

Nafarroako Errege Bardeak

Geologia
Bisitariaren gida





Nafarroako Errege Bardeak

Geologia

Bisitariaren gida





Gida hau Carlos Sanchori eskaini diogu, gure lagun eta Errege Bardeetako geologiaren zale sutsuari, 2019an zendu baitzen behar baino lehen.

Argitaratzailea:	Nafarroako Errege Bardeetako Komunitatea San Marcial k., 19 31500 TUTERA Tel.: 948 830 308 e-maila: turismo@bardenasreales.es http://www.bardenasreales.es
Egileak:	Juan Cruz Larrasoña, Xabier Murelaga, José Luis Peña eta Carlos Sancho
Laguntzaileak:	Ánchel Belmonte, Luis Carcavilla eta Alejandro Urmeneta
Koordinatzailea:	Mikel Madoz
Itzulpena:	Enrike Diez de Ulzurrun
Begirale teknikoa:	Oier Suarez
Diseinu grafikoa:	Javier Arbillá
Ilustrazioak:	Mauricio Antón, Juan Cruz Larrasoña
Argazkiak:	Javier Arbillá, Mikel Madoz, Juan Cruz Larrasoña, Carlos Sancho, Alejandro Urmeneta, Eugenio Guelbenzu, Jose María Agramonte, Sergio González, Iñaki Diéguez eta Jesús Sesma
Azala:	E. Guelbenzu. Cabez de Pisuerra edo Cabez del Niño, Bardena Blanca

ISBN.: 978-84-09-28234-0

© Debeku da lan hau bere osoan edo zati batean erreproduzitzea bitarteko mekaniko, elektroniko edo magnetiko batez, egileek aurrez baimenik eman gabe.

Aurkibidea

5	Aurkezpena
6	Nafarroako Errege Bardeak: bestelako lurraldea
8	Sarrera
9	Geografia eta klima
16	Landaredia eta fauna
18	Bardeak eta gizakien presentzia: arkeologia eta erabilera tradizionalak
22	Paisaia bitxia, geologiak baldintzatua
25	Parke Naturala eta Biosferaren Erreserba
26	Substratu geologikoaren garrantzia
28	Sarrera
29	Arrokak
34	Fosilak
36	Arroken adina
38	Deformazio tektonikoak
40	Geomorfologia
42	Sarrera
43	Paisaia geologiko bat
44	Geoforma nabarmenak
44	Egiturazko erliebeak: ordokiak, kuestak eta tontorrak
48	Ibai-terrazza desagertuak eta ondoriozko glazisak
52	Malkarrei atxikitako mendi-hegalak eta aurpegi triangeluarrak
54	Trokarte eta sakonuneetako hondo lauak
57	Karkaben eta trokarten eremuak
62	Historia geologikoa
64	Sarrera
66	Sedimentuen metatze eta betetze Miozenoa: Bardeak aintzira handi bat zirenean
72	Higadura-aldia. Kuaternarioa: drainatze-sarea, erliebea modelatzen duen eragilea

Aurkezpena

Errege Bardeak dituen natur balio guztien artean, paisaia ikusgarria da gogoratuena eta aitortuena, paisaia hori geologia hutsa baita lur biluzi honetan. 1999an, Bardea Parke Natural deklaratu zenean, haren garrantzia azpimarratu zen: "formazio geologiko paregabea da Nafarroan, bitxia, eta interes berezikoa, paisaiaren eta hezkuntzaren aldetik dituen balioengatik...".

Lurralde idor eta oinazetu horrek ikasgela geologiko ezin hobea eskaintzen du atari zabalean. Bertako formazioak eta erliebea deigarri zaizkie mundu osoko bisitari guztiei. Izan ere, hortxe dago Castildetierrako oreka ezegonkorra; hortxe ere, Pisuerra, Ralla edota Rallón izeneko "cabezo" edo tontorrek arratsean agertzen dituzten irudiak, guztiak ere karkabek urratutako hegalez osatuak, edo Bardena Blancako trokarte estuak, etab. Horiek guztiek irudi sorta paregabea osatzen dute, milaka bisitarien erakargarri.

Egun daukagun paisaia, ordea, ez da kasualitatearen emaitza, azalpen bat dauka, zergati bat; bere jatorrian dago oinarritua, bai eta denboraren joanak lur hauetan utzitako arrastoan ere, ahaztu gabe giza jarduerak eragin garrantzitsua sortu duela azken zortzi milurtekoan. Ez da lan erraza Bardeetan zer geologia-prozesu gertatu diren azaldu edo interpretatzea, azalpen hori jende gehienaren eskura jarri nahi bada. Jendeak, oro har, gutxi ezagutzen baitu gutxi hedatu den zientzia hori.

Gida hau, azken buruan, saiakera bat da bisitariari oinarritzko kontzeptuak erakusteko, begien aurrean dituen erliebe-formak eta paisaia ulertzen laguntzeko. Dibulgaziozko argitalpen bat da, irudiz eta laburbildutako testuz oparo hornitua, baina zorroztasun zientifikoa bazter utzi gabe. Hortaz, lan honetan barneratze aldera, aski da interesa eta jakin-mina izatea Nafarroako Errege Bardeetako natur ondare ikusgarriaren funtsezko atal bat ezagutzeko.



NAFARROAKO ERREGE BARDEAK
Bestelako lurraldea



J. Artola

Errege Bardeetako erliebe bitxia bere ezaugarri geologikoen erabateko isla da.

Sarrera

Nafarroako Errege Bardeak lurralde zabal-zabal bat dira eta paisaia bitxi higitua dute ezaugarri. Urrutitik ikusita, lerro sinpleez osatua iruditzen zaigu, baina hurbiletik begietsita, paisaia ikusgarria da benetan. Hortxe daude sakonune zabal, huts eta elkorrak, guztiak ere trokarte malkartsuek urratuak eta haitzebaki bertikalek, ordoki handiek nahiz tontor bakartiek inguratuak. Guztiz zentzuzkoa da, beraz, bazter horiei "lur elkorrak" esatea. Basamortu itxura horrek urrutiko lekuak ekartzen dizkigu gogora.

Landaredi urriak agerian uzten duen erliebean geologia da ardatz. Bardeetako paisaia eta natura ulertu eta interpretatuko baditugu, funtsezkoa da bertako geologia-ezaugarriak ezagutzea, bai eta milaka urtean lur horietan jardun duten eta egun ere badiharduten prozesuak ezagutzea ere.

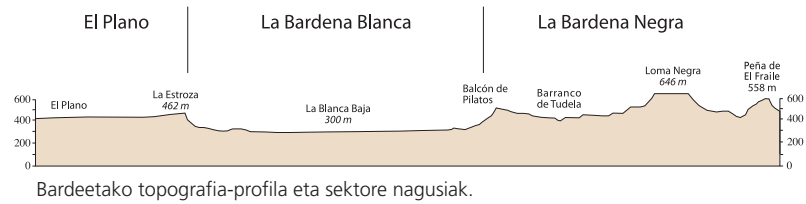
Nafarroako Gobernuak Parke Natural izendatu zuen lurraldea 1999an, eta UNESCOk, berriz, Biosferaren Erreserba, 2020an. Halaber, Kontserbazio Bereziko Eremu edo KBE izendatu zuten Natura 2000 Sarean sartzeko. Naturgune horretan, gainera, bi natur erreserba daude, hots, Rincón de Bu eta Caidas de La Negra, bai eta Hegaztien bi Babesgune Berezi ere (HBB).

