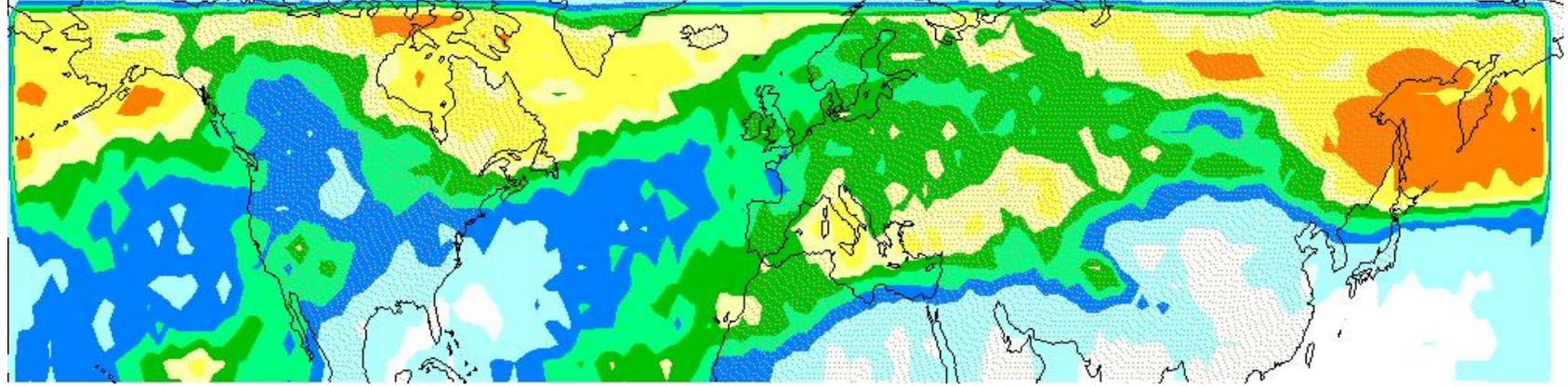
850hPa



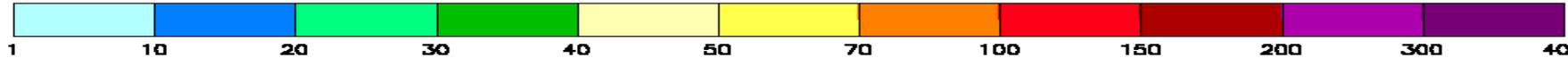
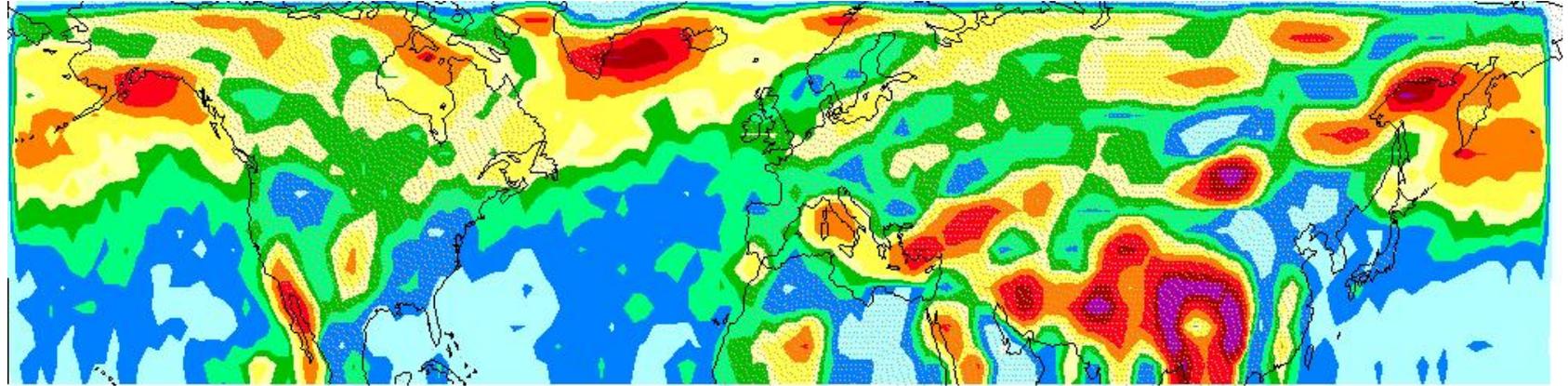
200hPa



