



Biologia eta Geologia

BEHATU SAILA

DBHko 4. mailarako Biologia eta Geologia liburua
Zubia Editoriala, S. L.ren eta Santillana Educación, S. L.ren
Hezkuntza Argitalpenetarako Sailean **Joseba Santxo Uriarteren**
eta **Teresa Grence Ruiz**en zuzendaritzapean sortu, taxutu
eta gauzaturiko talde-lana da.

Liburu honen prestatze- eta argitaratze-lanean
honako talde honek esku hartu du:

Leonor Carrillo Vigil

Miguel Ángel Madrid Rangel

EDIZIOA

Ainhoa Basterretxea Llona

Begoña Barroso Nombela

Belén Álvarez Garrido

Daniel Masciarelli García

PROIEKTUAREN ZUZENDARITZA

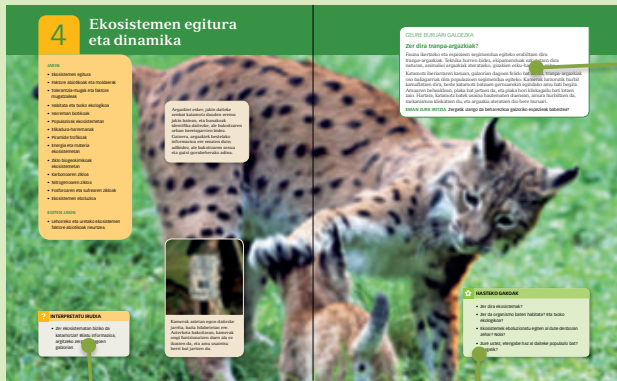
Joseba Santxo Uriarte

Antonio Brandi Fernández

Liburu honetako ariketak ezin dira inola ere liburuan bertan egin.
Ariketetan proposatzen ditugun taulak, eskema eta gainerako
baliabideak ikasleak koadernoan egin beharrekoen ereduak baino ez dira.

1. Lurraren egitura eta dinamika	4	6. Zelula-antolaketa izaki bizidunetan	108
1. Eguzki-sistemaren eta Lurraren jatorria 2. Lurraren barne-egitura aztertzen 3. Eredu geodinamikoa 4. Lurraren barneko eragilea 5. Litosferako higadura bertikalak 6. Litosferako higadura horizontalak 7. Plaken tektonika		1. Teoria zelularra 2. Zelula motak eta haien harreman ebolutiboak 3. Zelula eukariota 4. Zelula-nukleoa 5. Zelula-zikloa 6. Kromosomak 7. Zelula-zatiketa 8. Meiosis	
2. Tektonika eta erliebea	22	7. Herentzia eta genetika	126
1. Ertz konbergenteak 2. Ertz dibergenteak eta ebakidurako ertzak 3. Plaka barneko fenomenoak. Gune beroak 4. Barne- eta kanpo-dinamikaren arteko interakzioa. Harrien zikloa 5. Deformazioak 6. Diaklasak eta failak 7. Erliebearen adierazpena. Mapa topografikoak		1. Mendel eta herentziaren azterketa 2. Genetikaren sorrera 3. Mendelen legeak 4. Genetikako problemen ebazpena 5. Bitarteko herentzia eta kodominantzia 6. Herentziaren teoria kromosomikoa 7. Giza genetika 8. Sexuaren determinazio genetikoak giza espeziean 9. Jatorri genetikoko gaixotasunak 10. Gaixotasun genetikoen prebentzioa eta diagnostikoa	
3. Gure planetaren historia	40	8. Informazio eta manipulazio genetikoak	148
1. Lurraren adinari buruzko ideia historikoak 2. Aktualismoa eta uniformismoa 3. Zer diote fosilek? 4. Denbora geologikoa neurtzea 5. Geokronologia erlatiboa 6. Geologia historikoa 7. Kanbriarraurrea. Iraganik urrunena 8. Paleozoikoa. Biziazen aniztasuna 9. Mesozoikoa. Narrastien era 10. Zenoikoa. Ugaztunen era		1. DNA eta azido nukleikoak 2. DNAREN erreplikazioa 3. DNAtik proteinetara 4. Informazio genetikoaren adierazpena 5. Mutazioak 6. Bioteknologia eta ingeniartza genetikoak 7. Ingeniartza genetikoko teknikak 8. Bioteknologiaren erabilerak 9. Klonazioa eta zelula amak 10. Giza Genoma Proiektua 11. Bioetika	
4. Ekosistemen egitura eta dinamika	62		
1. Ekosistemen egitura 2. Faktore abiotikoak eta moldaerak 3. Tolerantzia-mugak eta faktore mugatzaileak 4. Habitata eta txoko ekologikoa 5. Harreman biotikoak 6. Populazioak ekosistemetan 7. Elikadura-harremanak 8. Piramide trofikoak 9. Energia eta materia ekosistemetan 10. Ziklo biogeokimikoak ekosistemetan 11. Karbonoaren zikloa 12. Nitrogenoaren zikloa 13. Fosforoaren eta sulfuroaren zikloak 14. Ekosistemen eboluzioa			
5. Giza jardura eta ingurumena	86	9. Biziazen jatorria eta eboluzioa	170
1. Natura-baliabideak 2. Ekosistemen gaineko eraginak eta giza jarduerak 3. Atmosferaren gaineko eragin kaltegarriak 4. Hidrosferaren gaineko eragin kaltegarriak 5. Lurzoruaren gaineko eragin kaltegarriak 6. Biosferaren gaineko eragin kaltegarriak 7. Gainpopulazioaren ondorioak 8. Garapen jasagarria 9. Hondakinak 10. Hondakinen kudeaketa 11. Birziklatzea 12. Energia-iturri berriztagarriak		1. Biziazen jatorria 2. Biodibertsitatearen jatorria 3. Lamarck eta hartutako karaktereen herentzia 4. Darwin eta Wallace. Hautespen naturala 5. Aldakortasunaren oinarri genetikoa 6. Eboluzio-mekanismo arruntak 7. Eboluzioaren teoriaren aldeko frogak 8. Moldaera eta espeziatzea 9. Eboluzioaren egungo teoriak 10. Hominizazioa 11. Giza eboluzioa	
		Ikerketa-proiektu kooperatiboak	194
		• Ingurumen-inpaktuak ebaluagarriak dira? • Elikagai transgenikoak kaltegarriak dira? • Ba al dute eraginik prozesu geologikoek izaki bizidunen eboluzioan?	
		Zientzia-hiztegia	200





Interpretatu irudia

Hasteko gakoak

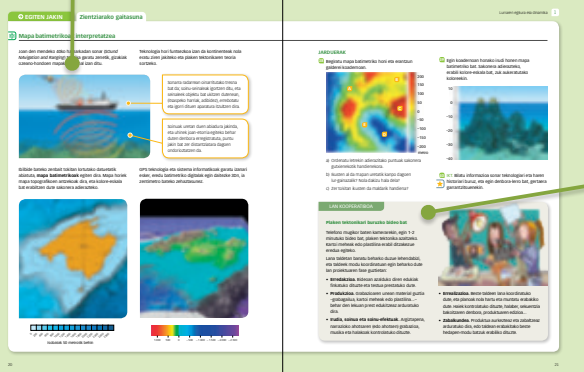
Geure buruari galdetza

- Ikus al daiteke uharte baten sorrera?
- Zergatik daude itsas fosilak Pirinioetako tontor batzuetan?
- Nola jakin dezakegu zer itxura zuten dinosauroek, haien hondar fosilak soilik ezagutzen baditugu?
- Zer dira tranpa-argazkiak?
- Zer dira klimari buruzko goi-bilerak, eta zertarako balio dute?
- Nola funtzionatzen du mikroskopia elektronikoak?
- Zer dira arrazari lotutako gaixotasunak?
- Zer dira GEOak?
- Nola egiten da lan aztarnategi arkeologiko batean?

EGITEN JAKIN

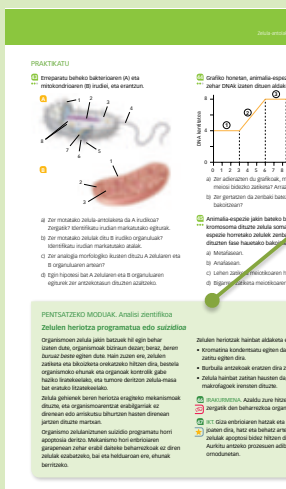
- Hondar-magnetismoa interpretatzea
- Mapa batimetrikoak interpretatzea
- Profil topografiko bat egitea
- Talka-kraterren ezaugarriak identifikatzea
- Potasio-argon bidezko metodo erradiometrikoa erabiltzea
- Ebakidura geologiko sinple bat interpretatzea
- Ikinitak interpretatzea
- Lehorreko eta uretako ekosistemen faktore abiotikoak neurtzea
- Hondakinak bereizten ikastea
- Aztarna ekologikoa neurtzea

- Mitosiaren faseak aztertzea
- Kariotipoak egin eta interpretatzea
- Gurutzaketa-proba bat egitea
- Bi karaktereko problema bat ebaztea
- X kromosomari lotutako herentziari buruzko problemak ebaztea
- Zuhaitz genealogikoak interpretatzea
- Kode genetikoa *deszifratzea*
- Aztarna genetikoa interpretatzea
- Espezieen arteko eboluzio-distantzia interpretatzea
- Zuhaitz filogenetiko bat interpretatzea



Lan kooperatiboa

- Plaken tektonikari buruzko bideo bat
- Talka-kraterren erreproduzitzea
- Denbora geologikoaren eskala
- Parke nazionalen buruzko horma-irudi zientifiko bat
- Ingurumen-ekoizkuntza bat
- Mitosiari buruzko aurkezpen digitala
- Mendelen azterketei buruzko komikia
- Aldizkari zientifikoa
- Txakurren eboluzioari buruzko horma-irudi bat



Analisi zientifikoa

- Ozeano Bareko *suzko eratzuna*
- Atoloiak misterioa
- Fosilen eraketa
- Harrapakari-harrapakin sistema
- Ozono ona, ozono txarra
- Zelulen heriotza programatua edo *suizidioa*
- Sexuaren eragina duen herentzia
- Giza Genoma eta Giza Eskubideei buruzko Adierazpen Unibertsala
- Hankabiko hominidoen arteko hibridazioak

Oinarrizko gaitasunak

Liburuan zehar, HEZIBERRIren arabera oinarrizko gaitasunen ikurrak ikusiko dituzu zenbait jardueraren ondoren. Ikur horiek kasu bakoitzean zer gaitasun lantzen den adierazten ditute.