Geografia eta klima

Errege Bardeak jenderik gabeko eremu handi bat dira, esteparen itxura duena, Nafarroako Foru Komunitatearen hego-ekialdean kokatua. 41.845 hektarea dira luze-zabaleran, 45 kilometro ditu iparraldetik hegoaldera eta, 24 km, berriz, ekialdetik mendebaldera. Hartan sartzeko bide nagusiak hiru dira: Arguedas herria Tiro Poligonoarekin lotzen duen pista asfaltatua, Tuteran Ejea de los Caballerosekin lotzen duen errepidea (NA-125) eta erabilera arautuko pista ez asfaltatuen barne sarea.



Geografiari begira, Ebro ibarreko erdialdean daude kokaturik. Paisaia horretan hiru sektore nagusi bereizten dira, argi eta garbi: **El Plano** (Bardea laua), **Bardena Blanca** eta **Bardena Negra** (hau da, Bardea Zuria eta Bardea Beltza).



M. Madoz

El Plano glazis altu handi bat da, iparrerantz doa malda leunean, eta bi gailur dira tokirik garaienak: Cornialto (510 m) eta La Estroza (462 m).



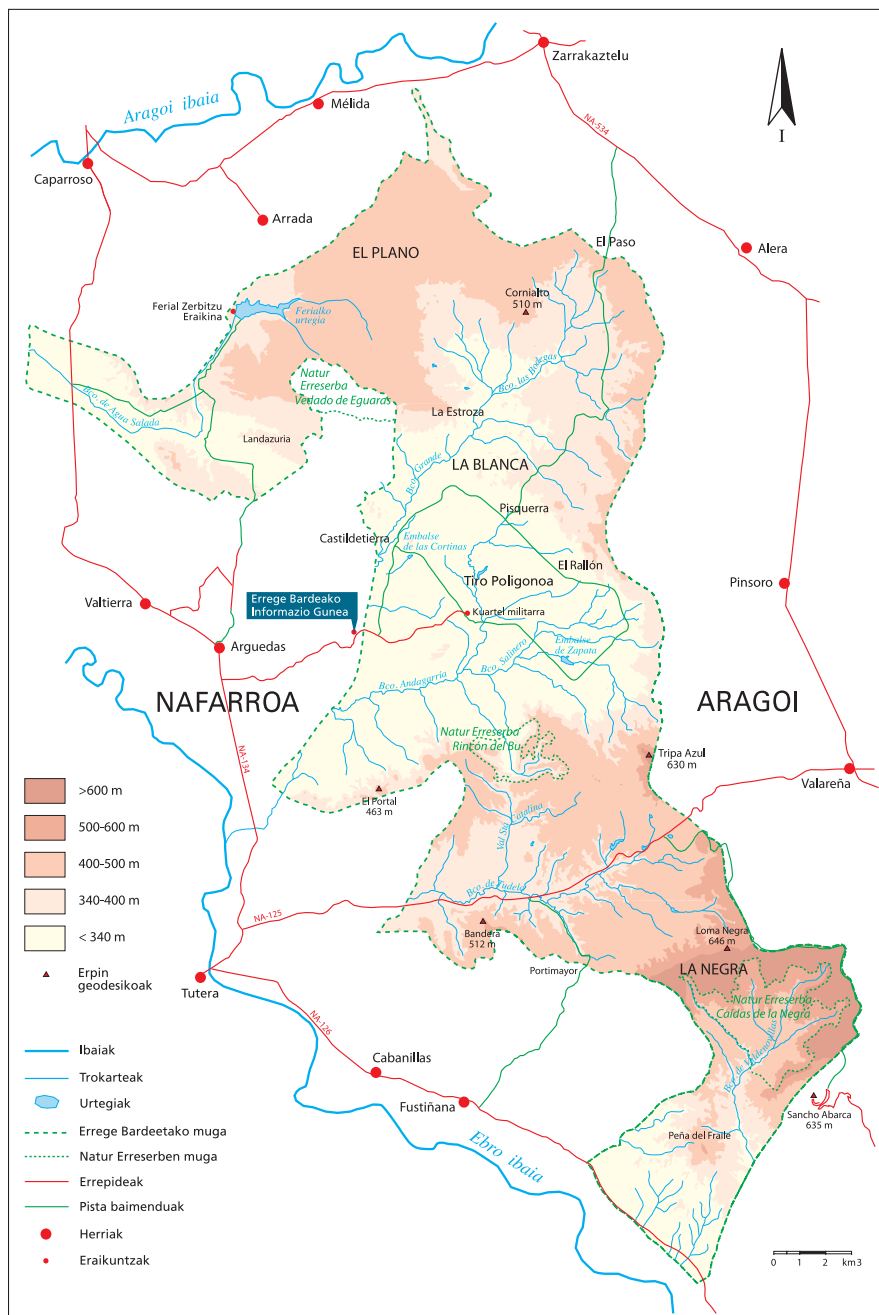
J. Arbilla

Bardena Blanca erdiguneko sakonune handi bat da, 300 metro inguruko altitudetan; basamortu-itxura du eta lurzoruak zurixkak dira. Aldi berean, sektore horretan, batetik, la Blanca Alta dago, eta bestetik, la Blanca Baja. Azken hori da, hain zuzen, lekurik ezagunena, bertako tontorrek egiazki bitxiak baitira (Castildetierra, Pisuerra, Rallón, etab.).



X. Murelaga

Bardena Negrak, berriz, ordoki handi garaiak ditu ezaugarri, eta kotarik altuena, La Negra da, 646 metrorekin.



Hemengo klima mota, zehazki, mediterraneo kontinental erdi idorra da. Horrek esan nahi du urteko temperatura batez beste leuna dela (13-14°C), baina kontraste handiak daudela urtaroen artean, udak arras beroak baitira eta, maiz, 35°C-tik gorako temperatura izaten baita; neguak, berriz, hotzak, eta hirurogei egunez ere egin izan du izotza.

Prezipitazioak ez dira batez beste 400 l/m²-ra iristen, eta urriak eta irregularrak dira. Maiz, euri-jasak, eta ez daude berdin banatuak lurraldean. Horrela, alderik hezeenak Bardena Negrako leku garaiak dira. Lehorrenak, berriz, Bardena Blancako bazterrak. Haizea da beste meteoro bereizgarria, askotan ipar-mendebaldekoa, hau da, ziertzoa. Izan ere, geografiari begira, lurraldea Ebro ibarraren erdian kokatua dago, eta horrexek sustatzen du haizea.



J. Arbilla

Bardena Blancako estepa-ingurunea.



J. Arbilla

Giroaren lehortasuna.

Ikuspuntu hidrologikotik, ez da ur-ibilgu egonkorrik. Euria egiten duenean eta ondoko egunetan bakarrik dabil ura sare hidrografiko bihurria osatzen duten trokarte ugarietan.

Ibilgu nagusia Barranco Grande eta haren ibaiadar sarea dira. Bardena Blanca drainatzen dute alderik alde. Gazitasun maila handiko urak dira. Beste ur-ibilgu nabarmen batzuk ere badira, hala nola Agua Salada, Tuterakoa eta Valdenovillas. Iturriak, berriz, gutxi dira, guztiak ere Planoaren ertzetan kokatuak, glazis horretako akuiferoak elikatuak.

Idoiak, ordea, asko dira, aziendari edaten emateko propio sortuak. Bi dira esanguratsuenak: Cortinaskoa eta Zapatakoa. Azken hori Cinco Villasko azekiako ur soberakinarekin elikatua dago eta interes handia du ingurumenari begira.



C. Sancho

Barranco Grande.



E. Guelbenzu

Balsa de Zapata.



J. Arbillia

Eremu batzuetan sartzea sasoiaren arabera arautua dago, kontserbazio-beharrek eraginda.

NOIZ BISITATU ERREGE BARDEAK?

