

Geologia bizirik



ZTF-FCT
Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

Aurkibidea:

Sarrera	3
Paleontologia	5
Estratigrafia eta Sedimentologia	8
Mineralogia	11
Petrologia	15
Barne Geodinamika.....	19
Geoteknia	21
Denbora geologikoen eskala	22

Egileak:

Alonso, Ainhoa
Apellaniz, Estibaliz
Apraiz, Arturo
Aranburu, Arantza
Arostegi, Javier
Baceta, Juan Ignacio
Bernaola, Gilen
García, Patxi
Gil, Pedro Pablo
Irabien, M^a Jesús
Martin, Maite
Mendia, Miren
Morales, Tomas
Murelaga, Xabier
Ortega, Luis Angel
Pascual, Ana
Pizarro, José Luis
Puelles, Pablo
Uriarte, Jesús
Urriaga, M. Karmele
Zuluaga, M^a Cruz

Eskerrik asko Igone Zabalari bere
laguntzagatik
Kontaktua:
geobizirik@ehu.es
www.geobizirik.org

Paleontologia

Paleontologia da, haren etimologia grekoak iradokitzen duenez (palaiós=antzinako, ontós=izakia eta logos=zientzia edo tratatua), Lurrean iragan denboran bizi ziren organismoak aztertzen dituen zientzia. Bizidunen denboran zeharreko ordenamendua bilatu nahi du, eta bai bizidunek elkarren artean eta bai orduko inguruneekin izan zituzten harremanak ere.

Ikerketa fosilen bidez egiten da, hots, arroka sedimentarioetan kontserbatu diren antzinako bizidunen aztarnen eta jarduera biologikoaren seinaleen bidez. Fosilak dira, adibidez, bizidunen aztarnak (maskorrak, hezurak, plaka dermikoak, oskolak...), ugaltze-germenak (oogonioak, polen aleak, esporak, haziak, arrautzak...), gorozkiak (koprolitoak), aztarnen moldeak, organismoen jardueraren seinaleak (lorratzak, galeriak, zulaketak, gastrolitoak –dinosaurio batzuek eta hegaztiek digestioa egiteko erabiltzen dituzten harriak-,), eta bai molekula organikoak ere. Azken hauek organismoetan gertaturiko prozesu kimikoen adierazleak dira, hots, fosil kimikoak.

Fosil asko begi bistaz ikus daitezke, hain zuzen ere, makrofosilak edo megafosilak esaten zaizkienak, baina beste fosil batzuk ikertzeko, lupa edo bestelako tresneria optikoa erabili behar da. Azken hauei mikrofosilak deritze. Gaur egun gero eta gehiago erabiltzen da mikroskopio elektronikoa fosilen ezaugarriak aztertzeko, eta tresna hau behar-beharrezkoa da nannofosilak aztertzeko, oso txikiak baitira.

Bizidunen aztarnak fosil bihurtzeko fosilizazioa deritzon prozesu fisiko-kimikoa jasan behar dute eta prozesu horrek denbora behar du. Edozein bizidunek sortzen dituen aztarnetatik gutxi batzuk bakarrik bihurtzen dira fosil. Beraz, Fosilen Erregistroak existitu diren organismoen proportzio txikia gordetzen du.

Gaur egun oro har onarturik dago fosiltze prozesurako gutxienezko denbora 13.000 urtekoa dela. Horrenbestez, Wurm glaziazioetako aztarnak bide dira fosil berrienak.

Erregistro Fosilean garrantzitsuenak diren taldeak hauexek dira:

Mikrofosilak	<i>Irudia</i>	Makrofosilak	<i>Irudia</i>
Alga zianofizeoak (estromatolitoak)	1a-b	Landareak	2a-b
Karofitak	1c	Poriferoak	2c
Diatomeoak	1d	Knidarioak	2d-e
Alga koralinoak	1e	Briozooak	2f
Polena	1f	Brakiopodoak	2g-i
Nannoplankton karetsua	1g	Moluskuak	2j-l y 3 a-d
Erradiolariak	1h-i	Trilobiteak (Artropodoak)	3e-f
Foraminiferoak	1j-m	Ekinodermatuak	3g-h
Ostrakodoak (Artropodoak)	1n-ñ	Graptoliteak	3i-j
		Ornodunak	3k-n

MIKROFOSILAK



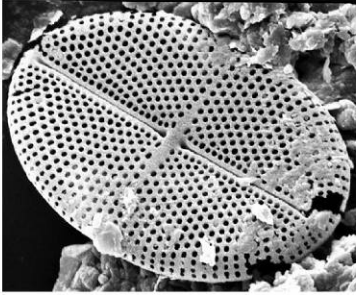
a) zianobakterioak. Estromatolitoak (argazk. H. Astibia)



b) Zianobakterioak. Onkolitoa.



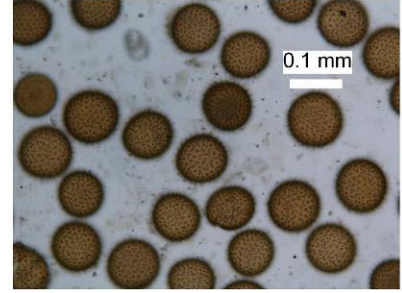
c) karofitak. Girogonitoak.



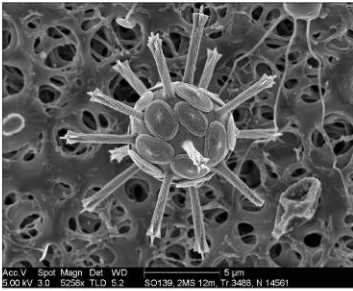
d) Diatomeoa (UCLko Mikropaleontologia Unitateak utzita).



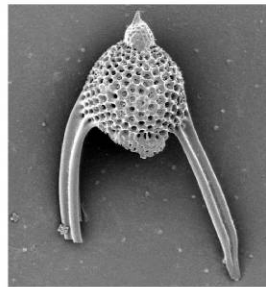
e) Alga Korralinoak.



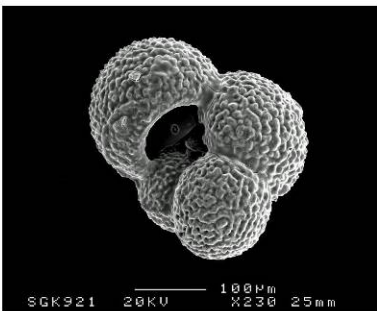
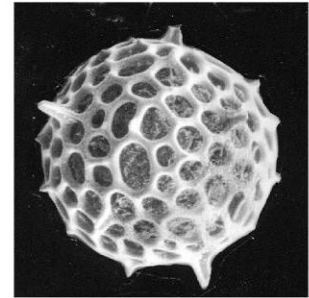
f) Polena.



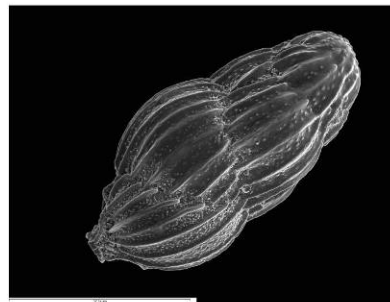
g) Nannoplakton karetsua (BGR-ek utzita).