Arloko gaitasunak

- Hizkuntza- eta literatura-komunikaziorako gaitasuna
- Matematikarako gaitasuna
- Zientziarako gaitasuna
- Teknologiarako gaitasuna
- Gizarterako eta herritartasunerako gaitasuna
- Arterako gaitasuna
- Mugimendurako gaitasuna

Zehar gaitasunak

- Hitzez, hitzik gabe eta era digitalean komunikatzeko gaitasuna
- Ikasten eta pentsatzen ikasteko gaitasuna
- Elkarbizitzarako gaitasuna
- Ekimenerako eta ekintzaile-sena garatzeko gaitasuna
- Izaten ikasteko gaitasuna

1

Lurraren egitura eta dinamika

JAKIN

- Eguzki-sistemaren eta Lurraren jatorria
- Lurraren barne-egitura aztertzen
- Eredu geodinamikoa
- Lurraren barneko eragilea
- Litosferako higidura bertikalak
- Litosferako higidura horizontalak
- Plaken tektonika

EGITEN JAKIN

- Hondar-magnetismoa interpretatzea
- Mapa batimetrikoak interpretatzea

Erupzioa itsaso azpian hasi zen, 100 metrotik gorako sakoneran, eta kono bolkanikoak zenbait hilabete behar izan zituen urgaineratzeko.

Uharteia ia 3 kilometro koadroko azalera eta 130 metroko garaiera izatera iritsi zen. Nolanahi ere, gaur egun neurri horiek txikitu egin dira, higadura azkarraren ondorioz.



INTERPRETATU IRUDIA

- Lurrazal ozeanikoaren ala lurrazal kontinentalaren zati bat da ikusten ari garena?
- Zer harri mota ikusten dira lehen planoan?
- Zer agente geologiko motak eragingo zuten uharteia hain azkar higatzea?
- Ikusten al da irudian uhartean izaki bizidunak bizi direlako zantzurik?

Surtsey uharteia aire zabaleko laborategia da zientzialarientzat; izan ere, izaki bizidunek ingurune berriak nola kolonizatzen dituzten aztertzeko aukera ematen die.

Hori dela eta, 2008. urtean UNESCOk Gizadiaren Ondare izendatu zuen uharteia.

GEURE BURUARI GALDEZKA

Ikus al daiteke uharte baten sorrera?

1963ko azaroaren erdialdera, aurrez aurre oso gutxitan ikusi ahal izan den fenomeno bat gertatu zen: lur-masa berri bat urgaineratu zen.

Islandiako hegoaldean gertatu zen, kostatik 32 kilometrora. Azaroaren 14an, itsasotik burbuilak eta ke beltz arraro bat irteten ari zirela ikusi zuen inguru horretan arrantzan ari zen itsasontzi bateko eskifaiak, eta agintariei jakinarazi zien. Berria zabaltzean, zenbait zientzialari talde inguratu ziren, fenomenoak bertatik bertara ikertzera.

Handik egun gutxira, itsaspeko sumendi baten laba azaleratzen hasi zen; azaleratu eta berehala hozten zen laba, eta pixkanaka-pixkanaka uharte berriaren tamaina handituz joan zen. Surtsey jarri zioten izena uharteari.

Sumendiaren jarduera 1967ko uztailean eten zen.

EMAN ZURE IRITZIA. Zergatik piztuko du horrelako fenomeno batek horrenbesteko interesa zientzialarien artean?



Gaur egun, hogeita hamar landare-espezie baino gehiago daude uhartean, kaio-kolonia bat bizi da han urte osoan, itsas txakur grisen populazio batek umatzeko toki gisa erabiltzen du aldizka, eta ur azpian ekinodermo eta alga ugari ikus daitezke.



HASTEKO GAKOAK

- Zer dira plaka litosferikoak?
- Lurreko leku batzuetan, jarduera bolkaniko bizia egoteaz gainera, jarduera sismiko handia ere badago. Ba al dago loturarik bi fenomeno horien artean?
- Higitzen al dira plaka litosferikoak? Erantzuna baiezkoa bada, azaldu labur-labur zerk higiarazten dituen.

☆ IKASTEKO GAKOAK

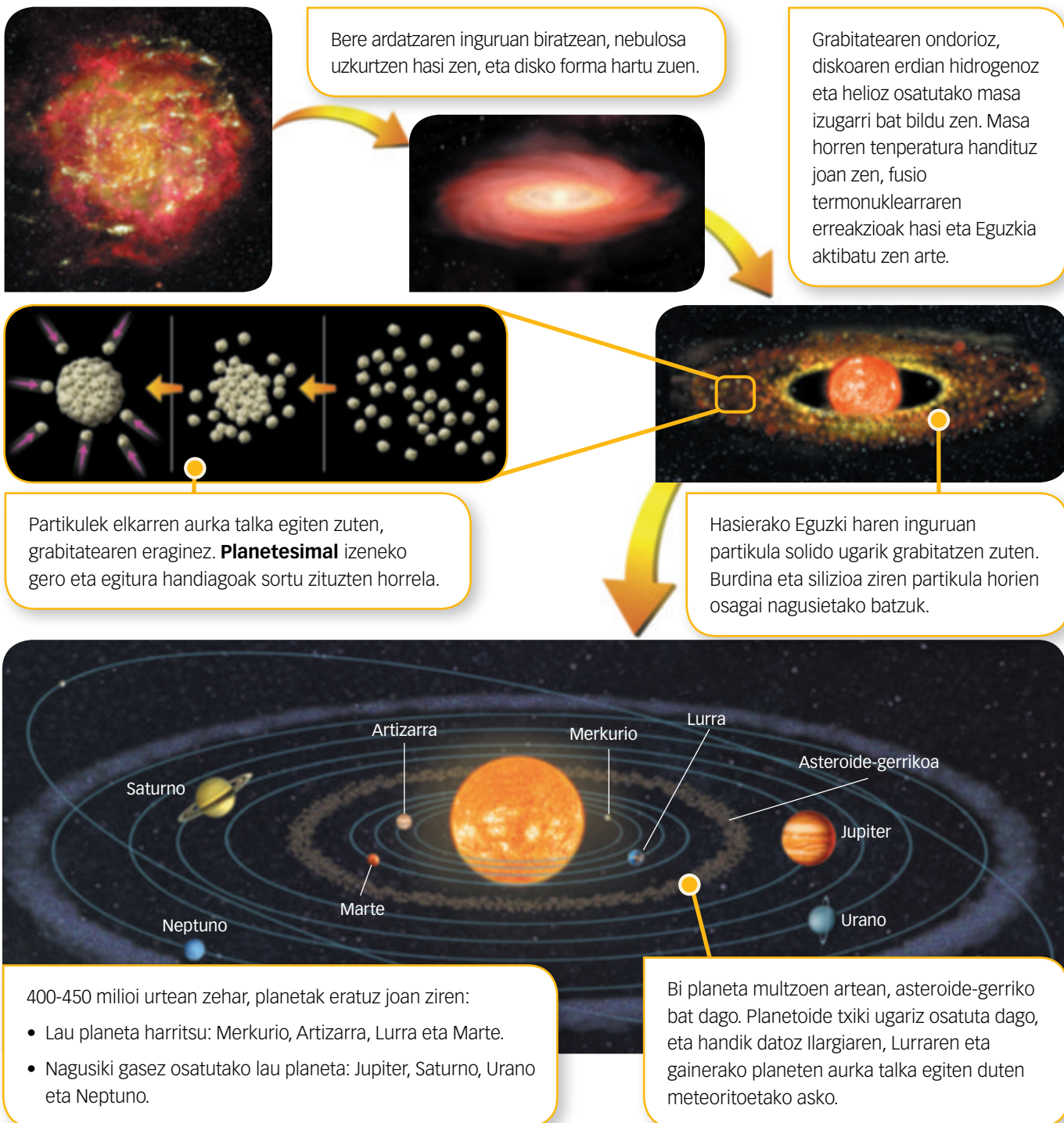
- Eguzki-sistemaren eta planeten jatorria zein den jakitea.
- Lurraren jatorriaren eta osagaien berri izatea.

1

Eguzki-sistemaren eta Lurraren jatorria

Astronomoen arabera, gure eguzki-sistema duela 5.000 milioi urte hasi zen eratzen, gure galaxiaren, Esne Bidearen, besoetako baten muturrean zegoen nebulosa baten erdigunean –nebulosa hori hauts kosmikoz eta gasez (hidrogenoa eta helioa, nagusiki) osatutako laino handi hotz bat zen–.

Gaur egun Eguzkiaren eta eguzki-sistemaren jatorriari buruz onartuen dagoen hipotesiari **akrezio planetesimal** deritzo.



Lurra, eta zer osagai dituen

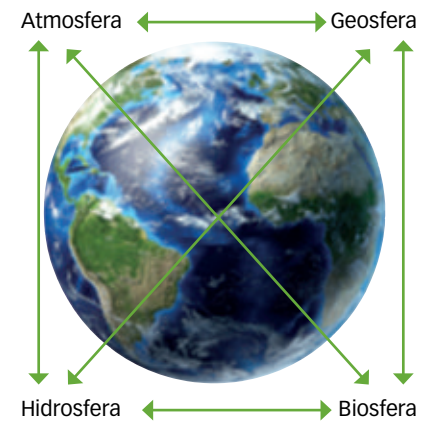
Lurra lau osagai edo *esfera* ditu: geosfera, atmosfera, hidrosfera eta biosfera. Lau osagai bereizi badira ere, etengabe trukutzen dituzte materia eta energia elkarren artean.

- **Geosfera.** Duela 4.500 milioi urte inguru, Lurra harri urtuzko bola handi bat izango zen, beroa sortzen zuten hiru prozesu gertatzen ari baitziren:
 - Akrezioan zehar planetesimalen arteko talka ugari zeuden.
 - Isotopo erradioaktiboen desintegrazio-prozesu bat zegoen, hala nola potasio-40arena eta uranio-235arena.
 - Materialak gero eta dentsitate handiagoko geruzatan bereizten ari ziren, grabitatearen ondorioz. Burdina, astunena izanik, nukleo metalikoaren zati bihurtu zen. Haren gainean, mantuko burdina silikatoak eta magnesio silikatoak geratu ziren flotatzen, eta haien gainean, berriz, aluminio silikatoak, lurrazal fin bat sortu zutenak.
- **Atmosfera eta hidrosfera. Desberdintze grabitatorioaren** prozesuan zehar, gas kantitate handia askatu zen. Gasik arinenak, hidrogenoa eta helioa, kanpo-espaziora irteten ziren; beste batzuk, berriz, karbono dioxidoa eta ur-lurruna kasu, lurrazalean harrapatuta geratu ziren, eta azal horren pitzaduretatik baino ez ziren irteten. Horrek jarduera bolkaniko handia sortu zuen, eta hala sortu zen lehen atmosfera.

Gero, atmosferako ura kondentsatu egin zen, eta eurite handiek gainazal solidoaren sakonuneak urez bete zituzten. Hidrosfera sortu zen horrela.
- **Biosfera.** Eguzkitiko distantziak eta baldintza fisiko-kimikoek, hala nola tenperaturak eta ur likidua egoteak, Lurrean bizia agertzea ahalbidetu zuten.