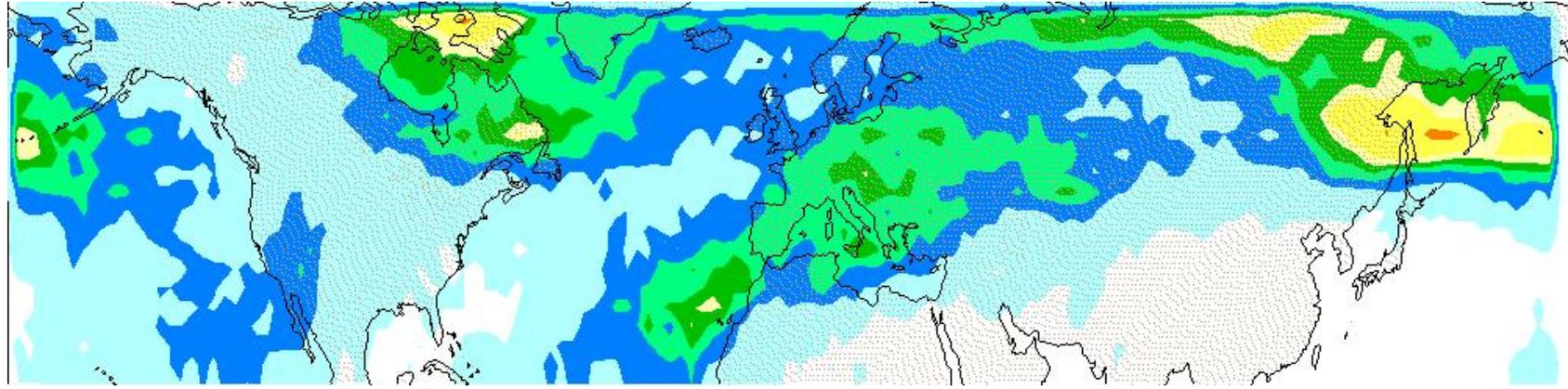
500hPa



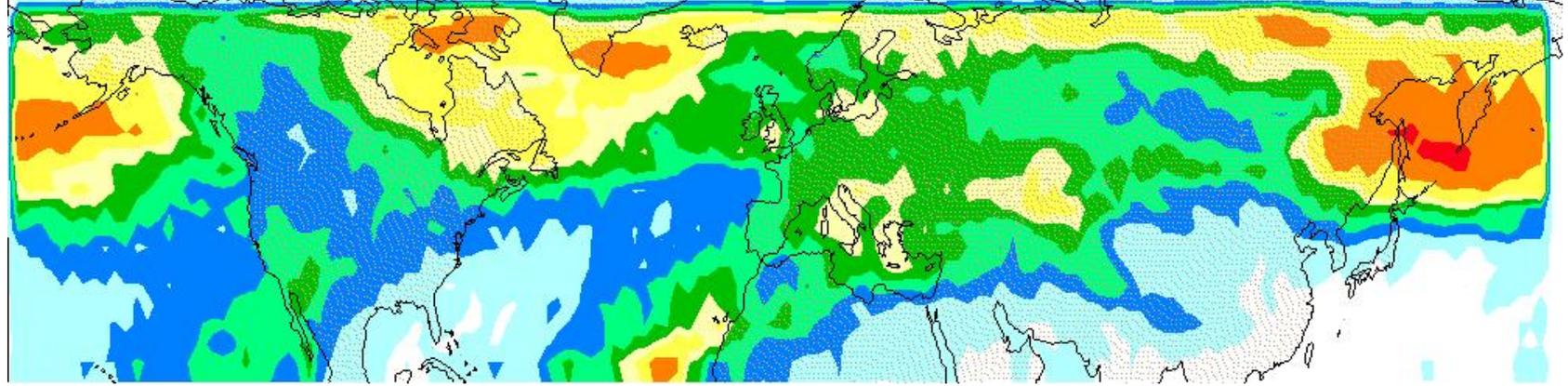
850hPa



