

ONDARRU: EUSKAL HERRIKO FLYSCHIK ZAHARRENA ETA GEHIAGO

Egilea: ARTURO APRAIZ (arturo.apraiz@ehu.eus)

ABIAPUNTUAREN KOKAPENA



IBILBIDEAREN EZAUGARRIAK

Luzera: 1350 m

Desnibela: 9 metro

Zailtasuna: erraza

Irisgarritasuna: lehenengo erdia ondo dago

Denbora: 2-3 ordu inguru

Abiapuntua: Arrigorri hondartza

X: 547050; Y: 4796818; Z: 5 m

Oharrak: azkeneko geldialdirako marea beheara aprobetxatu. Saturrarango parkinean aparkatu.

IBILBIDEKO GELDIUNEEN KOKAPENA



PROFILA



IRTEERAREN HELBURUAK

Irteeraren helburu nagusiak Euskokantauriar arroko turbidita zehararren ezaugarriak deskribatu eta sorrera prozesuak ulertaraztea dira. Lehenik, Ondarroako hondartzatik Saturraraneraino dagoen ibilbidean oso ezaugarri bereziak dituen flyscha ikusgarri agertzen denez, bertako azaleramenduak aztertuko dira, flyscha eratzen duten materialak deskribatu, arroketako egitura sedimentarioak aztertu eta, azkenik, aurkitu daitezkeen fosilak aipatuko dira. Ondoren, datu horiek guztiek ematen duten informazioa bilduko da, sedimentuak non eta nola metatu ziren ondorioztatzeko.

Bigarren urrats batean Saturrarango lurmuturrean azaleratzen diren materialak, fosilak eta egitura geologiko desberdinak identifikatu eta deskribatuko dira. Batean eta bestean ikusitakoa konparatuko da, desberdintasunak agerian huzteko eta Flysch Beltzaren inguruko ikuspegia zabaltzeko.

Guztiarekin, Euskokantauriar arroko bilakaera geologikoan Flysch Beltza duen esanahia eta noiz eta nola sortu den ulertaraztea nahi da.

1. GELDIUNEA: ARROKAK DESKRIBATU ETA SAILKATU

(X: 547246; Y: 4796763; Alt.: 10 m)

Azaleramenduan oso erraz bereizten dira irteera guztian zehar ikusiko diren hiru arroka mota nagusiak: konglomeratuak, hareharriak eta lutitak (1. ird.). Noski aldaerak ikusiko dira, azken batean, guztiz berdinak diren arrokek aurkitzea oso zaila baita.



1. irudia. Ibilbidean zehar azaleratuko diren hiru arroka mota nagusiak erakusten dira: konglomeratuak, hareharriak eta lutitak.

Konglomeratuak pikor larriko arroka sedimentario klastikoak dira, 2 mm-tik gorako diametroan legar edo hartxintzar borobilduen proportzio nabarmena dutenak. Legarren arteko hutsuneak pikor finagoko sedimentuz (harea, lohia edota buztinak) egoten dira beteta, matriza deritzon eremua osatuz. Azkenik, pikor guztien arteko hutsuneak karbonato kaltziko, burdin-oxidoz edo silizez betetzen dira, orduan konglomeratua zementatuta dagoela aipatzen da. Legar gehienak borobilduak izan gabe, angelutsuak direnean, arrokarik *bretxa* deritzo.

Konglomeratuak zehaztasun handiagoarekin sailkatzeko hainbat erizpide erabiltzen dira, beste hainbaten artean ondorengoak: matrizen proportzioa eta izaera, legarren konposizioa eta legarren tamaina. Konglomeratuetako matrize proportzioa handia denean ($>15\%$), legarrak beraien artean ukipenik ez izateko beste, matrizez eutsiak direla esaten da eta *parakonglomeratu* deritze. Aldiz, matrizen proportzioa txikiagoa denean ($<15\%$) legarrak beraien artean ukipen ugari dituzte eta pikorrez eutsia dela aipatzen da, orduan *ortokonglomeratu* deritze. Legarren konposizioa kontutan hartuz gero, konglomeratu *monomiktiko* edo *oligomiktikoak*, legarren %90 baino gehiago konposizio berekoak direnean eta konglomeratu *polimiktikoak*, legarrak bi arroka mota edo gehiagokoak direnean, bereizten dira. Konglomeratu polimiktiketan agertzen diren legarren artean izaera metaegonkor edo ezegonkarreko legarrak daudenean *petromiktiko* esaten zaie. Era berean, konglomeratuak legar-tamainaren aldakortasunaren arabera ere sailkatzen dira. Legar guztiak tamaina beretsua dutenean oso sailkapen ona (sorting) dutela esaten da, eta oso desberdina dutenean oso sailkapen eskasekoak direla. Sailkapena ona denean hartxintzar- (4-16 mm), legar- (16-256 mm) edo bloke-konglomeratuak (>256 mm) bereizten dira.