Lurreko jarduera biologikoak honako ondorio hauek izan ditu, besteak beste:

 - Atmosfera oxigenatzea.
 - Lurzoruak eratzea.
 - Harritzko gainazal handiak sortzea –kareharrizkoak, adibidez–. Harritzko gainazal horiek koralezko uharrien eraketan zehar hauspeatutako karbonatoetatik eta kaltzio karbonatozko maskorrek eta eskeletoak pilatzeagatik sortu ziren.



Islandiako Eyjafjallajökull sumendiaren erupzioa. Lurra gasgabetzeko prozesuan jarraitzen du gaur egun ere.

JARDUERAK

- 1 Nola azaldu dezakezu Eguzkitik hurbilen dauden planetek dentsitate handiagoa izatea urrunen daudenek baino?
- 2 Azaldu ea hidrosfera osatzen duen ur kantitatea bera den beti ala areagotuz joaten den denborarekin.
- 3 **IKT.** Bilatu Lurraren lau osagaien artean materia eta energia trukutzen direla erakusten duten prozesu eta fenomeno batzuk. Ikatzaren eta petrolioaren sorrera edota koralezko uharrien sorrera, esaterako, biosferaren eta geosferaren arteko elkarrekintzaren adibidetzat har daitezke.

☆ IKASTEKO GAKOAK

- Azaltzea nola erabiltzen diren uhin sismikoak, Lurraren barnealdea ezagutzeko.
- Eredu geokimikoaren arabera Lurra zer egitura duen jakitea.

2

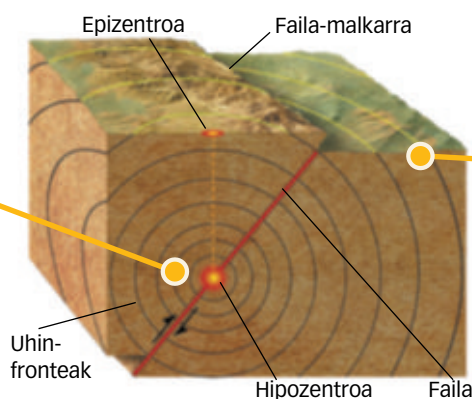
Lurraren barne-egitura aztertzen

Lurraren barnealdea ikertzeko eta ezagutzeko, geologoek lurrikarak erabiltzen dituzte –sismo edo seismo ere deituak–, medikuntzak X izpiak, eskanerrak, ekografiak eta halako teknologiak erabiltzen dituen moduan.

Lurrikarak lurrazalaren astinaldi zakarrek lurrean eragiten dituzten dar-darak dira. Haustura-eremuetako edo failetak harri-masa handiak bat-batean higitzean sortzen dira astinaldi horiek.

Hipozentro edo foku

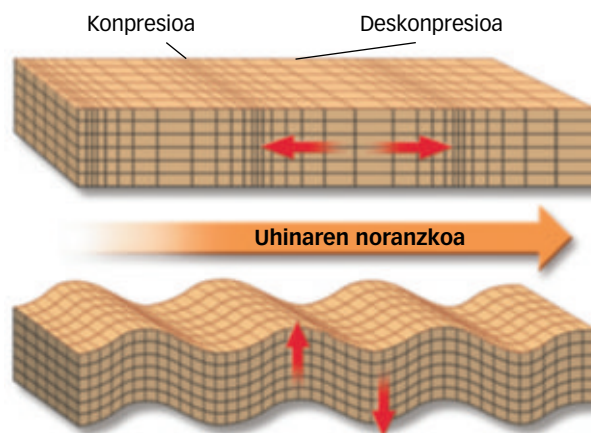
izeneko hausturagunetik bibrazio batzuk hedatzen dira, **uhin sismiko** eran. Uhin sismiko horiek osatutako uhin-fronteak Lurraren barnealdean hedatzen dira. Bi uhin sismiko mota daude: **P** eta **S**.



Uhin horiek Lurraren gainazalean lehendabizi ukitzen duten puntuari **epizentro** esaten zaio, eta hipozentroarekiko bertikalean egoten da. Epizentrotik, **azaleko uhinak** hedatzen dira, lurrikaretan hondamendiak eragiten dituztenak.

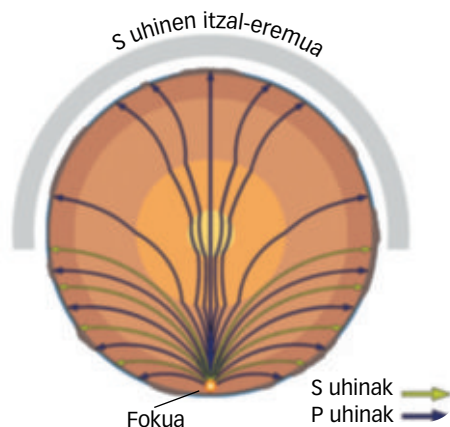
Uhin primarioak (P). Azkarrenak dira, eta beraz, sismografoetara lehendabizi iristen direnak. Partikulek uhinaren noranzko berean bibratzen dute, konpresio-eta deskonpresio-higiduren bidez. Material solidoak nahiz likidoak zeharkatu ditzakete, baina material likidoak zeharkatzean, haien abiadura murriztu egiten da.

Uhin sekundarioak (S). Abiadura txikiagoa dute, eta beraz, uhin primarioen ondoren erregistratzen dituzte sismografoek. Partikulek uhinaren ibilbidearekiko zut bibratzen dute. Material solidoetan zehar soilik hedatzen dira, ez fluidoetan.



Itzal-eremu esaten zaio uhin batzuk jasotzen ez dituen eremuari.

P eta S uhinek Lurraren barnean egiten duten ibilbidea.



Uhinak Lurraren geruza batetik konposizio kimiko edo portaera dinamiko desberdina duen beste batera igarotzen direnean, islatu edo errefraktatu egiten dira, eta horrek aldaketak eragin ditzake uhinen abiaduran eta ibilbidearen norabidean.

Uhin sismikoen erregistroak aztertzean, sismologoek geruzen egoera fisikoa zein den interpretatzen dute (zurrunka, plastikoa edo fluidoa), eta kalkulatu dute zer sakoneratan dauden **etenune** sismikoak edo geruzen arteko bereizketak.

Lurraren barne-egituraren eredu geokimikoa

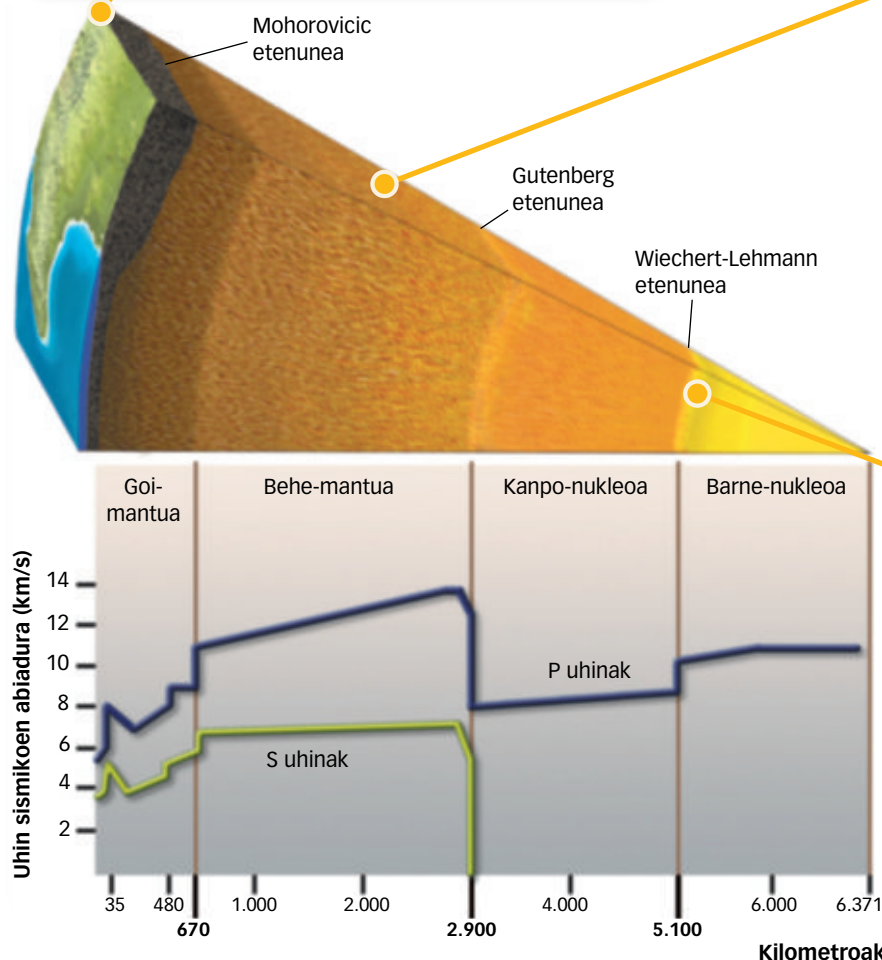
P eta S uhinek Lurraren barnealdean duten portaera oinarrituta, sismologiak barnealde horren bi eredu edo irudikapen egiten ditu. Lehen, **eredu estatiko** edo **geokimiko** izenekoa, geruzen konposizioan oinarritzen da.

Eredu geokimikoak hiru geruza hauetan bereizten du Lurra, gainazale-tik barrualderantz: **lurrazala**, **mantua** eta **nukleoa**. Hiru etenune sismiko handik bereizten dituzte geruza horiek; etenune horietako bakoitza izendatzeko, etenunea aurkitu zuen sismologoaren izena erabiltzen da.

Lurrazala. Aluminio silikatoz osatuta dago nagusiki. Ozeanoen hondoan eta kontinenteetan ezaugarriak eta historia desberdinak dira, eta horregatik, bi mota bereizten dira: **lurrazal kontinental** eta **lurrazal ozeanikoa**.

? INTERPRETATU IRUDIA

- 4 Nola jakin dezakegu etenune bat dagoela, P eta S uhinen grafikoari begiratzuz?



Mantua. Geruza hau burdina silikato eta magnesio silikato ugari harri igneoz osatuta dago; adibidez, peridotitaz. Olibinoa da peridotitaren mineral nagusia.

Mantuak bi atal ditu: **goi-mantua** eta **behe-mantua**. Bien artean **trantsizio-zona** bat dago; hor goi-mantuko harrien propietate fisikoak aldatuz joaten dira presioaren eta tenperaturaren igoeraren ondorioz, eta material dentsoagoak sortzen dira.