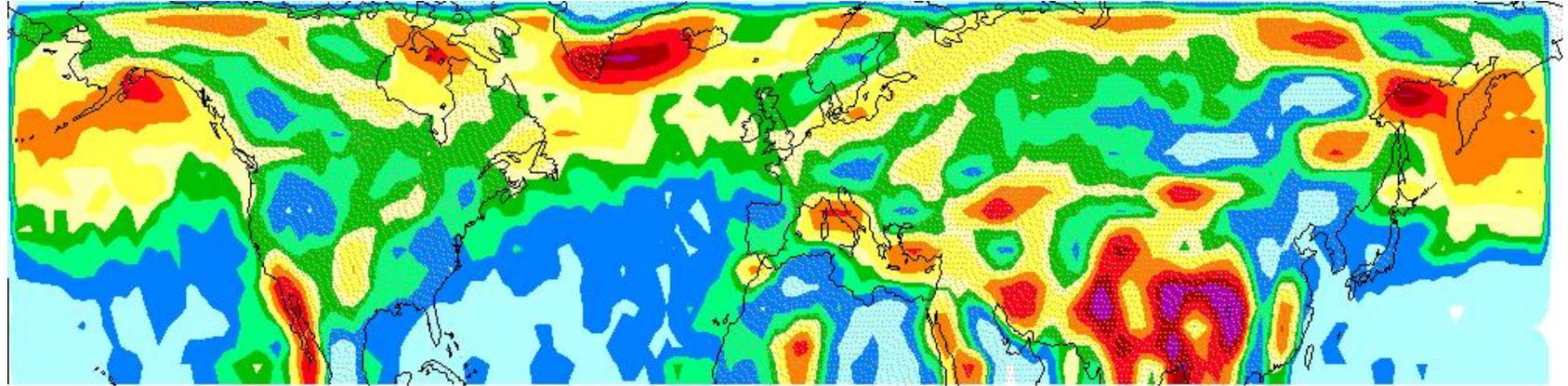
200hPa



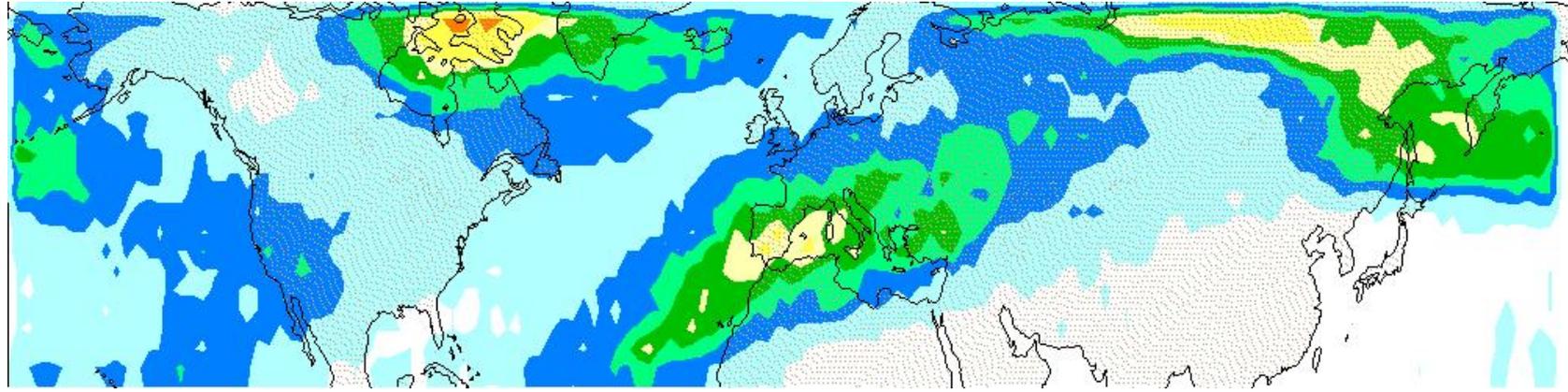
500hPa



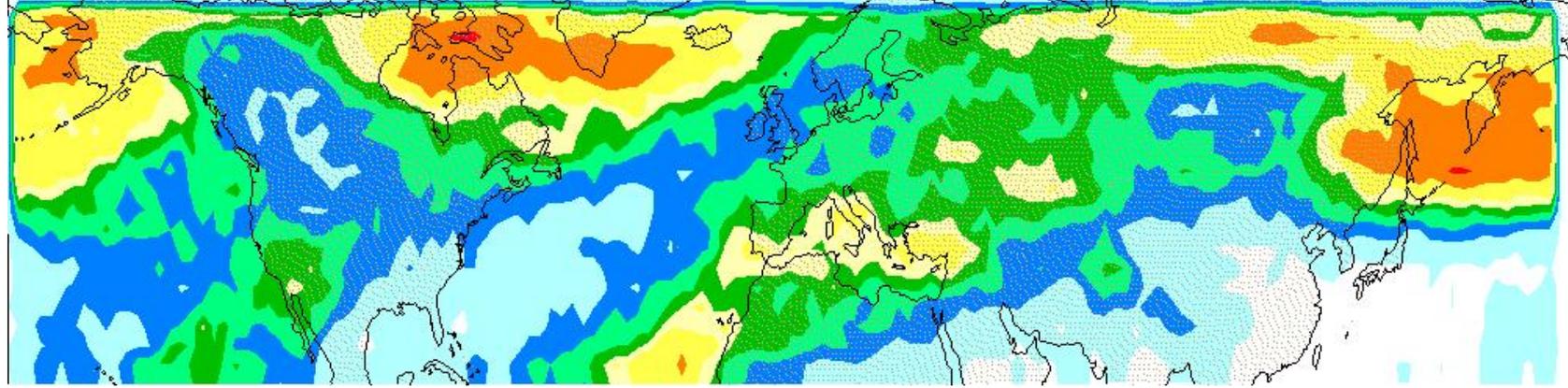