Datu horiek guztiak kontutan hartuta geldiunean aurkitzen diren konglomeratuak (2. ir.). sailkapen eskaseko ortokonglomeratu polimiktiko gisa identifika daitezke. Hala ere, ibilbidean zehar ez dira mota bakarreko konglomeratuak, parakonglomeratuak eta oso pikor tamaina desberdineko konglomeratuak arruntak dira ere.



2. irudia. Ondarroako pasealekuan agertzen diren konglomeratuak izaera oso aldakorra izan dezakete.

Hareharriak harearen tamainako (1/16 mm - 2 mm) partikulez osatutako arroka sedimentario klastikoak dira. Partikulen artean lohi edo buztinez osatutako matrizea aurkitzen da, eta arrokaaren elementu guztiak zementua deritzon osagaiarengatik (gehienetan silizea, burdina-oxidoa edo kaltzio karbonatoa) estekatuta aurkitzen dira. Harea partikulak normalean kuartzoak eta feldespatoak izaten dira meteorizazioa hobekien jasaten duten mineralak

direlako. Harea-partikulek arrokaaren %85-90 osatzen dute. Hareharrien artean bi talde nagusi bereiz daitezke: *siliziklastikoak* (pikorren jatorria nagusiki terrigenoa denean, kuartzoa edota feldespatoa bezalakoak) eta *ez-siliziklastikoak* (pikorrak nagusiki karbonatoak eta ebaporitak). Harea-partikulen tamainaren arabera pikor larriko (2 – 0.63 mm), pikor ertaineko (0.63 – 0.2 mm) eta pikor fineko (0.2 – 0.063 mm) hareharriak bereizten dira.

Ibilbidean zehar pikor-tamaina desberdineko hareharriak agertzen badira ere, ohikoenak pikor larriko hareharri siliziklastiko gisa sailka daitezke (1. ird.).

Lutitak pikor oso fineko (< 1/16 mm) partikulez, buztin eta lohi tamainakoak, eratutako arroka sedimentario klastikoak dira. Lutitak arroka porotsuak dira eta ura barneratzen dute, baina, era berean, iragazgaitzak dira poroak txikiak eta beraieen arteko lotura eskasekoak direlako. Ibilbideko lutitek oso kolore iluna dute, lutita beltz gisa izendatzen dira. Kolore iluna, barneratzen duten materia organikoaren (karbonoa) ondorioa da. Lutitekin batera materia organikoa metatzen denean oxigeno gutxiko inguruneraren batean, oxidatu beharrean deskonposatu, usteldu, egiten da, eta beltzez tindatzen du ingurua. Lutitek begi bistaz bereiztu ezin diren mikrofosil ugari dituzte, foraminiferoak batez ere.

2. GELDIUNEA: KONGLOMERATUETAKO LEGARRAK IDENTIFIKATU

(X: 547379; Y: 4796715; Alt.: 9 m)

Konglomeratuen legarrak litologia desberdina dutela agerikoa da, beraz, izaera polimiktikoa dute. Tentuz aztertuz gero konposizio desberdineko lau legar mota erraz bereizten dira (3. ird.). Kuartzitak ondo borobilduta agertzen dira eta gehien bat kuartzo pikorrez (> %90) eratutako arroka metamorfikoak dira. Legar handienak kuartzitak izan ohi dira eta kolore zurixka, krema edo marroixka erakusten dute. Tamaina txikiagoko legar borobildu zuriak kuartzoak dira. Nahiz eta ohikoenak ez izan konglomeratuaren barne konglomeratuzko legar borobilduak ere aurki daitezke. Konglomeratuzko legarrak ezin dira bertokoak izan, legarrak metatu zirenerako jada gogortuta edo kontsolidatuta zeudelako.



3. irudia. Konglomeratuen izaera polimiktikoa konposizio desberdineko legarrek adierazten dute.

Kareharrizko legarrak dira aipatzeko falta direnak eta, aurrekoak ez bezala, geometria angelutsuagoa erakusten dute. Kareharriak garraioan zehar oso erraz borobiltzen dira, batez ere aurretik deskribatutako arroekin konparatuz, ondorioz legar guztiek ezin dute jatorri bera izan. Halaber, kareharrizko legarrak garrio-prozesu laburra jasan dute, beste litologiekin konparatuz. Gainera, 4. geldiuenean ikusiko denez, kareharriek jatorriari buruzko informazioa eskaintzen duten fosilak (koralak eta errudistak) erakusten dituzte.

Orain arte aipatutako legar guztiak *extraklastoak* bezala definitzen dira kanpotik eratorriak direlako. Aldiz, batez ere konglomeratuzko geruza lodien beheko aldean noizean behin lutitazko edo hareharrizko legarrak aurki daitezke ere. Horiek, *intraklasto* moduan identifikatzen dira konglomeratuen higadura indarren eraginez azpiko geruzetatik askatutako zatiak direlako, bertan sortutako legarrak.

