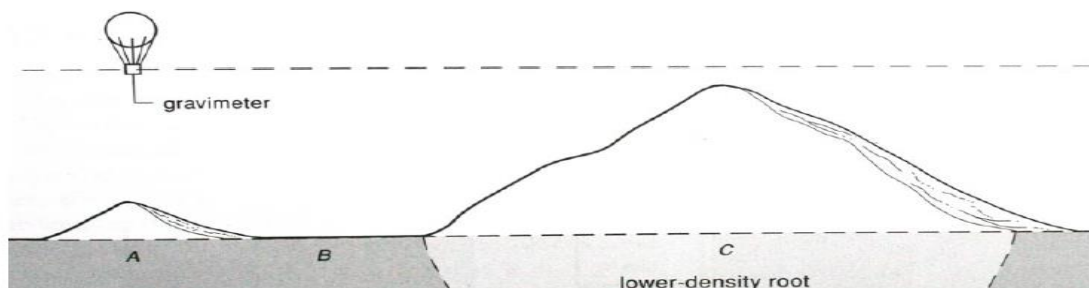


4.3. ISOSTASIA

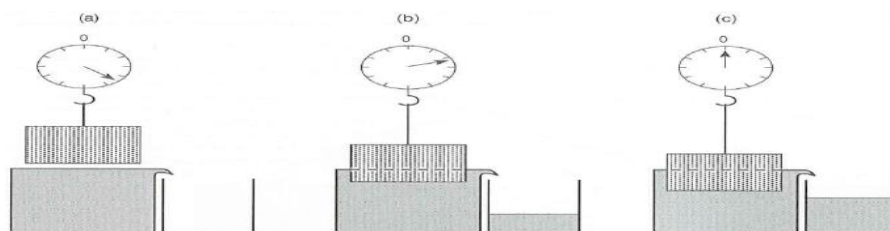
Lodiera eta dentsitatearen araberakoa. Isostasian (lurrean sakonera batean emango den oreka hidrostatiko egoera; sakonera honi konpentsazio esaten zaio) buruzko lehenengo ideiak 1735-1745 urtetik datoz, Andes-en eginiko grabimetria kanpaina batetik. Bouguerren taldea:

1. Andeseko Pichincha mendian (Peru 4800m) grabitate eremuaren balioak neurtu zituzten: *Teorian neurtu behar zen grabitate eremua kostaldean baino handiagoa izan beharko zela zumatzen zuten (mendiek zuten masarengatik).*
2. Ateratako emaitzak teorian espero zirenen kontrakoak izango ziren: Emaitzen arabera mendi tontorretan neurtutako grabitatea (zuzenketa guztiak eginda). Pazifikoko kostaldean dagokionari baino txikiagoa zela adierazten zitzairen → ganbara magmatikoa
3. Beste mendi batzuetan grabitate eremuaren balioa ere neurtu ziren eta emaitzak berberak ateratu ziren (Adibidez, Everest XIX. Mendean Himalayetan): *Zenbat eta altuago egon orduan eta grabitate eremuaren balioa espero zenaren baino txikiagoa ateratzen zitzairen.*

Leku askotan globo aerostatiko batean grabitatearen neurketak egingo bagenitu, altuera horretara zuzendutako grabitatearen balioak mendien gainetik ateratako balioak espero ditugun baino txikiagoak izango lirateke → Zergaitik? Mendu guztiek izugarritzko barrunbeak edo dentsitate aldaketak dituztelako...EZ!. Kalkulatutako balio guztiak oker zeuden; mendiak lurrazalaren gainetik bakarrik existitzen zirela kontuan hartzen zuten (zuzenketa bakarrik ikusten zena kontuan hartzen da).