850hPa



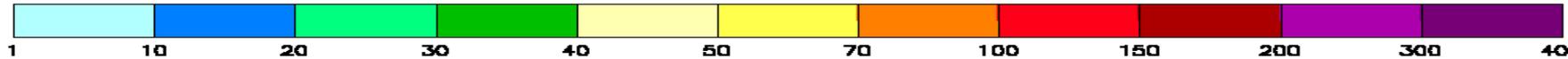
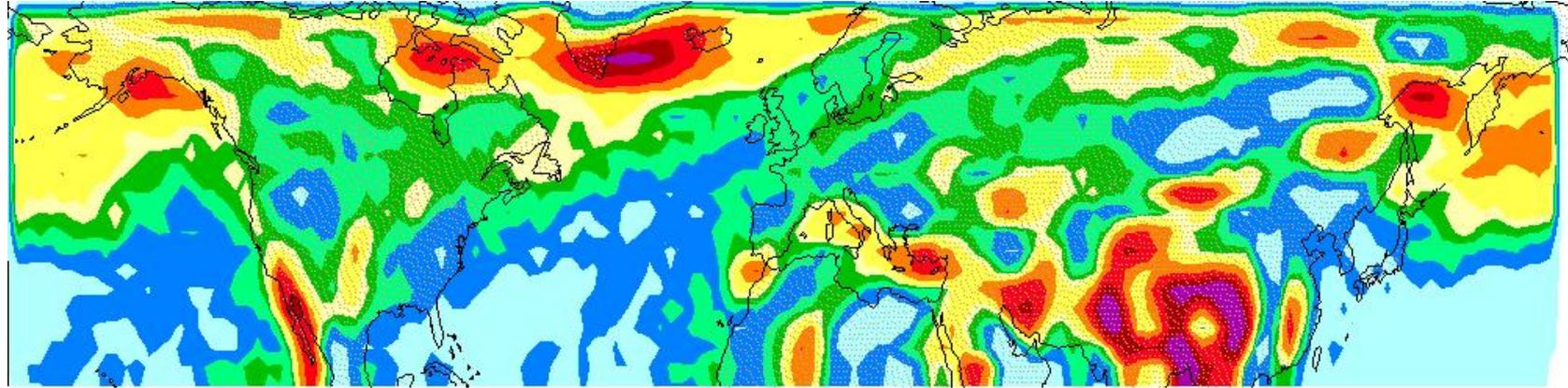
200hPa