3. GELDIUNEA: ARROKETAKO EGITURAK IDENTIFIKATU ETA DEFINITU

(a. X: 547379; Y: 4796715; Alt.: 9 m; b. X: 547354; Y: 4796731; Alt.: 8 m; c. X: 547390; Y: 4796704; Alt.: 7 m, d. X: 547370; Y: 4796719; Alt.: 9 m)

Hemen batez ere, geruzen arteko erlazioak eta konglomeratu zein hareharrizko geruzen barne-egiturak aztertuko dira, sedimentazio garaiko prozesuak ondorioztatzeko.

Konglomeratuak hareharri eta lutitekin geometria taulakarekin txandakatuta agertu ohi dira, baina noizean behin, batez ere konglomeratu-geruza lodienetan, mugetako bat irregularra izan daiteke. Azalera irregular hori, *higadura-azalera* bat bezala identifikatzen da eta konglomeratuak arrora iristen direnean azpiko materialak higatzeko bezain besteko indarrarekin iristen direla adierazten du. Beraz, higadura-azalera beti higatzeko indarra duen geruzaren oinan garatuko da (4. ird.), gaina aldiz azalera planokara da, gaineko materialek ez dutelako konglomeratuak higatzeko bezain besteko indarrik.

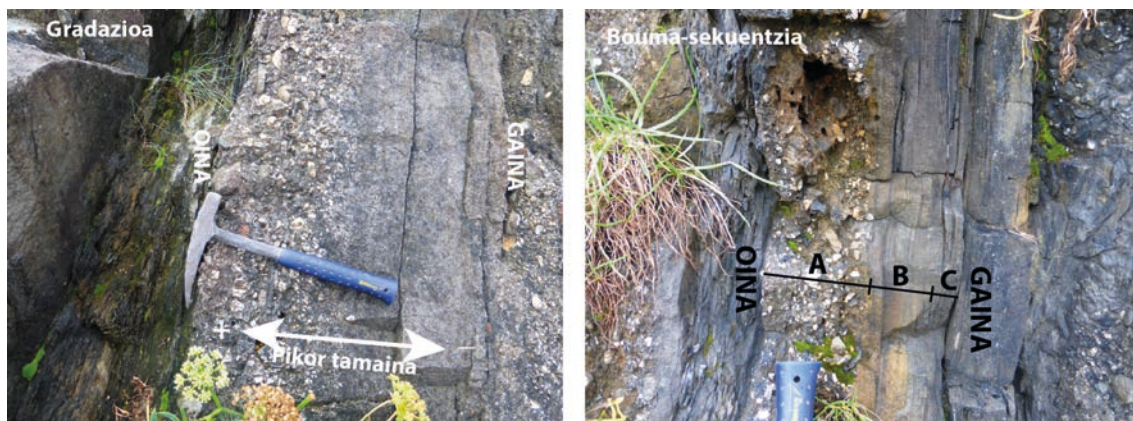


4. irudia. 3a geldiuenean konglomeratuen eta hareharrien arteko harremana erakusten duen argazkia. Konglomeratuak metatzen direnean indar higatzailea dute eta azpitik dauden materialetan ubide-geometriak garatzen dituzte, geruzaren oina eta gaina non dauden adieraziz.

Higadura-azalerak ubide-geometria du, errekek zeharkatzen dituzten materialetan antzeko zerbait irudikatzen dutelako. Oina eta gainaren kokapena kontutan hartuz serie alderantzuta dagoela onartu beharra dago, hau da oina gainaren gainean ageri da. Geruzaren jatorrizko kokapen horizontaletik, geruzak bertikaldu egin dira eta gainera zerbait gehiago okertu, jatorriz azpian zegoena gainean kokaraziz.

Zenbait konglomeratu eta hereharri geruzetan klastoen pikor tamaina progresiboki aldatu egiten dela ikusten da, zenbaitetan gainera geruza berean konglomeratu eta hereharrien arteko trantsizioa gertatzen da (5. ird.). Pikor-tamainaren aldaketa progresiboa erakusten duten geruzek *gradazioa* dutela esaten da. Ohikoena da pikor larrienak geruzaren oin alderantz agertzea eta gainetik zenbat eta gertuago pikorrak gero eta finagoak izatea, orduan *gradazio normala* dela esaten da. Pikor-tamainaren fintzeak adieraz dezake sedimentuen garraio-energia progresiboki moteldu egin dela edo garraio-energia bapatean desagertu egiten dela. Tamaina desberdineko sedimentuak garraitzen dituen fluxua desagertzen denean lehendabizi pikor handienak, astunenak, metatuko dira eta azkenak finenak, arinenak.

Konglomeratuen gainetik agertzen diren hereharriek sarritan egitura bandeatu planokara erakusten dute eta zenbaitetan horren gainetik bandeatu ondulatua ageri da (5. ird.). Gradazio normala, bandeatu planokara eta ondulatua horrela konbinatzen direnean, ondoren deskribatuko den Bouma-sekuentziari dagokiola esaten da.



5. irudia. Hurrenez hurren 3b eta 3c geldituoneetan ikusten diren gradazio normala eta Bouma sekuentziako a, b eta c atalak.

