



Geomorfología Dinámica (GL4203), Otoño 2023

Laboratorio 3: Isostasia

Profesor Cátedra: Germán Aguilar

Auxiliares: Roberto González Gabriela Reyes

Ayudantes: Kimberly Bravo y Luis Godoy

Objetivo

Comprender la importancia de los procesos de erosión y alzamiento de la corteza con respecto al equilibrio isostático de ésta.

I. Preguntas

1. La Figura 1 describe un modelo de una montaña en equilibrio isostático. Esto implica que la presión es idéntica a lo largo del nivel de compensación en el manto. Expresar la *raíz cortical* R en función de la *altura* h y de las densidades del manto (ρ_m) y de la corteza (ρ_c).

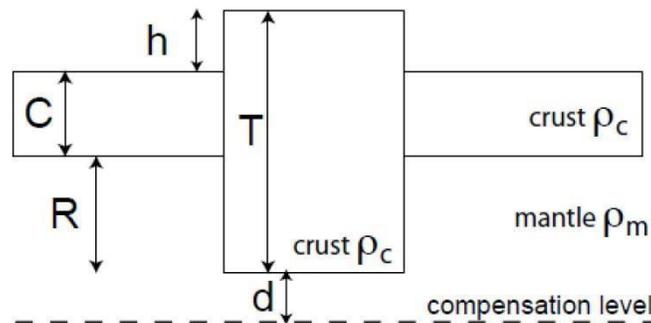


Figura 1. Modelo de una montaña en equilibrio isostático.

2. Considerando el resultado anterior, para $\rho_m = 3300 [kg/m^3]$ y $\rho_c = 2750 [kg/m^3]$, calcule el valor de R en función de h .
3. Considerando el resultado anterior, para $h=4 km$ y $C=30 km$, redibuje el modelo de la Figura 1 respetando la escala. (Sugerencia: escala $\sim 1:500.000$ a $1:1.000.000$)

4. Usando los valores dados en la pregunta 2, si ocurriera una fuerte erosión homogénea ΔT sobre la montaña de la Figura 1, ¿cuáles serían las relaciones entre la variación de altura Δh y la erosión ΔT ? y ¿entre la variación de la raíz cortical ΔR y ΔT ? **Hint:** Deje su resultado expresado en fracciones.
5. Si la montaña se somete a erosión ¿cómo variaría la altura h ? ¿sube, baja o se mantiene igual? **Hint:** considere el resultado anterior.
6. Si se denomina ΔT a la erosión o exhumación ¿cómo varía el alzamiento neto de roca, con la erosión? **Hint:** considere el resultado de la pregunta 4 y la base de la montaña como punto de referencia en la vertical.
7. Considere que la montaña se encuentra nuevamente en equilibrio isostático, tras una erosión de 2 km. Si usted es un especialista en paleobotánica, en fósiles de hojas de edad pre-erosión, ¿qué tipo de plantas podría encontrar post-erosión, si suponemos que plantas de cierta altura no alcanzaron a ser erosionadas? ¿plantas que vivían a mayor, menor o igual altitud? **Hint:** use la erosión de la pregunta anterior.
8. Ahora considere que en lugar de tener una meseta de altura h (Figura 1) se tiene un modelo más realista (Figura 2) con valles y cimas, con una altura promedio de \bar{h} entre ambos. Para una erosión de 2 km y considerando que las cimas no se erodan, ¿qué sucederá con la altura promedio? ¿sube, baja o se mantiene? Justifique su respuesta.

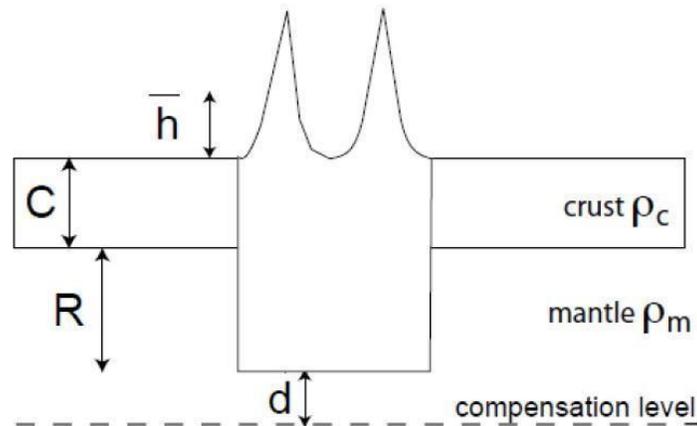


Figura 2. Modelo de montaña en equilibrio isostático con valles y cimas.