500hPa

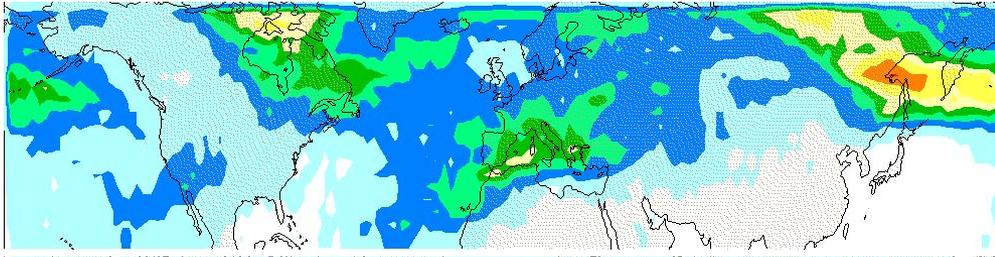


850hPa

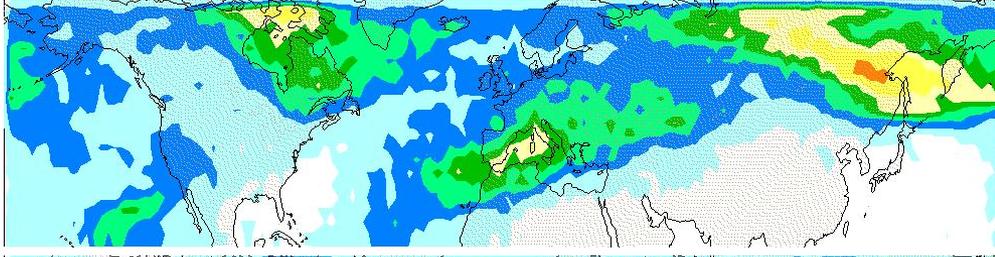


MÍNIMO DE GEOPOTENCIAL 200hPa

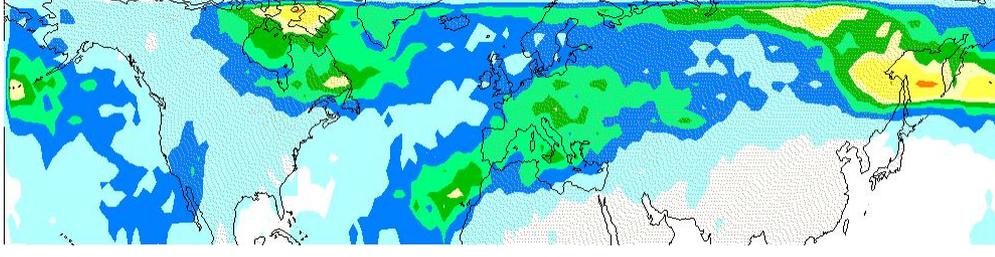
D57-F67



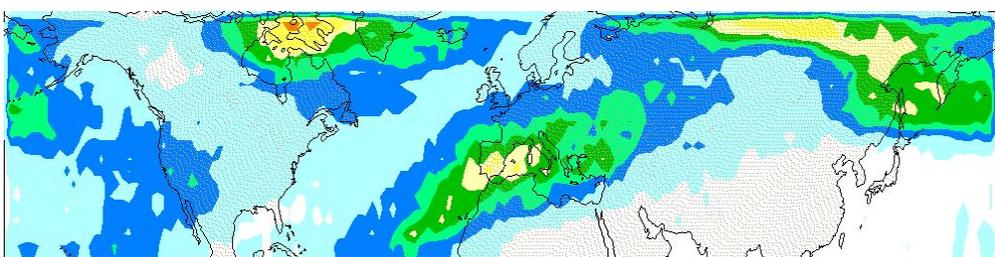
D67-F77



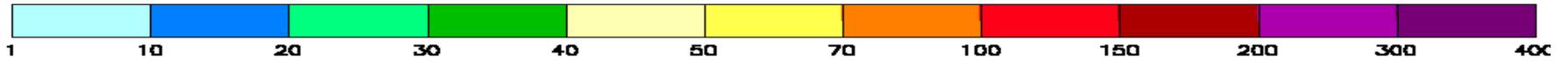
D77-F87



D87-F97