Nukleoa. Osagai nagusia burdina da, baina nikela eta burdina sulfuroak ere baditu, proportzio txikian. Bi atal ditu, eta bakoitza egoera fisiko batean dago: **kanpo-nukleoa**, likido-egoeran, eta **barne-nukleoa**, solido-egoeran.

Kanpo-nukleoaren fluidotasuna urarenaren antzekoa da, eta konbekzio-korronte bortitzek astintzen dute. Korronte horiek **Lurraren eremu magnetikoa** edo **magnetosfera** sortzen dute.

JARDUERAK

- 5 Marraztu proportzionalki nolakoa izango litzatekeen uhin sismikoen hedapenaren grafikoa, bere egituraren ezaugarri hauek dituen alegiazko planeta baten barruan:

- 0-700 km: geruza solidoa, gero eta dentsitate eta zurruntasun handiagokoa.
- 700-1.500 km: geruza solido eta homogeneoa.
- 1.500-3.000 km: geruza fluido.

-

?

- 6

3

I.

F

Litosfera

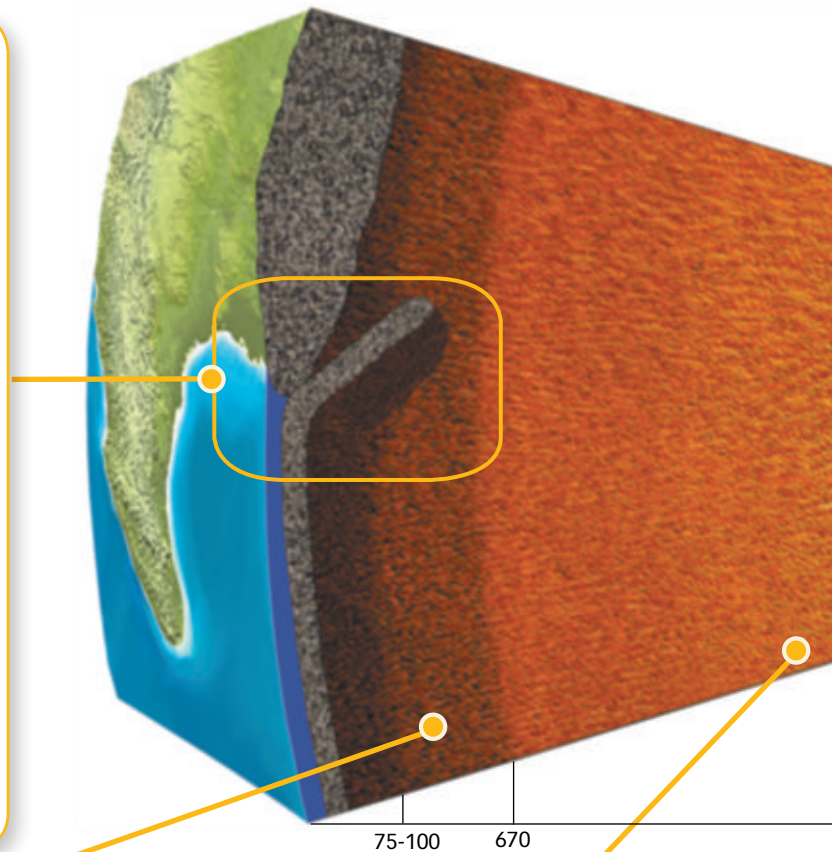
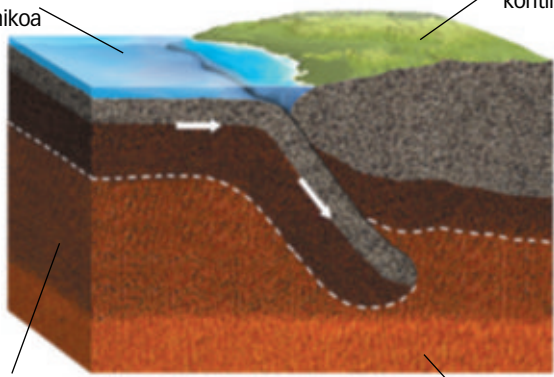
G

Li

Li

G

B



Astenosfera edo litosfera azpiko goi-mantua

L

G

Mesosfera

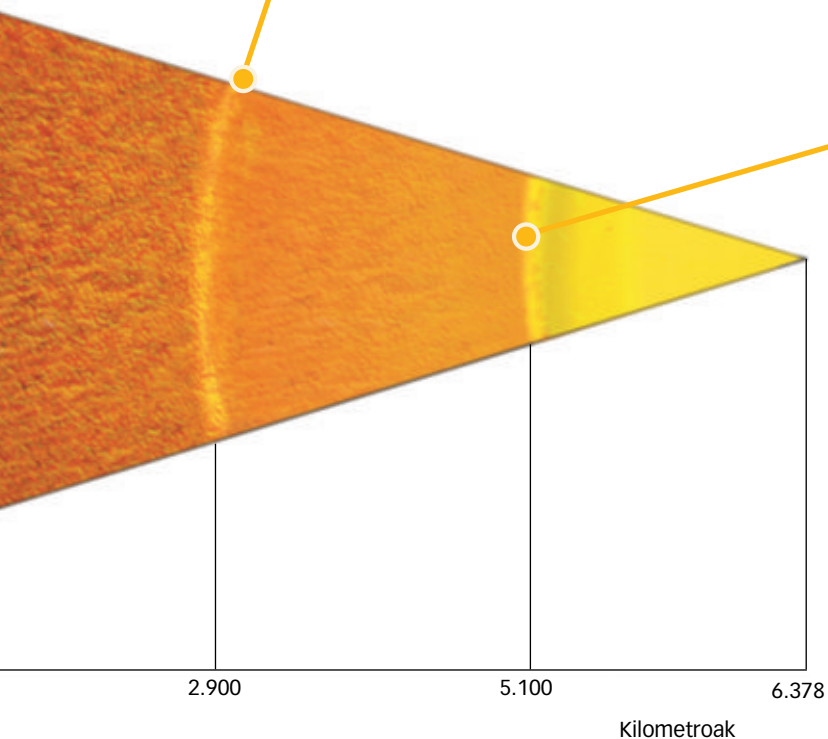
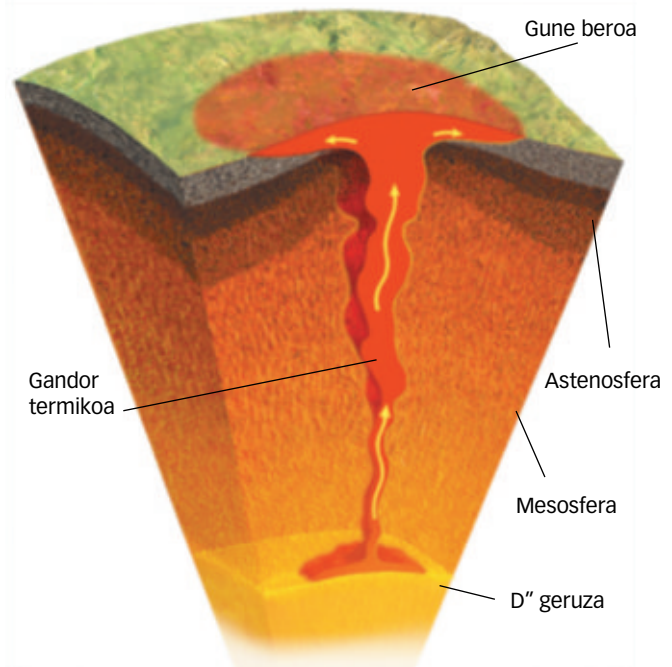
B

D" geruza

Planetako eremurik dinamikoenetako bat da. Kanpo-nukleotik datorren beroa metatzen du, eta noizean behin **gandor termiko** direlakoak askatzen ditu; hau da, litosferara iristen diren eta hura zulatzen duten magma-luma bero-beroak. Gandor termikoen eraginez, jarduera bolkaniko handiko **gune beroak** sortzen dira; adibidez, Hawaii uharteak.



Kilauea sumendiaren erupzioa.

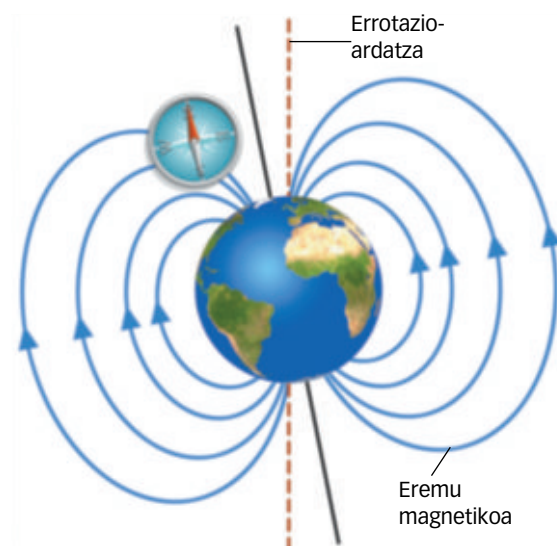


Endosfera

Eredu geokimikoko nukleo osoa hartzen du, (barne-nukleoa nahiz kanpo-nukleoa). Barne-nukleo solidoaren beroa kanpo-nukleo likidora zabaltzen da, eta sortzen diren konbekzio-korronteek bero hori D" geruzara kanporatu eta han metatzen dute.

Konbekzio-korronte horiek sortzen dute Lurraren eremu magnetikoa.

Eremu magnetikoa Lurra zeharkatzen duten eta polo magnetiko batetik bestera zabaltzen diren indar-lerro ikusezin batzuez osatuta dago. Polo magnetikoak ez datoz guztiz bat polo geografikoekin, eta elkarren arteko distantzia aldatuz doa.

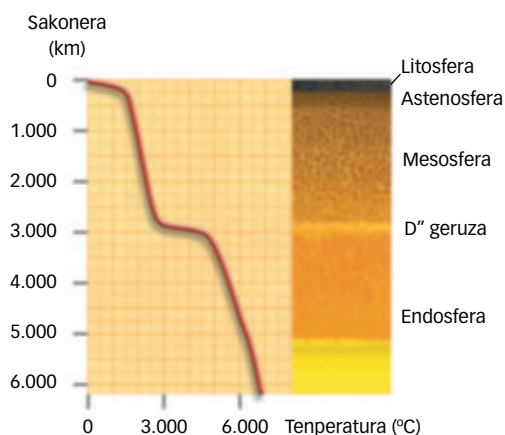


JARDUERAK

- 7 IKT. Bilatu astenosferari buruzko informazioa, eta azaldu geologiaren historian zergatik eztabaidatu den halakorik egiaz bazen edo ez.
- 8 Azaldu nola transmititzen den beroa endosferatik litosferaraino.

★ IKASTEKO GAKOAK

- Lurraren barne-dinamika eragiten duten mekanismoak ulertzea.
- Lurrazaleko higidura bertikalen kausak identifikatzea.