9. Comente si la Figura 3 representa el reajuste isostático planteado en la pregunta anterior. Justifique su respuesta.
10. ¿Qué implicancias puede tener en términos del reajuste isostático que el alzamiento de las alturas máximas favorece el desarrollo de glaciares y mayores precipitaciones orográficas, con un mayor poder erosivo? Justifique su respuesta.

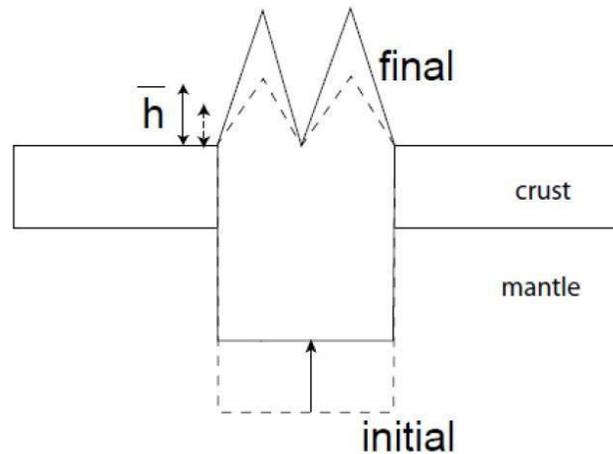


Figura 3. Modelo de montaña en reajuste isostático.

11. La Cordillera de los Andes en la región de Santiago tiene una altura media de $\sim 2800 \text{ m}$, una altura máxima de $\sim 4000 \text{ m}$ (sin considerar los volcanes) y una altura mínima de $\sim 800 \text{ m}$. Se puede estimar una erosión promedio de $\Delta T \sim 700 \text{ m}$. Con la información anterior, calcule la cantidad de alzamiento de las cimas, asociada al reajuste isostático. **Hint:** asuma que las cimas no se erodan.
12. Para explicar la alta altura media de los Andes en esa región ($\sim 2800 \text{ m}$), se necesita considerar la tectónica. Considerando sólo la erosión no se pueden alcanzar estas altitudes. A partir del modelo de la Figura 1, imagine el proceso inverso: la tectónica provoca acortamiento y aumento del espesor de la corteza de un valor positivo ΔT . Muestre cuánto aumenta la altura h y cuánto aja la base de la raíz R . **Hint:** exprese su resultado en función de ΔT .
13. Calcule la cantidad de acortamiento horizontal L necesario para un aumento de altura Δh de $2,8 \text{ km}$ (considerar una corteza inicial de $C=30 \text{ km}$ y un ancho de cordillera de $W=100 \text{ km}$). Calcule el espesor total T de la corteza en este caso y comente cómo se podría verificar si este modelo calza con la realidad.
14. Bajo la Cordillera Principal en la región de Santiago, la raíz se encuentra a $\sim 50 \text{ km}$ de profundidad según datos indirectos. Comente si la Cordillera se encuentra en equilibrio isostático. Justifique su respuesta.

BONUS.

La subcuenca Magdalena – Tablazo en la Cuenca Cordillera Oriental (Colombia), ha sido interpretada como un hemigraben que ha sido formado bajo condiciones de estiramiento listoférico instantáneo $\delta=\beta=1.45$ durante el Cretácico Temprano, donde procesos termales estuvieron ausentes o despreciables. Previo al proceso de rifting el $Hc=35\text{ km}$ y el $HL=120\text{ km}$, $\rho_c=2800\text{ [kg/m}^3\text{]}$, $\rho_m=3300\text{ [kg/m}^3\text{]}$. Asumiendo isostasia local (Airy):

a) ¿Cuál es la profundidad de la cuenca de sedimentación syn – rift creada por el proceso de extensión si se rellenó sólo por agua $\rho_w=1030\text{ [kg/m}^3\text{]}$?

b) ¿Cuánto será la profundidad si se llenara con sedimentos $\rho_s=2200\text{ [kg/m}^3\text{]}$?