Urtaro bakoitzak bere gauza erakargarriak baditu ere, baldintzarik onenak udaberrian, uda hasieran eta udazkenean izaten dira. Uda beroegia izan daiteke, eta negua, oso hotza. Baina egia da, halaber, Bardeetakoak bezalako paisaiek ñabardura ezberdinak dituztela, ingurunearen eta argibaldintzen arabera, urtaro bakoitzak bereak baititu; horrenbestez, garai bakoitzak baditu bere gauza interesgarriak. Euri handiko egunetan ez da gomendagarria bisita egitea, pistak eta bideak ez baitaude egoera onean.



J. Arbillia

Castildetierrako tontorra da Parke Naturaleko lekurik bisitatuenetako bat.

Landaredia eta fauna

Bardeetan badira balio ekologiko handiko ekosistemak eta biotopoak. Pinudiak, sastraka eremuak, gatz-lautadak eta hezeguneak.

Mendetako giza jarduerak eta klimaren, lurzoruaren nahiz orografiaren baldintza naturalek eragin dute egungo landaredia. Eremu apal eta lehorrek -Bardea Blancak, adibidez- estepa-landaredia dute ezaugarri, espartzua, artemisia belarzurria eta beira-belarra hazten baitira. Eremu garaietan, berriz - Bardea Negran, konparaziora-, Aleppo pinuz osaturiko pinudiak daude, eta tarteka badira abaritzak, sabinak, etab., bai eta karraskaren bat edo beste ere. Tarteko eremuetan, berriz, espezie nagusien artean, erromeroz eta sabina feniziarrez osaturiko sastrakadiak dira ugarienak.

Faunari dagokionez, espezierik berezienak estepa-hegaztiak dira: basoiloak, basoilo txikiak, atalarrak, gangak, ganga azpibeltzak eta alaudidoak. Bestelako biztanle nabarmenik ere bada, hala nola harrapariak: arrano beltza, sai zuria, saiareea, hontz handia, mirotza, zingira-mirotza, belatza, etab. Gainerakoan bada ugaztunik (azeria, basurdea, untxia, orkatza...), narrastirik, ornogaberik, bai eta arrainik ere.



S. González

Gardatxoa.



M. Madoz

Hego-ipuruaren hostoa eta fruitua.



J. Arbilla

Espartzudiak Bardea Blancan.



J.M. Agramonte

Bardeetako sai zurien populazioa Iberiar penintsulako handienetako bat da.

Bardeak eta giza presentzia: arkeologia eta erabilera tradizionalak.

Bardeetan, gaur egun, ez da herri jenedunik. Badakigu, dena dela, gizakia aspaldidanik bizi izan dela lurraldean Neolitoren hasieratik. Izan ere, aztarna arkeologiko asko daude, duela 7.000-8.000 urte inguru Bardena Blancan finkaturiko talde nomadek utziak.

Badira, halaber, Brontze Aroko kokalekuen aztarnak, duela 5.000 eta 3.000 urte artekoak. Erromatar garaiak ere nekazaritza ustiategi txikien aztarnak utzi zituen. Erdi Arokoak dira, ordea, egungo arrastorik nabarmenenak (IX. mendetik XV.era bitarte), gotorleku eta defentsa-dorreen kokaleku ugari baitaude.



I. Dieguez

Brontze Ertaineko ehorzketa baten irudi berregina (K.a. 1.200 – 1.000) Bardeetan.



J. Sesma

Eneolitoko ehorzketa Tres Montes trikuharrian (K.a. 2130).



J. Arbillla

Estaca edo Santa Margaritako gaztelua, Erdi Arokoa.

Lurraldeari izena eman dioten lehen errege-eskubideak Erdi Arokoak dira. Hasiera batean, Nafarroako Errokaribarri eman zitzaizkion, transhuman-tziako aziendak erabil zezan. 1705etik aurrera, eskubideak egungo Errege Bardeetako Komunitatea osatzen duten hogeita bi entitateenak dira eta ez beste inorenak. Entitate partzuerrak dira; halaxe esaten zaie.

ERREGE BARDEETAKO KOMUNITATEA

XVIII. mendearen hasieratik, lurraldea kudeatu duen erakundea Errege Bardeetako Komunitatea da. Halaber, 1999-2000 urteez geroztik, Parke Naturalaren eta Biosferaren Erreserbaren kudeaketaz arduratzen da, hurrenez hurren. Hogeita bi entitatek osatzen dute: Erriberako hemeretzi herrik, Pirinioetako bi ibarrek eta monasterio batek, hain zuzen ere. Hogeita bi entitateok soilik dituzte lurralde hori betirako erabiltzeko eskubideak.



Berdean, Bardeetako entitate partzuerrak.



J. Arbilla

Bardeetako nekazaritza-lurrik gehienetan lehorreko zereala ereiten da.

Gaur egun, jarduera tradizionalaz gain (artzaintza eta nekazaritza), turismoa dago indarrean. Jarduera horiez guztiez gain, erabilera bereziak ere badira, hala nola militarra, 1951z geroztik Tiro Poligonoan egiten dena, eremuaren erdigunean kokatua. Halaber, energia-ekoizpena aipatu behar da, eguzki-planta bat eta parke eoliko bat baitaude.



M. Madoz

Bardeak transhumantziako aziendaren neguko aterpe dira.

ERREGE BARDEETAKO TIRO ZELAIA

La Blanca Bajako eremuan Aire Armadaren Tiro Poligono bat dago, 1951tik aurrera. Zehazki, 2.200 hektareako entrenamendu-zelai bat da. Bertan, bonbardatze-ariketak egin ohi dira, hala egiatzko suarekin nola simulatuak. Espainiako aire-indarreko hegazkinak aritzen dira, bai eta NATOk beste ariketa batzuetan dihardutenak ere. Poligonorako sarbideak seinalezatuak eta murriztuak daude, eta pista batek Poligono guztia inguratzen du. Jendeak pista "perimetrala" esaten dio. Tiro zelaiak kontrako jarrera eragiten du gizartean. Defentsa Ministerioak kanon bat ordaintzen du urtero eremua erabiltzeagatik.



J. Arbilla

Tiro Poligonoan sartzea murriztua dago.

Paisaia bitxia, geologiak baldintzatua

Bardeetako paisaia eta erliebe bitxia bertako ezaugarri geologikoen baldintzatuak daude erabat. Izan ere, azken milioika urtean, arroka batzuek eta besteek –gogorrek eta bigunek– erresistentzia ezberdina izan dute higadura-prozesuen ekintzaren aurrean, eta horren ondorioa dira egungo erliebea eta paisaia. Ordokiak eta harmailak, tontorrak eta sakonuneak, malkarrak eta hegalak elkarrekintza horren ondorio dira.

Bisitariarentzat, ordea, deigarriagoa izan daiteke higadurak arroka bigunetan eragiten duen emaitza; batez ere, euriek sortzen dutena. Turisten kamekrek bilatu nahi dituzten paisaiak karkaba eremuak edo badland-ak (lur elkorrak) dira, eta inguruko jendeak *blanquiza* deritze. Erliebe hori elementu dinamikoa da eta etengabe bilakatzen ari da.