Gradiente geotermikoa adierazten du nola aldatzen den tenperatura sakonarekin.

? INTERPRETATU IRUDIA

- 9 Gradiente geotermikoa konstantea izango balitz Lurraren gainazaletik erdigunera, zer tenperatura izango luke erdiguneak? Alderatu zuk kalkulaturako balioa goiko irudiko grafikoan agertzen denarekin. Zer dela-eta egongo da alde hori?

JARDUERAK

- 10 Zer sakoneratan egon beharko luke ur-iturri batek, gradiente termiko normala ($3\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$) duen eremu batean, $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ko ur-lurruna lortzeko?

4

Lurraren barneko eragilea

Lurraren barne-dinamikak nola jarduten duen ulertzeko, kontuan hartu behar dira grabitate-indarra eta bero eran dagoen barne-energia.

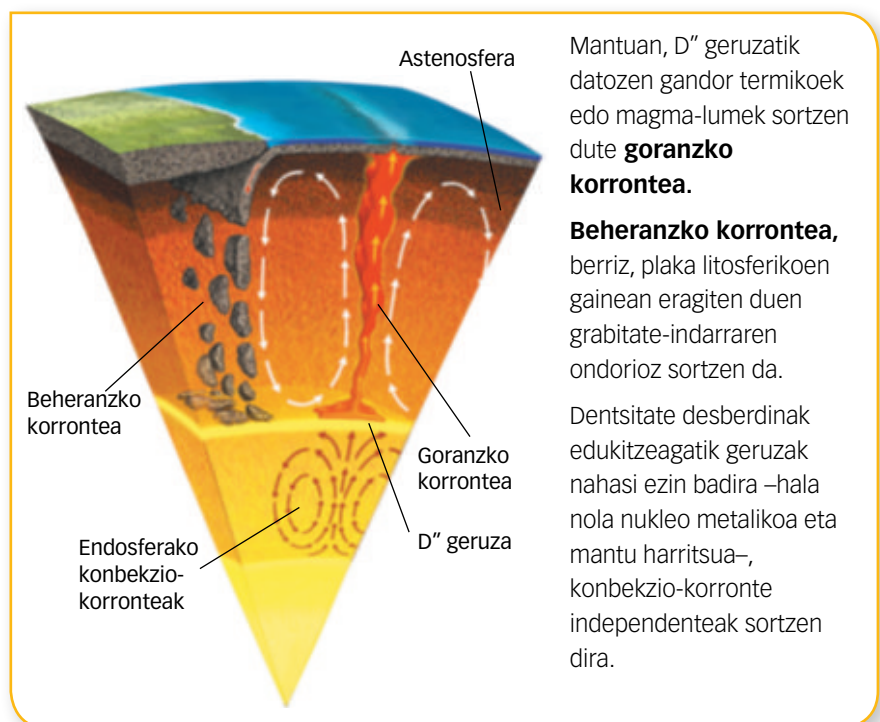
Bero horren zati handiena Lurraren hasierako etapatik dator; hau da, Lurra urtuta zegoen garaitik. Beste zati bat isotopo ezegonkorren desintegrazio erradioaktibotik dator, prozesu horrek gaur egun ere beroa sortzen jarraitzen baitu. Dena den, Lurra pixkanaka hozten ari den gorputz bat dela esan dezakegu.

Lurrean zenbat eta gehiago barneratu orduan eta tenperatura handiagoak egoteari **gradiente geotermikoa** esaten zaio. Lurrazalean, batez beste $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ igotzen da tenperatura 100 metroko; sumendi-eremuetan, 100 metroko $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ igotzera iristen da. Sakonera handiagoetan, balioak aldatu egiten dira, eta tenperaturen banaketa beste era batera kalkulatzeko da: esperimenduetan oinarritutako estrapolazioen bidez eta datu sistemen bidez, hain zuzen.

Beroaren garraioa geosferan

Fluxu termiko deritzo Lurraren barrualdetik gainazalera iristen den bero-energia kantitateari. Bero hori **eroapen** bidez transmiti daiteke, baina harriek ez dutenez eroankortasun handirik, oso mekanismo motela da.

Lurraren barne-dinamikaren benetako eragileak **konbekzio-korronteak** dira. Haien bidez, dentsitate txikieneko material beroa, arinena, gainazalera iristen da. Hozten denean, material horren dentsitatea handitu egiten da, eta berriro hondoratzen da. Litosferaren eta D'' geruzaren arteko tenperatura-aldaketa handiak eragiten du materialen fluxu hori.



Mantuan, D'' geruzatik datozen gandar termikoak edo magma-lumek sortzen dute **goranzko korrontea**.

Beheranzko korrontea, berriz, plaka litosferikoen gainean eragiten duen grabitate-indarraren ondorioz sortzen da.

Dentsitate desberdinak edukitzeagatik geruzak nahasi ezin badira –hala nola nukleo metalikoa eta mantu harritsua–, konbekzio-korronte independenteak sortzen dira.

5

Litosferako higidura bertikalak

Litosfera zurruna litosfera azpiko mantuaren gainean *flotatzen* dago, **isostasia** izeneko flotatze-oreka baten bidez.

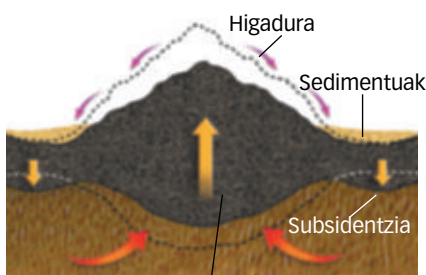
Oreka hori aldatu egiten da batzuetan, barneko nahiz kanpoko dinamiken ondorioz, eta horrek higidura bertikalak eragiten ditu litosfera zatietan edo blokeetan, berriz ere oreka isostatikora itzultzeko, itsasontziak zamatzean eta hustean gertatzen den bezala.

Litosferaren gaineko pisua areagotzeak litosfera hondoratzea eragin dezake; fenomeno horri **subsidentzia** esaten zaio. Glaziazioetan kontinenteen gainean izotz asko pilatzean edota arro sedimentarioetan sedimentu ugari pilatzean gertatzen da, adibidez. Higadurak eta urtzaldiek, berriz, blokeen gaineko pisua arintzen dute, eta litosfera altxatu egiten da horrela.



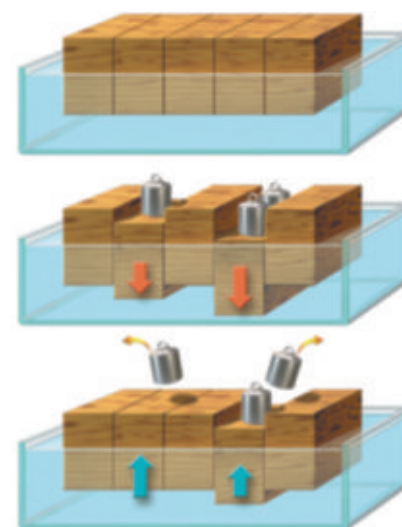
Subsidentzia

Mendia osatzen duten materialen pisuak haren azpiko lurrazala hondoratzea eragiten du.



Altxatzea

Higadurak mendiaren pisua arintzen du, eta Lurraren barne-dinamikak berriro ere lurrazala altxatzea eragiten du.



Isostasia Arkimedesen printzipioaren bidez azaldu daiteke modu errazean. Printzipio horren arabera, bloke multzo bat fluido batean hondoratuz gero, bloke bakoitza gehiago edo gutxiago hondoratuko da, bere bolumenaren eta dentsitatearen arabera.



INTERPRETATU IRUDIA

- 11 Zer gertatzen da mendiaren higadurak sortutako sedimentuekin?

BA OTE DAKIZU?

Egunetik egunera gorago

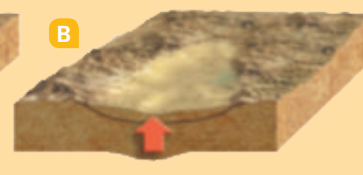
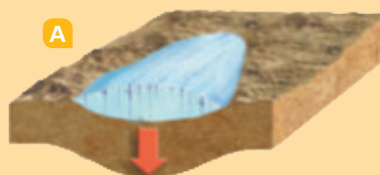
Eskandinaviako penintsulak zenbait dozena metro egin du gora, duela 10.000 urte hura estaltzen zuen izotz-kaskoa desagertu zenetik. Gaur egun, gora egiten jarraitzen du; urtean 1 mm-etik 10 mm-ra bitartean igotzen da, eremuaren arabera.

- Bururatzen al zaizu urtez urte altxatze hori neurtzeko modurik? Nola egingo zenuke?



JARDUERAK

- 12 Begiratu eskuineko irudiei. A irudian, glaziar-mihi baten ebakidura ikusten da, eta B irudian, glaziarra desagertu eta handik urte askora gertatzen dena. Azaldu zer gertatu den.



★ IKASTEKO GAKOAK

- Plaken higidura defendatu zuten bi hipotesi nagusien berri izatea.

6

Litosferako higidura horizontalak

XX. mendearen hasierara arte, kontinentei buruzko ideia **fixistak** ziren nagusi. Ideia horiek defendatzen zuten kontinenteak finko egon zirela beti, gaur egun dauden tokietan.

Wegener eta kontinenteen jitoaren hipotesia

Nahiz eta aurretik izan ziren beste aitzindari batzuk ere, **Alfred Wegener** meteorologoak egin zuen 1912an kontinenteek izan zitzaketen higidura horizontalei buruzko formulaziorik osoena eta garrantzitsuenena. Wegenerren **kontinenteen jitoaren hipotesiak** paleontologian, petrologian, paleoklimatologian, geodesian eta geografian aurkitutako hainbat fenomeno lotu zituen, azalpen bateratzaile baten bidez.

Joan den mendeko 20ko hamarkadaren erdialdera, kontinenteen jitoaren teoria baztertua izan zen, eta handik hogeita hamar urtera baino ez ziren hasi teoria hura aintzat hartzen.

Wegenerrek zioen kontinenteak higitu egin zitezkeela, eta duela 300 milioi urte kontinente guztiak kontinente-masa bakar batean bat eginda egon zirela; kontinente-masa hari **Pangea** izena jarri zion. Pangea zatitzen hasi zen pixkanaka, eta haren zatiak elkarrengandik urrunduz joan ziren, ozeano-hondoen gainean horizontalean higituz –icebergak itsasoan higitzen diren moduan–; horrela sortu ziren egungo kontinenteak.

Wegenerrek bere teoria babesten zuten hainbat eta hainbat aztarna eta froga aurkeztu zituen, baina ezin izan zuen azaldu zer indarrek bultzatzen zituen kontinenteak. Lurraren errotazio-higidura izan zitekeela proposatu zuen.