Konglomeratuen legarrek geometria luzenga dutenengan eta fluxu baten eraginpean metatzen direnean *teilakapena* deritzon antolaketa bat erakusten dute: Legarren ardatz luzeak beraien artean paralelo kokatuta ageri dira, horizontalarekin angelu bat eratuz. Horizontalaren eta legarren ardatz luzeen arteko angelu txikia fluxuaren noranzkoa zehazteko erabiltzen da (6. ird.), horrela tamaina desberdineko metakinak ekarri dituen fluxua nondik datorren jakin daiteke.



6. irudia. 3d geldiuenean ikus daitekeenaren antzeko legarren arteko teilakapena. Sedimentuen garraioa eta sedimentazioa baldintzatu duen fluxuaren noranzkoa zehazteko erabiltzen da.

4. GELDIUNEA: FOSILAK ETA ESANAHI GEOLOGIKOA

(X: 547659; Y: 4796609; Alt.: 5 m)

Konglomeratuak eta hareharriak energia handiko fluxuen eraginpean garraiatuak direnez ez dira arroka egokienak makrofossilak gordetako, garraioan zehar puskatu, txikitu eta birrindu egiten direlako. Hala ere, kareharrizko legarretan zenbait fosilen aztarnak aurkitu dira, koralak, errudistak, orbitolinak, bibalbioak eta alga karetsuak (7. ird.). Horrek adierazten du, fosilak ez direla konglomeratuen ingurune sedimentarioan sortu, baizik eta kareharriak sortu ziren ingurukoak direla eta kareharrizko legarren baitan iritsi direla. Material lutitikoetan, aldiz, fosil ugari aurkitzen dira, baina eskala mikroskopikokoak, batez ere, foraminifero bentoniko zein planktonikoak.

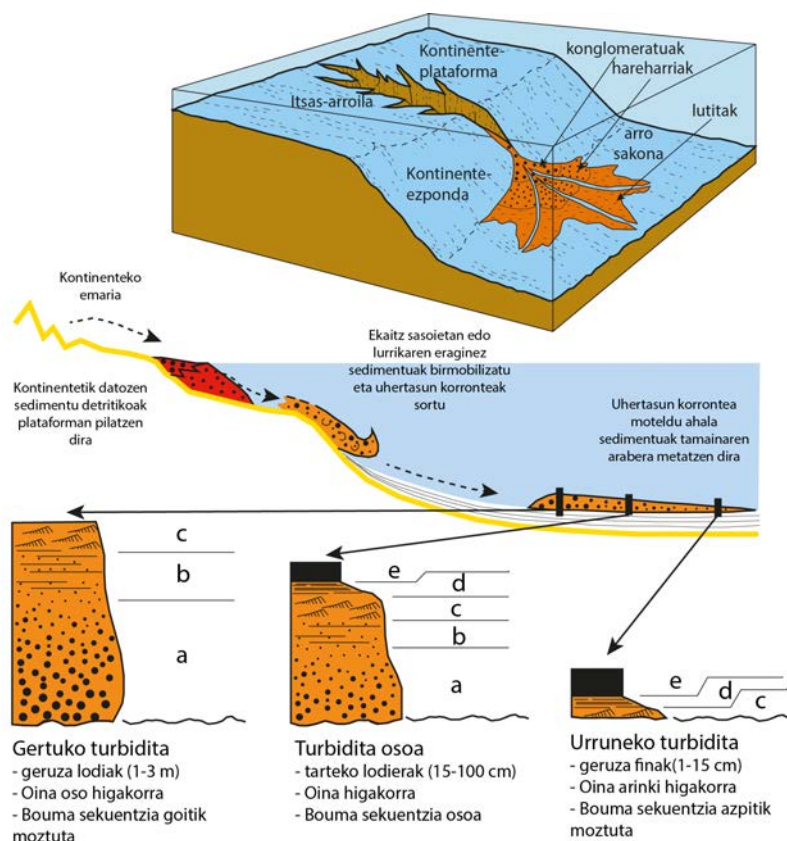


7. irudia. Koraleen arrastoak legar batean.

Orain arte bildutako datuekin geologiatik egin daitekeen interpretazioa

Aurkitutako fosilek erakusten dute aztertutako arroak itsasoan metatu zirela. Gainera lutitetan agertzen diren foraminifero bentonikoek sakonera 600 m-tik gorakoa dela adierazten dute. Sakonera horietan ezagutzen diren fluxu energetiko bakarrak korrante turbiditikoek eragindako eragindako uhertasun-korronteak dira. Korrante turbiditikoek azaltzen dute konglomeratu, hareharri eta lutiten arteko txandakapen irregularrak, konglomeratuen oinaldeko higadura-azalerak, gradazio normalak zein legarren teilakapenak sortzeko behar den norabide bakarreko fluxu energetikoa.

