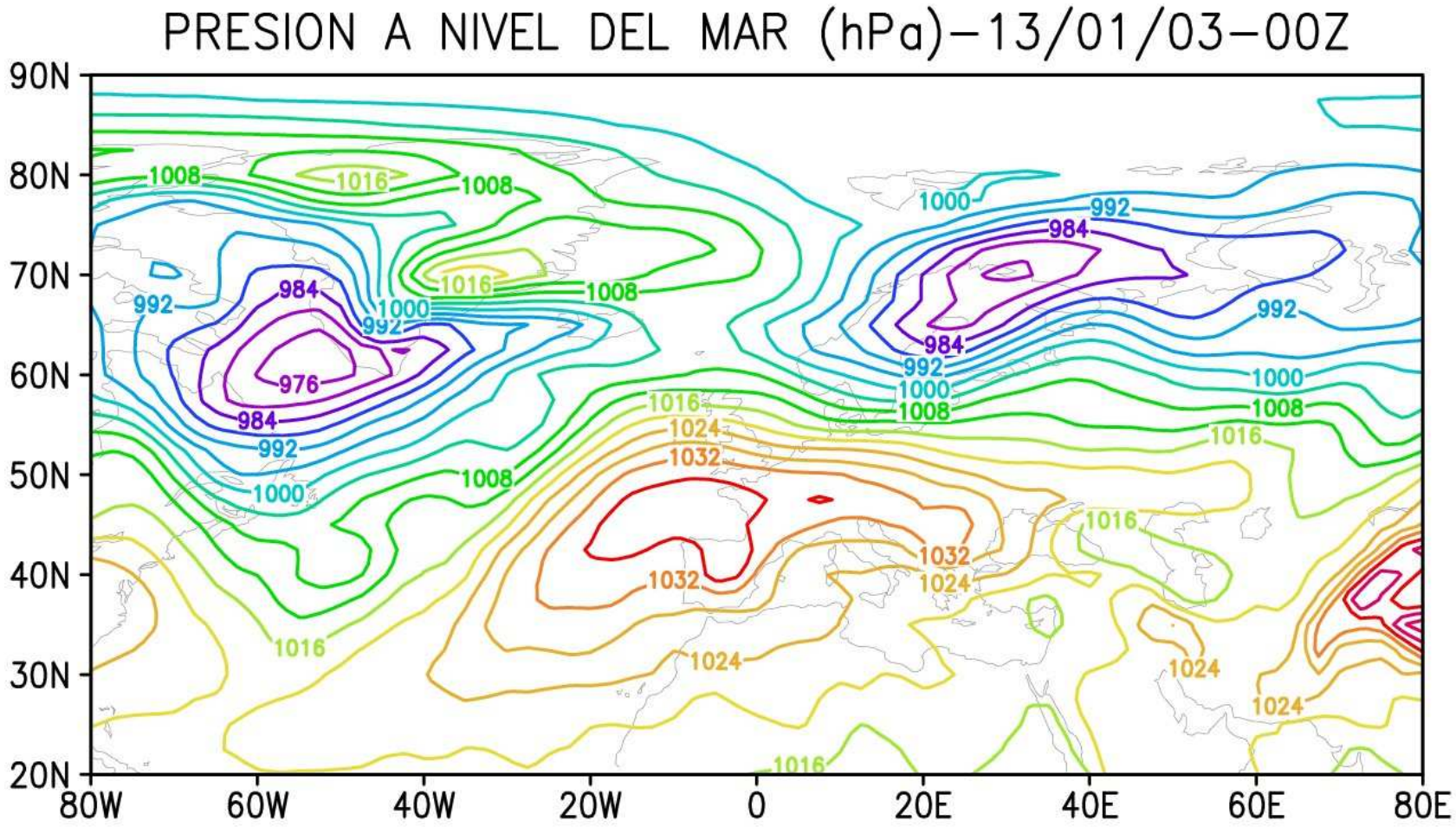
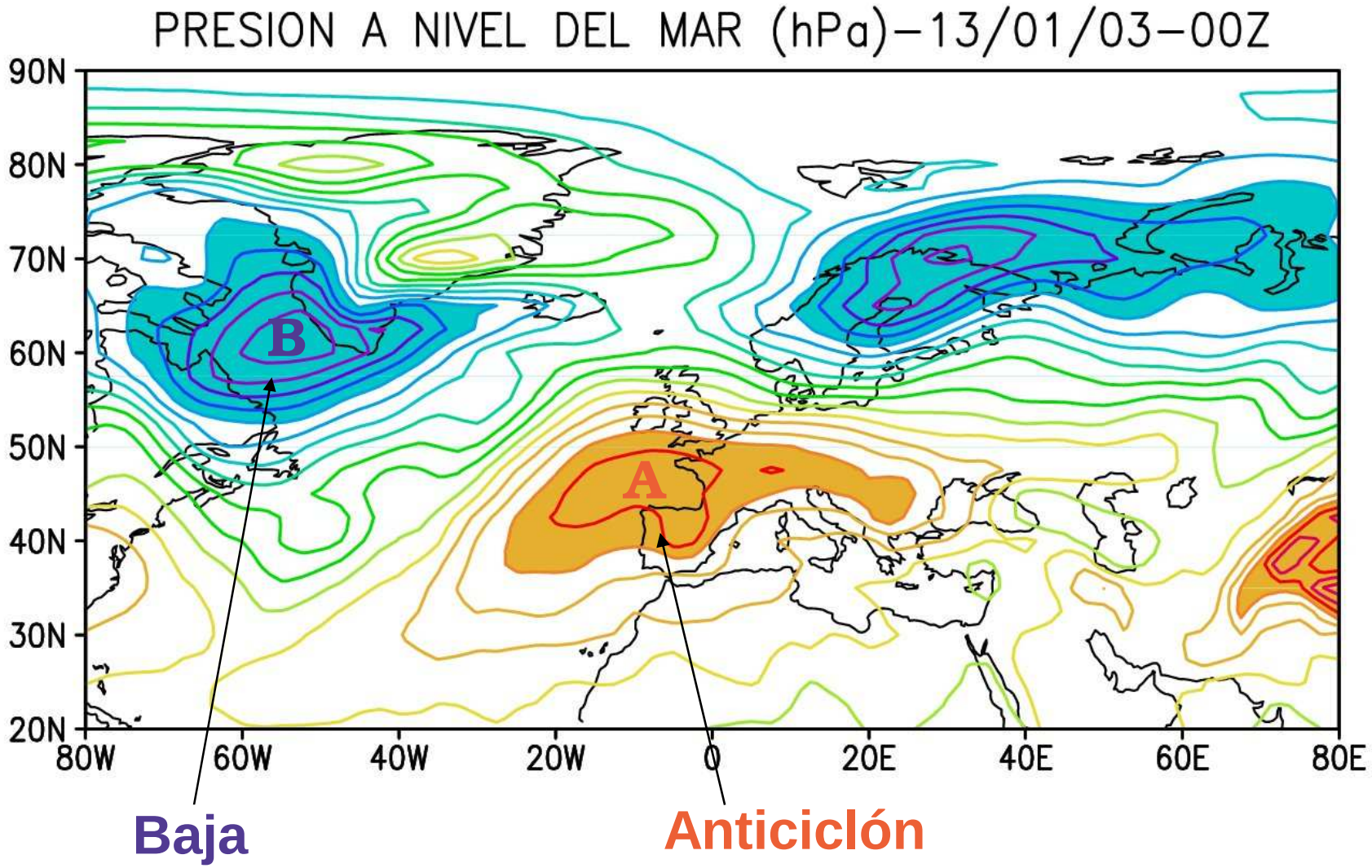
- **Presión, geopotencial y vientos**