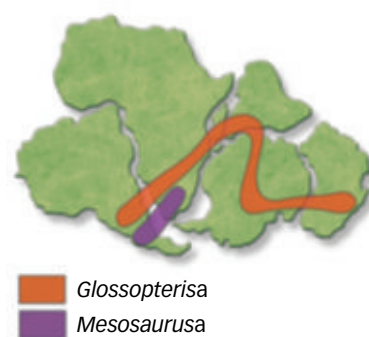
1912an, Alfred Wegenerrek *Kontinenteen eta ozeanoen jatorria* argitaratu zuen. Kontinenteak higitu egiten zirela defendatu zuen han lehenengo aldiz.



Froga geografikoak. Kontinenteak puzzle baten moduan ahokutzen dira. Aurrez ere aipatu zuten batzuek ahokatzeko hori, batez ere Afrikaren eta Hego Amerikaren artekoa; adibidez, Benjamin Franklinen XVIII. mendean, eta Alexander von Humboldten XIX. ean.



Froga paleoklimatikoak. Duela 300 milioi urte gertatutako glaziazio batek utzitako arrastoak dira adibideetako bat. Gezi gorrien bidez, izotzak eragindako higaduraren aztarnen noranzkoak adierazten dira.



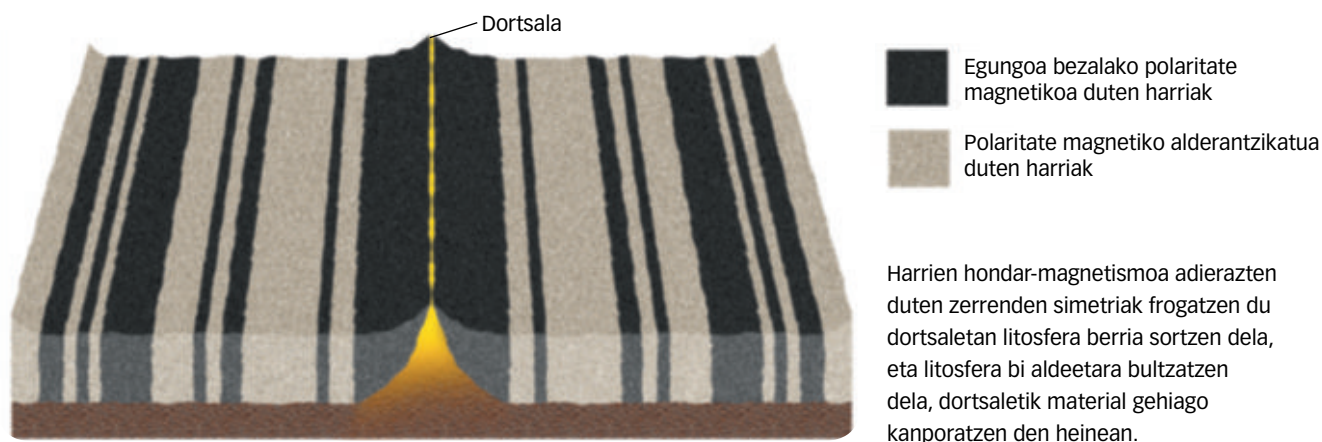
Froga paleontologikoak. Antzeko animalia eta landareen fosilak aurkitu dira zenbait kontinentetan. Aurkikuntza horren azalpen bakarra da kontinente horiek elkartuta egon izana iraganean.

Ozeano-hondoen hedapenaren hipotesia

Bigarren Mundu Gerraren ostean, ozeanoen azterketa ugari egin ziren, sonar teknologiaren garapenari esker. Hori dela eta, ozeano-hondoen mapak egin ahal izan ziren, zehaztasun handiz egin ere. Gainera, garai hartan, **harrien hondar-magnetismoan** eta erradioaktibitatean oinarritutako metodo berri batzuk prestatu zituzten laborategietan, eta ordenagailuen garapenak datuak modu eraginkorragoan tratatzeko aukera eman zuen.

Itsas hondoen izaera geologikoari eta geofisikoari buruzko aurkikuntza berri haietan oinarrituta, 1962an **Harry Hess** geofisikariak **ozeano-hondoen hedapenaren hipotesia** azaldu zuen.

Ozeano-hondoen hedapena dortsaletan gertatzen da; izan ere, jarduera bolkanikoak eta hondoa pixkanaka dortsaletik aldentzeak lurrazal ozeaniko berria sortzen du.



→ EGITEN JAKIN

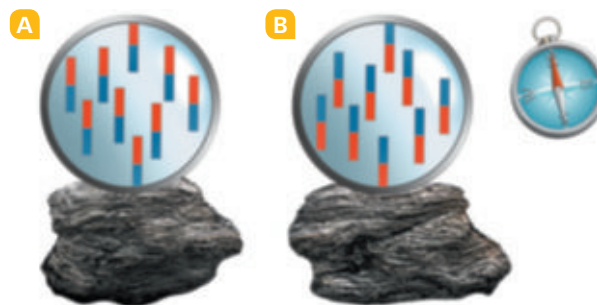
Hondar-magnetismoa interpretatzea

Magnetita laban sortzen den mineral bat da. Hoztean, magnetitazko kristalak Lurraren eremu magnetikoarekin lerrotzen dira.

Badakigu denbora jakin batean behin Lurraren polaritatea alderantzikatu egiten dela, eremu magnetikoaren ezegonkortasunaren ondorioz. Beraz, polaritate desberdin horiek harrietan erregistratuta geratzen dira. Hondar-magnetismo esaten zaio horri.

Magnetitazko kristalek iparrorratzen moduan jokatzen dute. Horregatik, kristal horien orientazioa irudikatzeko, haien poloak iparrorratzetako orratzak bezala adierazten dira; polo gorriak adierazten du non zegoen Lurreko Ipar poloa, kristala hoztu zen garaian.

Horrela, Lurraren polaritate-garai berean edo polaritate-garai desberdinetan sortutako harriak identifika ditzakete geologoek.



JARDUERAK

- 13** A eta B laginak dortsal ozeaniko baten ertzetik gertu hartu dira. Kontuan hartuta Lurraren eremu magnetikoaren azken polaritate-alderantzikatzea duela 780.000 urte gertatu zela, zein lagin da berriena? Azaldu nola ondorioztatu duzun.



IKASTEKO GAKOAK

- Plaken tektonikaren oinarrizko printzipioak ulertzea

7

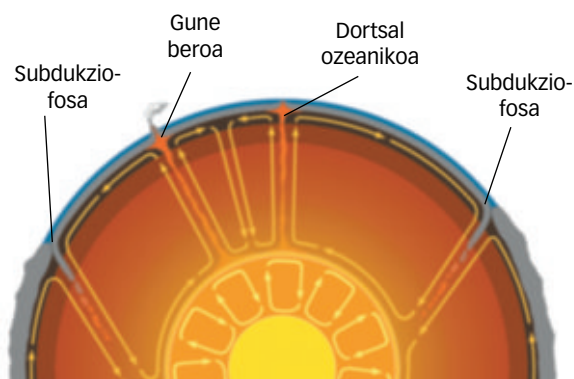
Plaken tektonika

Hessek proposatutako ozeano-hondoen hedapenetik abiatuta, prozesu geologikoen teoria osoa bat garatu zen; **plaken tektonikaren teoria**, hain zuzen.

Tuzo Wilson kanadar geologoak sortu zuen *plaka* kontzeptua, lurrikarak eta sumendiek munduan zuten banaketaren interpretaziotik abiatuta. Plakak bi eratakoak izan daitezke: **ozeanikoak**, litosfera ozeanikoz soilik osatuta badaude, edo **mistoak**, litosfera kontinentalez nahiz litosfera ozeanikoz osatuta badaude.

Plaken tektonikaren postulatu nagusiak

- Litosfera plakatan zatituta dago. Plakak jarduera sismiko eta bolkaniko handiko zerrenda ezegonkorrek mugatutako eskualde egonkorak dira, eta puzzle handi bateko piezen moduan ahokatzen dira.
- Litosfera ozeanikoa litosfera kontinentala baino meheagoa eta dentsuagoa da, eta etengabe sortzen da dortsale ozeanikoetan. Lurraren bolumena konstantea denez, sortutako litosfera ozeanikoaren pareko litosfera kantitate bat fosean suntsitzen da.
- Lurraren barneko beroaren eta grabitate-indarraren ondorioz, konbekzio-korronteak sortzen dira. Korronte horiek plakak higitzen dituzte, eta plakekin batera kontinenteak.
- Plaken artean interakzioak daude. Interakzio horien bidez, erliebe-egitura handiak sortzen dira, bai eta fenomeno erlazionatuak ere, lurrikarak kasu.



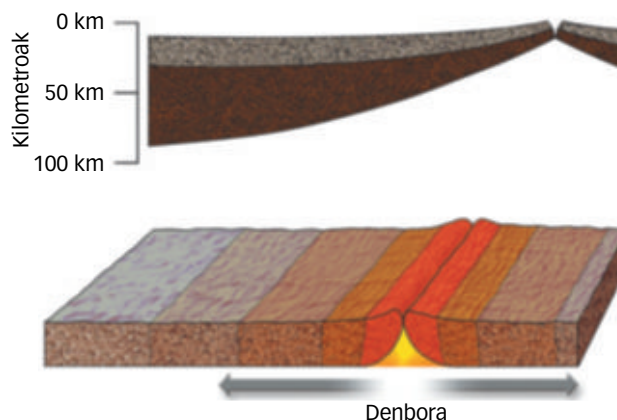
Fosen, dortsalen eta gune beroen lanaren ondorioz, Lurrak tamaina bera du beti.