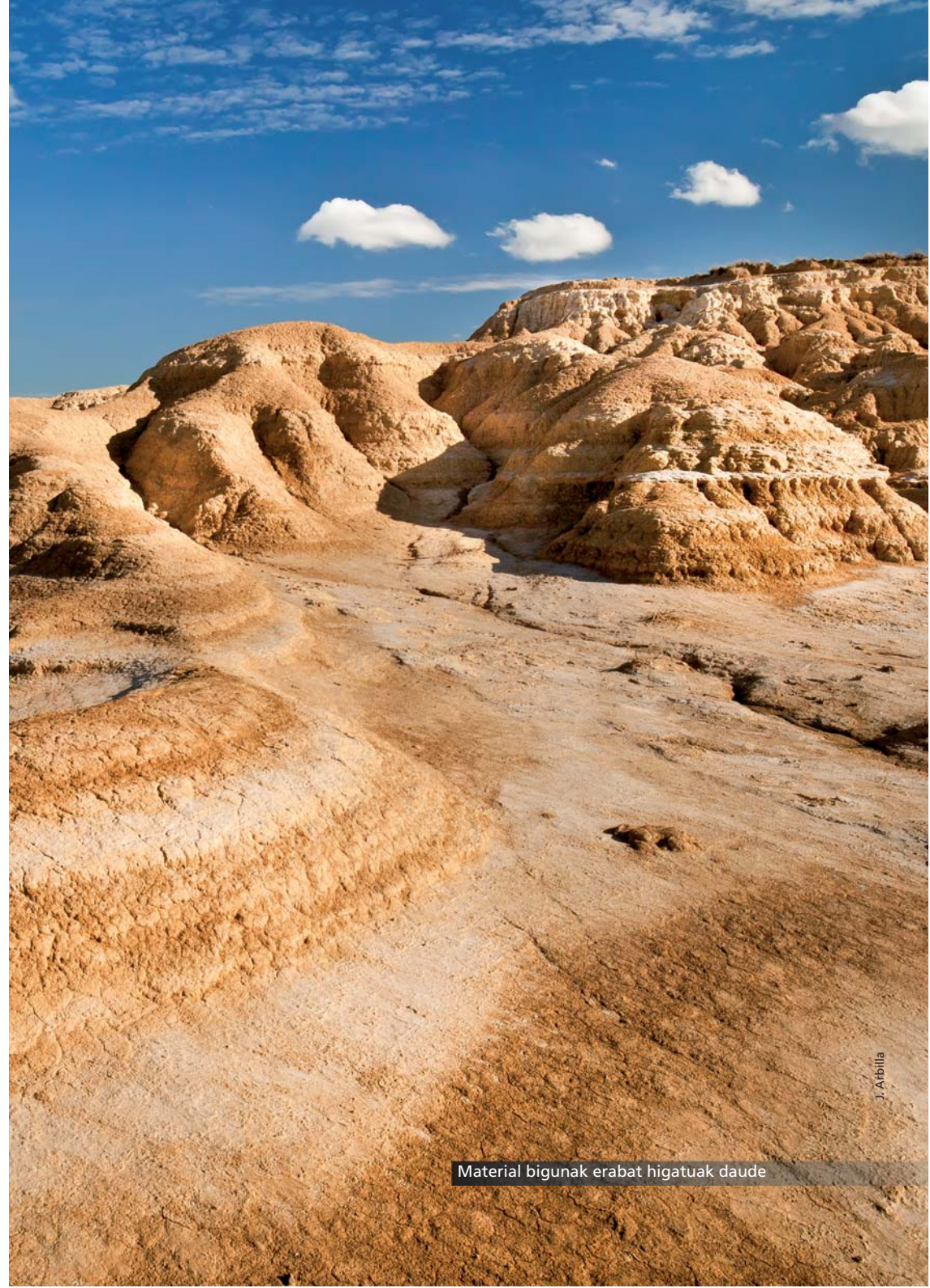
Errege Bardeak berezko ikasgela geologiko ezin hobekak dira. Bertako arroak eta haien egiturak lagungarriak dira hobeki ulertzeko nolakoa izan zen Ebroko Arroaren bilakaera geologikoa. Lurralde hori, gainera, espazio paregabea da higadura-prozesuak eta ondoriozko efektuak aztertzeko.

Duela hamarkada askotatik hona, ikerlan geologikoa egiteko proiektuak garatzen ari dira. Era berean, Europa guztiko ikasleak maiz etortzen dira bisitan, lurraldeak daukan aukera hezigarriak eta paisaia ikusgarriak erakarrita. 2011n, adibidez, Espainiako Geologia Elkarteak Nafarroako lehen Geologia antolatu zuen hemen, bisitariarentzat eta publiko orokorarentzat.



M. Madraz

Hareharrizko geruza gogorrek higadurari aurre egiten diote.



J. Arbilla

Material bigunak erabat higatuak daude

ZINEZKO PAISAIA BAT

Bardeetako paisaia maiz erabili izan da filmazioak egiteko, hots, film luzeak, bideoklip musikalak, telebistako serieak nahiz iragarkiak. James Bond, On Kixote Mantxakoa eta beste ibili dira bazterrotan, baita izaki mutante arraroak ere. Izan ere, paisaiaren idortasun eta gogortasun hori, eta erliebearen ia ilargi-itxura hori, inspirazio-iturri izan dira artista antizentzat eta, halaber, dekoratu gisa baliatu dira eszena askotan.

Film askoren artean, hemen filmatu dira "Orgullo y Pasión", "Albaniaren konkista", "Airbag", "Acción Mutante", "El Monje", "El mundo nunca es suficiente"... eta serieak ere, hala nola "Juego de Tronos".



Filmazioa Bardean.

Parke Naturala eta Biosferaren Erreserba

Errege Bardeak Parke Natural izendatu ziren 1999an, Foru Lege baten bidez. Legeak berak azpimarratzen du lurraldearen garrantzia: "formazio geologiko paregabea da Nafarroan, bitxia, eta interes berezikoa, paisaiaren eta hezkuntzaren aldetik dituen balioengatik, eredutako balio baitu higadura-prozesu handiak azaltzeko eta arrazoitzeko..."

Parke Natural izendatzeak hainbat xede zituen; besteak beste, "eremuko berriazko natur balioak zaindu eta babestea", "natur baliabideen erabilera antolatua eta zentzuzkoa egitea, haien biziraupena ziurtatuta" eta "naturaren ezagutza zientifikoa eta hezigarria sustatzea, eta natura zaindu beharra sustatzea".

2000. urtean, lurraldea Biosferaren Erreserba ere izendatu zuten. Zehazki, Espainiako hamazazpigarren lurraldea izan zen izendapen hori eskuratzen, egun Espainian diren 30 ingururen artean. Biosferaren Erreserba izendatzeak natur elementuen babesa dakar berarekin, bai eta natur baliabideak jasangarritasunez ustiatzeko molde tradizionalak babestea ere.

Jendeak naturgune hau ezagutu eta gozatze aldera, bidez eta pistaz osaturiko sare trinko bat dago bisitariaren eskura, eta erabilera araututa dago. Gehienak BTT-ko dira; batzuk ibilgailu motordunentzat, eta guztietan zilegi da oinez ibiltzea, garai jakin batzuetan debekatzen diren bide tartetan izan ezik, bazterrak babesteko.



M. Wadoz

Nafarroako Errege Bardeetako Informazio Gunea
Parke Naturaleko errepidea, 6. km
(sarrera NA-8712tik, 0,8. km)
31513 Arguedas (Nafarroa) • Tel.: 948 830 308

turismo@bardenasreales.es • www.bardenasreales.es



SUBSTRATU GEOLOGIKOAREN GARRANTZIA



Kontraste topografikoak Bardenas Blancas, arroken erresistentzia ezberdinak sortuak.



Irudian egiturazko harmailak, arroka gogorren eta bigunen geruza horizontalen txandakatzearen ondorioz garatuak.

