

## Práctico 3: Circulación General de la Atmósfera

El Sistema Climático 2024 - PEDECIBA Geociencias

**Nota:** los ejercicios marcados con **(E)** son para entregar. Fecha de entrega **29 de Mayo**

### Vientos geostrófico y térmico. Teorema del espesor

**Ejercicio 1** *El promedio vertical de la temperatura de la atmósfera por debajo de la superficie de 200mb es de 265K en el Ecuador, y 235K en el Polo correspondiente al hemisferio de invierno.*

- Calcule la altura a la que se encuentra el nivel de 200mb para el Ecuador y para el Polo (asuma que la presión en superficie es de 1000mb en todos lados).*
- Assumiendo que la superficie de presión constante de 200mb es paralela a la superficie terrestre en todos los puntos excepto entre los 30° y 60° de latitud, use la relación del viento geostrófico dada por  $u_g = -\frac{g}{f} \frac{\partial Z}{\partial y}$  para calcular el viento medio en 45° en el hemisferio de invierno. En la ecuación,  $Z$  es la altura de geopotencial de la superficie de presión, y  $dy = a d\varphi$  es un incremento de la posición meridional, con  $a$  el radio de la Tierra y  $d\varphi$  un incremento en la latitud.*

**Ejercicio 2 (E)** *Considere un sistema de presión en superficie ( $z = 0$ ) definido por la siguiente expresión,*

$$p(x, y, z = 0) = 1034hPa - \delta P \left( \frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} \right),$$

donde  $\delta P = 5hPa$ .

- Basado en la ecuación anterior, ¿qué puede decir del sistema de presión?; ¿se trata de un centro de alta o baja presión?.*
- Realice un bosquejo de las curvas de nivel de  $p(x, y, z = 0)$ .*
- Teniendo en cuenta el sistema de presión anterior, calcule la expresión analítica correspondiente a las componentes meridional ( $v_g$ ) y zonal ( $u_g$ ) del viento geostrófico.*

- d) Represente gráficamente el viento geostrófico junto con las curvas de nivel del apartado b). Asuma para ello que el sistema se encuentra en el hemisferio sur. Justifique su respuesta.
- e) ¿Qué pasaría con el viento geostrófico si la velocidad de la Tierra se duplicara? Justifique su respuesta.
- f) ¿Qué pasaría con el módulo del viento geostrófico  $|\vec{v}_g| = \sqrt{u_g^2 + v_g^2}$  si el sistema de presión se desplazara hacia el sur? (en lugar de ubicarse – por ejemplo – en  $30^\circ S$ , se ubicara en  $45^\circ S$ ); ¿aumentaría o disminuiría su intensidad? Justifique su respuesta.

**Ejercicio 3** Considere una estación ubicada a una latitud de  $43^\circ N$  donde se observa que el viento geostrófico presenta las intensidades y direcciones mostradas en la siguiente tabla. Calcular el valor absoluto de los gradientes horizontales de temperatura en las capas  $900 - 700 hPa$  y  $700 - 500 hPa$ .

Presión (hPa)	Intensidad (m/s)	Dirección
900	10	Norte
700	10	Este
500	10	Norte

**Ejercicio 4 (E)** Considere una estación ubicada a una latitud de  $40^\circ S$ .

- a) Calcule el promedio vertical de la temperatura de la atmósfera por debajo de la superficie de  $700 hPa$ , ubicada a  $3000 m$  de altura. Considere que la presión en superficie es de  $1000 hPa$ .
- b) Calcule la velocidad geostrófica en superficie si a los  $3000 m$  de altura ( $700 hPa$ ) el viento geostrófico en la dirección zonal presenta una intensidad de  $42 m/s$ . Considere que la temperatura promedio de la capa disminuye  $1^\circ C$  cada  $1000 m$  en dirección Sur.

**Datos útiles:**  $R = 287 J kg^{-1} K^{-1}$

**Ejercicio 5** Las temperaturas de la siguiente tabla fueron observadas para las latitudes  $50^\circ N$  y  $40^\circ N$  y longitud  $0^\circ E$ . Dado que el viento zonal en  $(45^\circ N, 0^\circ E)$  a una presión de  $10 hPa$  es de  $25 m/s$ , estimar el viento zonal en  $(45^\circ N, 0^\circ E)$  a una presión de  $1 hPa$ .

Presión (hPa)	10	1
Temperatura en 50°N (K)	217	252
Temperatura en 40°N (K)	224	261

**Ayuda:** considere la relación del viento térmico  $\frac{\partial u}{\partial \log(p)} = \frac{R}{f} \frac{\partial T}{\partial y}$ , e intégrala usando la aproximación,

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{1}{2} (f(b) + f(a)) (b - a).$$

**Ejercicio 6** ¿Cuál es el gradiente meridional requerido para mantener la componente zonal del viento geostrófico con una intensidad de 10m/s a una latitud de 45°S?. Considere que la densidad del aire es 1kg/m<sup>3</sup>.

**Ejercicio 7** Considere un sistema de baja presión centrado en 45°S dado por,

$$p = 1000hPa - \delta P \exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right),$$

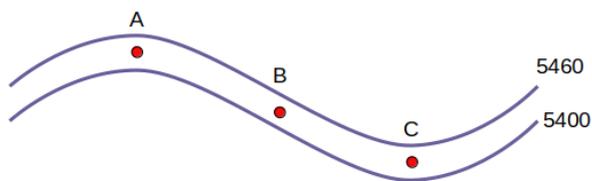
donde  $r$  es la distancia radial medida desde el centro del sistema, y  $R$  es una escala espacial que caracteriza al sistema.

- Determine la estructura del viento geostrófico alrededor de este sistema.
- Encuentre el radio en el cuál el viento geostrófico es máximo si  $\delta P = 20hPa$  y  $R = 500km$ . Asuma que  $f$  es constante a una latitud de 45°S.

**Ejercicio 8 (E)** Supongamos que en una estación, ubicada aproximadamente a 35°S de latitud, la temperatura media entre los niveles de 750hPa y 500hPa, decrece hacia el este a razón de 3°C cada 100km. Si el viento geostrófico en el nivel de 750hPa es del sudeste con una intensidad de 20m/s, ¿cuál será la intensidad del viento geostrófico y su dirección en el nivel de 500hPa?.

**Ejercicio 9** Supongamos que en una cierta estación, el viento medido es geostrófico. Se sabe que en la región la presión disminuye hacia el noreste y la temperatura aumenta hacia el oeste. Si localmente la temperatura medida en la estación disminuye con el tiempo, ¿en qué hemisferio está ubicada?.

**Ejercicio 10 (E)** La siguiente figura muestra dos líneas de altura constante (isohipsas) correspondientes al nivel de 500hPa en el hemisferio sur. Las isohipsas tienen una separación de 150km, y sus valores están dados en metros.



- a) Supongamos que en el punto B el viento es geostrófico. Calcule la intensidad del viento en B, y determine su dirección. Suponga un valor de  $f = 10^{-4} s^{-1}$ .
- b) En los puntos A y C, las fuerzas gradiente de presión y Coriolis están desbalanceadas. Este desbalance determina la existencia de una fuerza centrípeta que hace que la parcela siga localmente una trayectoria circular. Analice para los puntos A y C, si la intensidad del viento es mayor o menor a la calculada mediante balance geostrófico.