Korrante turbiditikoaren eraginpean sortutako sekuentzia dela baieztatzeko beste froga zalantzagabea konglomeratu eta hareharrien arteko erlazioak eta bakoitzean garatutako barne-egiturak dira. Konglomeratuak beti azpian kokatzen dira eta gainaruntz pikor-tamaina gero eta txikiagoa da edota progresiboki hareharrietara eraldatzen da. Hareharriek hasieran barne-bandeatu paraleloa erakusten dute eta, horren gainetik, zenbaitetan, bandeatu ondulatua. Antoleketa hori Bouma-sekuentziaren hasierari dagokio. *Bouma-sekuentzia* dentsitate baxuko uhertasun-korranteen bidez sortzen den egitura sedimentarioen antolaketa propioa da (8. ir.).

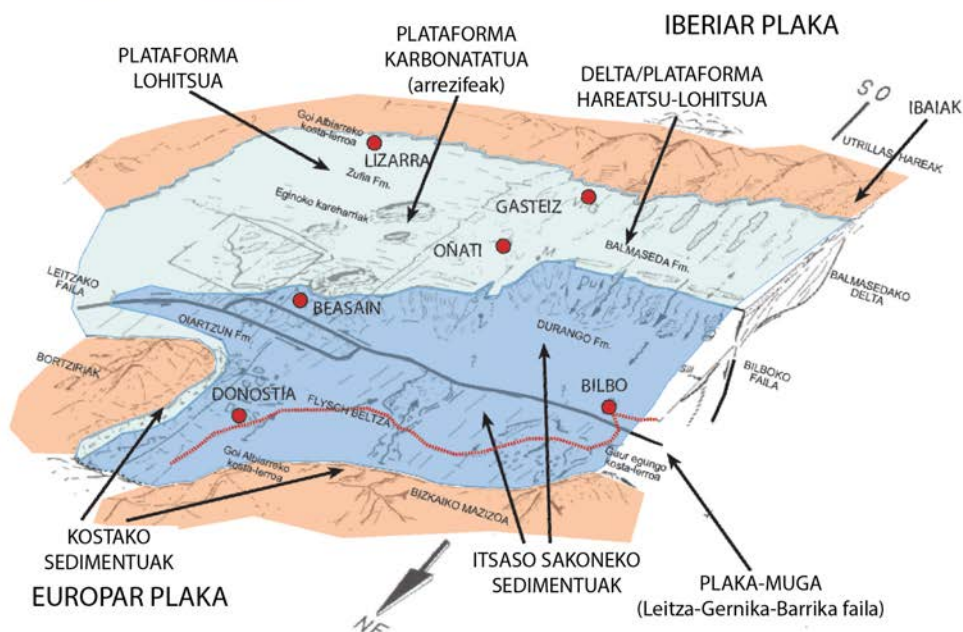


8. irudia. Bloke-diagraman uhertasun-korranteak itsas azpian non gertatzen diren erakusten du eta sortutako korrante bakoitzean nola banatzen diren sedimentuak pikor-tamainaren arabera. Azpiko irudiak uhertasun-korrante bakarrean sortutako abaniko turbiditikoan Bouma-sekuentzia nola banatzen den erakusten du. (Baceta et al., 2012-tik eraldatutako irudia)

Kontinente-plataforman metatutako sedimentuak bermugituak direnean grabitatearen eraginpean ezpondan behera eror daitezke, horrela sortutako uhertasun-korrantean tamaina

desberdineko pikorrak dira, urarekin nahastuta eta suspentsioan, maldan-behera abiatzen direnak. Malda bukatzean garraiorako energia progresiboki desagertu egiten da, eroritako sedimentuak tamainaren eta energiaren arabera antolatuz. Bouma-sekuentzia osoak 5 atal ditu, baina baldintza desberdinen arabera ez dira zertan atal guztiak garatuko (8. ird.). Uhartasun-korronteen eraginez Bouma-sekuentziaren azpiko lau atalak garatzen dira (Ta-Td) zenbait ordutako epean, aldiz, Te atala sortzeko ehundaka edo milaka urte behar dira, uhertasun-korronteen arteko denbora-tartean, sasoi lasaietan, metatutako itsas-sedimentuak baitira.

Orain arte ikusitako sekuentzian horren beste konglomeratu izateak, zalantzarik gabe fluxu energetikoak nagusi zirela adierazten du, korrontearen iturritik gertu metatutako materialak direla. Gainera teilakapenak, zein korrontearen noranzkoa zehazteko erabilitako beste zenbait egitura sedimentarioek (fluteak nagusiki), erakutsi dute materialak iparraldetik hegoalderantz garraiatuak zirela. Horrek arazo bat planteatzen du, gaur egun kuartzitak eta horren beste kuartzo zuri duen kontinente-lurrazala iparraldetik Britainian dagoelako, oso urrun hemen agertzen diren bezalako turbiditak garatzeko. Goi-Kretazeoaren hasieran, Ondarroako turbiditak sortu zirenean Britainiako lurraldeak ere oso urrun aurkitzen ziren, baina badirudi hegoalderago Bizkaiko edo Landetako Mazizoa deritzon kontinente-lurrazalezko eremu goratu bat zegoela (9. ird.).