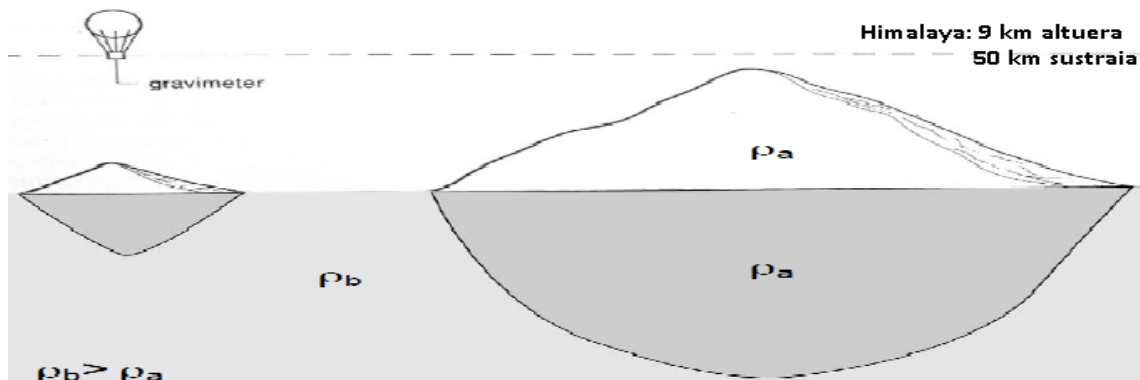
Gertatzen zena Arkimedesen printzipioaren bitartez azaldu daiteke. Arkimedesen printzipioa: *Fluido batean murgildutako gorputzak bultzada bertikala jasaten du; horren balioa, kanporatzen duen fluidoaren pisuaren berdina delarik.* → Gorputz horren pisua konparatutako fluidoaren berdina denean flotatu egiten du.



“Ur gainean dagoen gorputz batek, oreka hidrostatikoan egonda, bere pisua duen ur volumena kanporatuko du”

1855. Urtera arte ez zuten esplikatzen zer gertatzen zitzaion grabitateari mendietan: Mendikateek lurrazalaren azpitik kontinental motako sustraia izan beharko lukete. Sustrai honen dentsitatea bere

inguruko arrokek dutenarena baino baxuagoa izan behar da → Iceberg batekin konparatu dezakegu; izotz mendiek hondoratzen diren urak baino dentsitate txikiagoa du. Ur gainetik agertzen den izotza bakarrik kontuan hartuz gero ateratako grabitate anomaliak espero direnak baino txikiagoak izango lirateke, ur azpitik dagoen masa ez delako kontuan hartzen.

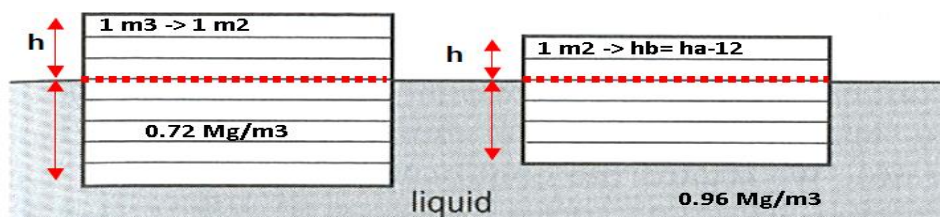


Adibidea: Oreka isostatikoan dagoen orri egitura duen gorputz bati (a) orri batzuk kentzen badizkiogu, zer gertatzen da? (Kontuan hartu behar dugu gorputzaren eta inguruko likidoaren dentsitate kontrastea negatiboa dela)

1- Gorputza gorantz doa? **2-** Gorputz horren altuera txikiagoa izango zela? **3-** Higaduraren eragina?

Oreka isostatikoa berez bereganatzen da (konpentsazio automatikoa).