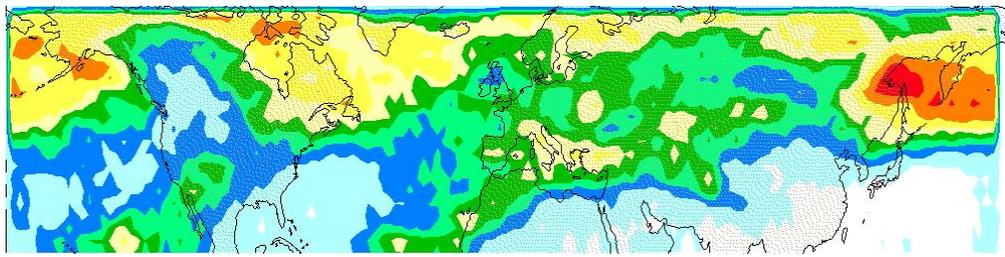
DJF



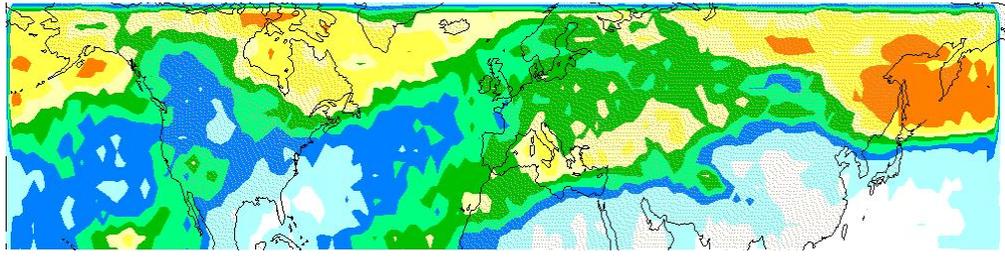
MÍNIMO DE GEOPOTENCIAL 500hPa

DJF

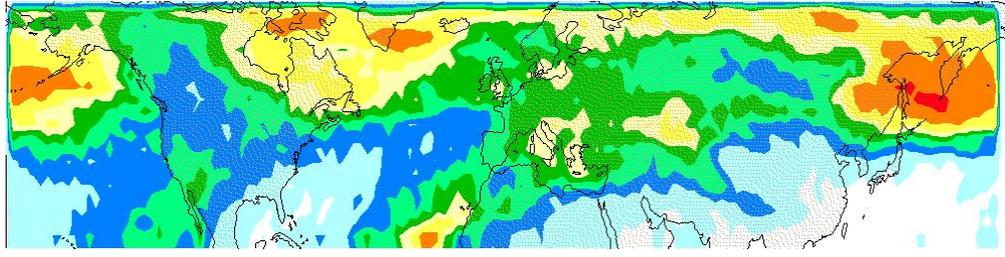
D57-F67



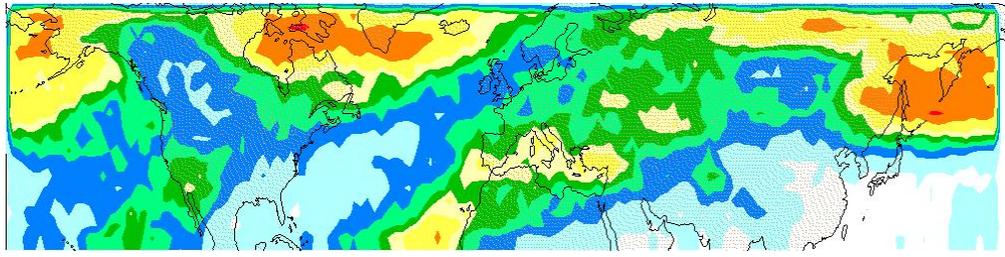
D67-F77



D77-F87



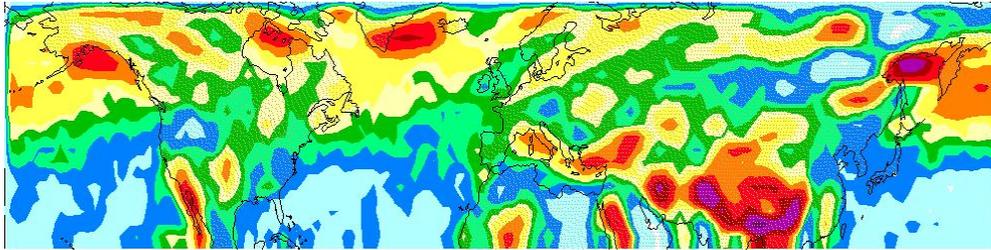
D87-F97



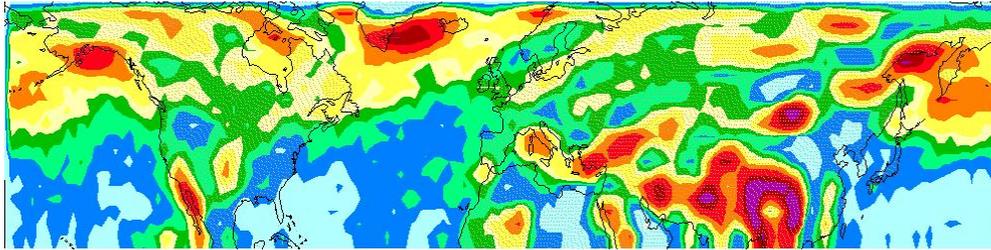