Plaken tektonikaren froga batzuk

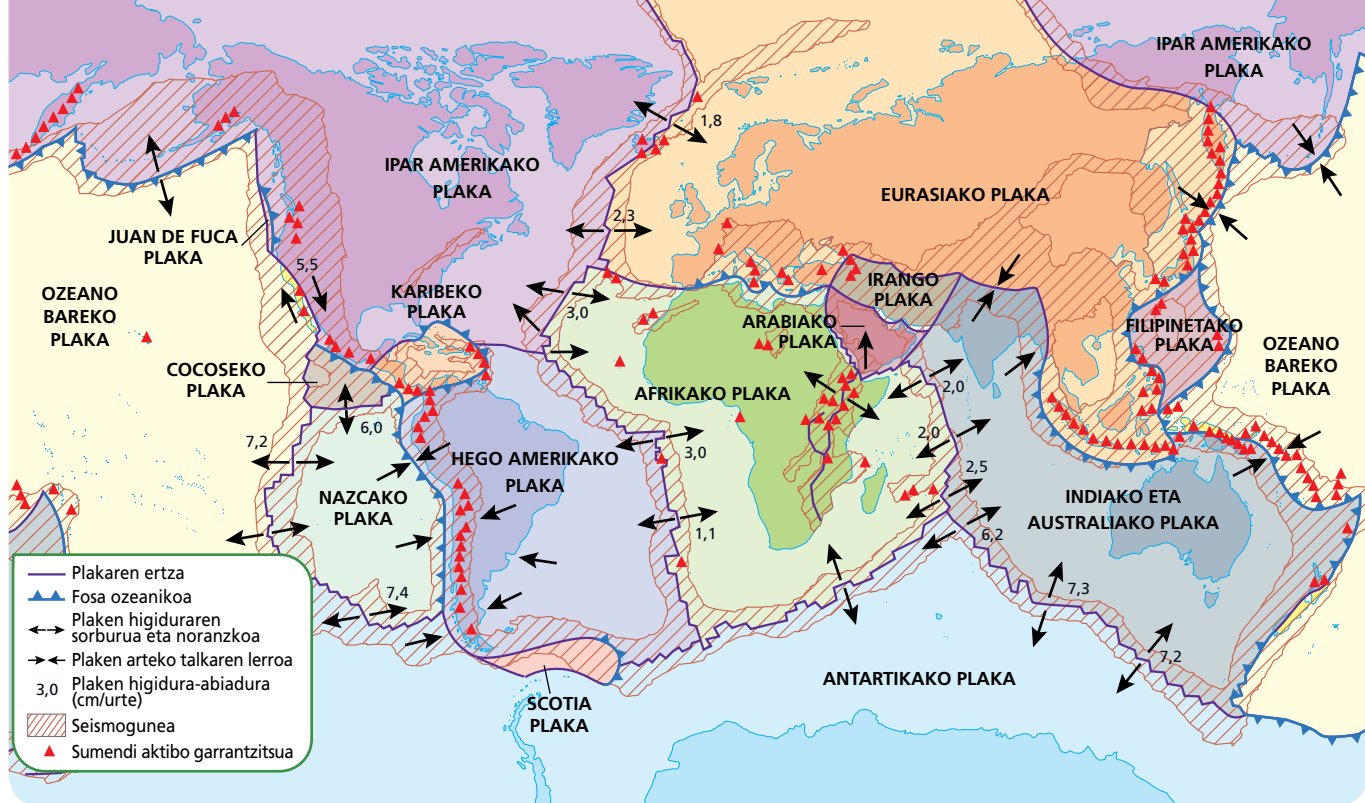
- Ozeano-hondoen kartografiak erakusten digu itsaso azpian dortsalak, fosak eta faila handiak daudela.
- Zenbait metodoren bidez egindako zuzeneko neurketek frogatu dute egungo plakak higitzen ari direla, eta zer noranzkotan higitzen diren ere argitu dute.



- Sedimentuen lodiera txikituz doa kontinenteen ertzetatik dortsaleetara hurbildu ahala. Dortsaleetan ia ez dago sedimenturik.



- Harrien adina handituz joaten da dortsalen erdigunetik kontinenteetara hurbiltzen garen heinean. Gainera, ez da 185 milioi urte baino gehiago duen harririk aurkitu ozeano-hondoetan.



Plakaren higidura erlatiboak

Plakak elkar ukitzen duten tokiei **ertz** esaten zaie. Plakaren arteko higidura erlatiboak nolakoak diren, haien ertzetan era bateko edo besteko fenomeno geologikoak sortuko dira, eta litosfera sortu, suntsitu edo kontserbatu egingo da. Ertzetan intentsitate handiko fenomeno geologiko ugari sortzen dira; besteak beste, lurrikarak, jarduera bolkanikoak, eta subsidentziak.

Ertzak plakaren higidura erlatiboaren eta haien arteko interakzioen araberakoak dira.

? INTERPRETATU IRUDIA

- 14** Bereizi zerrenda batean plaka ozeanikoak eta plaka mistoak.

Ertz mota	Haietan izaten diren gertaerak	Sortzen diren egitura geologikoak
Konbergentea	Kontinenteek talka egiten dute.	Orogenia-fenomenoak (mendiak, mendikateak, etab.).
	Litosfera ozeanikoa suntsitzen da.	Subdukzio-eremuak.
Dibergentea	Litosfera ozeanikoa sortzen da.	Dorsal ozeanikoen eraketa.
Ebakidurakoa	Ertz kontserbadoreak edo pasiboak.	Faila eraldatzaileak.

JARDUERAK

- 15** Azaldu zer lotura dagoen mantuko konbekzio-korronteen eta plaka litosferikoen higiduraren artean. Zer zerikusi dute fosek eta dorsak ozeanikoek prozesu horrekin?
- 16** Osatu goiko taula, ertz mota bakoitzaren adibideak gehituz.
- 17** Ba al dago lurrazal kontinentalez soilik osatutako plaka tektonikorik? Zer plaka motatan aurkitu dezakegu lurrazal hori?

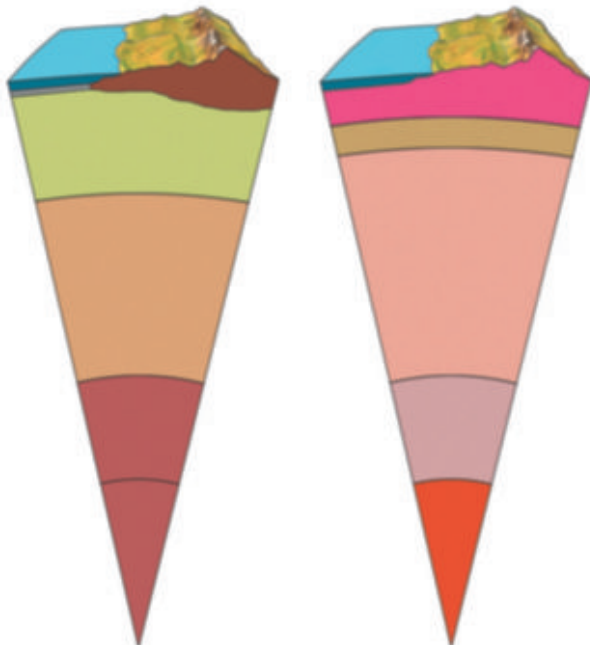
★ BERRIKUSI FUNTSEZKOA

- 18 LABURPENEA.** Kopiatu eta osatu falta diren edukiekin.
- Akrezio planetesimalaren hipotesiak hau dio: _____.
 - P uhinen eta S uhinen arteko aldea da _____.
 - Eredu geokimikoaren arabera, Lurra _____.
 - Eredu geodinamikoaren arabera, Lurra _____.
 - Konbekzio-korronteak honako hau dira: _____.
 - Isostasiaz honako hau da: _____.
 - Kontinenteen jitoa eta ozeanoen hedapena zera dira: _____.
 - Plaken tektonikaren teoriako postulatuak honako hau diote: _____.
 - Plakaren ertzak honelakoak izan daitezke: _____.

- 19** Azaldu labur-labur nola bereizi zen Lurra geruzatan.

- 20** Zer irizpide erabili dira Lurraren barne-egiturari buruzko bi ereduak egiteko?

- 21** Kopiatu koadernoan bi eskema hauek handituta, eta osatu jarraibideei jarraituz.

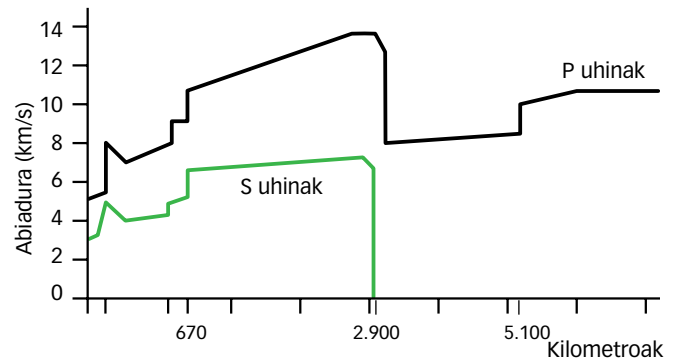


- a) Adierazi zer ereduri dagokion marrazki bakoitza, eta idatzi bakoitzean Lurraren egiturak dituen zatien izenak.
- b) Idatzi zer sakoneratan dauden etenuneak, eta idatzi haien izenak.

- 22** Azaldu zer lotura dagoen honako hauen artean: gandor termikoak, gunee beroak, konbekzio-korronteak, D" geruza eta Lurraren eremu magnetikoa.

- 23** Kopiatu koadernoan P eta S uhinek geosferan dituzten aldaketei buruzko grafiko hau, eta idatzi gainean honako hauek:

- a) Mohorovicic, Gutenberg eta Wiechert-Lehmann etenuneak.
- b) Lurrazala, mantua, barne-nukleoa eta kanpo-nukleoa.



- 24** Kopiatu koadernoan eredu geodinamikoaren arabera Lurra duen egiturari buruzko taula hau:

Geruza	Lodiera	Zer osaera duen eta zer fenomeno gertatzen diren
_____	_____	_____

- 25** Azaldu subsidentziaren eta subdukzioaren arteko aldea.

- 26** Azaldu Wegenerren kontinenteen jitoari buruzko hipotesia eta Hessen ozeano-hondoen hedapenari buruzkoa, eta lotu plaken tektonikaren teoriako postulatuak.

- 27** Zer da Lurraren eremu magnetikoa? Zer fenomenok sortzen du eremu hori? Beti berdina izan da, ala izan ditu aldaketak denboran zehar?

- 28** Zein da plakak higitzen dituen eragilea? Egin mekanismo horren eskema bat.

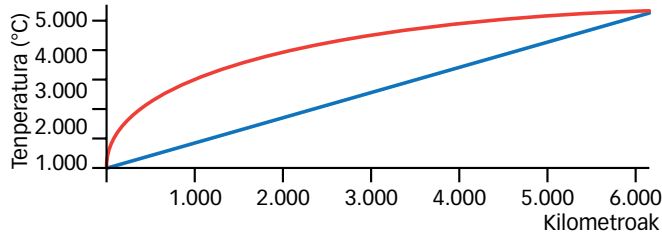
- 29** Gauza bera al dira fluxu termikoa eta gradiente geotermikoa? Arrazoitu erantzuna.

- 30** Kopiatu taula hau koadernoan eta osatu.

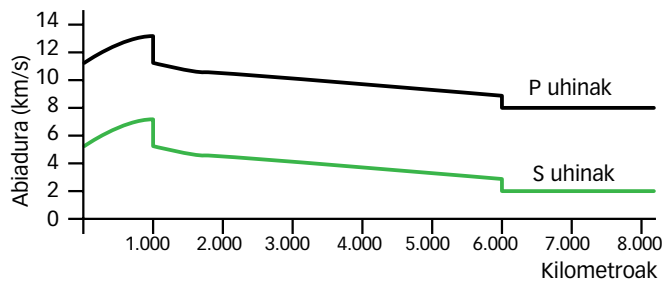
Ertz motak	Gertaerak	Adibideak
Konbergenteak	_____	_____
	_____	_____
_____	Litosfera ozeanikoa sortzen da	_____
_____	_____	_____

PRAKTIKATU

- 31** Begiratu bi planetaren gradiente geotermikoak erakusten dituen grafiko honi. Bietako zein da hobe energia geotermikoa esportatzeko? Bietako zein izan daiteke Lurrarena? Azaldu zergatik.