Sarrera

Bardeetako erliebea harrigarria zaigu beti. Izan ere, landaredi urriko erdi basamortu horretan, etengabe ageri dira bata bestearen ondoan harmailak, ordokiak, arrapalak, tontor isolatuak, sakonune zabalak, trokarte lehorrak eta karkaba eremuak. Hainbat faktore dira erliebe horren eragileak:

- Arrokek erresistentzia ezberdina dute higaduraren aurrean eta geruza horizontaletan antolatuta daude.
- Azken milioika urtean, ibai-sareak (trokarteak) artekatua eta ahokatua egoteko joera izan du; denbora-tarte laburretan, ordea, joera hori geldirik egon da klima-aldaketek eraginda.
- Klima erdi idorra izan da nagusi denbora horretan; prezipitazioak urriak baina euri-jasak izaten dira, eta ez dira lagungarriak landaretza-estalki babesgarria garatzeko. Erauntsiek, gainera, higadura-prozesuak azkartzen dituzte.

Faktore horiek zer eginkizun betetzen duten jakiteak egungo erliebea hobeki ulertzeko bidea emanen digu.

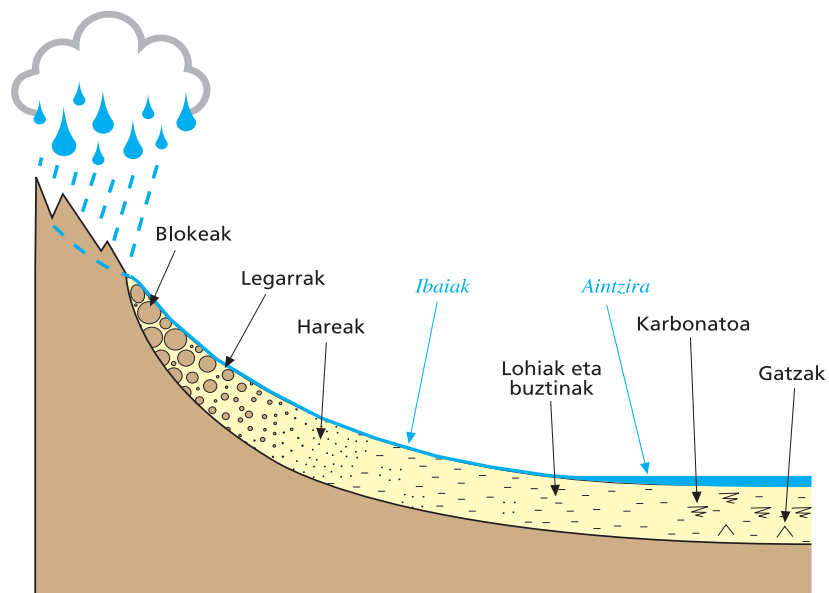
Substratu geologikoaren ezaugarriak simple samarrak dira, paisaian aise identifikatzeko modukoak. Substratua, funtsean, jatorri kontinentaleko arroka sedimentarioen pilaketan datza; erresistentzia gutxikoak dira, oro har, higaduraren aurrean, ia antolaera horizontalean dirautenak, eratu ziren bezalaxe, inguruan ez baita izan sedimentazio ondoko fenomeno tektoniko garrantzitsurik.

Arrokak

Funtsezko faktore batek baldintzatzen du Errege Bardeetako erliebea, hots, lurralde horretako substratu geologikoa osatzen duten arrokek higadurarekiko duten erresistentzia handi-txikiak (kareharriak eta harearriak lutitak baino gogorragoak dira). Hori funtsezkoa da erliebearen eraketa ulertzeko. Beraz, arroka mota nagusiak zein diren jakin beharra dago, bai eta haien jatorria eta ezaugarriak ere.

Bardeak Ebroren Sakonunean daude eta Goi Eozenoan gertaturiko prozesu geologiko batean metatutako material sedimentarioek osatzen dituzte. Orduan, lurrazalaren tolestura gertatu zen eta, horren ondorioz, Pirinioak iparraldean sortu ziren; Iberiar Mendikatea, hegoaldean, eta Kataluniako Kostaldeko Mendikatea, ekialdean. Duela 36 milioi urte inguru, mendi horien gorakadak arro itxi bat sortu zuen erdian, itsasorako irteerarik gabea, hau da, aintzira eremu handi bat eta, han, sedimentu metakin handiak metatzen joan ziren, mendikate berrien higaduratik zetozenak; zenbait kasutan, 6.000 metro inguruko lodierakoak.

Sedimentuak arroko hainbat tokitan metatzen joan ziren, beraien tamainaren arabera eta arrastatzen zituen uraren indarraren arabera. Horrela, arroka-blokerik handienak ibai-buruetan metatu ziren, hau da, malda handiagoko eta urak indar handiagoa duen lekuetan. Aitzitik, uretan behera, gero eta material meheagoak metatu ziren, hala nola legarrak, hareak, lohiak eta buztinak, hurrenkera horretan.



Sedimentuen banaketaren eskema, Pirinioetatik Ebroko Arroaren erdigunera.

Bost milioi urtez iraun zuen trinkotze-eta zementazio-prozesu natural baten ondorioz, metakin horiek era bateko zein besteko arroka sedimentario bihurtu ziren. **Hareak**, adibidez, hareharri bihurtu ziren, eta lohiak eta buztinak, berriz, **lutita**. Erdiguneko eremu zingiratsuetan, berriz, lohi eta **buztin** meheenak metatu ziren, bai eta kaltzio karbonatua eta uretan disolbatutako gatzak ere; bada, leku horietan, tupak eta **kareharriak** eratu ziren. Klima idorreko garaietan, lurruntzeen eta hauspeatze kimikoen ondorioz, **igeltsuak** sortu ziren.

Duela 10 bat milioi urte, arroa Mediterraneo alderantz ireki zen Kataluniako kostaldetik, Ebro ibaia eta haren ibaiadar sarea sortuta; ibaiak aintzira sistema drainatu zuten. Horren ondorioz, metatutako materialak azaleratu eta haien higadura-prozesua hasi zen. Bost arroka mota horien artean, lutitek dute garrantzirik handien.

LUTITAK: ERREGE BARDEETAKO ERREGINAK

Lutitak arroka sedimentarioak dira, buztinen eta lohien trinkotzeak eta zementazioak eratuta. Esan daiteke arroka bihurturiko lohi edo buztin bat dela (lokatz gogortua). Lutitak osatzen dituzten partikulek tamaina mikroskopikoa dute, eta poro asko dituzte haien artean. Baina poroak izugarri txikiak dira eta gutxi daude elkarrekin lotuak; horregatik, lutita arroka ia iragazgaitza da. Bardeetan azaleratzen diren arroka guztietatik, lutitak dira ugariena, zalantzarik gabe.



Harenharriko blokeak. Arroka horrek ibai-hareak ditu jatorri.

Lutitak Bardeetako substratu geologikorik ugariena dira.

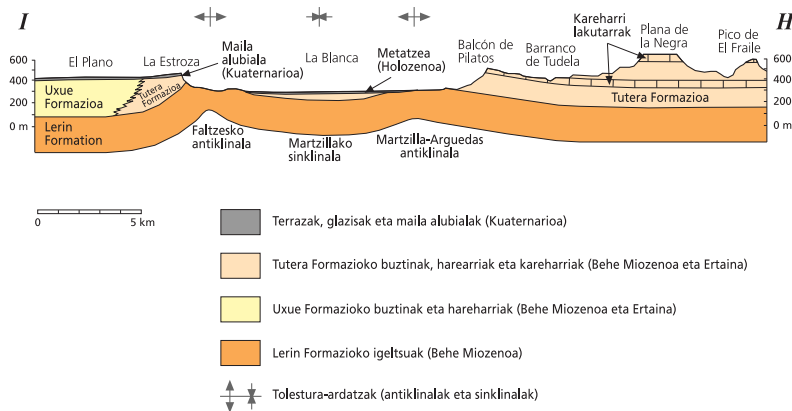


Zehar-ebaki geologikoan ageri den bezala, arrokak ez daude halabehararen arabera banatuak espazioan. Izan ere, arrokak nola halako uniformetasuna duten multzoetan dauden elkartuta, eta multzoei formazio geologiko deritze, eta tokian tokiko toponimoekin izendatzen dira, leku horietan formazioak ongi definituta baitaude.