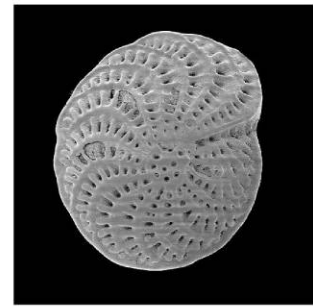
h-i) Erradiolariok. (UCLko Mikropaleontologia Unitateak utzita).



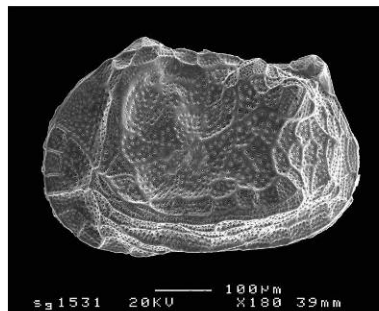
j) Foraminifero planktonikoa



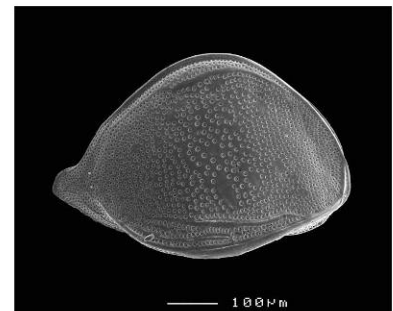
k) Foraminifero bentonikoa



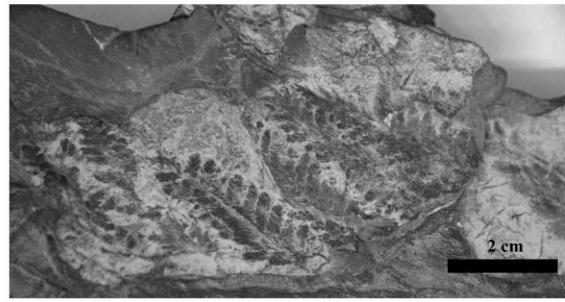
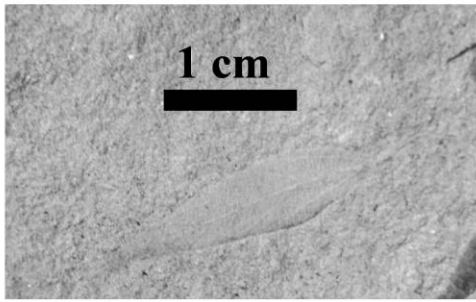
m) Foraminifera. Nummulitea



n-ñ) Artropodoak. Ostrakodoak



MAKROFOSILAK



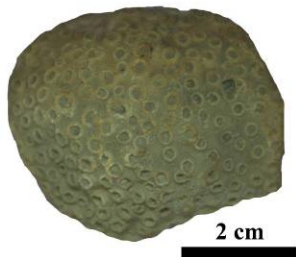
a-b) Landareak



c) Belakiak. (Poriferoak).



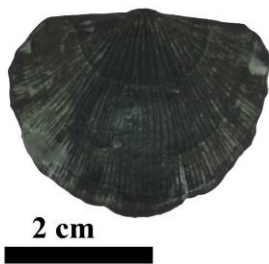
d) Koralak. (Knidarioak).



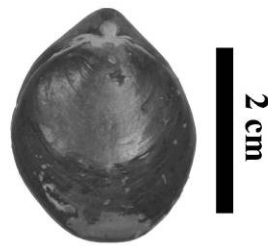
e) Korala. (Knidarioa).



f) Briozooak.



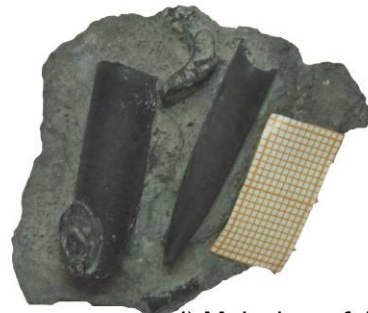
g-h-i) Brakiopodoak.



j) Molusku zefalopodoa. Amonitea.



k) Molusku zefalopodoa. Amonitea.



l) Molusku zefalopodoa. Belemnitea.

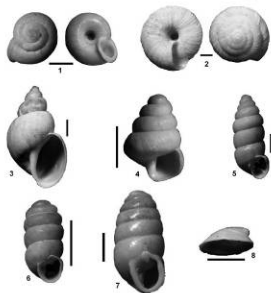
MAKROFOSILAK



a-b) Molusku bibalbioak



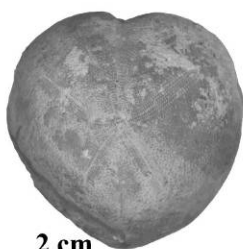
c) Molusku bibalbioak. Errudistak.



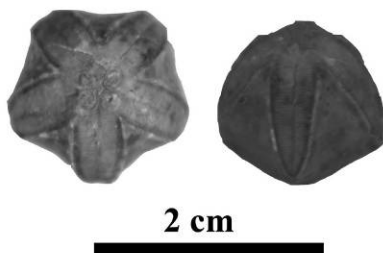
d) Molusku gastropodoak.



e-f) Artropodoak. Trilobiteak.



g) Ekinodermatua. Itsas trikua.



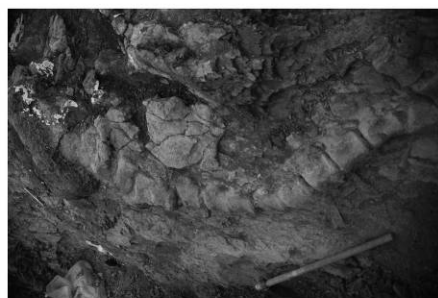
h) Ekinodermatua. Blastoidea.



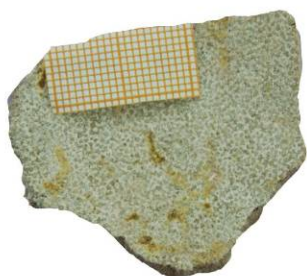
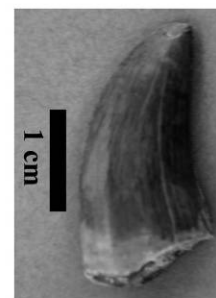
i) Graptoliteak.



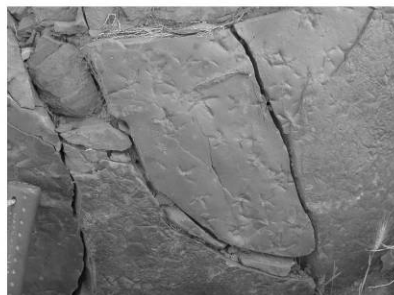
j) Graptoliteak.



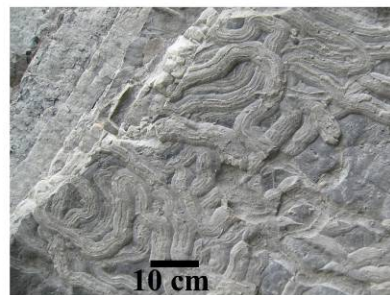
k-l) Ornodunak. Dinosauruak.



m) Ornoduna. Arraultz-oskola.



n) Ornodunak. Ikkitak.