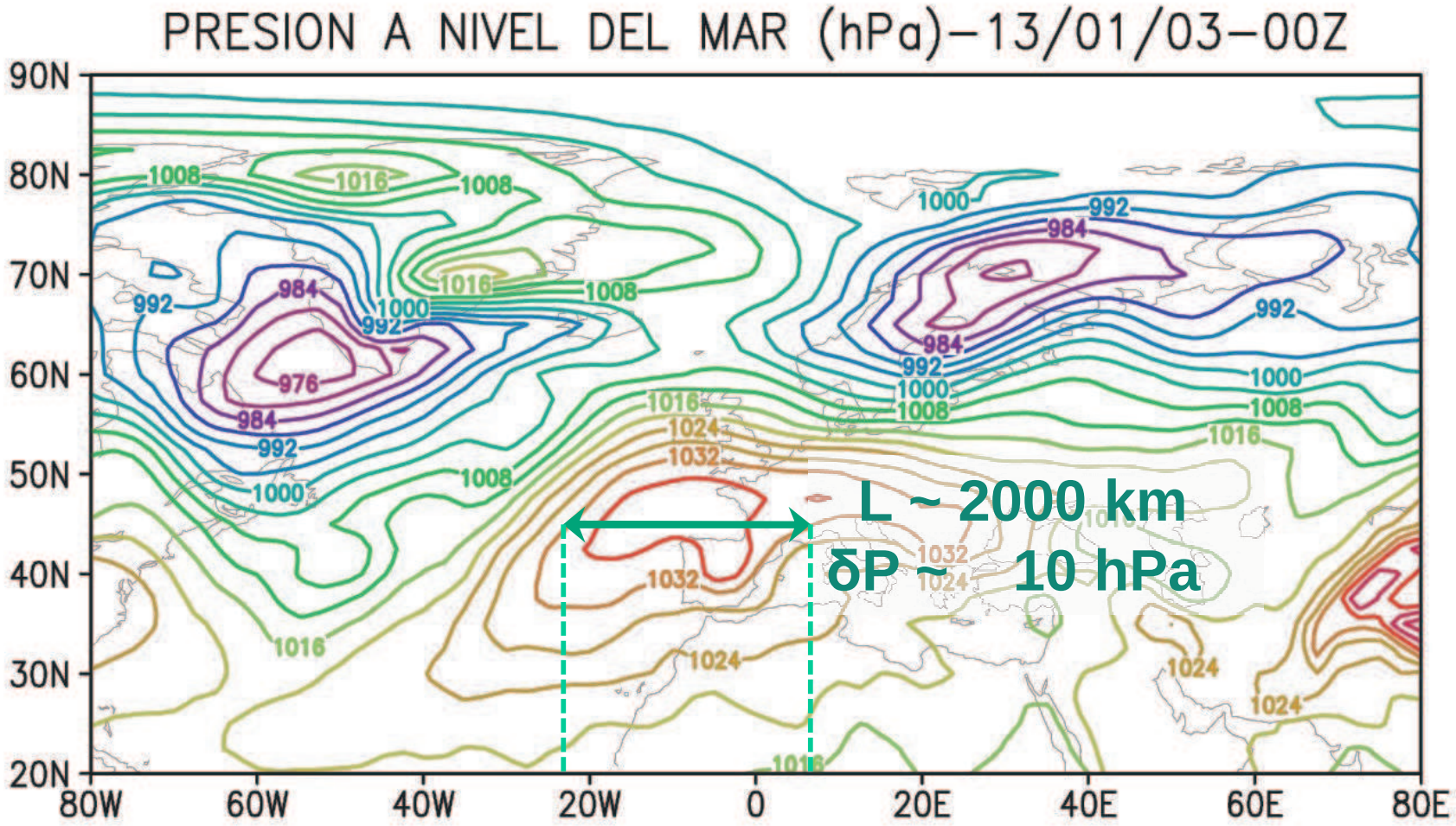
- **Ecuaciones de movimiento**

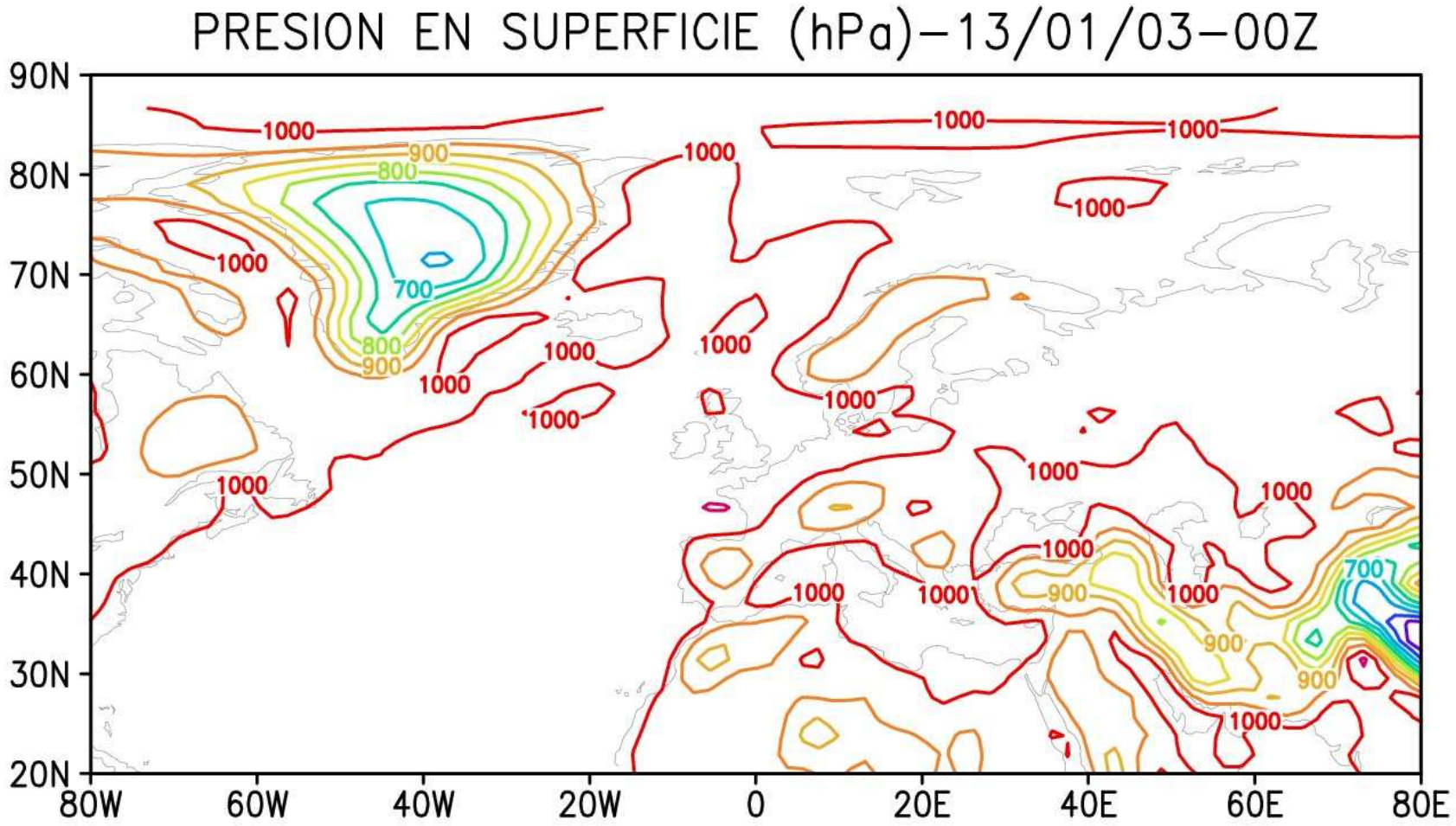
- **Equilibrio geostrófico**

- **Desviaciones del equilibrio geostrófico. Viento del gradiente.**

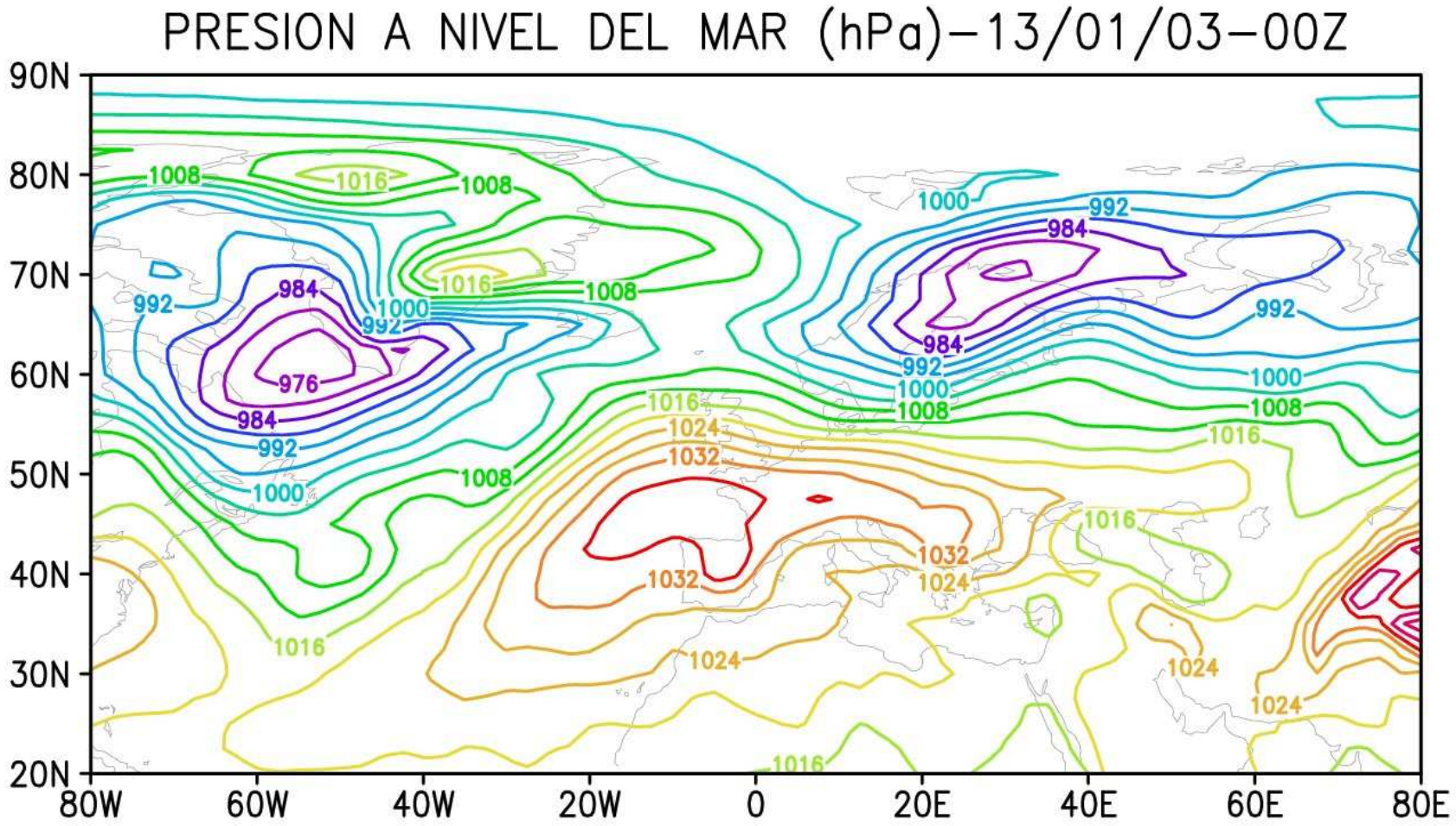

PRESION A NIVEL DEL MAR (hPa)–13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
1008
1016
1008
1000
992
984
1016
1008
992
984
1000
992
976
984
992
1000
1008
1016
1024
1032
1008
1016
1032
1024
1016
1024
1024
1024
1016


PRESION A NIVEL DEL MAR (hPa)–13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
B
A
Baja
Anticiclón

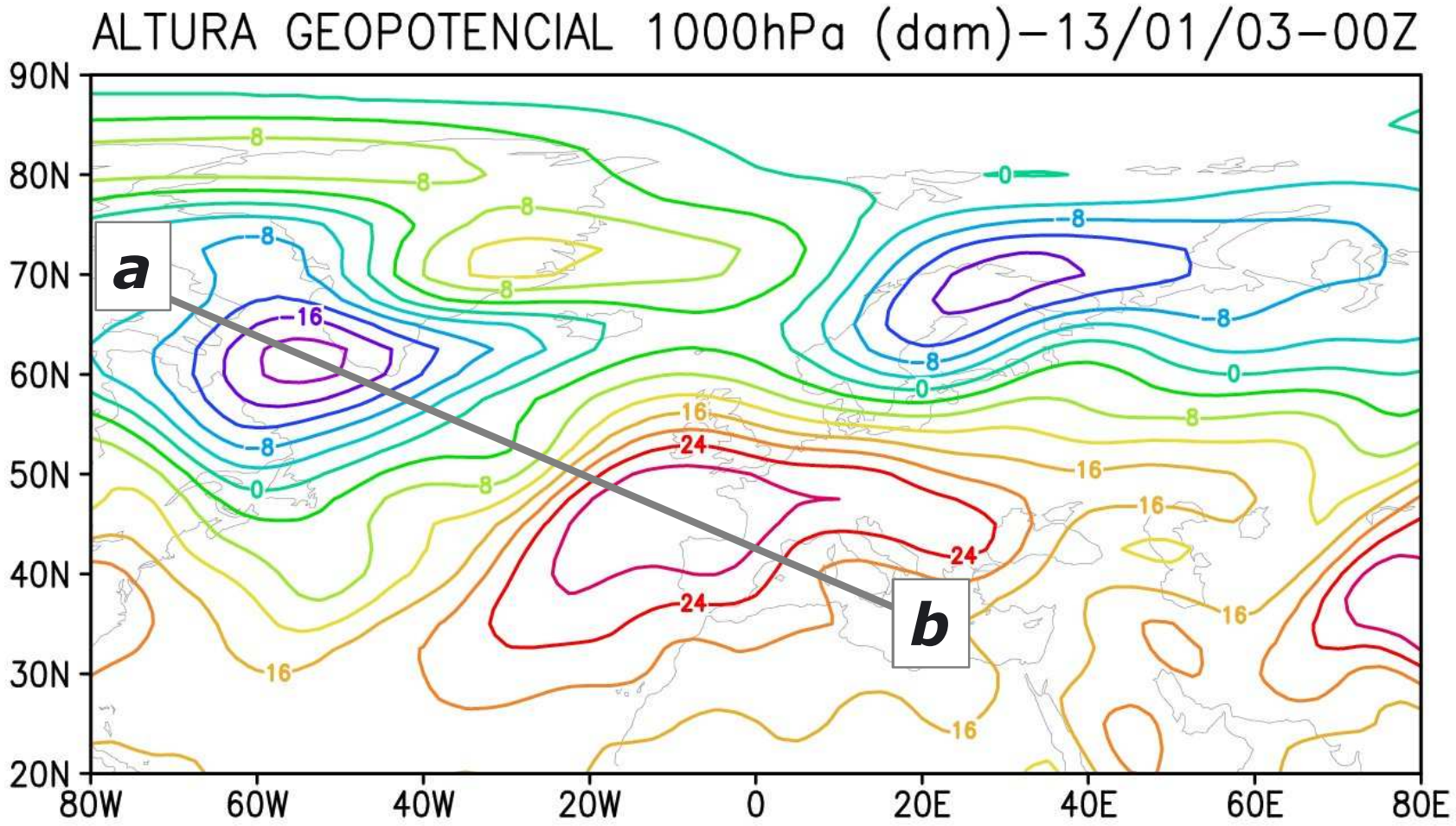

PRESION A NIVEL DEL MAR (hPa)–13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
L ~ 2000 km
δP ~ 10 hPa



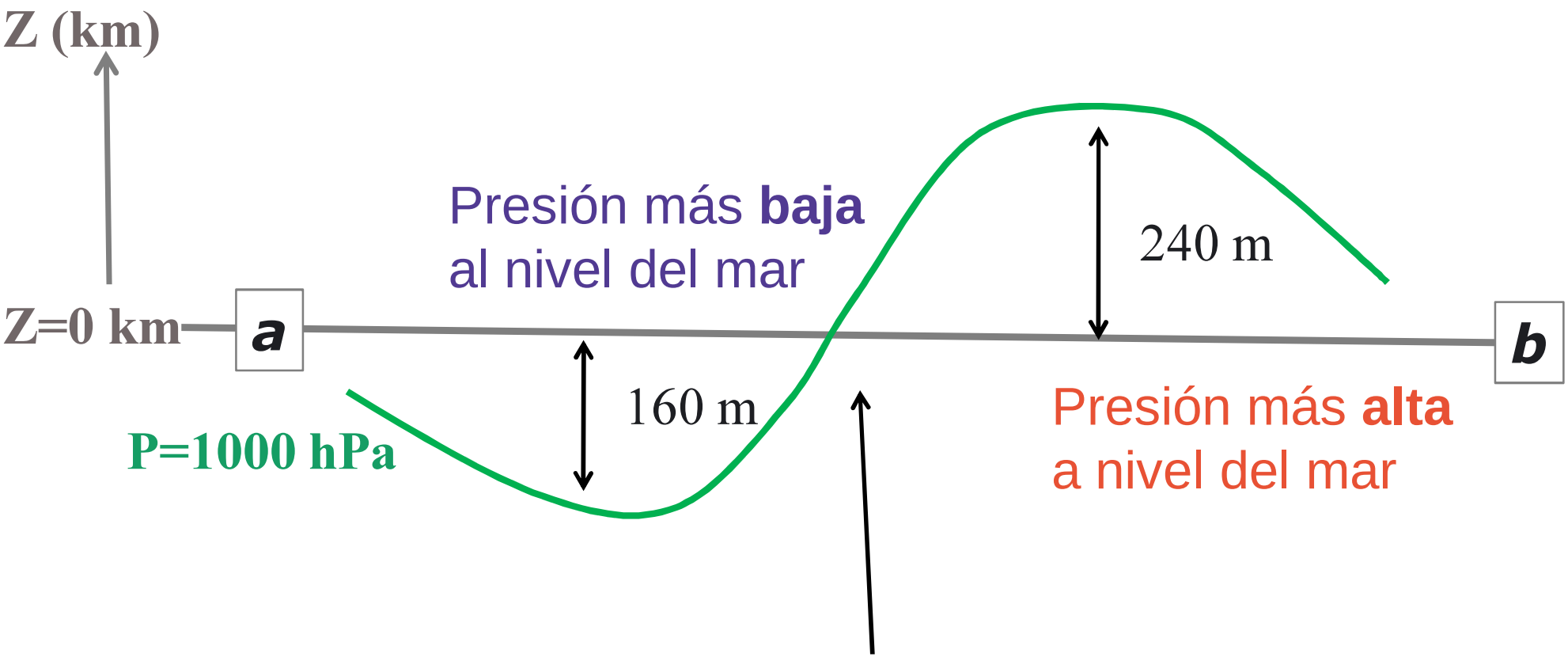
¡No hay que confundir ***presión a nivel del mar*** *con* ***presión en superficie****!*