Ariketa:



$$A) V_{\text{egurra}} \cdot \rho_{\text{egurra}} = V_{\text{egurra}} \cdot \rho_{\text{egurra}} \rightarrow 1 \text{ m}^3 \cdot 0.72 \text{ Mg/m}^3 = 1 \text{ m}^2 \cdot h \cdot 0.96 \text{ Mg/m}^3$$

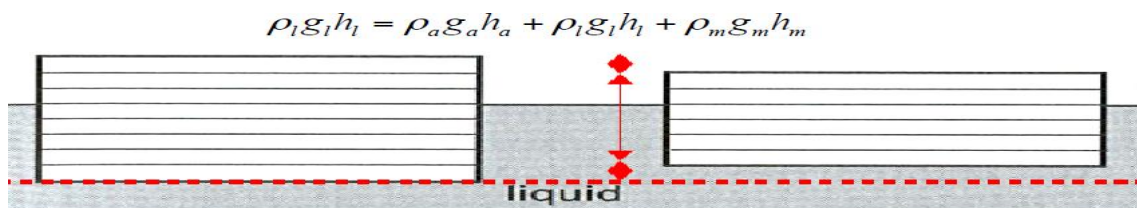
$$0.72 = h \cdot 0.96 \rightarrow h = 0.72 / 0.96 \rightarrow h = 0.75 \text{ m azaletik behera}$$

$$B) V_{\text{egurra}} \cdot \rho_{\text{egurra}} = V_{\text{egurra}} \cdot \rho_{\text{egurra}} \rightarrow 0.88 \text{ m}^3 \cdot 0.72 \text{ Mg/m}^3 = 1 \text{ m}^2 \cdot h \cdot 0.96 \text{ Mg/m}^3$$

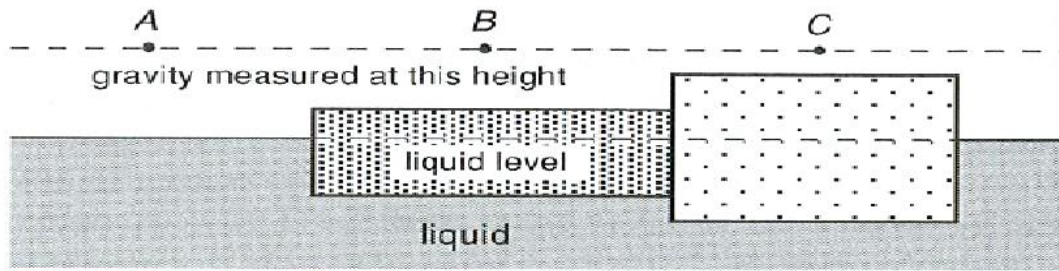
$$0.6336 = h \cdot 0.96 \rightarrow h = 0.6336 / 0.96 \rightarrow h = 0.66 \text{ m azaletik behera}$$

2016 – 04 – 07

Dutton 1989: Gorputzak sakonera batetik aurrera eragindako presio guztiak berdinak dira (presio litostatikoa = $\rho \cdot g \cdot h$). Sakonera honi Konpentsazio Sakonera deritzo. Horren azpitik arrokek dentsitatea berdina izango dute. Oreka isostatikoan, litostatikoan edo hidrostatikoa legoke.

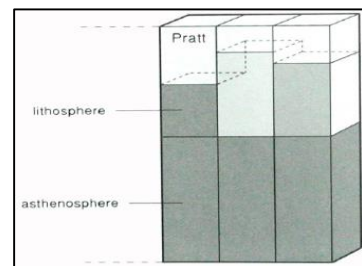


Grabitateak A-C lerroak aldaketarik ez balego denak oreka isostatikoan daude. AC lerroaren azpitik gorputz guztiek dute masa berdina. Oro har, grabitatearen balioak lurrazalean egiten dira. Leku bat oreka isostatikoan dagoen ala ez jakitea zaila da → Horretarako egiten ditugu grabitate zuzenketak.