- 32** Begiratu alegiazko planeta baten P eta S uhinak grafiko honi. Identifikatu etenuneak, eta azaldu geruza bakoitzaren osaeraren ezaugarri garrantzitsuenak.



- 33** Demagun irudian agertzen den muntaia daukazula. Uretan flotatzen ari diren artelazkizko bi baltsa daude; batek hondarrezko tontor bat du gainean, eta besteak ez. Koilaratxo batekin, lehenengo baltsatik hondarra hartzen eta bigarrenengan uzten joan behar duzu.
- Zer egiten du lehenengo baltsak gaintetik pisua kentzen diozun heinean?
 - Eta bigarrenak, pisua handitzen diozun heinean?
 - Zer prozesu geologiko ari zara irudikatzen?
 - Higadurarekin eta sedimentazioarekin lotutako Lurraren gainazaleko zer eremu adierazten du baltsa bakoitzak?



PENTSATZEKO MODUAK. Analisi zientifikoa

Ozeano Bareko suzko eraztuna

Suzko eraztuna Ozeano Bareko kostaldeetan dagoen jarduera sismiko eta bolkaniko handiko eremu bat da. Plaka tektonikoen higidurek eragiten dute jarduera sismiko eta bolkanikoa horren bizia izatea.

Suzko eraztunaren ekialdean, Nazcako plaka eta Cocoseko plaka Hego Amerikako plakaren azpian sartzen ari dira subdukzioz. Gauza bera gertatzen zaio Ozeano Bareko plakari, Ipar Amerikako, Filipinetako eta Indiako eta Australiako plakekin talka egiten duen eremuetan.

Sistema erraldoi eta konplexu hau izan da plaken tektonikaren teoria baieztatzeko erabili den froga garrantzitsuenetako bat.

- 34** **IRAKURMENA.** Plaken ertzeekin lotutako zer fenomeno geologiko mota aipatzen dira testuan?

- 35** **IRAKURMENA.** Testuak ematen duen informazioaren arabera, Ozeano Barearen hedadura handitzen ala txikitzen ari da?



- 36** **IDATZIZ ADIERAZI.** Zergatik ez daude sumendiak ausaz sakabanatuta Lurraren gainazalean?

- 37** **IDATZIZ ADIERAZI.** Argudiatu nola frogatzen duen eraztun horrek plaken tektonikaren teoria.



Mapa batimetrikoak interpretatzea

Joan den mendeko 40ko hamarkadan sonar (*SOUND Navigation and Ranging*) teknika garatu zenetik, gizakiak ozeano-hondoen mapak egin ahal izan ditu.

Teknologia hori funtsezkoa izan da kontinenteak nola eratu ziren jakiteko eta plaken tektonikaren teoria sortzeko.

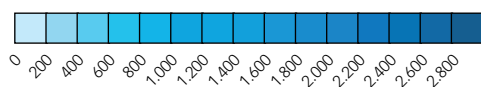
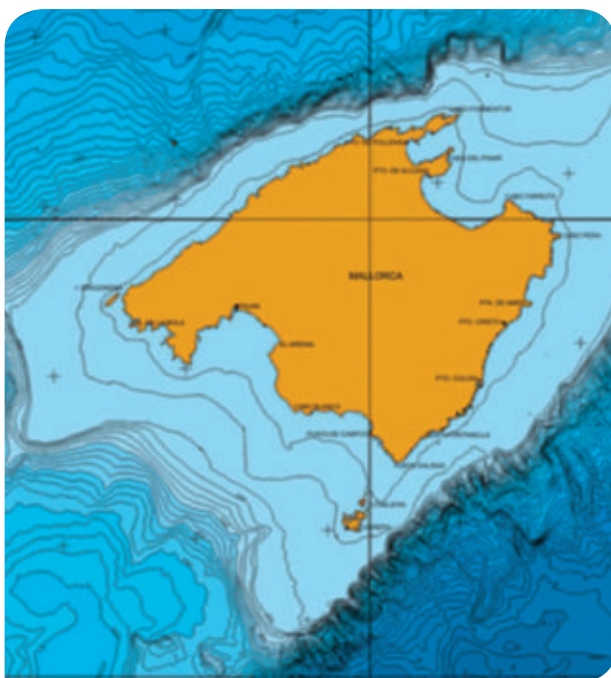


Sonarra radarrean oinarritutako tresna bat da; soinu-seinaleak igortzen ditu, eta seinaleek objektu bat ukitzen dutenean, (itsaspeko harriak, adibidez), *errebotatu* eta igorri dituen aparatura itzultzen dira.

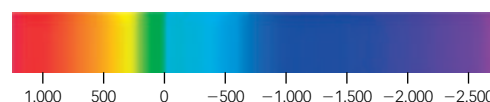
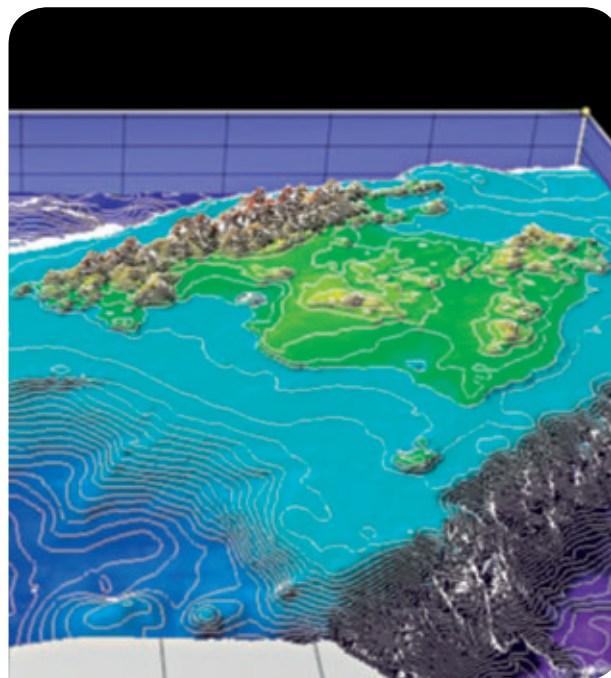
Soinuak uretan duen abiadura jakinda, eta uhinek joan-etorria egiteko behar duten denbora erregistratuta, puntu jakin bat zer distantziatara dagoen ondorioztatzen da.

Ibilbide bateko zenbait tokitan lortutako datuetatik abiatuta, **mapa batimetrikoak** egiten dira. Mapa horiek mapa topografikoen antzekoak dira, eta kolore-eskala bat erabiltzen dute sakonera adierazteko.

GPS teknologia eta sistema informatikoak garatu izanari esker, eredu batimetriko digitalak egin daitezke 3Dn, ia zentimetro bateko zehaztasunez.

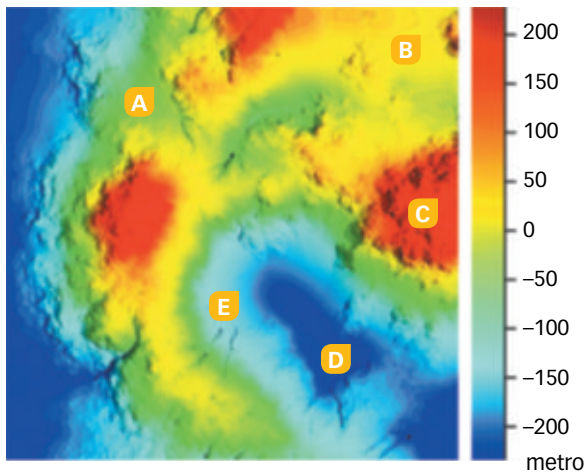


Isobatak 50 metrotik behin



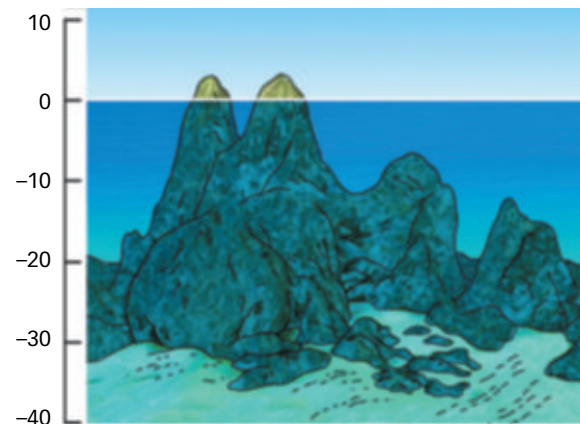
JARDUERAK

- 38 Begiratu mapa batimetroko honi eta erantzun galderei koadernoan.



- Ordenatu letrekin adierazitako puntuak sakonera gutxienez handienekora.
- Ikusten al da mapan uretatik kanpo dagoen lur-gainazalik? Nola dakizu hala dela?
- Zer tokitan ikusten da maldarik handiena?

- 39 Egin koadernoan honako irudi honen mapa batimetroko bat. Sakonera adierazteko, erabili kolore-eskala bat, zuk aukeratutako koloreekin.



- 40 IKT. Bilatu informazioa sonar teknologiarri eta haren historiari buruz, eta egin denbora-lerro bat, gertaera garrantzitsuenekin.

LAN KOOPERATIBOA

Plaken tektonikari buruzko bideo bat

Telefono mugikor baten kamerarekin, egin 1-2 minutuko bideo bat, plaken tektonika azaltzeko. Kartoi meheak edo plastilina erabil ditzakezue eredu egiteko.

Lana taldetan banatu beharko duzue lehendabizi, eta taldeek modu koordinatuan egin beharko dute lan proiektuaren fase guztietan:

- **Erredakzioa.** Bideoan azalduko diren edukiak finkatuko dituzte eta testua prestatuko dute.
- **Produkzioa.** Grabazioaren unean material guztia –grabagailua, kartoi meheak edo plastilina...– behar den lekuan prestatu edukitzeaz arduratuko dira.
- **Irudia, soinua eta soinu-efektuak.** Argiztapena, narrazioko ahotsaren (edo ahotsen) grabazioa, musika eta halakoak kontrolatuko dituzte.
- **Errealizazioa.** Beste taldeen lana koordinatuko dute, eta planoak nola hartu eta muntatu erabakiko dute. Haiek kontrolatuko dituzte, halaber, sekuentzia bakoitzaren denbora, produktuaren edizioa...
- **Zabalkundea.** Produktua aurkezteaz eta zabaltzeaz arduratuko dira, edo taldean erabakitako beste hedapen-modu batzuk erabiliko dituzte.