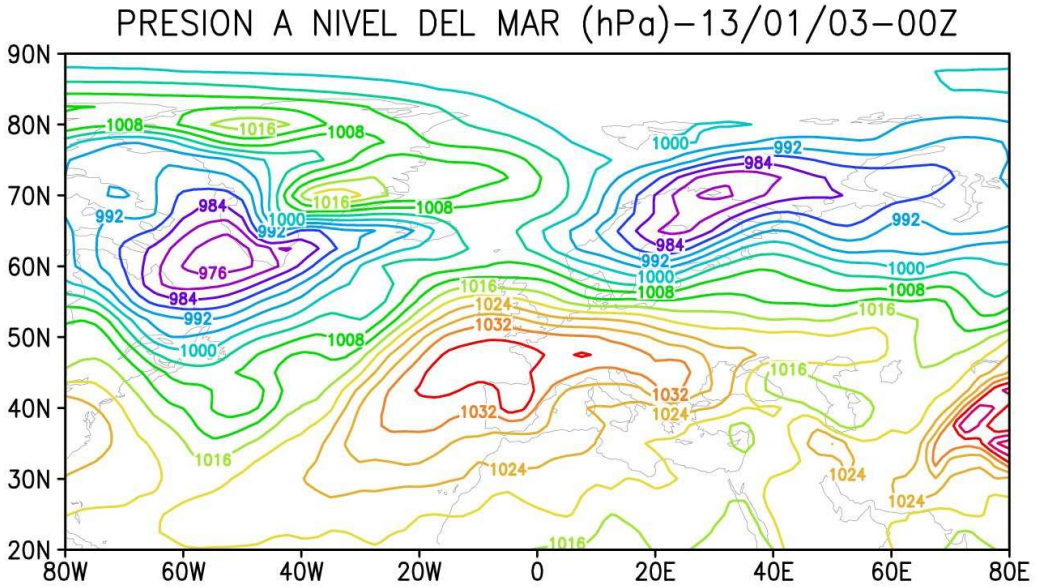
En este mapa se representan valores de presión en la superficie horizontal a una altura de Z=0 km

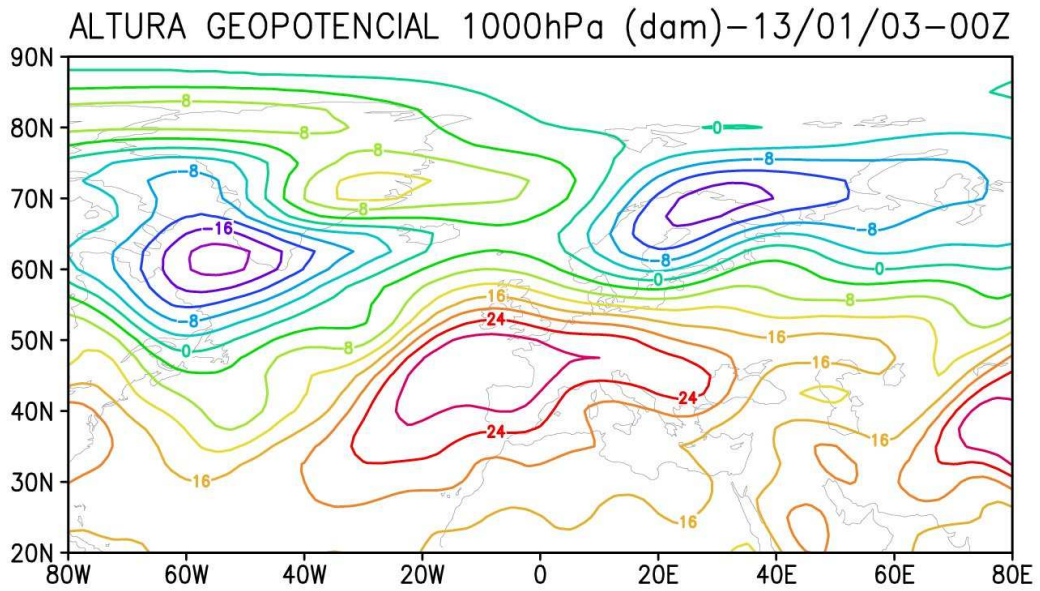


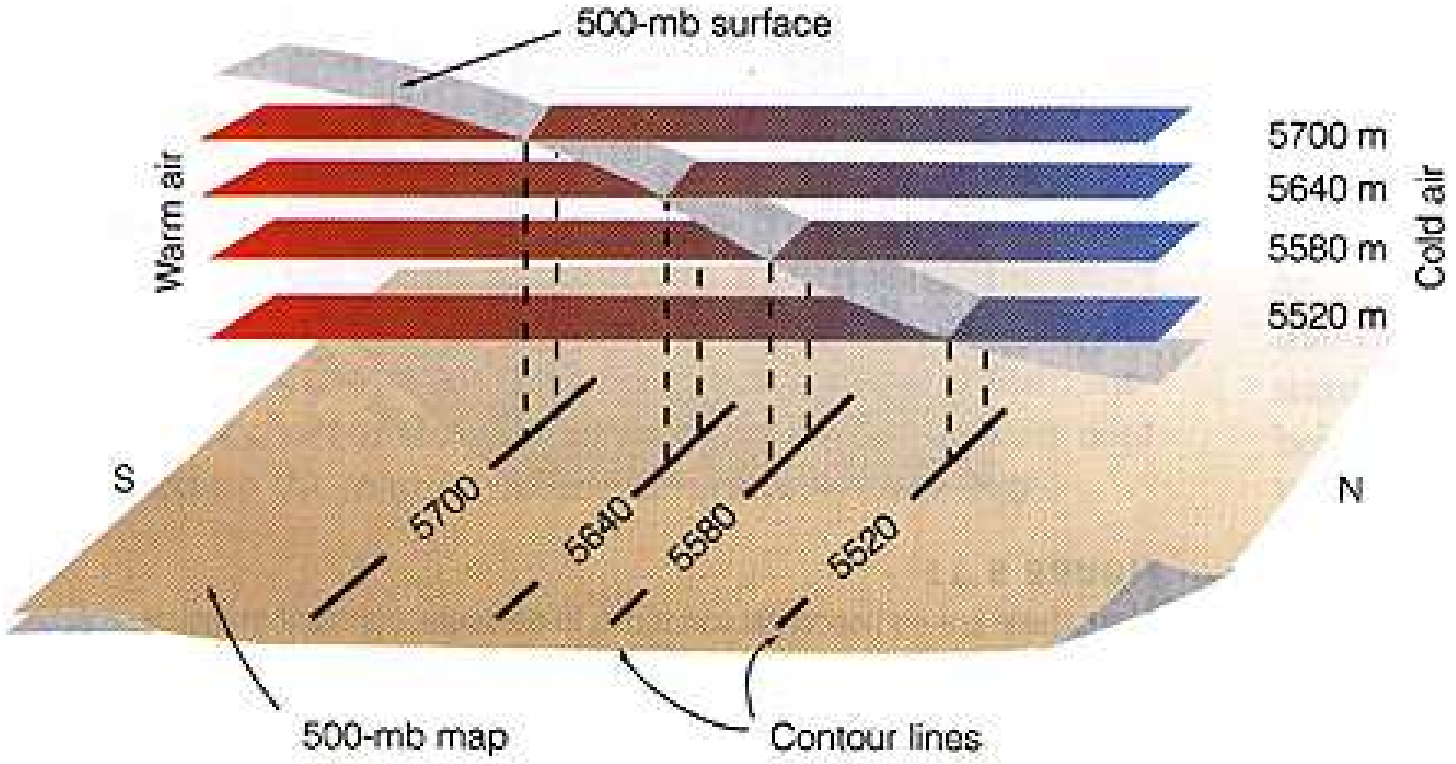
En éste, se representa la altura a la que se encuentra en cada punto la superficie isobárica de 1000 hPa.

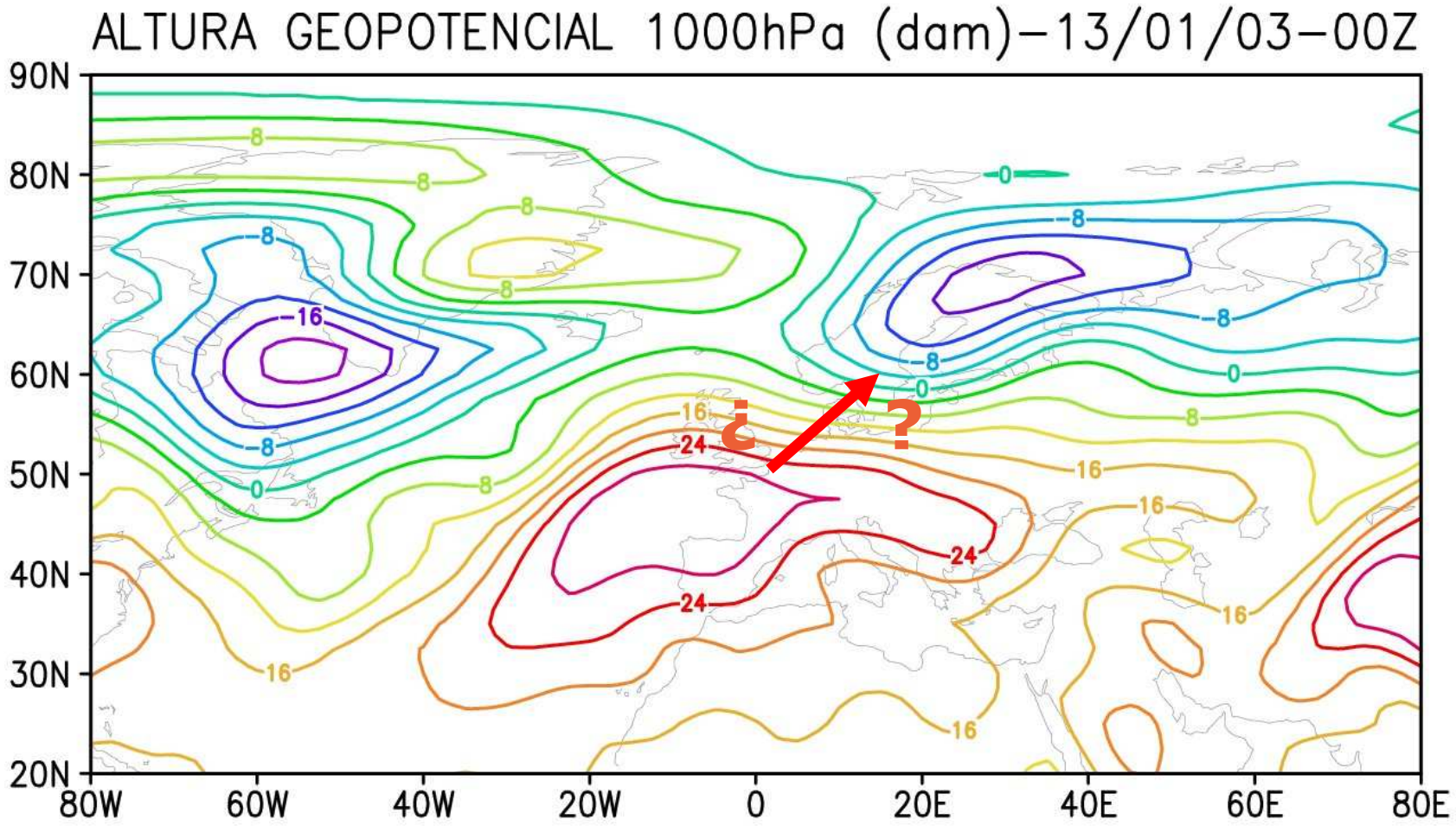


gradiente horizontal de presiones ←→ pendiente de la superficie isobárica

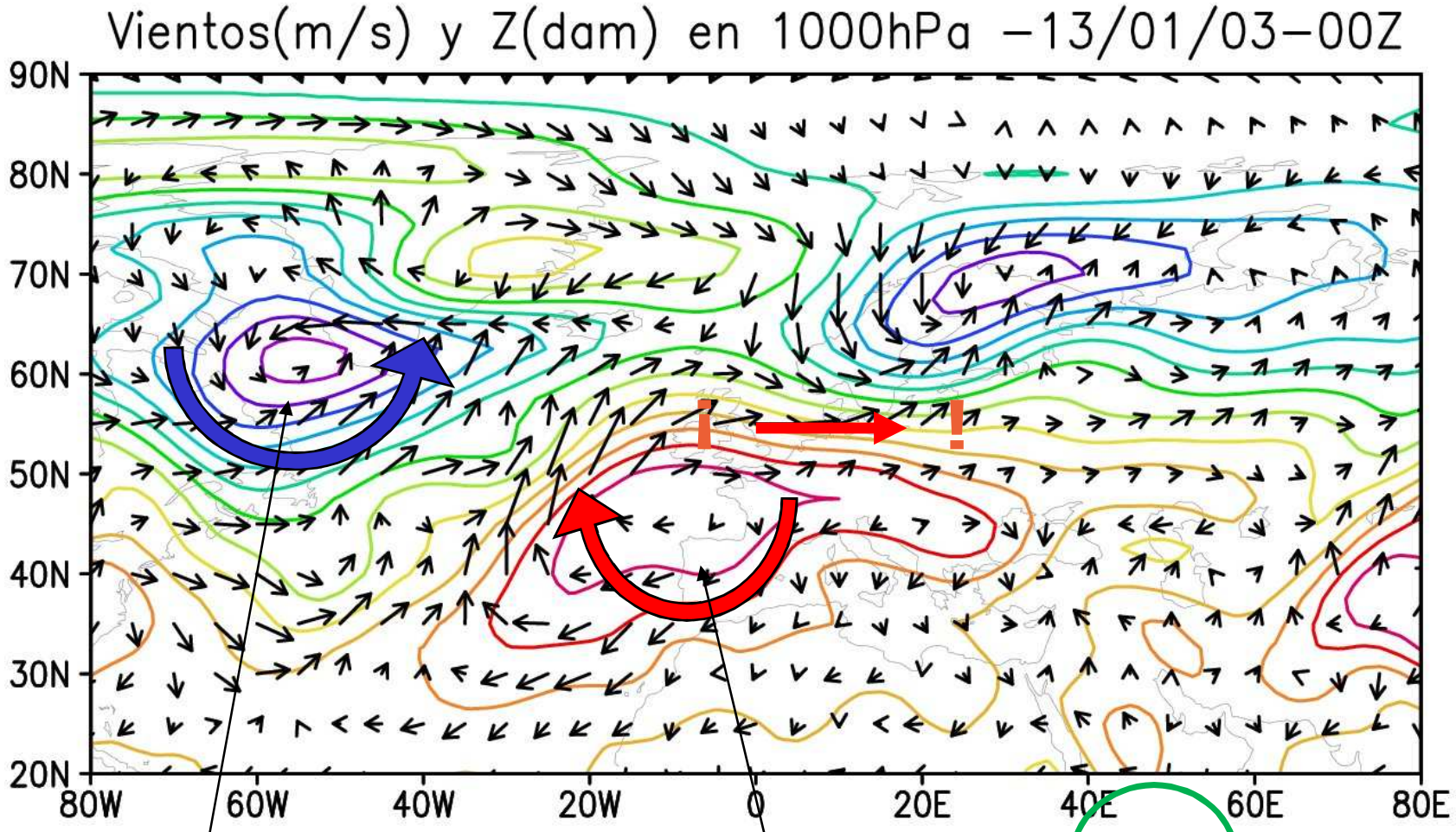

PRESION A NIVEL DEL MAR (hPa)–13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E