9. irudia. Goi Kretazeoaren hasieran Euskoantauriar arrotako iradokitzen den eskema paleogeografikoa, bertan iparraldetik datozen turbiditek osatutako Flysch Beltzaren jatorria irudikatu da. (EVE, 1992-tik eraldatutako irudia).

Flysch Beltza da Euskoantauriar arroan garatutako sakonera erlatiboki handiko lehendabiziko sekuentzia sedimentarioa. Aurretik metatutako material guztiak kontinente-inguruneetan edota itsasoan sakonera txikiko baldintzetan matatutakoak zirenez, itsasoaren sakonera gero eta handiagoa dela ondorioztatzen da. Arrazoia Iberia eta Europaren arteko urrunketa-prozesua da. Kontinenteak urrundu ahala sortzen diren estentsio-indarrek faila normalak garatzen dituzte eta, ondorioz, aurretik sakonera txikia baino ez zuen itsasoan

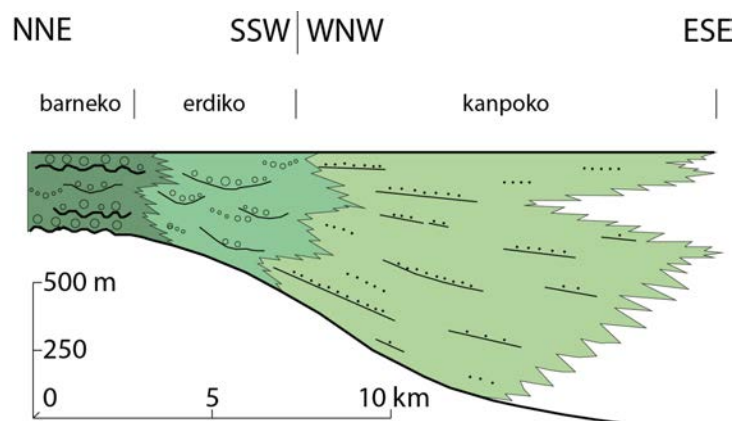
sakonera handiko eremuak agertzen dira, eta bien artean uhertasun-korronteak sortzeko bestelako maldak.

Laburbilduz, kuartzitazko, kuartzozko eta agian konglomeratuzko legarrak ere, Bizkaiko edo Landetako Mazizoa osatzen zuten eremu goratuaren higaduraren ondorioz sortzen dira. Ibaiek garraiatuta arroaren iparraldeko kontinente-plataformaraino iritsi eta bertan pilatzen dira. Kontinente-plataforman, baldintza egokiak izaki, beste hainbat fosilen artean, koralak eta errudistak barneratzen dituzten kareharriak garatzen dira. Plataforman pilatutako sedimentu detritikoak, arrazoi desberdinen eraginez, noizean behin desegonkortu eta grabitatez kontinente-ezpandan behera amiltzen dira, uhertasun-korronteak eratuz (9. ird.). Sedimentu detritikoekin batera, plataforman sortutako kareharri zatiak ere amiltzen dira eta garraioa horren laburra denez ez dute borobiltzeko betarik. Horrela sortutako uhertasun-korronteen eraginez garatu ziren Ondarroako paseoan ikusten diren arroka eta egitura sedimentarioak.

Ondarroako Flysch Beltzan sakonduz

Ondarroako Flysch Beltza ezaugarri propioak dituen pikor larriko eta ur sakonetako sistema turbiditikoa da. Gaur egun, Ondarroako sistema turbiditikoaren parte diren materialak Ondarroako kostaldetik hegoalderantz aurkitzen dira, gutxi gorabehera Markinaraino eta hortik ekialderantz hedatzen dira, Elgoibar aldera, 16-18 km luze eta 6-7 km zabal den L geometriako sistema eratuz. Fosilen datazioen bitartez zehaztu ahal izan da sistema turbiditikoa Albiarraren erdi aldean (110-105 Ma) garatu zela.

Ondarroatik urrundu ahala arroken pikor tamaina progresiboki txikitu egiten da eta sistema turbiditikoan barneko, erdiko eta kanpoko eremuak bereiztu dira (10. ird.). Barneko eremuan konglomeratuak oso ugari dira eta tartekatuta turbidita hareatsuak eta lutitak ageri dira, ibilbidean zehar ikusi den bezala. Hegoalderago agertzen den erdiko eremuan aldiz, hareharriak ugariago dira eta konglomeratuek geruza finak baino ez dituzte eratzten. Eremu urrunenak osatzen dituen kanpoko eremuan hareharriak, proportzio txikiagoan, eta lutita ugari ageri dira. Sistema turbiditikoaren lodiera aldakorra da, 200-300 m-koa iparraldean eta 1000 m ingurukoan kanpoko aldean (10. ird.).