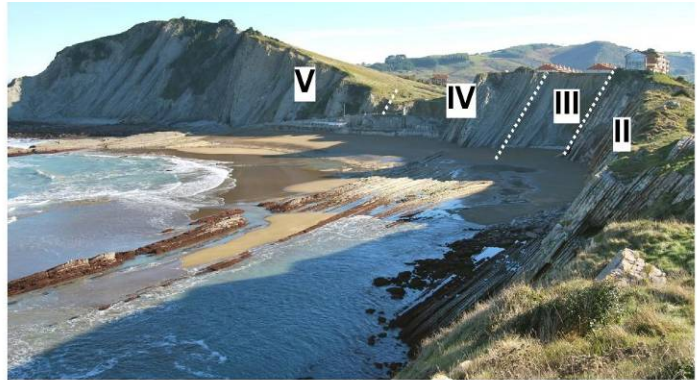
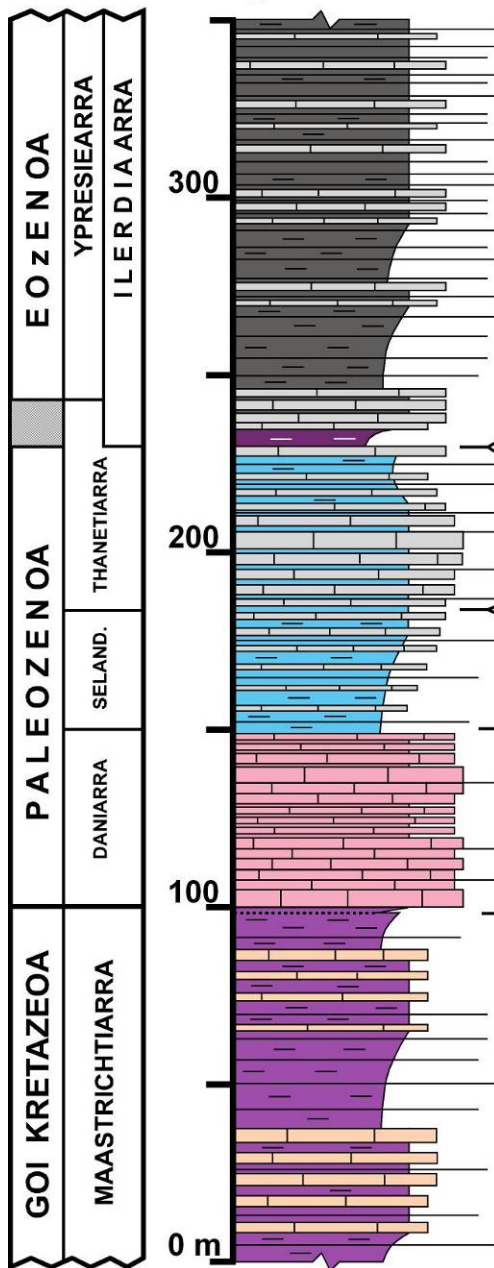


ñ) Ornogabeak. Ikkitak.

Estratigrafia eta Sedimentologia

Diziplina geologikoen artean, Estratigrafia da Lurrak espazioan eta denboran izan duen eboluzioaz arduratzen den jakintza-arloa. Ikerketa estratigrafikoa prozesu geologikoen eta haien erregistro geologikoaren denboran zeharreko agerpenen karakterizazio eta ordenamenduaren bitartez egiten da. Estratigrafoak gure planetan denbora geologikoan zehar izan diren gertaera guztiak aztertu eta denboran ordenatzen ditu. Haren lanari esker, planeta osoari eta lurralde bakoitzari dagokion historia eraiki daiteke denbora-eskala desberdinetan. Horretarako, tarte

Zumaiaiko Paleozeno eta Eozeno garaiko segida estratigrafikoa



V Turbidita siliziklastiko fin ugari dituzten tupa. Beheko lehen 10 metroak kareharri pelagikoak.

P/E garaiko *Carbon Isotopic Excursion*-aren (CIE) hasiera-maila

IV Itzurun Formazioa: Turbidita siliziklastiko eta karbonatatuak dituzten kareharri grisak eta tupen arteko txandakatzea.

Selandiar-Thanetiar muga

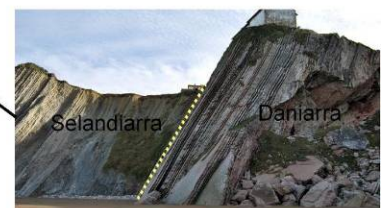
III Itzurun Formazioa: Tupa eta tupa karetsu grisak.

Daniar-Selandiar muga

II Aitzgorriko kareharri Formazioa: Kolore arrosadun kareharri eta tupa pelagikoak.

K/T mugako buztina

I Zumaia-Algorri Formazioa: Turbidita siliziklastikoak tartekatuta dituen tupa gorrixa eta kareharri tupatsu grisak arteko txandakatzea.



geologiko bakoitzeko arroak eta hauetatik ondorioztatzen diren prozesu eta eraketa-baldintzak aztertu eta ordenatzen ditu, bereizmen-gradu handiagoa edo txikiagoa izan dezakeen denbora-espazio segida batean. Prozesu honen funtsezko tresnak hauexek dira: serie estratigrafiko lokalen edo erregionalen ezarpena (arroka-segidak), metodo desberdinen bitartez lortutako adin-datuen integrazioa eta, azkenik, denbora-diagramen elaborazioa (diagrama edo eskema kronoestratigrafikoak). Estratigrafia beste diziplina geologikoez baliatzen da, batez ere, Paleontologia, Petrologia, Tektonika, Kanpo-geodinamika, Geofisika eta Geokimikaz.

Estratigrafiak aplikazio praktiko ugari ditu. Horien artean aipagarrienak dira, batetik, baliabide naturalen ustiapena (batez ere hidrokarburo, ikatz eta mea mineralena) eta, bestetik, gaur eguneko eta iraganeko eremu desberdinetan gertatutako sedimentazio-prozesuen eta -produktuen analisisa (hondartzak, ibaiak, itsas arroak eta abar). Ikerketa horiek sedimentologiaren ikergaiak dira bereziki. Estratigrafiatik sortutako diziplina honek garapen ikusgarria izan du azken 50 urteetan. Gaur egungo inguruneetan gertatzen ari diren prozesu sedimentarioei buruzko ikerketa sedimentologikoak askotariko alorretan oso erabilgarria izan daitekeen informazioa ematen du. Horren adibideak dira arrisku geologikoen aurreikuspena, urbanizatutako espazioen eta azpiegituren kudeaketa, edota kostaldeen dinamikaren azterketa. Honetaz gain, estratigrafiak aplikazio zuzena du aldaketa klimatiko globala Lurrean eragiten ari den efektuen kalkuluan.