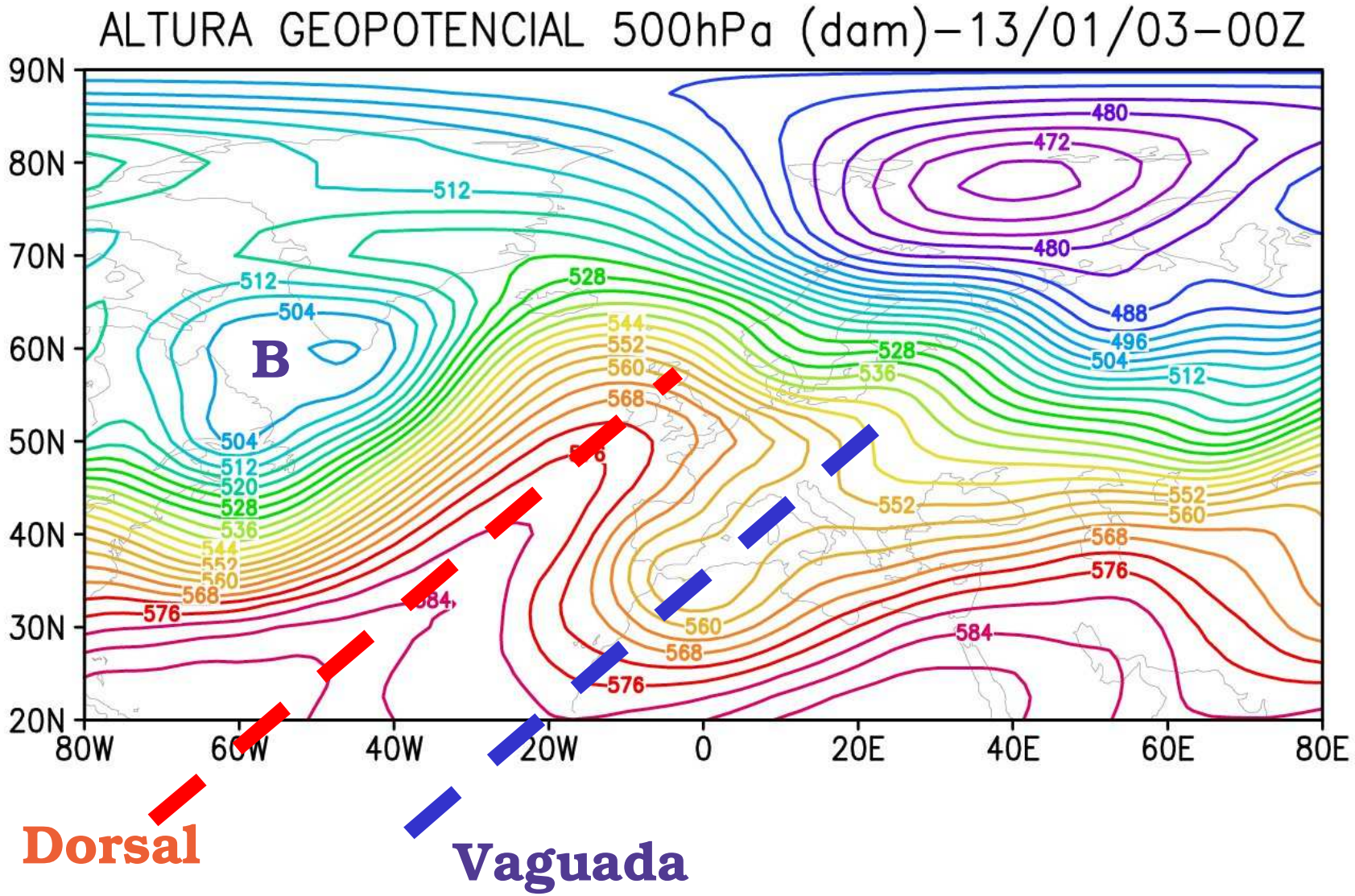

ALTURA GEOPOTENCIAL 1000hPa (dam)–13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E

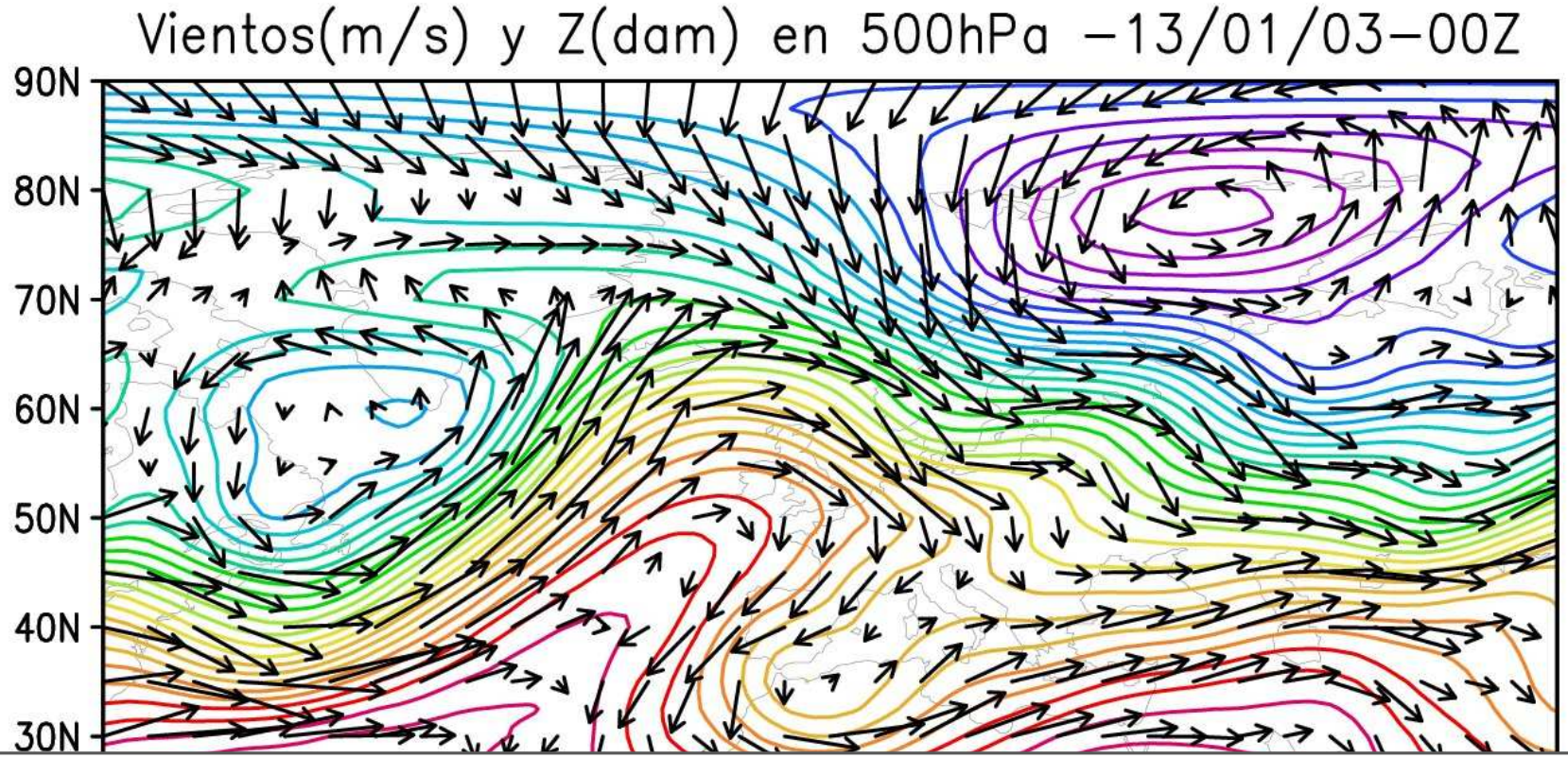

500-mb surface
Warm air
5700 m
5640 m
5580 m
5520 m
Cold air
S
N
5700
5640
5580
5520
500-mb map
Contour lines



¿Sopla el viento de mayor a menor presión?


Vientos(m/s) y Z(dam) en 1000hPa –13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
20
Ciclónico
(+)
Anticiclónico
(-)
u, v ~ 10 m/s
w ~ 1 cm/s


ALTURA GEOPOTENCIAL 500hPa (dam)–13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
B
Dorsal
Vaguada

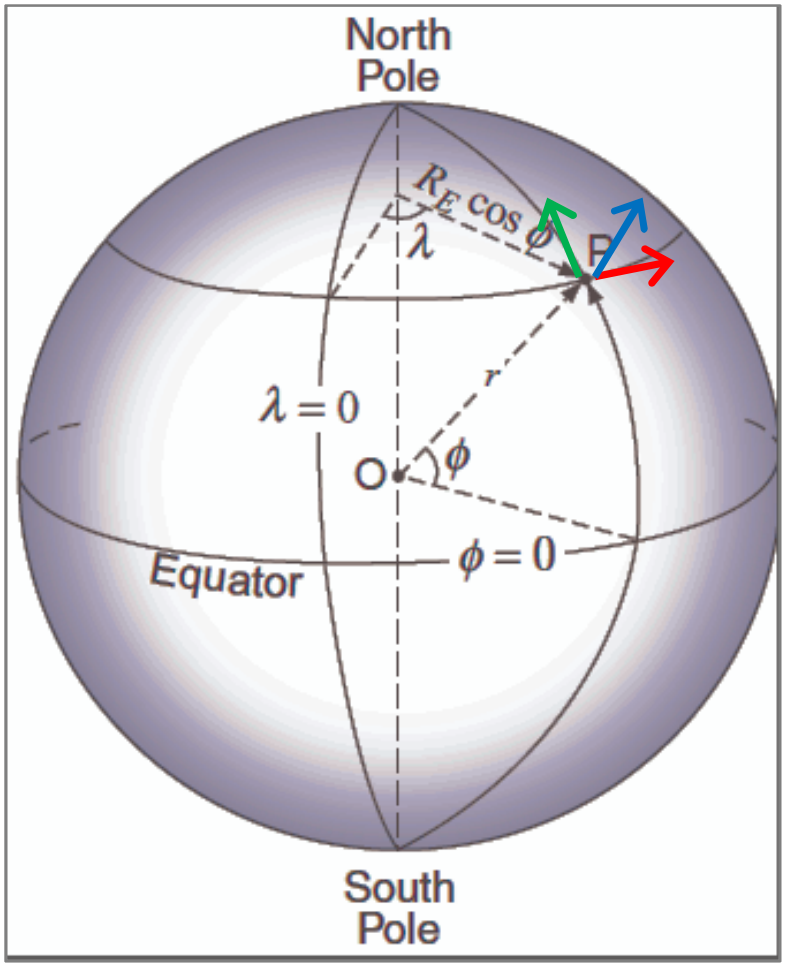


En las latitudes medias del Hemisferio Norte el viento sopla ***paralelo a las isobaras*** *dejando las* ***altas presiones a su derecha.***

Equilibrio geostrófico

Ecuación de movimiento (unidad de masa)

$$\frac{D\mathbf{U}}{Dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{U} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \mathbf{g} + \mathbf{F}_r$$



$$\mathbf{U}=(u\,,\,v\,,\,w)= u\,\mathbf{i} + v\,\mathbf{j} + w\,\mathbf{k}$$

Velocidad del aire (m/s)

$u \equiv$ componente zonal

(a lo largo del paralelo)

positiva hacia el E (vientos del O)

$v \equiv$ componente meridional

(a lo largo del meridiano)

positiva hacia el N (vientos del S)

$w \equiv$ componente vertical

(a lo largo de la vertical local)

positiva hacia arriba

Ecuación de movimiento (unidad de masa)