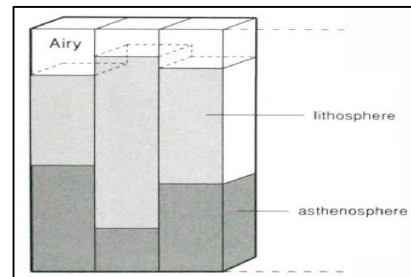


Altuerarekiko grabitateak dituen diferentziak esplikatzen bi eredu daude. Biek suposatzen dute lurrazala mantuaren gainean dagoela.

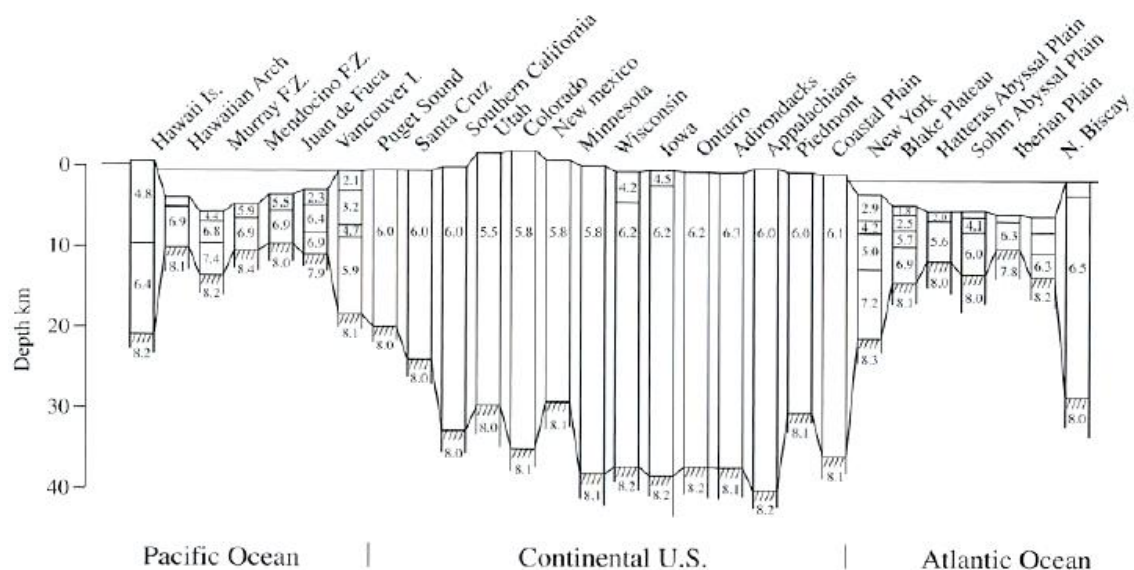
Pratt eredu: altuerarekiko grabitateak dituen aldaketak dentsitate desberdineko gorputzak zutabeek eragiten dituztela esaten digu. Gorputz-zutabe guztietako sakonera berdinean flotatzen dute. Konpentsazio sakonera alegia. Dentsitatea jaisten den arabera zutabeek duten altuera handiago izan behar da eta alderantziz. Eredu hau ozeano gandarretan erabiltzen den eredu da, dentsitate aldaketak direla eta.



Airy eredu: Altuerarekiko grabitateak dituen aldaketak dentsitate bereko gorputz zutabeek eragiten dituztela esaten digu. Gorputz zutabe guztiek ez dute sakonera berdinean flotatu. Altuera handitu ahala sakonago sustraituko dira zutabeak. Oinak altueraren arabera izango dira. Kate orogenikoetan aplikatu egiten den eredu da Airyrena.