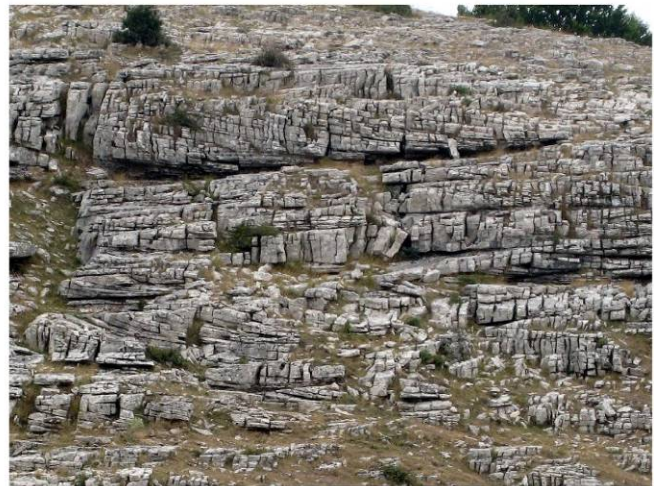
Paleozenoko kareharri arrezifalak Kretazeoko harearri deltaikoen gainean (Alano mendilerroa, Huesca).



Ibai-harearriak Jurasikoko kareharri pelagikoen gainean, diskordantzia angeluarraren bitartez (Cuchia, Kantabria).



“Ripple” motako geruzapena duten delta-harearriak (Cuchia, Kantabria).



Geruzapen gurutzatuak dituzten kalkarenita itsastarrak (Andia mendilerroa, Nafarroa)



Eozenoko harearri turbiditiko baten murruan kokaturiko korrante markak (“fluteak”) (Punta Galea, Bizkaia).







Kretazeoko harearri turbiditikoaren oinean dauden zama-egiturak (Armintza, Bizkaia).



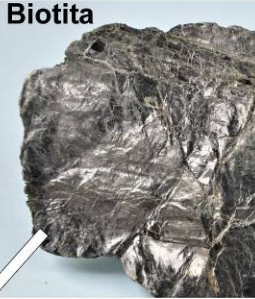
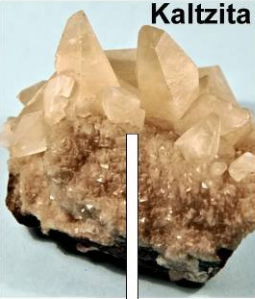
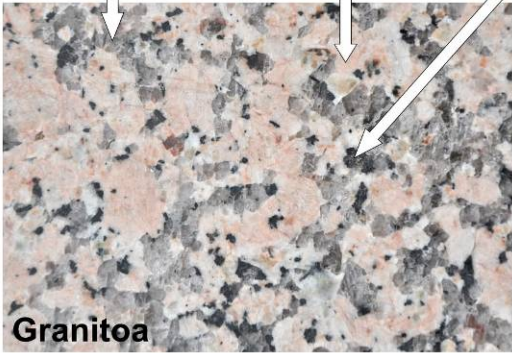
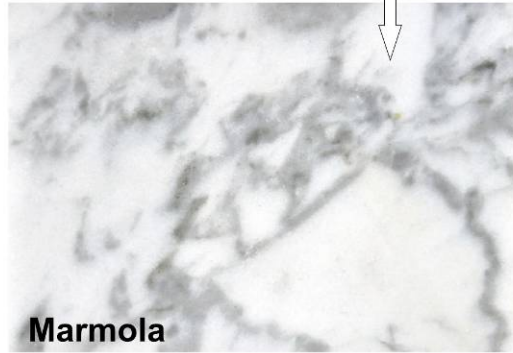
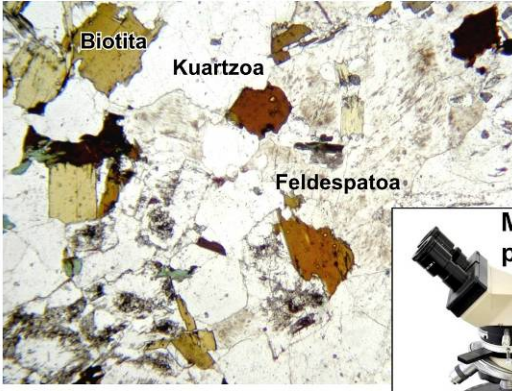
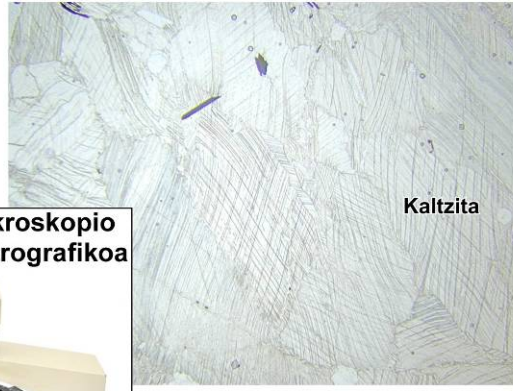
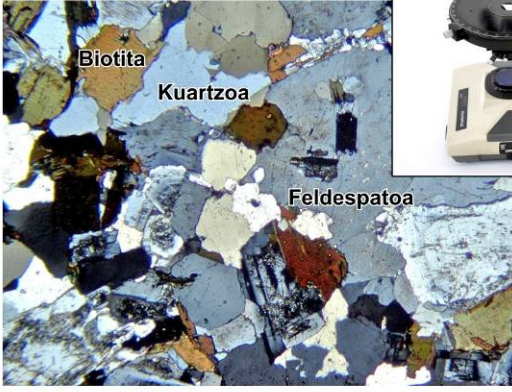


Mineralogia

Pentsa dezagun momentu batez zer gertatuko litzatekeen gure bizitzan mineralak eta hauek dituzten metalak desagertaraziko bagenitu: altzairu, porlan eta beira gabeko eraikuntzak bertan behera jausiko lirateke, ez genuke ez bateriarik ez pilarik ez paperik izango, ez genuke etxetresna elektrikorik izango, besteak beste. Gogora dezagun, bestela, esaldi ospetsua: *ereiten ez dena meatzetik datorkigu*.

Mineralen Ohizko Erabilerak

	Mineralak	Erabilera
KUARTZOA		
HALITA		
IGELTSUA		

Nahiz eta elkarren artean oso lotuta dauden, ez ditugu mineral eta arroka kontzeptuak nahastu behar. **Minerala**, deritzo konposatu natural, solido eta ez organikoari. Mineralek barne-egitura ordenatua dute (atomoak eredu jakin baten arabera antolatuta daude) eta konposizio kimiko jakin bat ere badute. **Arroka**, berriz, mineral batez edo gehiagoz osaturiko material solidoa da. Kareharri asko ia kaltzitaz bakarrik osatuta daude, baina beste arroka batzuetan, granitoan adibidez, mineral asko aurki ditzakegu: kuartzoa $[\text{SiO}_2]$, feldespato potasikoa $[\text{KAlSi}_3\text{O}_8]$, biotita $[\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$, eta abar.











Mineralak				
Arrokak				
Mikroskopioarekin begiratuta	Polarizatzaileak paralelo daudenean ikusten diren irudiak			
				
				
	Polarizatzaileak gurutzatuak daudenean ikusten diren irudiak			
				

Naturan 3.500 espezie mineral daude gutxi gorabehera, eta elkarren artean bereizteko propietate fisikoak hartzen ditugu kontuan: habitoa, kolorea, distira, marra, pisu espezifikoak, gogortasuna, exfoliazioa, apurketa...