Densidad del aire

Fuerza de Coriolis

gravedad

$$\frac{D\mathbf{U}}{Dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{U} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \mathbf{g} + \mathbf{F}_r$$

fricción

Fuerza del gradiente de presiones

Fuerza ficticia

debida al uso de un sistema de referencia no inercial

Desvía los objetos en movimiento hacia la derecha del mismo

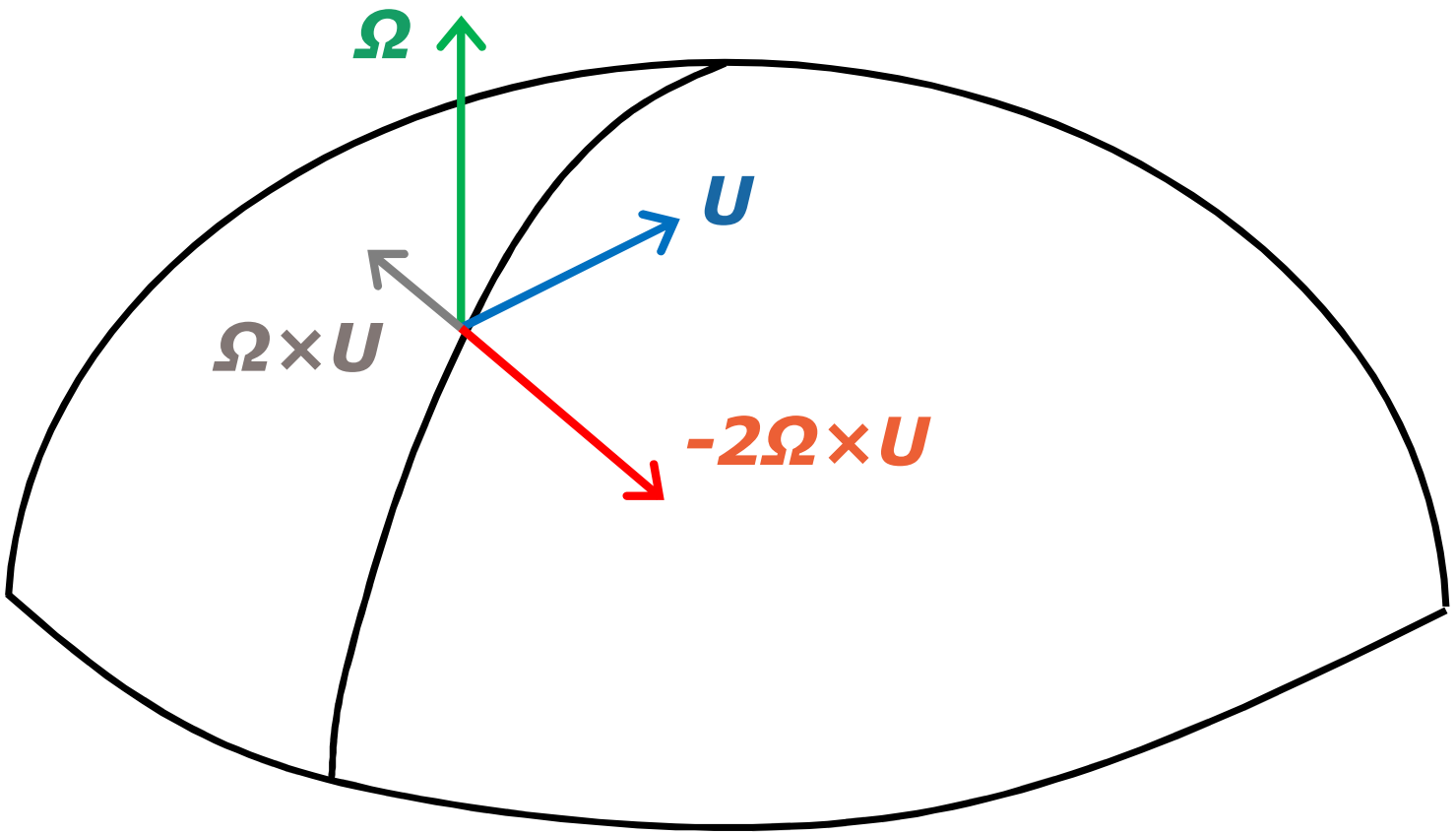
Ω *≡velocidad angular de rotación de la Tierra*

Vector paralelo al eje de rotación – $|\boldsymbol{\Omega}| \approx 7.3\times10^{-5}$ rad/s

Ecuación de movimiento (unidad de masa)

Fuerza de Coriolis

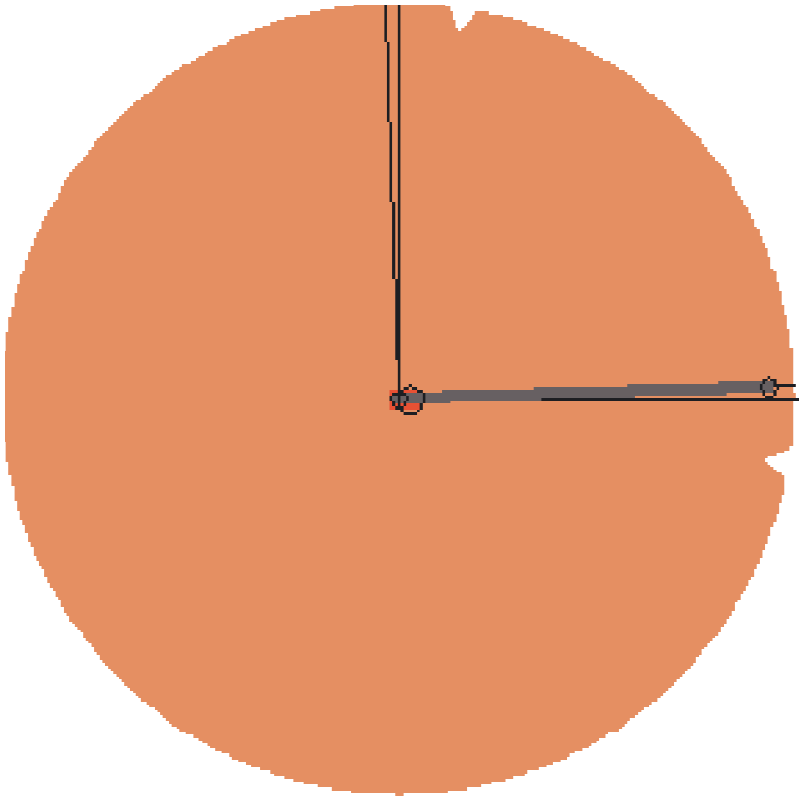
$$\frac{D\mathbf{U}}{Dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{U} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \mathbf{g} + \mathbf{F}_r$$

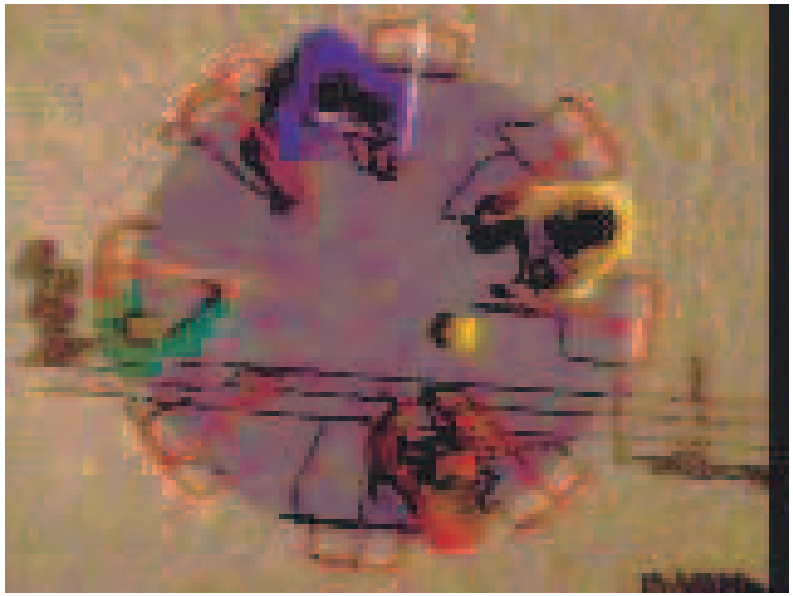


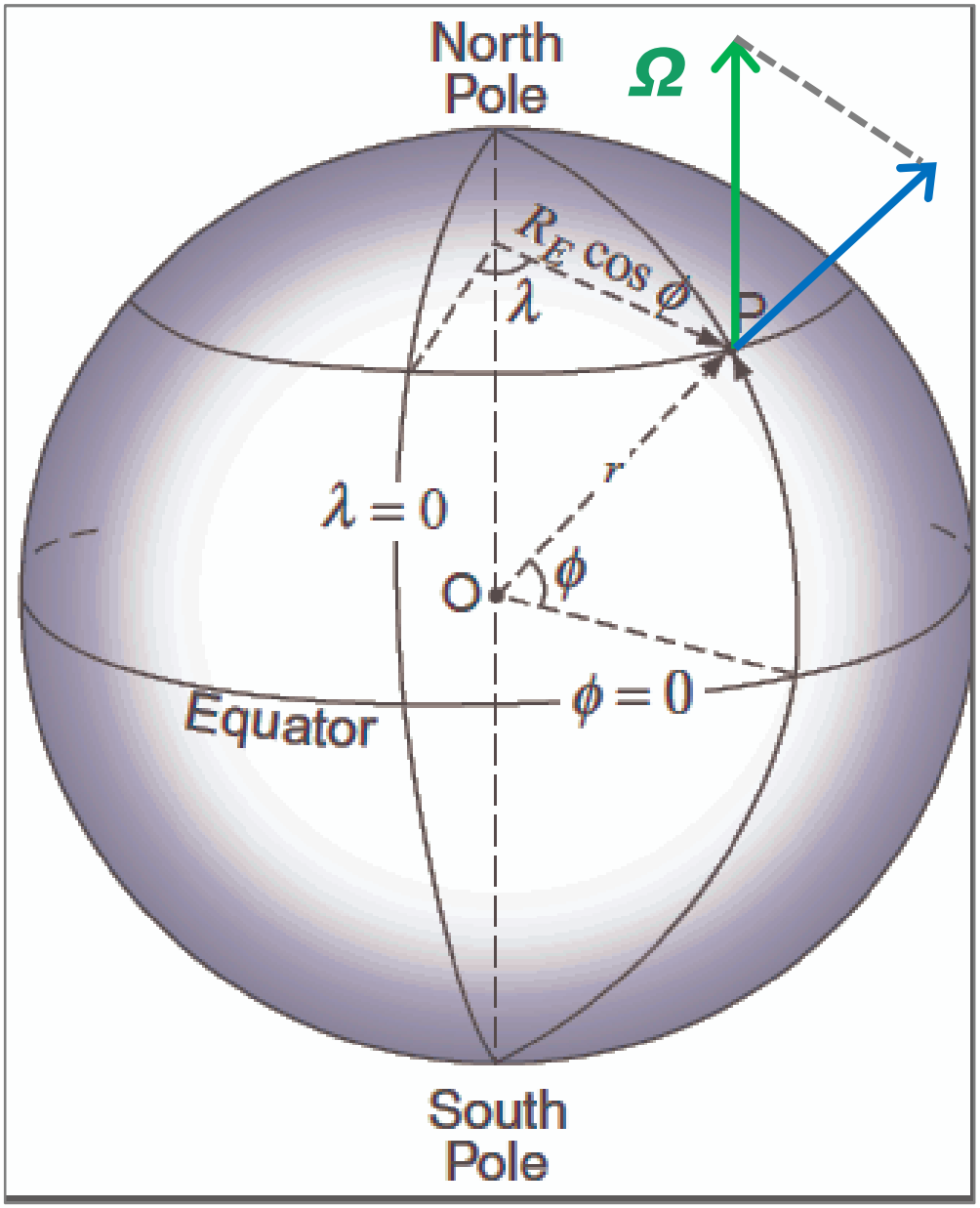
Ecuación de movimiento (unidad de masa)

Fuerza de Coriolis

$$\frac{D\mathbf{U}}{Dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{U} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \mathbf{g} + \mathbf{F}_r$$







~10^{-4} s^{-1} en latitudes medias

$$2\Omega sen\ \phi = f \equiv$$

parámetro de Coriolis

Vorticidad planetaria

Componente horizontal de la fuerza de Coriolis:

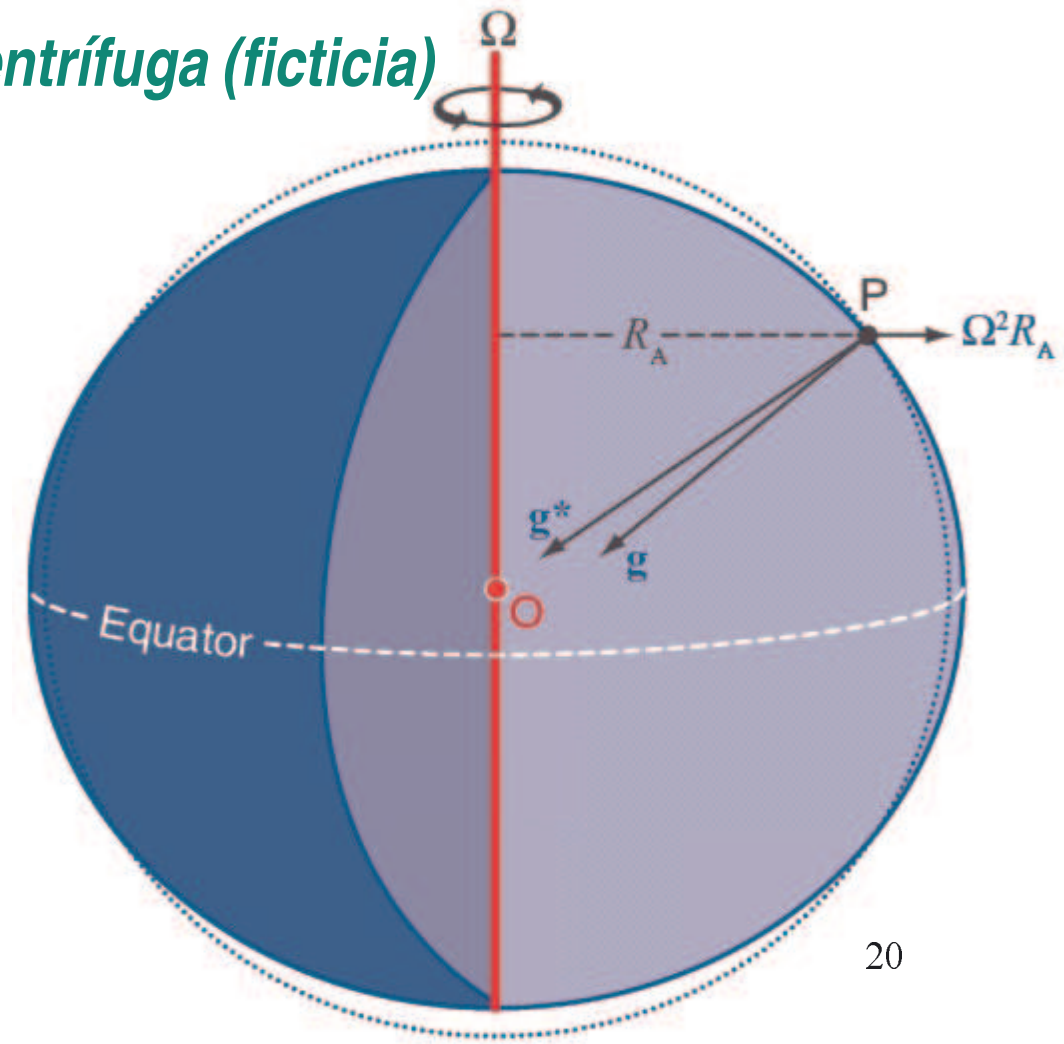
$$(-2\boldsymbol{\Omega}\times\mathbf{U})_H \approx fv\ \mathbf{i} - fu\ \mathbf{j}$$

Ecuación de movimiento (unidad de masa)

$$\frac{D\mathbf{U}}{Dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{U} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \mathbf{g} + \mathbf{F}_r$$

gravedad efectiva — g. real — Fuerza centrífuga (ficticia)

$$\mathbf{g} \equiv -g\mathbf{k} \equiv \mathbf{g}^* + \Omega^2\mathbf{R}$$



Geopotencial (J/kg)

$$\Phi = \int_0^z g\,dz$$

Altura geopotencial (m.g.p.)

$$Z = \frac{\Phi}{g_0} \approx z$$

g_0: gravedad en superficie

Ecuación de movimiento (unidad de masa)

Despreciamos la fricción

$$\frac{D\mathbf{U}}{Dt} = -2\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{U} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \mathbf{g} + \mathbf{F}_r$$

Equilibrio hidrostático en la vertical

$$-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} = g$$

~10^{-4} ms^{-2} ~10^{-3} ms^{-2} ~10^{-3} ms^{-2}

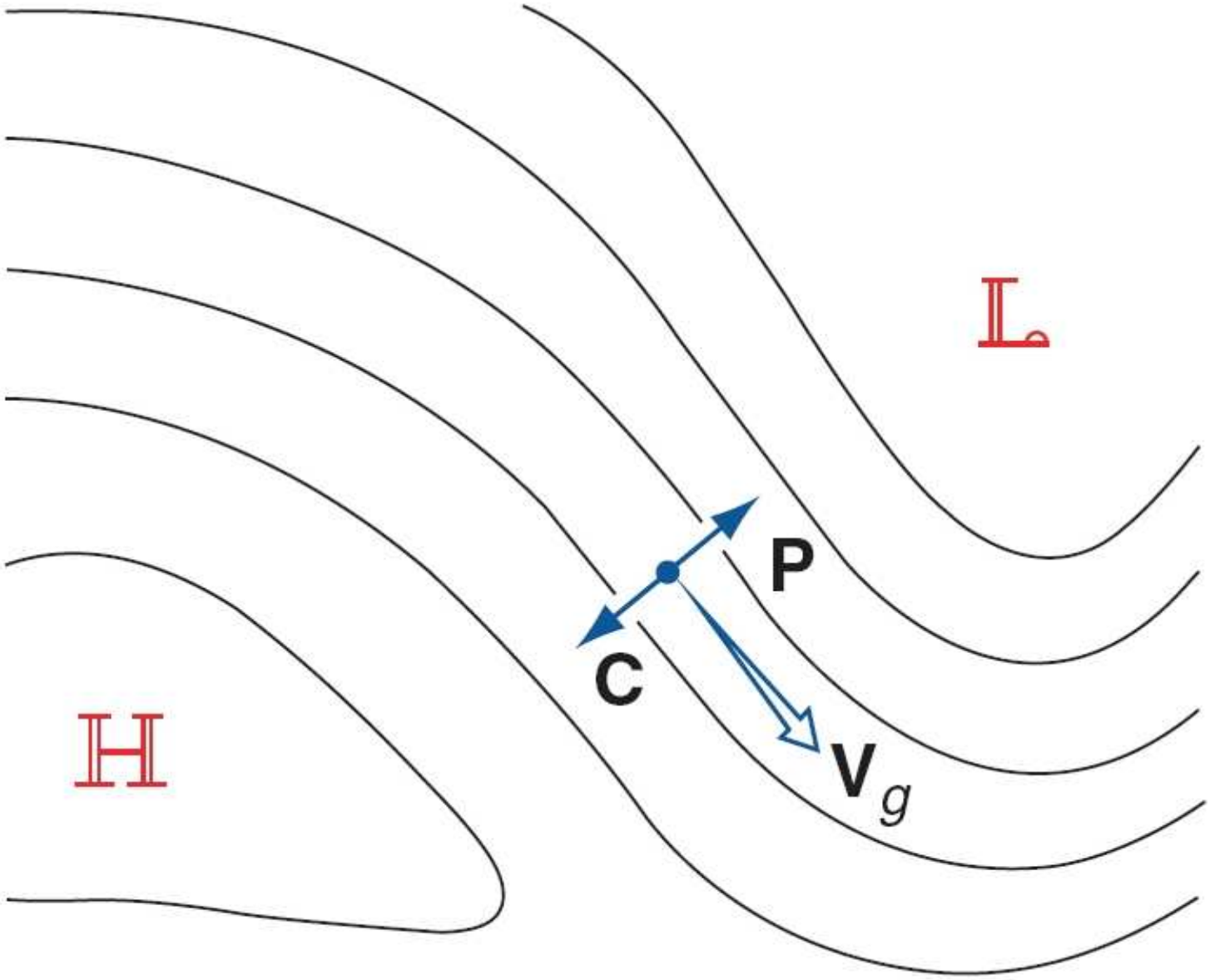
$$\frac{Du}{Dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + fv$$

$$\frac{Dv}{Dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} - fu$$

→ Equilibrio geostrófico

$$fu \approx -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}$$

$$-fv \approx -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}$$


L
H
P
C
V_g

Equilibrio geostrófico

$$f u \approx -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}$$

$$-f v \approx -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}$$

→

Viento geostrófico

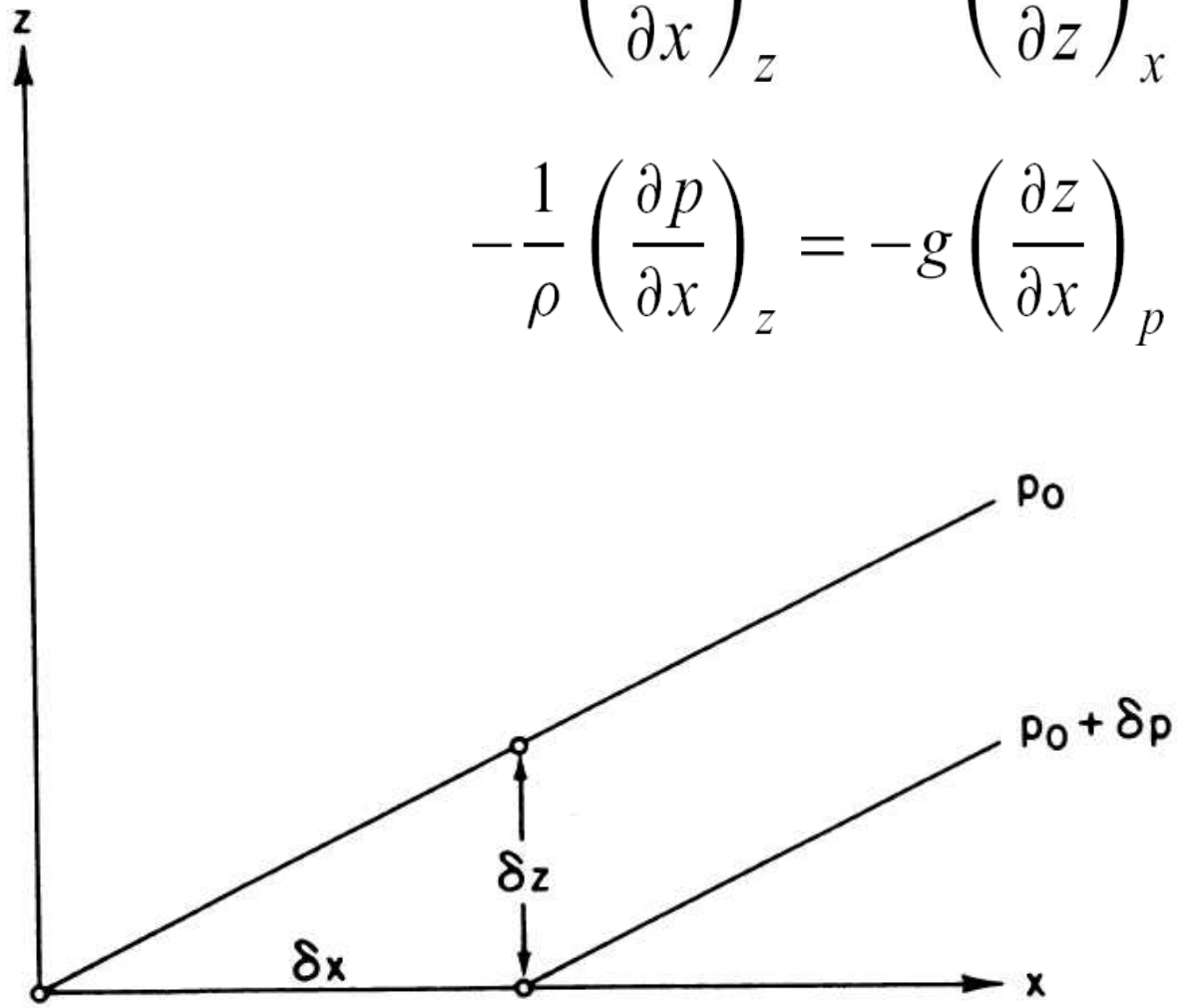
$$u_g = -\frac{1}{\rho f}\frac{\partial p}{\partial y}$$

$$v_g = +\frac{1}{\rho f}\frac{\partial p}{\partial x}$$

$$\underbrace{-\rho g}$$

$$\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_z = -\left(\frac{\partial p}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_p$$

$$-\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_z = -g\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_p = -\left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)_p$$



Viento geostrófico

$$u_g = -\frac{1}{\rho f}\frac{\partial p}{\partial y}$$

$$v_g = +\frac{1}{\rho f}\frac{\partial p}{\partial x}$$

... en coordenadas isobáricas

$$u_g = -\frac{g_0}{f}\left(\frac{\partial Z}{\partial y}\right)_p$$

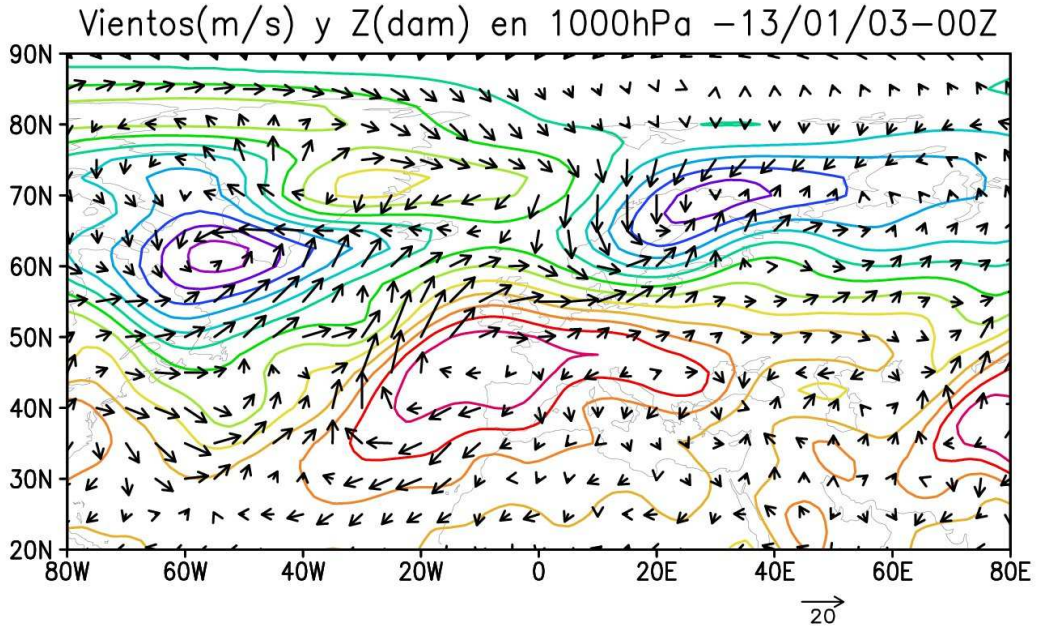
$$v_g = +\frac{g_0}{f}\left(\frac{\partial Z}{\partial x}\right)_p$$