MÍNIMO DE GEOPOTENCIAL 850hPa

DJF

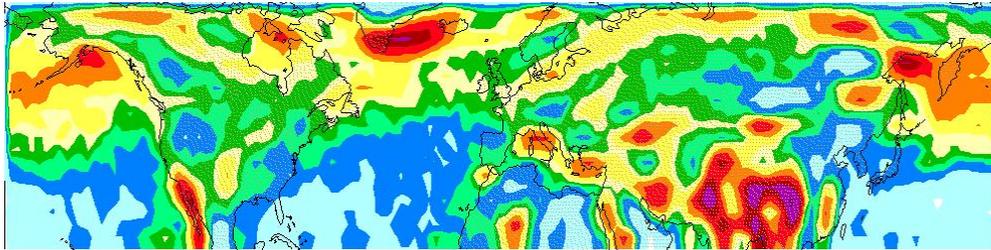
D57-F67



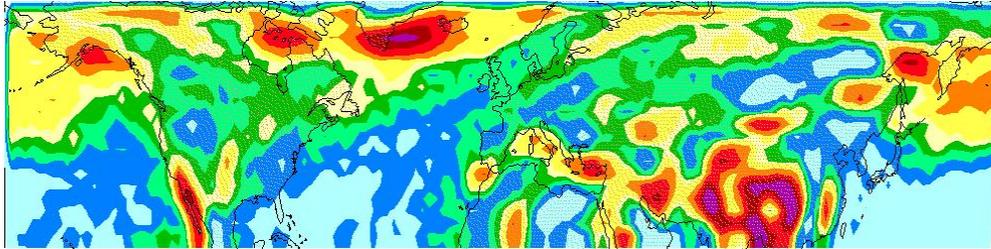
D67-F77



D77-F87



D87-F97



CLIMATOLOGÍA DE ZONAS DE DESARROLLO BAROCLINO

Marta Noguerol, **Laura de la Torre**, Raquel Nieto y
Luis Gimeno

Agosto 2007