Kolorea eta Marra						
	MIN. ALOKROMATIKOAK Beriloa	MINERAL IDIOKROMATIKOAK Malakita	MINERAL IDIOKROMATIKOAK Azurita	Marra		
	Habitoa					
		KRISTAL BAKARRA Granatea	MAKLA Estaurolita		AGREGATUAK Moskovita	DENDRITAK Pirrolusita
Esfoliazioa eta apurketa						
		ESF. PLANARRA Moskovita	ESF. ERRONBOEDRIKOA Kaltzita	ESF. OKTAEDRIKOA Fluorita	APURK. KONKOIDALA Kuartzoa	
	Distira					
		BEIRAKARA Kuartzoa	ZETA-ANTZEKOAK Igeltsu zetakarra	METALIKOAK Pirita	DIAMANTEKARA Diamantea	

Mohs-en Gogortasun Eskala

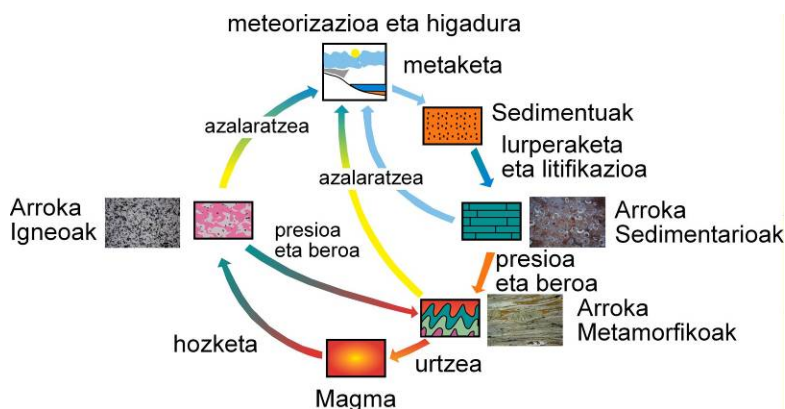
Mohs-en gogortasun eskala erreferentzi mineralekin
(1 bigunena - 10 gogorrena)

<p>1</p> 	<p>6</p> 
<p>TALKOA ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) <i>Azazkalarekin marratzen da</i></p>	<p>ORTOSA (KAlSi_3O_8) <i>Altzairuzko limarekin marratzen da</i></p>
<p>2</p> 	<p>7</p> 
<p>IGELTSUA ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) <i>Azazkalarekin nekez marratzen da</i></p>	<p>KUARTZOA (SiO_2) <i>Beira marratzen du</i></p>
<p>3</p> 	<p>8</p> 
<p>KALTZITA (CaCO_3) <i>Kobrezko txanpon batekin marratzen da</i></p>	<p>TOPAZIOA ($\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{OH},\text{F})_2$) <i>Aurreko guztiak marratzen ditu</i></p>
<p>4</p> 	<p>9</p> 
<p>FLUORITA (CaF_2) <i>Labanarekin marratzen da</i></p>	<p>KORINDOIA (Al_2O_3) <i>Diamanteak bakarrik marratzen du</i></p>
<p>5</p> 	<p>10</p> 
<p>APATITOA ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{Cl},\text{F})$) <i>Labanarekin nekez marratzen da</i></p>	<p>DIAMANTEA (C) <i>Lurreko mineralik gogorrena</i></p>

Petrologia

Petrologia terminoa grekerazko Petra (arroka) eta Logos (zientzia edo tratatua) hitzen elkarketatik dator eta arroka aztertzen dituen geologiaren adarra da. Arroka lurrazalaren osagai den edozein material mineral da. Biziaren garapena zein giza eboluzioa baldintzatu duen parametrorik garrantzizkoena izan da, eta da gaur egun ere.

Arroka eratzeko-moduaren arabera sailkatzen dira nagusiki: a) magmatiko edo igneoak, b) sedimentarioak eta c) metamorfikoak. Hiru arroka mota horiek estuki lotuta daude, Arroken Zikloa osatzen baitute.



Arroka igneoak magmen solidotzetik sortzen dira, bai lurrazalaren barnealdean (plutonikoak), bai lurrazalaren gainazalean (bolkanikoak). Arroka sedimentarioak, azalaratuta dagoen beste edozein arroka (igneo, metamorfiko zein beste arroka sedimentario) denudaziotik askatutako higakinen metatze eta litifikazioaren ondorioz sortzen dira. Arroka metamorfikoak, lurrazalaren barnean beroak, presioak edo/eta agente

kimikoek beste edozein arrokatik eragiten dituzten aldaketaren ondorioz sortzen dira.

Arrokek, sortu zireneko prozesu edo/eta baldintzen ezaugarriak gordetzen dituzte. Horri esker, hainbat arroka mota bereizten ditugu eta Lurraren historia eta bilakaera ezagut dezakegu arroka horiei esker. Izan ere, prozesu eta baldintza geologikoek utzitako inpronta, besteak beste, arroka ehundura ikus daiteke.

Arroka igneoetan, esaterako, ehundura kristaltua edo beirazkoa izan daiteke, kristaltze-abiaduraren arabera. Izan ere, magma lurrazalaren barruan poliki-poliki hoztu bada, tamaina ikusgarriko kristal ongi eratuz osatuta azalduko da arroka igneo plutonikoa baina, magma azaleraino heltzen denean (arroka igneo bolkanikoa), aldiz, hozte-abiadura azkarra izaten da eta, kristalek ondo garatzeko aukerarik ez dutenez, tamaina oso-oso txikiko (ikustezinak) kristalak edo beira (materia amorfoa) sortzen da. Askotan leherketak gertatzen dira sumendietan, eta magma zatitan apurtzen da. Zati horiek erori eta metatzen direnean arroka bolkaniko piroklastikoak eratzten dira.

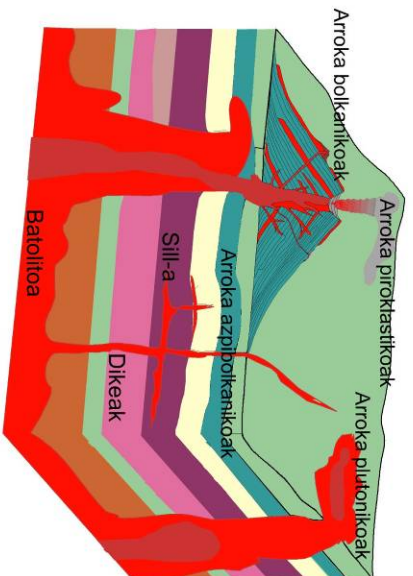
Arroka sedimentarioen artean, hiru talde nagusi bereizten dira:

- Arroka detritikoak beste edozein arroka higidura askatzen diren partikulen pilaketaz sorturikoak dira.
- Arroka biogeniko, biokimiko eta organikoak bizidunen parte-hartzearen ondorioz (kareharriak eta silizeko arroka, esaterako) edo materia organikoaren pilaketaz sorturiko arroka (ikatza) dira.
- Arroka kimikoak, mineral ezberdinen hauspeatzearen ondorioz sorturiko arroka dira, igeltsoak eta gatzak esaterako. Mineral-pilaketa eragiten duten agente garrantzitsuenak lurrunketa eta upwelling korranteak ditugu.