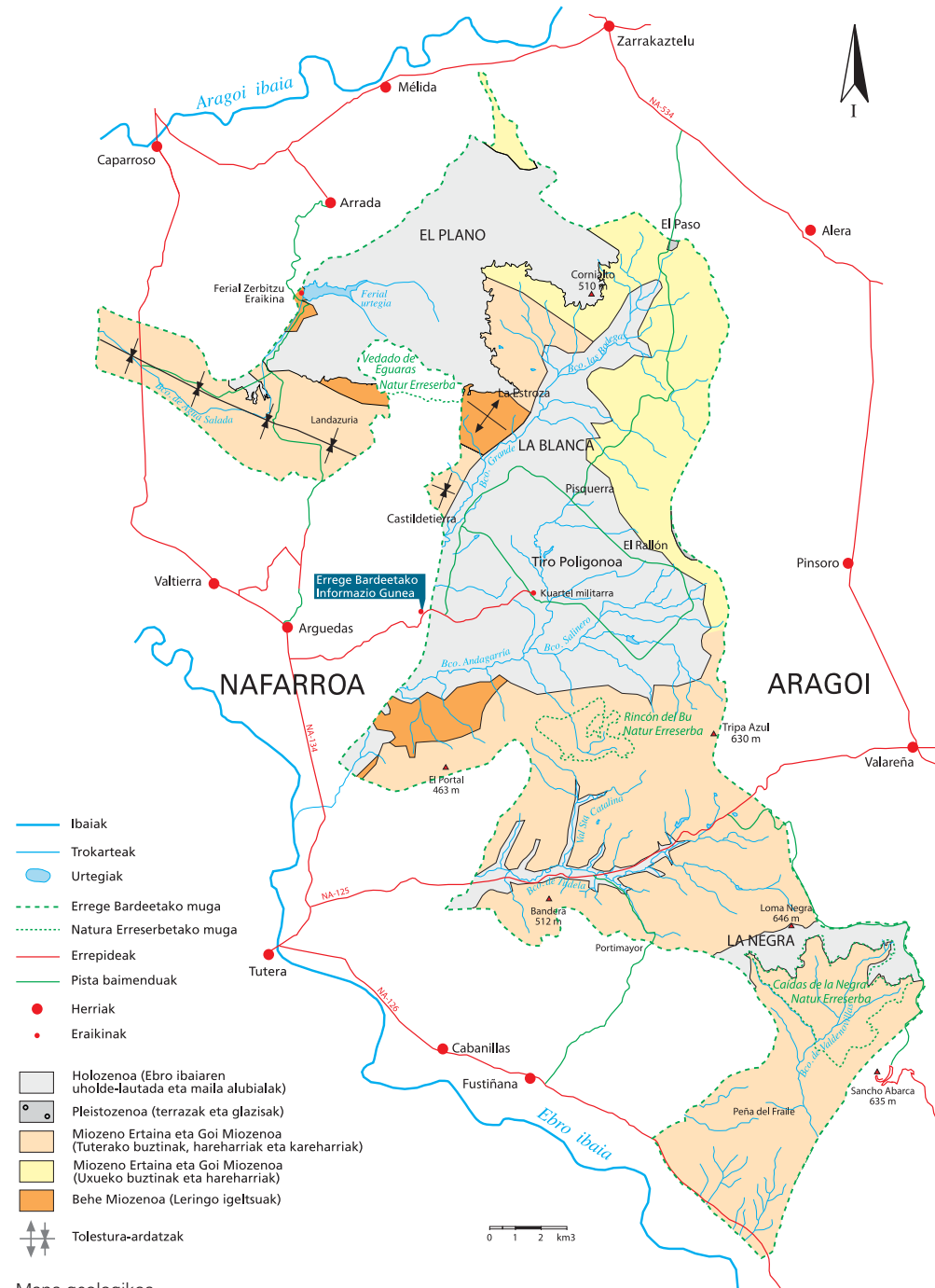
Bardeetan, hiru formazio nagusi bereizi daitezke. Honatx izenak: Uxue, Tuterako eta Lerin:

- Uxue Formazioak Bardena Blancaren ipar-ekialdea hartzen du eta, nagusiki, lutitek eta hareharri-mailek osatua dago. Hareharriak gero eta ugariagoak dira, iparralderantz jo ahala, bai eta Pirinioetatik zetorren material hareatsua zekarten ibai-ibilguen jatorrira hurbiltzen garen neurrian ere.
- Tuterako Formazioak Bardena Negra guztia hartzen du, bai eta Bardena Blancaren eremurik hego-ekialdekoena ere. Lutitez osatua dago, nagusiki, bai eta hareharriko, kareharriko eta tupazko geruza gutxi-asko ugarietz ere. Arroka horiek Ebroko Arroaren erdigunean kokaturiko eremu lauetan eta aintziretan eratu ziren, Uxue Formazioaren ibai-jatorrizko arrokak baina beherago. Unitate horretako kareharriak eta tupak ugariagoak dira, hegoalderantz jo ahala, hantxe baitaude aintzirarik handienak.
- Lerin Formazioa, berriz, Uxue eta Tuterako formazioen azpian dago (ikus zehar-ebaki geologikoa). Lutitez eta igeltsuz osatua dago. Arroka horiek, gehienbat, Ferial urtegitik eta Bardeetako Informazio Gunetik hurbil azalartzen dira.

Oro har, hiru formazioen osagai diren arrokak geruzetan pilatzen dira eta guztira neurtzen den lodiera 700 metrokoa da.



Zehar-ebaki geologikoa.



Mapa geologikoa.

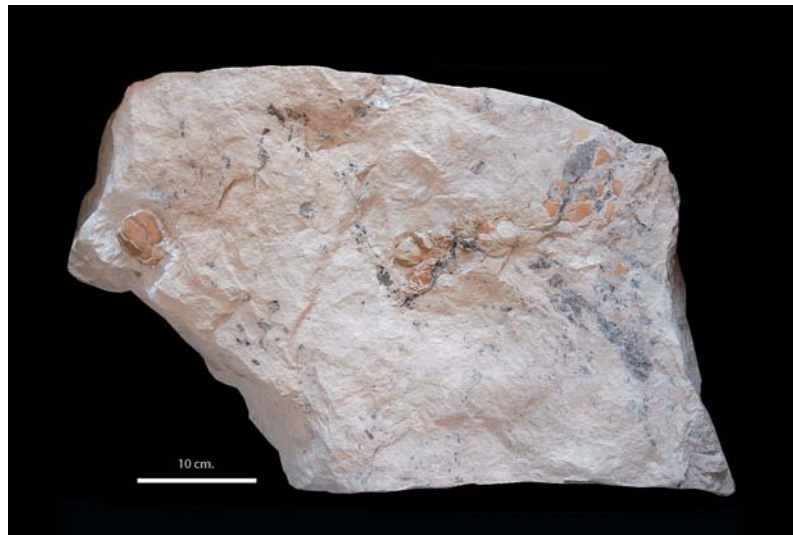
Fosilak

Bardeetan ikus ditzakegun tupa eta lutita batzuek fosilak dauzkate. Sedimentuetan lurperaturik gelditutako organismoen edo jarduera organikoaren hondarrak dira eta arrokan integraturik ageri dira.