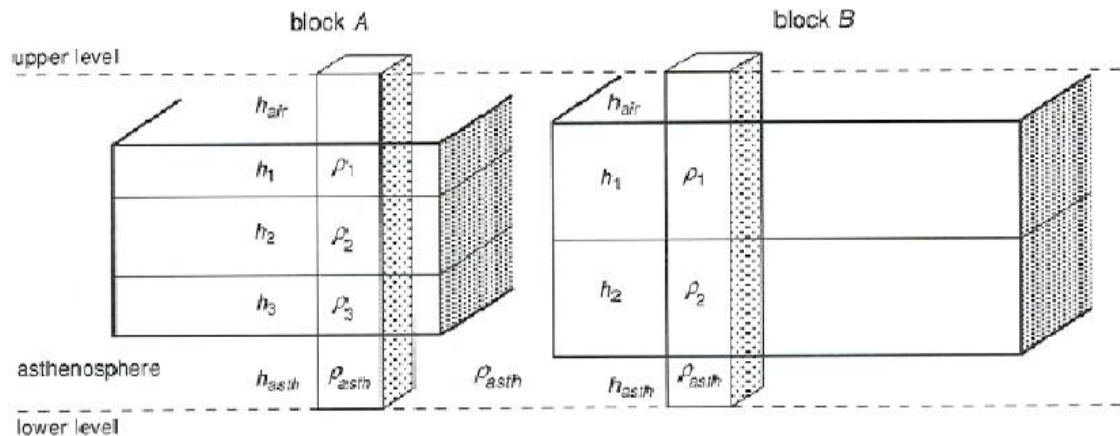


Zein dago zuzen? Biak. Mendiak sustraien bitartez mantentzen dira. Dentsitate aldaketak izaten dituzte litosferak.



EREDUEN APLIKAZIOA

Bi arroka zutabe hauek oreka isostatikoan daude, beraz, altuera eta pisu berdinak dituzte.



$$h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2 + h_3 \rho_3 + h_{asth} \rho_{asth} = h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2 + h_{asth} \rho_{asth}$$

$$h_{air} + h_1 + h_2 + h_3 + h_{asth} = h_{air} + h_1 + h_2 + h_{asth}$$

Ariketa:

material	density	thickness	material	density	thickness
air		upper level	ice	0.9 Mg/m ³	2 km
sediments	2.0 Mg/m ³	3 km	sediments	2.0 Mg/m ³	3 km
crust	2.7 Mg/m ³	30 km	crust	2.7 Mg/m ³	30 km
mantle	3.1 Mg/m ³	70 km	mantle	3.1 Mg/m ³	70 km
		lower level			asthenosphere
	3.2 Mg/m ³				

Izotz masa bat litosfera gainean:

$$h = 2 \text{ km} \quad \rho = 0.9 \text{ Mg/m}^3$$

Zenbat hondoratu?

$$2000 \text{ m} \cdot 0.9 \text{ Mg/m}^3 = h \cdot 3.2 \text{ Mg/m}^3 \rightarrow$$

$$h = 562.5 \text{ m}$$

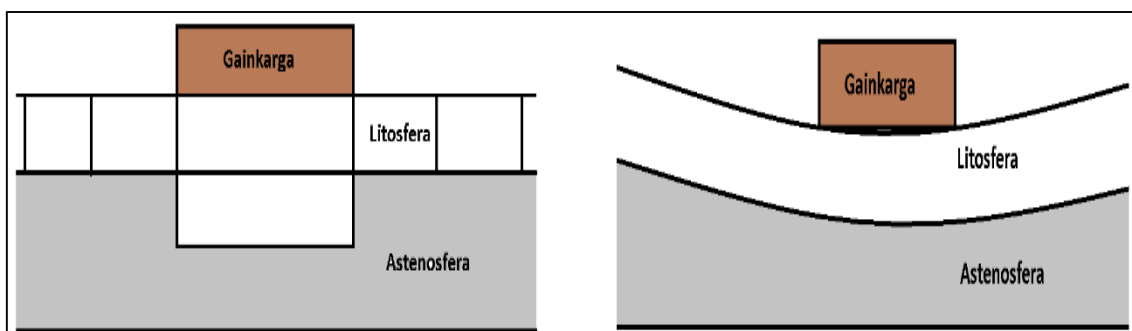
Altura diferentzia?