Arroka metamorfikoetan, beroak eta presioak eraginda, jatorrizko mineralak desegonkortu eta erreakzioz, mineral metamorfiko berriak sortzen dira, eta, azken horiek aztertuz, eraketa-baldintzak ezagut daitezke. Halaber, presio gidatuek mineral berri hauek norabidetuta garatzea eragiten dutenez, arrokan plano-egiturak (foliazioa) edo/eta lerro-egiturak (lineazioa) sortzen dira.

Arroka Igneoak

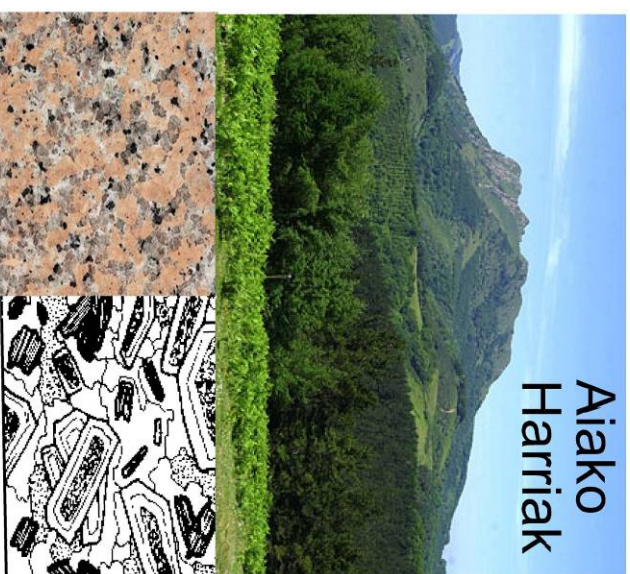
ARROKA PIROKLASTIKOAK



ARROKA BOLKANIKOAK



ARROKA PLUTONIKOAK



Arroka igneeoen identifikaziorako gakoak:
 1- Arrokaren **kristal tamaina** orokorra
 2- Arrokaren **kolore** orokorra

KRISTAL LODIDUNA

faneritiko
 begi bistaz ikusten dira

Kolore argia	Zuria, grisa, arrosa	GRANITOA
Kolore ertaina	Gatza eta piperbeltza	DIORITA
Kolore iluna	Mineral argien eza	GABROA
	gris ilunetik beltzera	
Berde argia; granularra; batzuk beltzak	Olibinoa, piroxenoa	PERIDOTITA
	feldespatork ez	

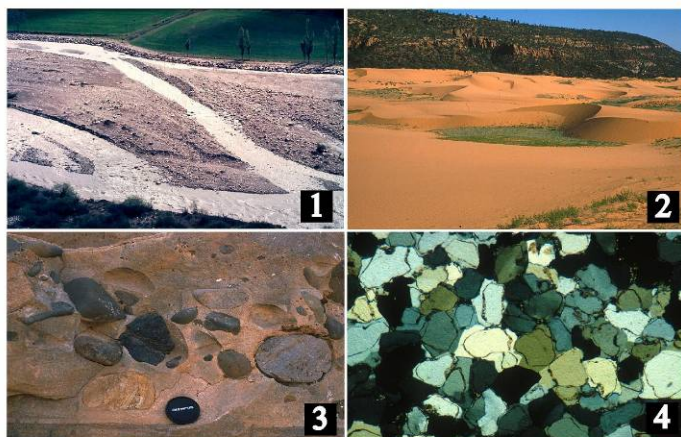
KRISTAL FINEKOA

afanitiko
 kristal ikustezinak

Kolore argia	Zuria, grisa, arrosa	ERRIOLITA
Kolore ertaina	Gris iluna, baina beste koloreak ere	ANDESITA
Kolore iluna	Gris iluna, beltza	BASALTOA

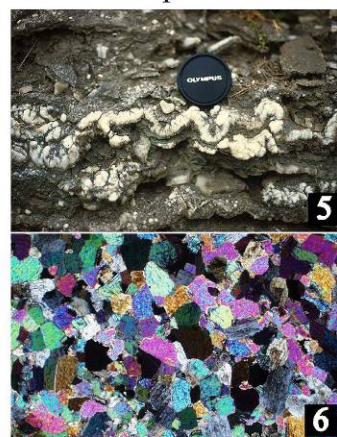
Arroka Sedimentarioak

Arroka Siliziklastikoa

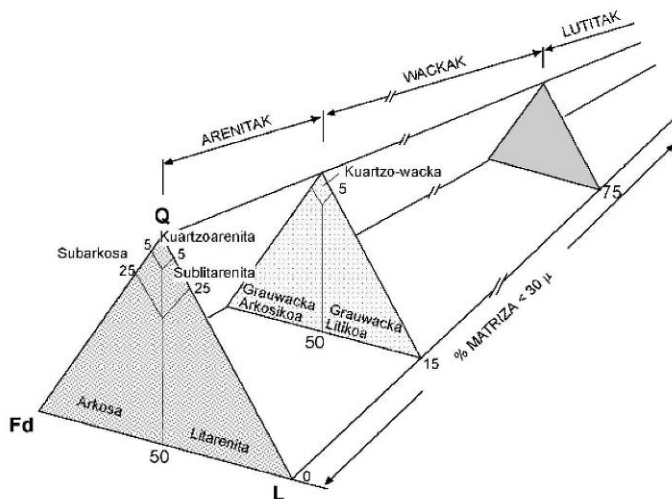


1.- Barra txirikordatu konglomeratuduna (Isábena ibaia, Huesca).
2.- Coral-eko dunak (Utah, USA). 3.- Legar basaltikodun parakonglomeratua (Ajui, Fuerteventura). 4.- Kuartzoarenita baten mikroargazkia.

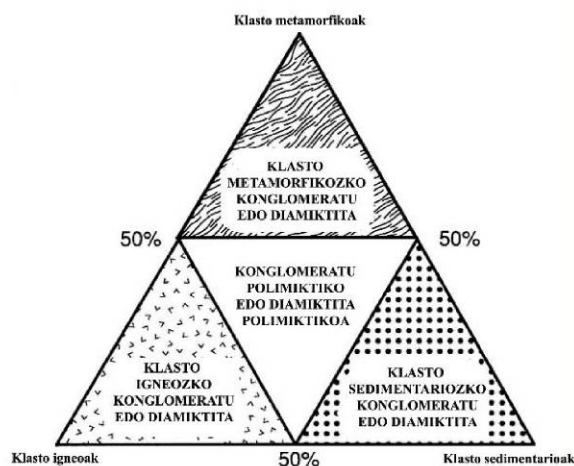
Arroka Ebaporitikoak



5.- Toles enterolitikoak Tertiarioko anhidritazko geruzetan (Briviesca, Burgos).
6.- Anhidrita ekigranularren mikroargazkia.