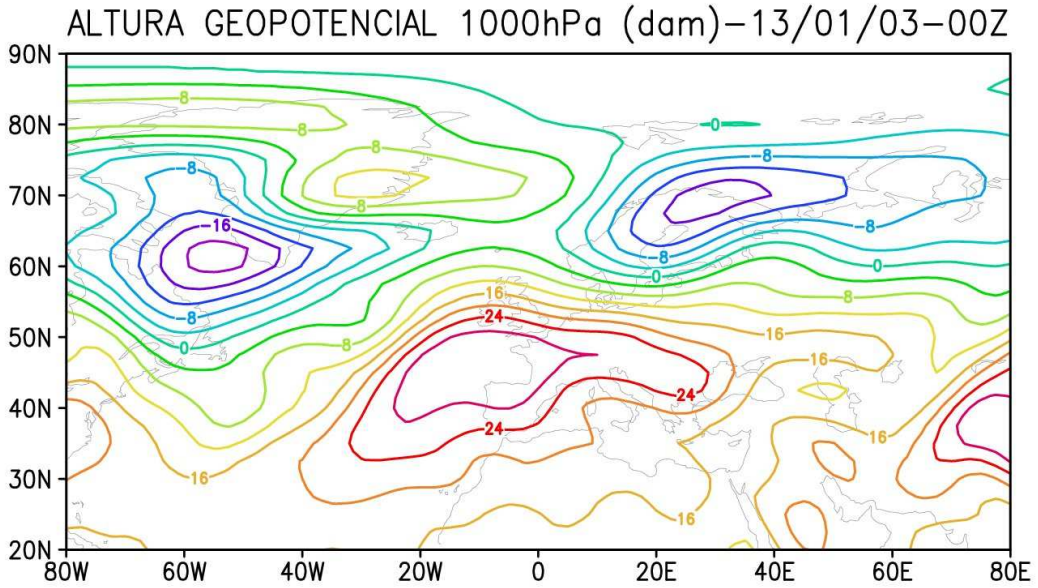
Módulo

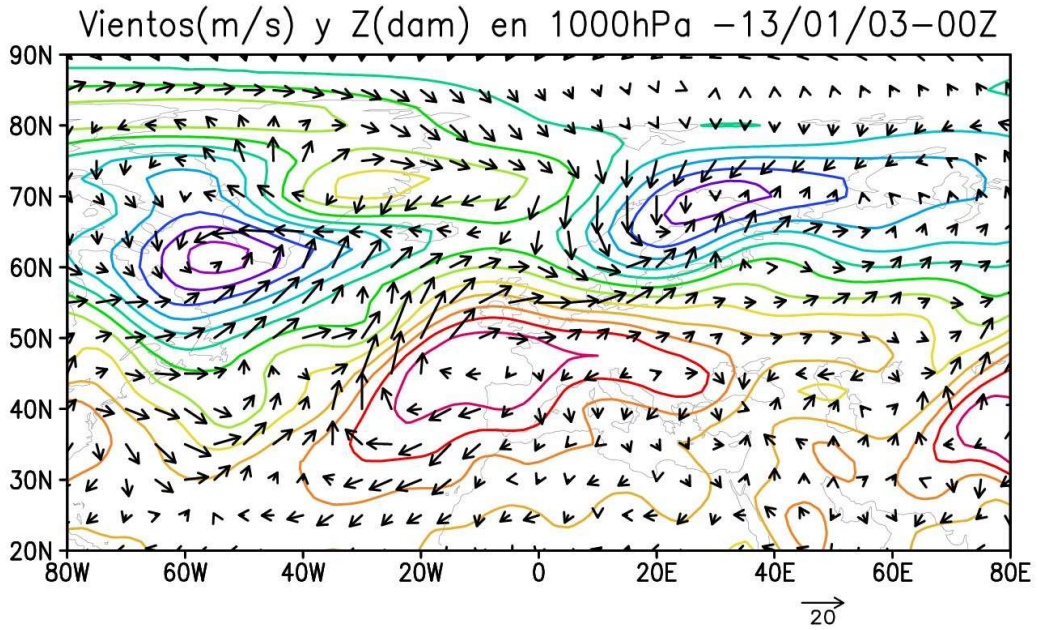
$$|\boldsymbol{V}_g| = \frac{1}{\rho f}|\nabla_H p|$$

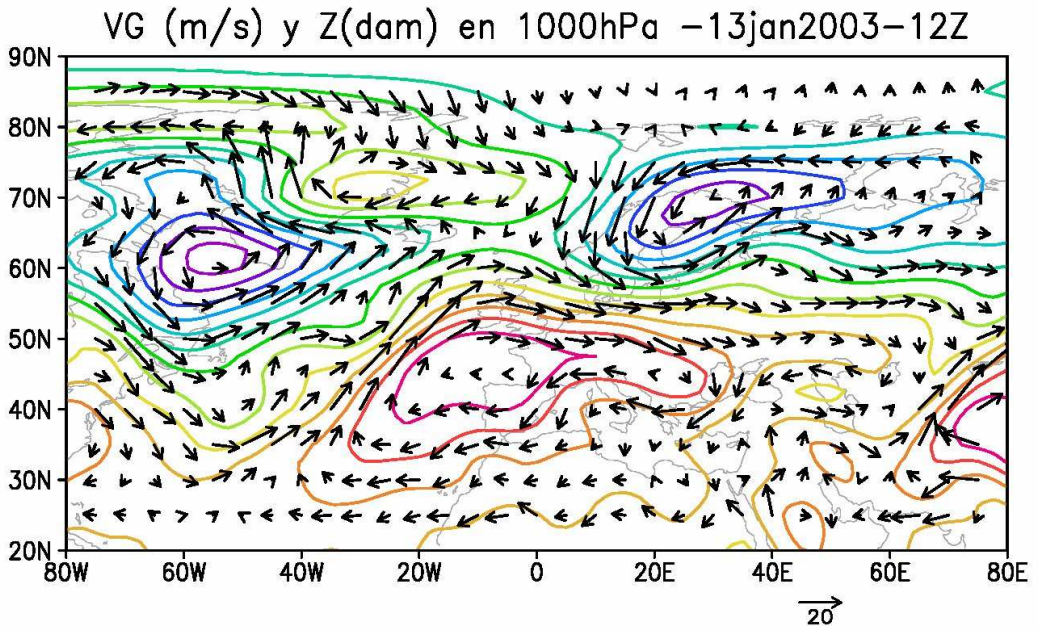
$$|\boldsymbol{V}_g| = \frac{g_0}{f}|\nabla_P Z|$$

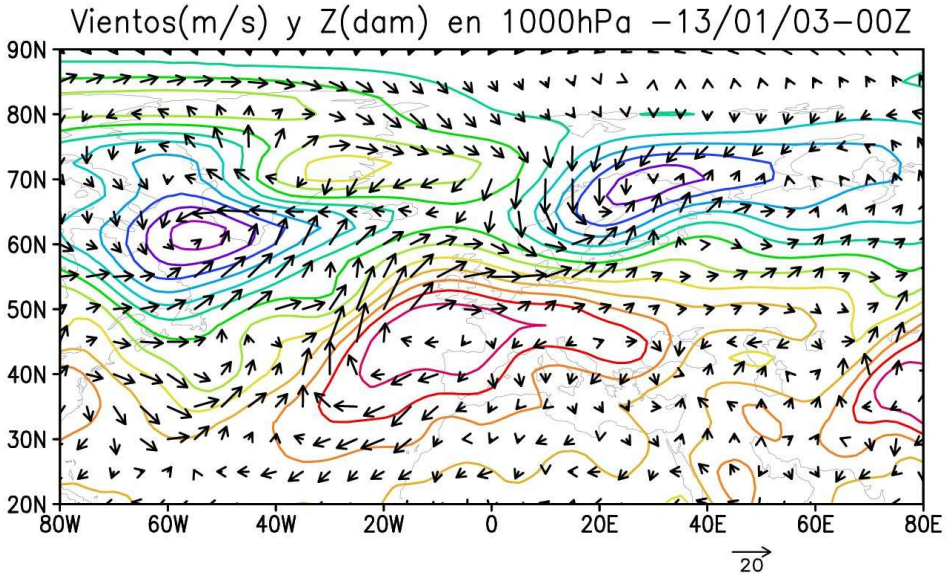
A lo largo de las isobaras (isohipsas), dejando las altas a la derecha del movimiento (en el HN).

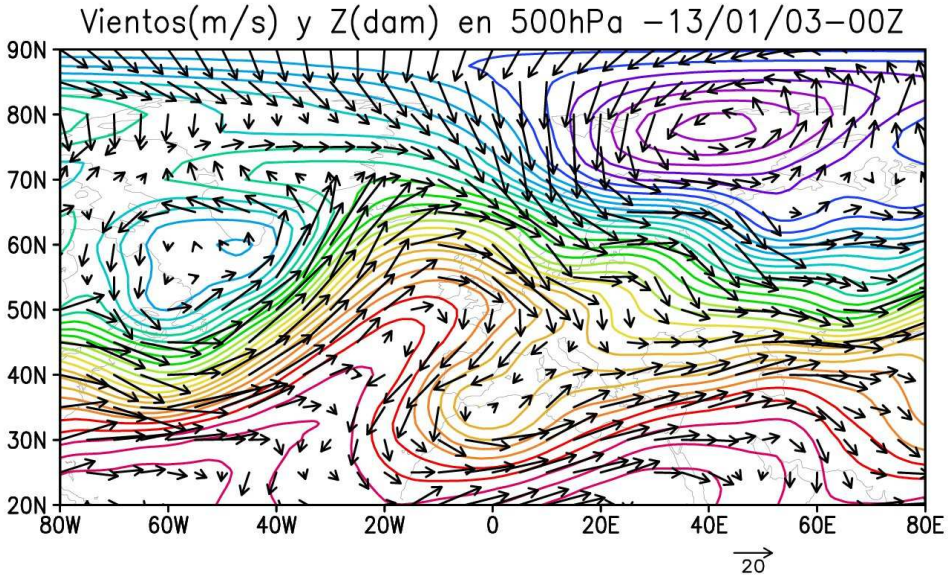

Vientos(m/s) y Z(dam) en 1000hPa –13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
20

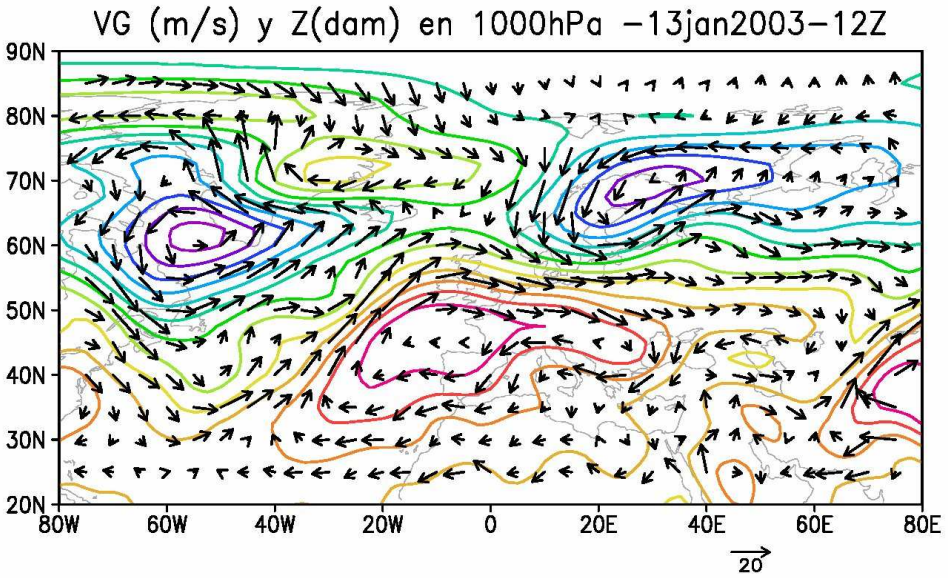

ALTURA GEOPOTENCIAL 1000hPa (dam)–13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E

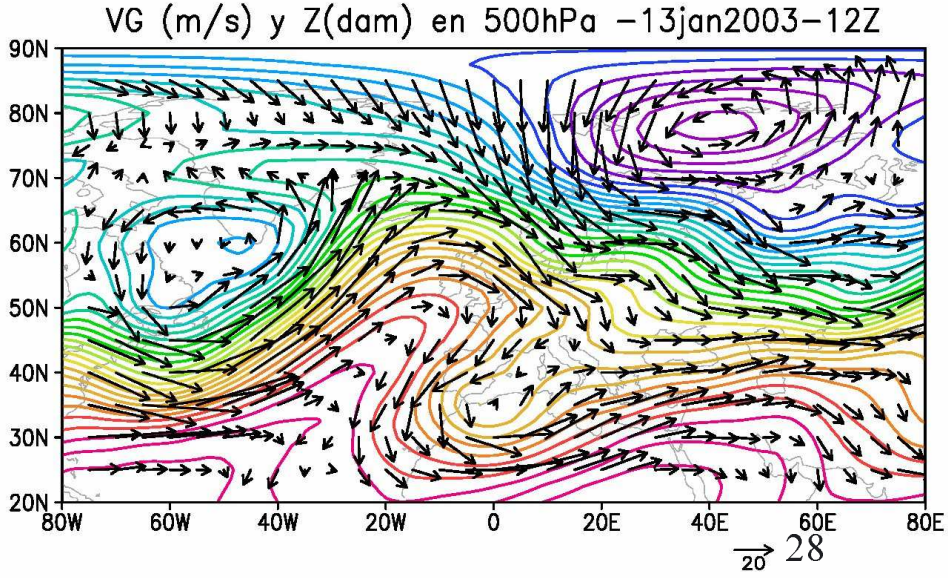

Vientos(m/s) y Z(dam) en 1000hPa –13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
20