$$H_{\text{gehitu}} - h_{\text{hondoratu}} = 2000 - 562.5 = 1437.5 \text{ m}$$

LITOSFERAREN DEFORMAZIOA PLASTIKOA

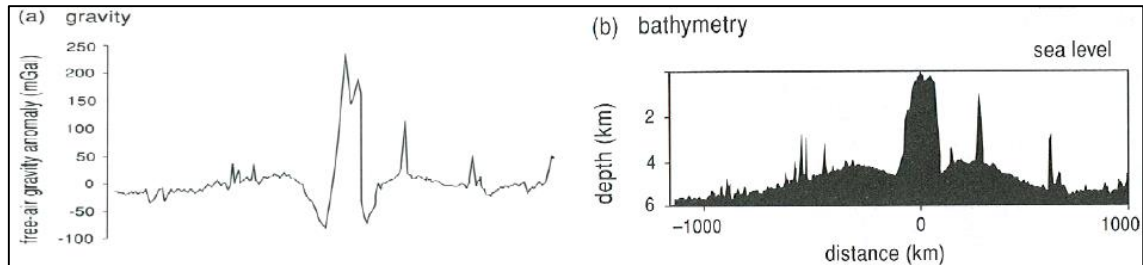
Pratt eta Airy eredueta litosfera deskonektatuta dago zutabeetan \rightarrow astenosferak emandako bultzadak orekan flotaraztea eragiten du \rightarrow Horretarako, litosfera mailako faila bertikalak egon beharko ziren eta ez da horrela.

Baina, litosfera zati gogorra da, beraz, gainekeko materialaren pisuari litosferaren gogortasunak eusten dio. Bestetik, materialen pisua oso handia izaten denez (eta litosferak deformazio elastikoa izanik, kanporatutako astenosfera pisuak ere eutsi egingo du (litosfera tolestu).



ADIBIDEAK Hawaiko irlak

Litosfera ozeaniko baten gainean jarritako munduko sumendi irla altuenak dira. Irlen pisuak litosfera tolestean du, antiklinal uharteetan eta sinklinalak inguruko litosfera ozeanikoan. Grabimetria anomalia profila aztertuz batrimetriaren profil berdina lortzen da.



ADIBIDEAK Fenoskandia penintsula

Grabitate anomalia negatiboa (Eskualde honen azpitik bere alboan dauden eskualdea konparatuta, masa defizita dauka). Eskualdea denborarekin altxatzen ari da. Litosferak noizbait izotz masa handia zuen eta hau galtzerakoan bere oreka isostatikoa berreskuratzen dago. Deformazio elastikoa.

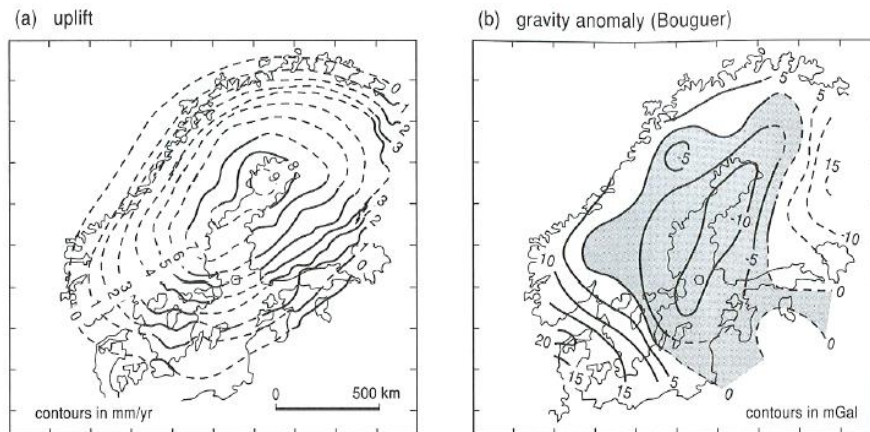


Figure 9.14 Uplift and gravity anomaly of Fennoscandia.