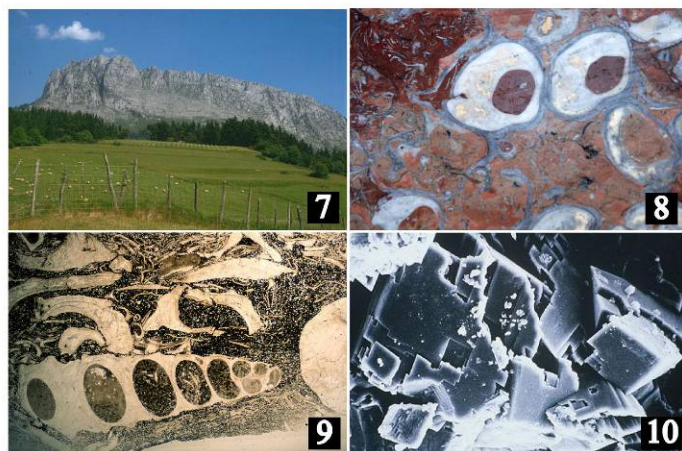


Hareaharrien sailkapena, Pettijohn, Potter eta Siever (1972)



Erruditen sailkapena, Boggs (1992)

Karbonatozko Arroakak



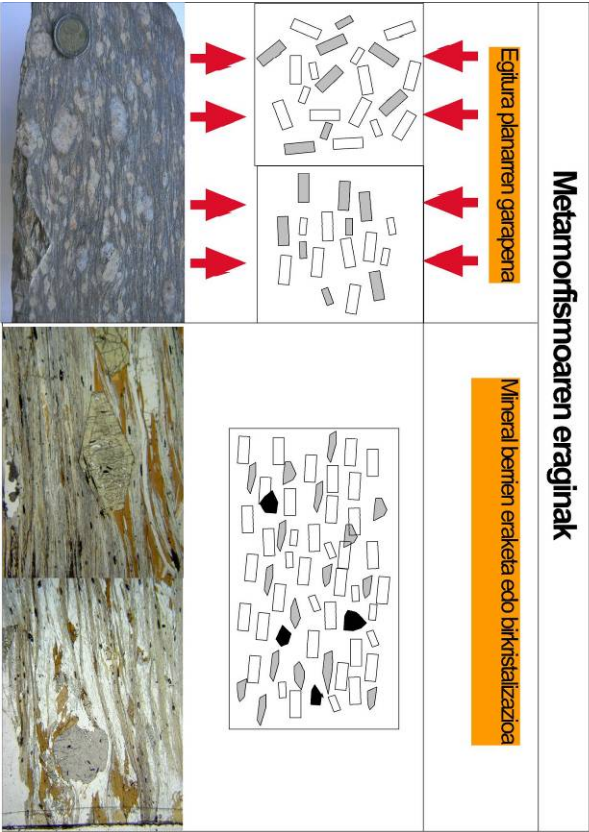
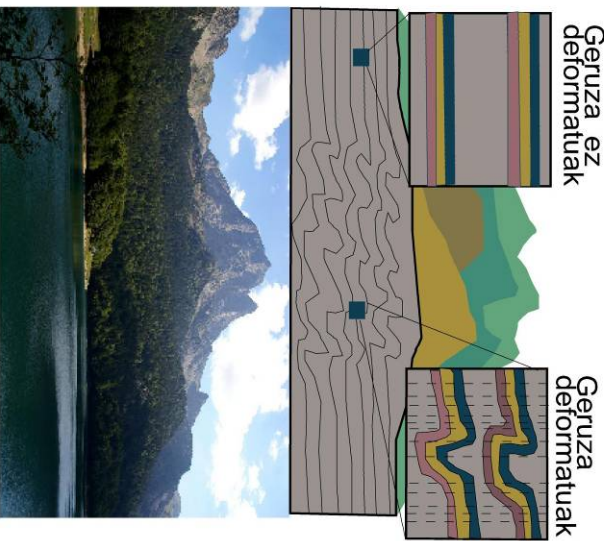
7.- Itxinako ezpanda arrezifalaren ikuspegia (Bizkaia). 8.- "Rojo Bilbao"ren mozketa lehundua, errudista kaprotinidoen sekzio transbertsalak agerian direlarik (Ereño, Bizkaia). 9.- Paraglaukonian generoko gasteropo maskorren mikroargazkia (Areatza, Bizkaia). 10.- Dolomita erronboedrikoak mikroskopio elektronikoz (SEM) behatuta (Quecedo de Valdivielso, Burgos).

PIKOR SOLTE GARRAIATUAK EDO DEKANTATUAK				ORGANIKOKI BATU EDO AGLUTINATUTAKO PIKORRAK	EHUNDURA DEPOSIZIONAL IDENTIFIKA EZINA
Karbonatozko buztinarekin (mikrita)		Pikorrak kontaktuan, karbonatozko buztinik (mikrita) gabe			
Pikorrak < 10%	Pikorrak > 10%	Pikorrak kontaktuan: BAI	Pikorrak kontaktuan: EZ		
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Karbonato kristalinoak

Karbonatozko arroren sailkapena, Dunham (1962)

Arroka Metamorfikoak

ARROKA METAMORFIKOAK



Arroka metamorfikoen identifikaziorako eskema

EZ FOLIATUAK (granularrak)		FOLIATUAK	
Zeharrargitsua kolore argiak	Granularra	Garau finekoa	Grisa, beltza, berdea distira hila
Kolore ilunak opakoa	Dentsoa, kompaktoa haustura konkoidea		Grisa, berdea distratsua
Zeharrargitsua kolore ugari	Granularra		
	Kuartzo birkristaldua		xafra leun eta lauak
	Andaluzita, kordierita	Garau larrikoa	
	Karbonato eta Ca-Mg- silikatoen nahasketa		Eskistosoak: kuartzoa/ feldespatoa/nika guztiz nahasia
			Bandeatua: banda argiak eta ilunak
			banda argiak (kuartzoa/feldespatoa) banda ilunak (biotita/arfibola)
MARMOLA	KORNEANA	KUARTZITA	ARBELA
ESKISTOA	GBEISA	FILITA	

Barne Geodinamika

Lurraren barneko dinamikak gidatzen ditu prozesu geologiko ikusgarrienak eta era berean beldurgarrienak: lurrikarak, erupzio bolkanikoak, tsunamiak edo kontinenteen mugikortasuna besteak beste. Lurraren barne-dinamikak azaltzen ditu Lurraren azaleko plaken mugimenduak. Plaken mugimenduak eta horien ondorio den prozesu oro Tektonika izeneko arloak ikertzen ditu. Lurraren azaleko plaken mugimenduak izugarritzko esfortzuak eragiten ditu eta esfortzu horiek gai dira, denbora aurrera joan ahala, Himalaia bezalako mendikatea edo Atlantikoa bezalako ozeanoa sortzeko. Esfortzu izugarri horien eraginpean arrokek duten erantzuna eta sortzen dituzten egiturak (tolesak, failak....) aztertzeaz Egitura Geologia izeneko geologiaren adarra arduratzen da.