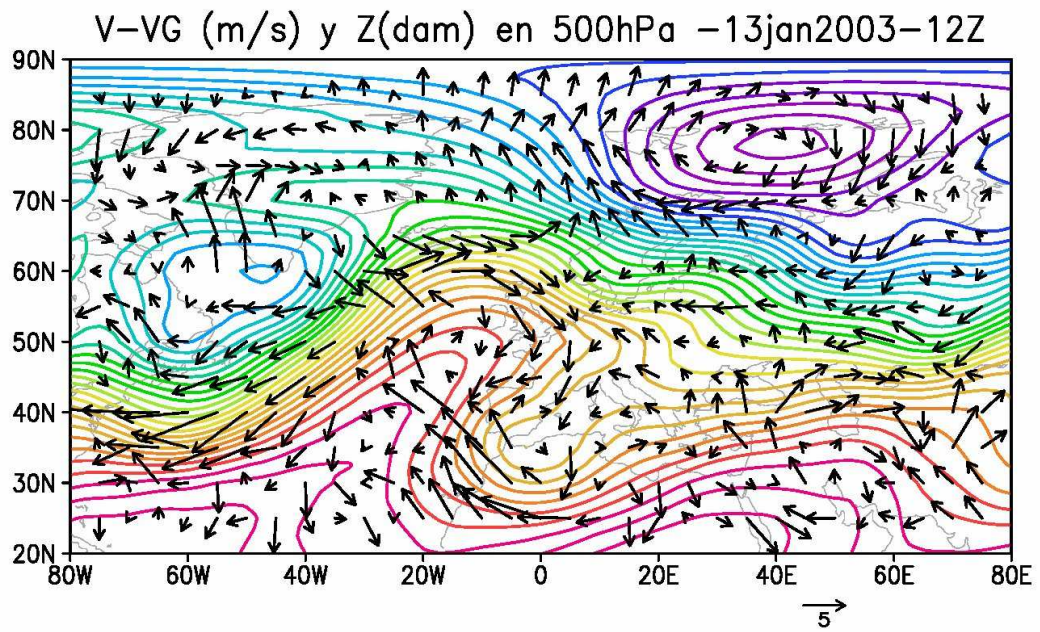

VG (m/s) y Z(dam) en 1000hPa –13jan2003–12Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
20

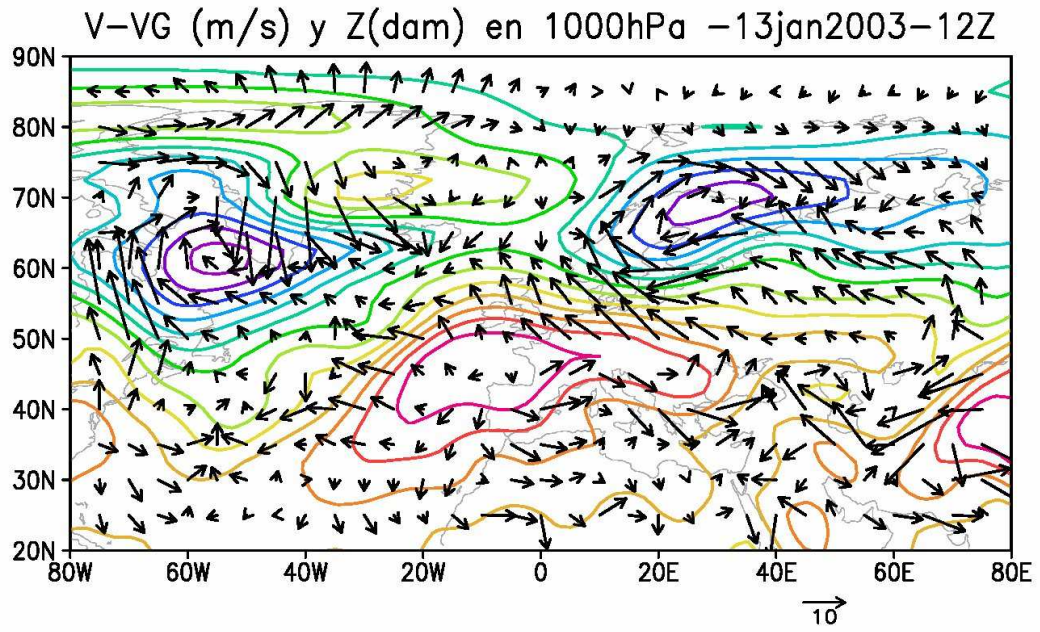

Vientos(m/s) y Z(dam) en 1000hPa –13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
20

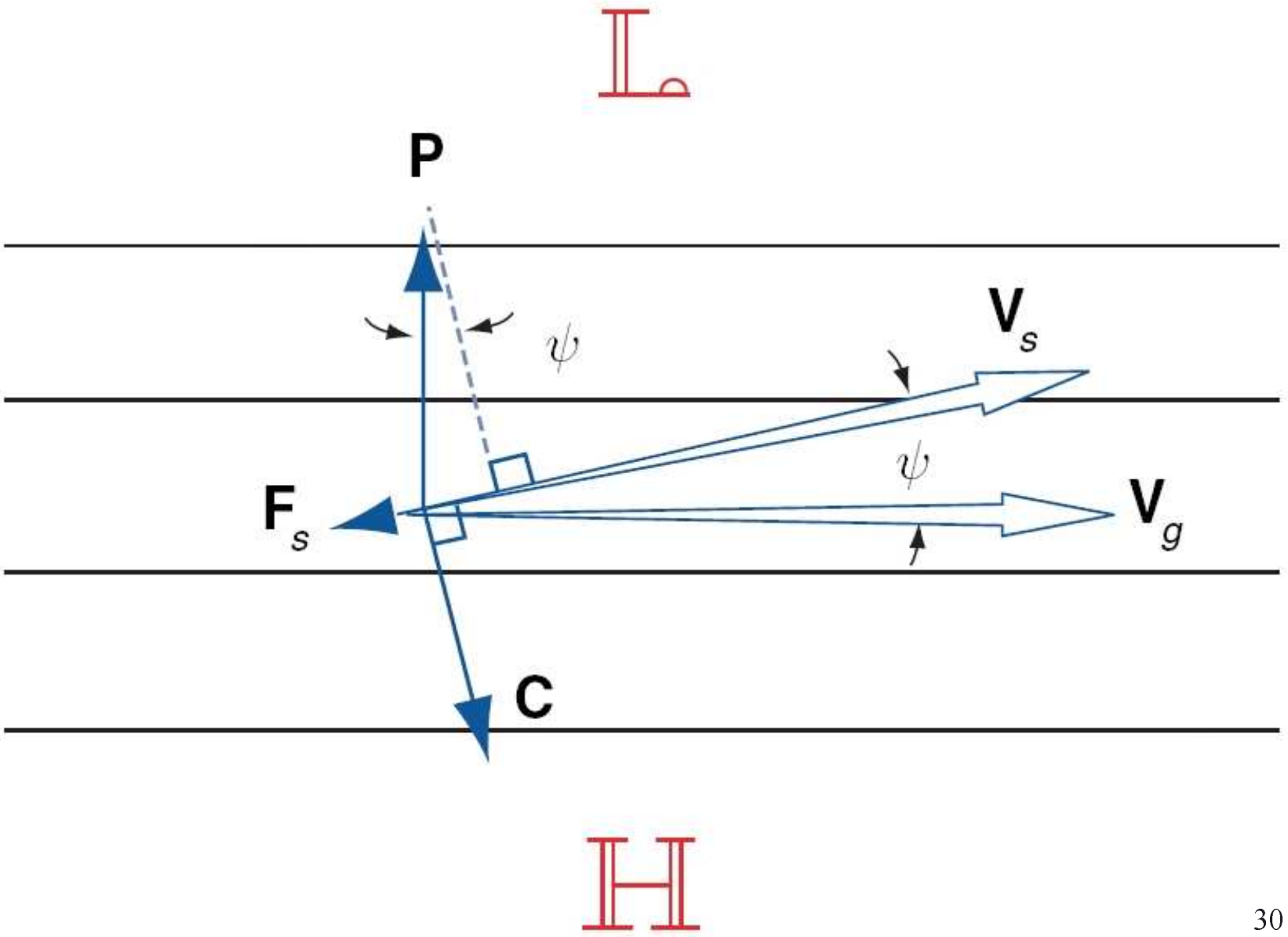

Vientos(m/s) y Z(dam) en 500hPa –13/01/03–00Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
20


VG (m/s) y Z(dam) en 1000hPa –13jan2003–12Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
20

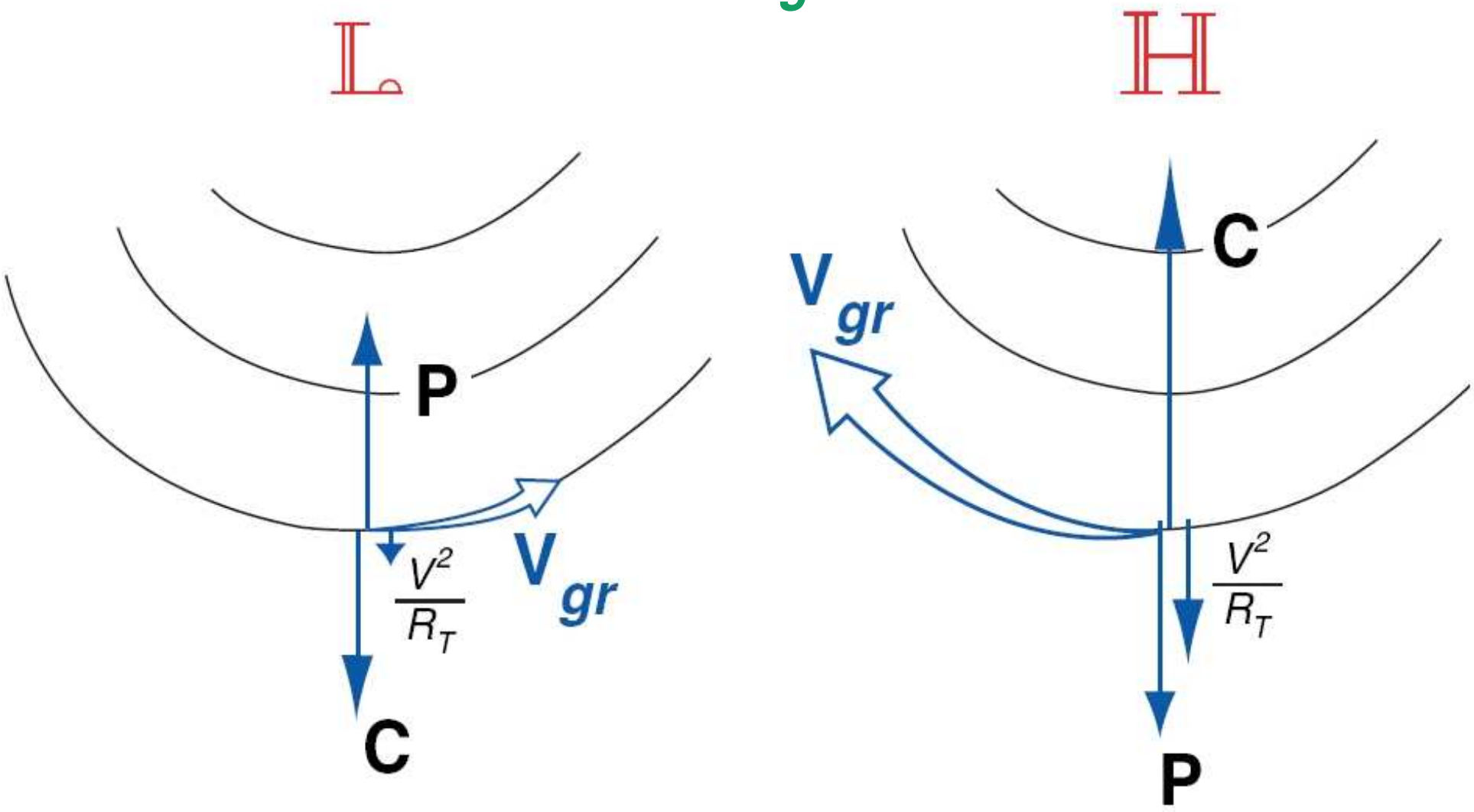

VG (m/s) y Z(dam) en 500hPa –13jan2003–12Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
20


V–VG (m/s) y Z(dam) en 500hPa –13jan2003–12Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
5


V–VG (m/s) y Z(dam) en 1000hPa –13jan2003–12Z
90N
80N
70N
60N
50N
40N
30N
20N
80W
60W
40W
20W
0
20E
40E
60E
80E
10


L
P
ψ
V s
ψ
F s
V g
C
H

Viento del gradiente



Isobaras ≠ trayectorias