10. irudia. Ondarroako sistema turbiditikoaren luzerako zehar-ebakia. Sistema turbiditikoaren barne bereizitutako hiru eremuak agertzen dira (Agirrezabala eta García-Mondejar, 1994).

Albiar garaian Euskokantauriar arroa irekitze-fase batean aurkitzen zen eta irekitzearekin batera sakonera irabazi zuen. Flysch sekuentziak garatzeko beharrezko diren sakonerak estrainekoz orduan lortu ziren, aurretik itsasoaren sakonera txikia zen, uhertasun-korronteak sortzeko besteko maldarik gabekoak. Sakonera horiek lortzeko lurrazala mehetu beharra zegoen, eta hori faila normalen bitartez gertatu zen. Faila normalen eraginez eremu hondoratuak eta hondoratu-gabekoak tartekatzen ziren. Eremu hondoratueta iparraldeko kontinente-plataformatik turbiditate sortzen zituzten uhertasun-korronteak iristen hasi ziren. Sedimentu horiek, maldan gora ezin dutenez egin, failek hondoratutako eremuetan zehar soilik egiten dute aurrera. Horregatik, Ondarroako sistema turbiditiko konfinatua dela esaten da; hondoratutako haran batean zehar egin zuen hegoalderantz eta Elgoibar-Markina artean zegoen faila baten kontra jo ondoren, ekialderantz abiatu zen.

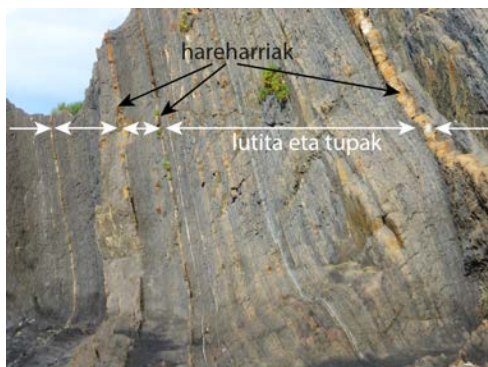
Eremu sakonetan korronte turbitikoak ematen diren bitartean, faila normalek hondoratu ez zituzten blokeen gainean fosil ugari (errudistak eta koralak nagusiki) barneratzen zuten kareharrien garapenak jarraipena izan zuen. Irekitze-faseak aurrera egiten duen bitartean, gero eta sakonera handiko eremu gehiago daude eta turbiditek normalean erakusten duten abaniko-geometria garatzeko behar besteko espazioa aurkituko zuten.

5. GELDIUNEA: SATURRARANGO LURMUTURREKO SEKRETU GEOLOGIKOAK

(X: 547790; Y: 4796879; Alt.: 0.5 m)

Zeintzuk dira Saturrarango lurmuturreko eta pasealekuko litologien arteko desberdintasunak?

Arroken sekuentzia aztertu ondoren, desberdintasun nabarmenenak agian, konglomeratuzko geruzarik ez egotea eta lutiten ugaritasuna dira (11. irud.). Pasean ikusitako pikor larriko konglomeraturik ez dago, baina noizean behin gradazio normala erakusten duten askoz pikor txikiagoko mikrokonglomeratuak agertzen dira (12. irud.). Mikrokonglomeratuen gainetik egitura bandeatu planokara dituzten hareharriak ere identifikatzen dira, Bouma-sekuentziako a eta b atalen erakusle, pasean bezala. Desberdintasuna da, uhertasun-korronteetan hondoratzen diren materialak askoz pikor finagokoak direla, plataforman legarrik ez zeudelako edota uhertasun-korrontearen energia legar horiek garraiatzeko beste energiari ez zuelako. Era berean, lutiten proportzioa handiagoa da, uhertasun-korronte baten eta hurrengoaren arteko denbora-tarteak askoz handiagoak direlako, pikor fineko materialen metaketa-sasoia, beraz, askoz luzeagoak dira.



11. irudia. Saturrarango lurmuturrean sekuentzia sedimentarioak erakusten duen itxura. Konglomeraturik ez dago, hareharriak askoz urriagoak eta geruza finagokoak dira eta lutita eta tupak dira nagusi.

Bilatu eta identifikatu argazkietan agertzen diren fosilak eta egitura sedimentario zein tektonikoak.

Saturrarango lurmuturrean Flysch Beltzari lotutako hainbat ezaugarri geologiko daude (12. ird.). Azpiko irudian agertzen dira horietako zenbait eta ortoargazkian letrek duten kokapenaren laguntzaz, argazki bakoitzarean agertzen diren fosilak eta egiturak bilatzea proposatzen da. Ondoren, ezaugarri geologiko bakoitzaren azalpen xumea eskaintzen da.



12. irudia. Saturrarango lurmuturrean agertzen diren Flysch Beltzeko hainbat ezaugarri geologiko. A. Inozeramidoak; B. Iknofosilak; C. Gradazio normala, Bouma-sekuentziaren atalak eta seideritazko maila bat hareharritzko geruzaren gainetik. E. Faila normala; F. Faila-ispilua.