Tektonikaren eta Egitura Geologiaren arteko agerizko harremanak baino ez ditugu azalduko liburuxka honetan. Pirinioak bezalako mendikate bat edo Atlantikoa bezalako ozeano bat sortzeko bete behar diren baldintza orokorrak aipatuko ditugu eta baldintza horietan sor daitezkeen egitura geologiko arruntenak deskribatuko ditugu.

Pirinioak edo Himalaia moduko mendikate bat sortzeko, tektonikak gidatutako bi kontinenteren arteko talkak eragindako indar konbergenteak behar dira. Indar konbergenteek konpresio-esfortzuak eragiten dituzte eta, esfortzu horiek, lurrazalaren loditzea. Prozesu honen eraginpean sortzen diren egitura geologiko arruntenak honako hauek dira:

- **Zamalkadurak eta alderantzizko failak.** Bi blokeren arteko mugimendua xurgatzen duen eten-gainazalean zehar goiko blokeak gorantz egiten duenean. Normalean eten-gainazalaren okerdura txikia izaten da.
- **Tolesak.** Gainazal geologiko planokarak (geruzapena, eskistositatea, faila, dikea, etab) konpresioaren ondorioz kurbatu egiten dira. Material zaharrenak tolesaren erdian kokatzen direnean antiklinalak ditugu eta, gunean material gazteenak ditugunean aldiz, sinklinalak.
- **Foliazioa eta lineazioa.** Arrokaen barneko elementuek duten antolamendu geometrikoari “arrokaen fabrika” deritza. Esfortzuen eraginpean arrokek ordenamendu geometriko berria lor dezakete. Ordenamendu berriak sortutako egitura arruntenak foliazioa eta lineazioa dira.

Ozeanoak, aldiz, kontinenteak apurtu eta bi zatiak urrundu ahala sortzen dira. Kontinenteak bezalako gorputzak apurtzeko tentsio-esfortzu izugarriak behar dira. Tentsio-esfortzuek hasieran lurrazal kontinentala mehetu eta rift kontinentala deritzaon egitura sortu besterik ez dute egiten (ekialdeko Afrikako rifta). Ondoren apurketa gertatzen denean, itsaso estua sortzen da (Itsaso Gorria) eta, tentsio-indarrak jarraituz gero, Atlantikoa bezalako ozeano zabala gara daiteke. Tentsio-esfortzuen eraginpean sortutako egitura geologiko arruntenak faila normalak dira. Faila normaletan bi blokeen arteko mugimendua xurgatzen duen eten-gainazalean zehar goiko blokea jaisten denean, eten-gainazalaren okerdura handia izaten da gehienetan.

Geoteknia

Eraikuntza guztiak egiten dira material geologikoen gainean. Hortaz, material hauen izaerak eta portaerak obren egonkortasuna baldintzatzen dute.

Azterketa geologikoak

Azterketa geologikoak nahitaezkoak dira ondokoetan: eraikuntzen eta zubien zimendatze-azterketetan, ezponden egonkortasunean, tuneletan, presetan eta lurreko egituretan (lubetetan eta harri-lubetetan).



Edozein obraren egonkortasuna zimendatuta dagoen luraren araberakoa da.



Geologoak ezponden egonkortasuna aztertzen du eta konponbide egokienak zehazten ditu.



Tunel-eraikuntzak luraren ezagutza geologiko egokia eskatzen du.



Presen kasuan, egonkortasun-azterketaz gain materialen ezaugarri hidrogeologikoak ere aztertu behar dira.

Zimendatzeak

Zimendatze-azterketetan, lurzoruen ezaugarriak aztertzen dira katen, zundaketen eta landako eta laborategiko saioren bitartez. Ingeniaritza Geologikoaren arloan, bi material talde nagusi bereizten dira: lurzoruak eta arroka trinkoak. Zimendatze-azterketen bidez, zimendatzeko egokienak diren materialak bilatzen dira, apurtze edota hondoratze-arazoak saihesteko asmoz.

Ezponden egonkortasuna

Bideko obrak egiteko orduan (errepideak, trenbideak,...), arroken eta lurren jausietan parte hartzen duten faktoreak identifikatzen dira, ezponda naturaletan zein indusietan. Gainera, ezponda hauen segurtasuna bermatzeko beharrezkoak diren zuzentze-neurriak ezartzen dira.

Tunelak

Ingeniaritza Geologikoaren alderdi garrantzitsu bat tunelen diseinuarekin eta eraikuntzarekin lotuta dago. Geologoak egiten duen arroka-mazizoen eta lurzoruen karakterizazioa nahitaezkoa da eraikuntza-prozesuaren fase guztietan. Azterketa honen bitartez, tunel-frontearen aurrera egitea eta beharrezko eusteak zehazten dira, jausiak saihesteko eta lanak optimizatzeko.

Presak

Azkenik, azterketa geologiko-geoteknikoak funtsezkoak dira presen egonkortasuna bermatzeko eta obretan eta harrobietan indusitako materialak lurreko egituretan erabiltzeko aukera finkatzeko.

Denbora geologikoen eskala

Eona	Era	Periodoa	Epoka	Tartea (Milioi urtetan)	Iraupena (Milioi urtetan)	Gertaera nagusiak
Fanerozoikoa	Zenozoikoa	Kuaternarioa	Holozenoa	0.01	0.01	
			Pleistozenoa	0.01-1.8	1.79	Ugaztun handien sunsipena Hominidoen eboluzioa
		Tertziarioa	Pliozenoa	1.8-5	3.2	
			Miozenoa	5-23	18	
			Oligozenoa	23-37	14	
			Eozenoa	37-55	18	
			Paleozenoa	55-65	10	
	Mesozoikoa	Kretazeoa		65-140	75	Suntsipen masiboa K/T mugan Lehen ugaztun karenadunak
		Jurasikoa		140-210	70	Lehen landare loradunak Lehen hegaztiak Lehen ugaztun martsupialioak
		Triasikoa		210-250	40	Suntsipen masiboa Triasiko/Jurasiko mugan Lehen dinosauruak
	Paleozoikoa	Permiarra		250-290	40	Suntsipen masiboa Permiar/Triasiko mugan Lur planetako bizidunen %90a suntsitu ziren
		Karboniferoa		290-360	70	Intsektu ugari Lehen narrastiak Zuhaitz handiko basoak, ikatz- metakinak eratu zituztenak
		Devoniarra		360-410	50	Lehen anfibioak Lehen Gimnospermoak
		Siluriarra		410-440	30	Lehorreko lehen landareak. Lehorreko lehen ornogabeak
		Ordoviziarra		440-500	60	Suntsipen masiboa Ordoviziar/Siluriar mugan
		Kanbriarra		500-550	50	Suntsipen masiboa Kanbriar/Ordoviziar mugan
	Aurrekanbriarra	Proterozoikoa	Neoproterozoikoa		550-900	350
Mesoproterozoikoa			900-1600	700		
Paleoproterozoikoa			1600-2500	900	Lehen eukariotak	
Arkearra		Paleo/Meso/Neo Arkearra		2500-3600	1200	Lehen bizidunak (prokariotak)
		Eoarkearra		3600-4560	860	Lur planetaren eratzea