Aurkitutako hondarrak, gehienbat, mikrofosilak dira, hala nola mikrougaztunen hortzak eta hezur puska txikiak. Bestalde, ugariak ez badira ere, aztarna handiagoak ere agertu dira, hala nola dortoka-kroskoak, krokodiloen hortzak eta hezur-plakak, eta makrougaztun aztarna gutxi batzuk bat. Gehienak ingurune lakutarretan bizi izaniko landare eta animaliei dagozkie, hots, krokodiloak, dortokak, arrainak, anfibioak, barraskiloak, ostrakodoak eta alga motaren batzuk.

Aintzira inguruetan beste animalia batzuk bizi ziren, hala nola makrougaztunak, mikrougaztunak, hegaztiak, muskerrak eta sugeak. Behin hildakoan, haien hon-darrak aintzira-eremuetaraino iristen ziren, indar txikiko ibai-korronteek bultzatuta eta, han metatu egiten ziren organismo urtarren hondarrekin batera.

Aurkitutako fosilen artean, Bardeetan lehen aldiz deskribatu diren dortoka espezie batzuk eta karraskari txikiak dira nabarmentzekoak. Era berean, hegazti eta narrastien arrautza-oskol asko, eta fosil bihurtutako hegazti-habiarik zaharrena, orain arte munduan aurkitutako artean.



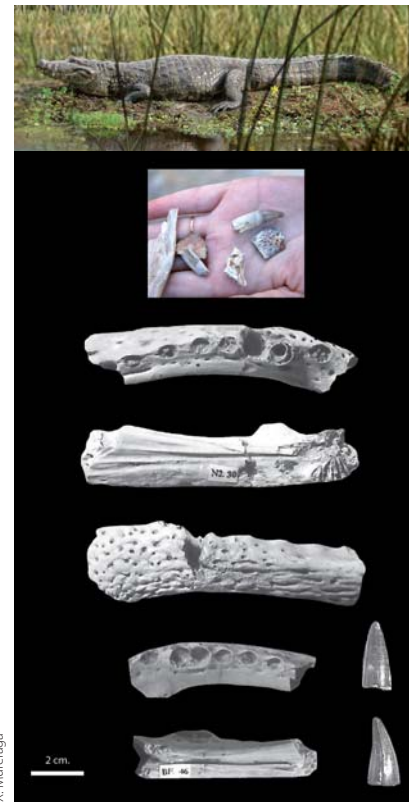
X. Murelaga

Habia baten fosila, arrautza-oskolen zatiak dituela.



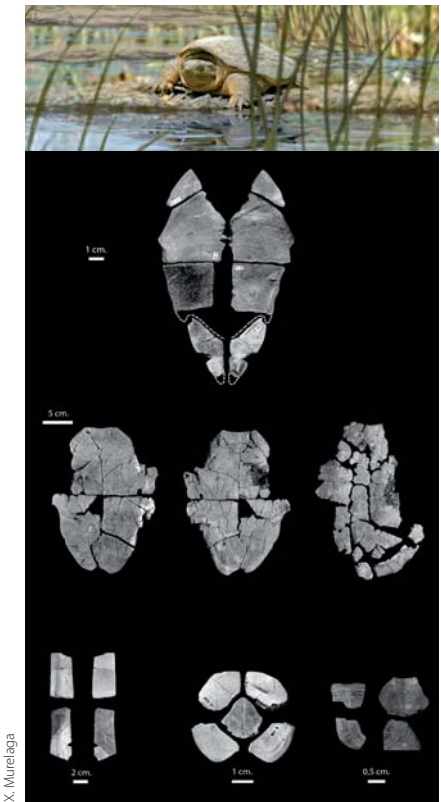
Mauricio Antón

Irudian ingurune lakutarra ageri da berregina. Hegazti horiengandik egungo murgilak eta flamenkoak datoz.



X. Murelaga

Krokodiloen baraila zatiak eta hainbat hortz (*Diplocynodon* sp.).



X. Murelaga

Hainbat dortoka espezieren zatiak eta kroskoak.

Arroken adina

Arroken adina ezagutzeko hainbat metodo daude, horietako bat animalien fosilak aztertzea da. Espezie ezberdinak garai jakin batzuetan bizi izan dira, faunaren segidaren etapa zehatz batean; horregatik, haien fosilek aukera ematen digute agertzen diren arroken geruzak ordenatzeko, denbora geologikoaren eskalan antzinakoenetatik modernoenera. (**bioestratigrafia**).

Beste metodo bat paleomagnetismoa da, Lurraren polaritate-aldaketetan oinarritua. Badakigu Lurreko polo magnetikoak askotan aldatu egin direla; batzuetan, polo geografikoekin bat eginda (polaritate normala, gaur egun gertatzen den bezala), eta bestetan, berriz, kontrakoa (alderantzizko polaritatea, hau da, gure iparrorratzeko ipar magnetikoak hegoalde geografikoa adieraziko luke). Burdinan aberatsak diren mineralak aski ingurune fluidoan edo likatsuan osatzen edo sedimentatzen direnean (magma edo lokatza, adibidez), burdin partikulak iparrorratz ñimiñoak balira bezala biratu eta orientatu daitezke. Mineralak hoztean edo lehortzean, eta solidotzean, une horretan dagoen polaritatea ere "fosildua" geldituko da arrokan. Itsas hondoetako arroka bolkanikoetan egindako azterketei esker (horien adina datazio erradiometrikoko metodoen bidez ezagutzen da), lurreko eremu magnetikoaren polaritate-aldaketa bakoitzaren adina zehaztu ahal izan da. Munduko edozein tokitako arroketan egindako behaketak "patroi eskala" horretara eramanez, adin jakin batean koka daitezke.

Datazio metodologia horiek eta beste batzuk kontrastatuz, ondorioztatu dugu gaur egun Bardean ikusten ditugun arrokkak duela 21 eta 15 milioi urte bitartean sortu zirela, Miozeno izeneko aldi geologikoan.