- A. *Inoceramidoak*. Molusku bibalbioa, sakonera handietan bizi zana, generoa K/Pg mugan desagertu baitzen. Gaur egun perlak sortzen dituzten ostren antz handia izango zutela onartzen da.
- B. *Iknofosilak*. Iknofosilak organismoen jardura biologikoaren aztarnak dira. Organismoen bizi-baldintzak eta bizi-ohiturak ezagutzeko erabiltzen dira. Kasu honetan ikusten diren markak, segurazko zizare-moduko animalia baten haren soltean janari bila egindako zuloak adierazten dituzte.
- C. *Gradazio normala eta Bouma-sekuentzia*. Pikor larriagoko geruza lodienetan gradazio positiboa erraz identifikatu daiteke. Oinaren kuartzo milimetrikoak ageri dira arrokarizua mikrokonglomeratikoaren emanez eta gainarantz pikor-tamaina txikitu egiten da, eta sarritan laminazio paraleloa erakusten duen hareharri batekin bukatzen da. Bi eremu horiek Bouma-sekuentziaren a eta b atalei dagozkien, paseoan bereizten zirenekin atal berdinak. Bien arteko desberdintasuna pikor tamainan aurkitzen da; lurmuturreko turbiditateak, besteak bezala, gertuko turbiditate gisa sailka daitezke baina fluxu turbiditikoaren energia askoz txikiagoa izan dela adierazten dute. Gradazio normalak erakusten du ere, lurmuturreko flysch-sekuentzia paseoko sekuentziaren gainetik dagoela, gazteagoa dela.
- D. *Sideritazko maila*. Oso deigarriak dira, are gehiago Flysch Beltzaren barne, kolore gorriko geruza edo noduloak. Lurmuturraren inguruan, batez ere hareharrizko geruzen gainean agertzen dira. Sideritazko maila edo nodulo bezala ezagutzen dira, oxidatzean ingurua gorritu egiten duen burdina-karbonato (siderita) kopuru bat barneratzen duelako. Burdina segurazko, Flysch Beltza metatzen zeneko arro sakonean gertatzen zirenekin emisio bolkanikoen ondorioa da. Burdina sedimentuen artean sakabanatuta metatzen zen, baina korrante turbiditikoaren eraginez bermobilizatu, itsasoko uretan suspentzioan gelditu eta inguruko energia moteltzen zenean metaketa dentsitateak baldintzatuta ematen zenez, kontzentratu egiten zen. Horregatik agertzen da, batez ere, korrante turbiditikoaren eraginez metatutako hareharrien gainetik.
- E. *Faila normala*. Gaur eguneko kokapenean argazkiko faila ezker alboranzko mugimendua duen urratze-failatzat har daiteke. Baina, geruzak jatorrizko kokapen horizontalera eramanez gero failaren geometria guztiz aldatu egiten da eta mugimendu normala izango zuela erraz ikus daiteke. Kasu honetan, failaren jausia 55 cm ingurukoa da eta kaltzita hauspeatu da faila-planoan zehar. Faila normalak segurazko arroaren irekitze-prozesuan zehar sortutakoak dira, Iberia eta Europaren arteko urrunketak ingurua estentsioaren eraginpean jarri zuen eta faila normalak garatu zirenekin esfortzuek eragindako deformazioa xurgatzeko. Faila normalen eraginez Euskoakantauriar arroak sakonera eta zabalerara gero eta handiagoak lortu zituen, gure kostaldean horren adierazgarri diren flysch-sekuentzia lodien metaketarako baldintza egokiak lortu arte.
- F. *Faila-ildaskak*. Faila-planoan hauspeatutako kaltzitzen gainean faila-blokeak berriro mugitzen direnean faila-ispiluaren gainean marruzkaduraren eraginez ildaskak sortzen dituzte. Ildaskek failan zehar blokeek izandako mugimenduaren norabidea

adierazten dute. Ohikoa da haustura bakarrean orientazio desberdineko ildaskak aurkitzea, hausturak mugimendu-norabide bat baino gehiago izan duelaren seinale. Esfortzu berrien aurrean, hausturaren orientazioa egokia izanik, errazagoa da haustura zaharrak berrerabiltzea berriak sortzea baino.

BIBLIOGRAFIA

Agirrezabala, L.M. eta García-Mondejar, J. (1994). A coarse grained turbidite system with morphotectonic control (middle Albian, Ondarroa, northern Iberia). *Sedimentology*, 41, 383-407.

Agirrezabala, L.M. (1996). El Aptiense-Albiense del anticlinorio nor-vizcaino entre Gernika y Azpeitia. *Doktore-Tesia UPV/EHU*, 429 or.

Baceta, J.I., Orue-Echebarria, X., Apellaniz, E., Martín Rubio, M. eta Bernaola, G. (2012). El flysch del litoral Deba-Zumaia : una “ventana” a los secretos de nuestro pasado geológico. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatearen Argitalpen Zerbitzua, 138 or.