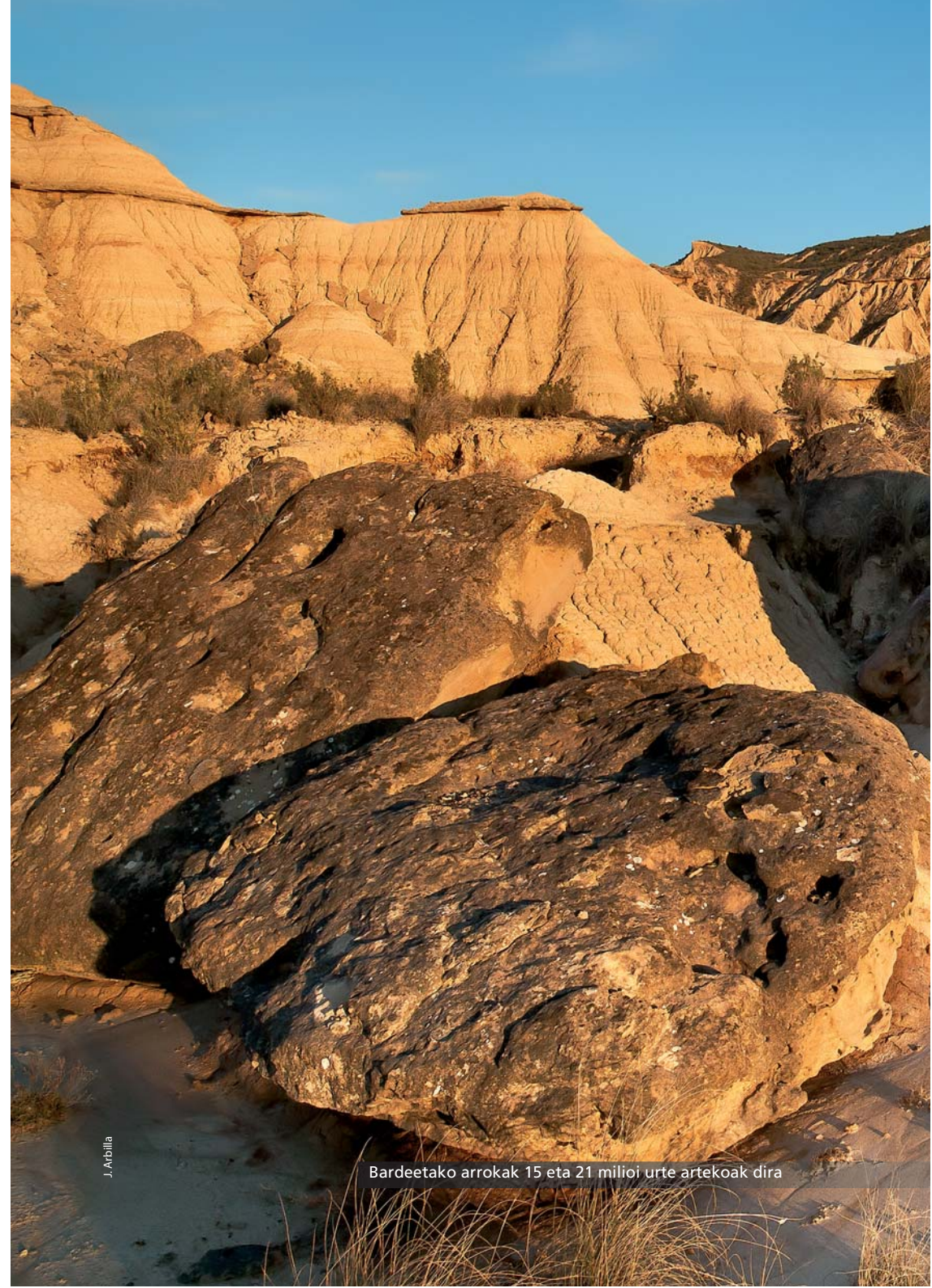
X. Murelaga

Laginketa paleomagnetikoa.



J.C. Larrasoana

Magnetometro kriogenikoa, sedimentuen magnetizazio fosila neurtzeko erabilia.



J. Arbilla

Bardeetako arrokkak 15 eta 21 milioi urte artekoak dira

Deformazio tektonikoak

Itxuraz, Bardeetako arroka gehienak estratu edo geruza horizontaletan daude antolatuta. Begirada zehatuak, zenbaitetan, okerdura leuneko geruzak ikusteko aukera ematen digu. Horrek erakusten du eremuak jarduera tektoniko txikia izan duela (lurrazaleko mugimenduak eraginda). Horrenbestez, Bardeetako arroka, oro har, ez daude faila edo tolestura garrantzitsuen eraginpean, eta horregatik, hasierako antolaera horizontalari eutsi diote.

Estratifikazio horizontalaren nagusitasunak era garrantzitsuan baldintzatu ditu Bardeetako paisaiaren erliebe-formak.

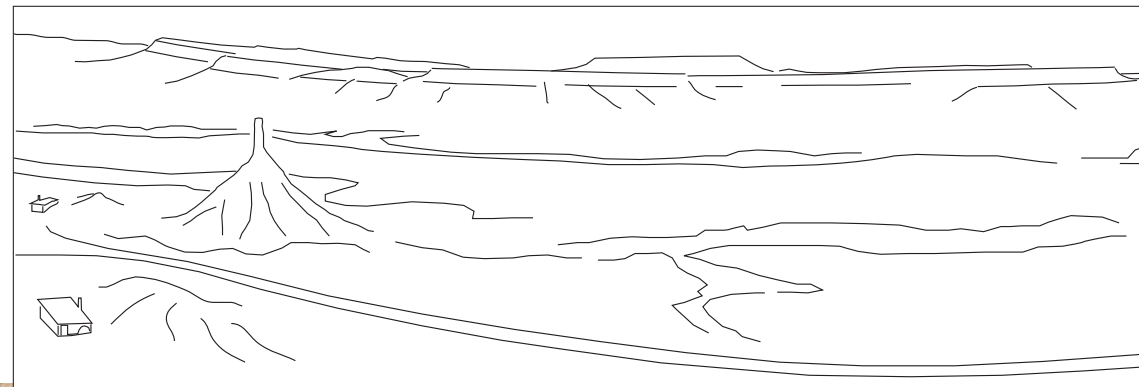
Dena dela, Arguedas eta Ferial urtegiaren artean dagoen zerrendan, geruzek nola halako okerdura agertzen dute (15 eta 25° artekoa; salbuespenez, 60°). Horrek esan nahi du arrokek nolabaiteko deformazioa izan dutela, tolestura antiklinalak eta sinklinalak sortuta.

Lurraldearen gainerakoan, ahalegin tektonikoak faila eta diaklasa sare baten bidez agertzen dira. Failak hausturak dira eta haustura horren planoan arroken mugimendua egon da. Diaklasak, berriz, haustura txikiagoak dira eta ez dute arroka mugimendurik eragiten. Haustura horrek garrantzi berezia du Bardena Negraren erdigunean eta hegoaldean kokaturiko sektore batzuetan.

Diaklasen eragina kareharri-maila gogor batean.



J.C. Larrazaola



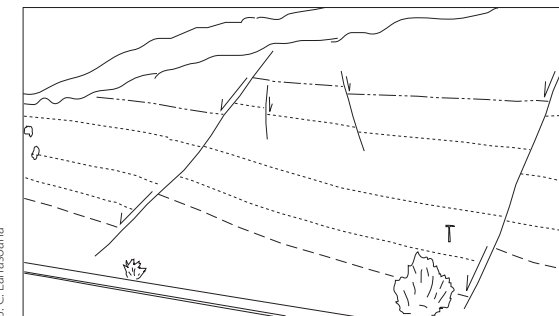
Horizontean leunki tolestutako geruzak.



J.C. Larrazaola



J.C. Larrazaola



Fustiñanatik gertu dagoen ezpanda non kareharrizko geruzak mugiarazten dituzten faila normalak ikusten diren.



GEOMORFOLOGIA



Bardeetako paisaia, geologiari eskainitako liburu irekia.

Sarrera

Bardeetako ikerketa geomorfologikoa lurralde horretako modelatua osatzen duten erliebe-formak aztertzen saiatzen da. Batzuk iraganetik jasotako morfologiak dira; funtsean, Kuarternario periodokoak (azken 2,6 milioi urte). Beste batzuk, berriz, gaur egun sortzen ari dira.

Bardeetako erliebea hamaika morfologia ezberdinez osatua dago. Gehienetan, aise identifikatzen dira; batzuk bitxiak dira eta miresgarriak zaizkigu. Morfologia horien jatorria eta esanahia ezagutzeari uko egiten badiogu, aukera eder bat ariko gara alferrik galtzen natur paraje paregabe horiek are gehiago gozatzeko. Geomorfologoei dagokie interpretatzea eta transmititzea morfologia horietan bildutako informazioa.

Paisaia geologikoa

Bardeetako paisaiak ezaugarri bereziak ditu, bertako elementu geologikoen, biologikoen eta antropikoen (giza elementuak) arteko elkarrekintzaren ondorioz. Azken bi elementu horiek agerikoak badira ere, faktore geologikoei betetzen dute eginkizun erabakigarria. Beraz, geologiak Bardeetako paisaian duen garrantzia nabarmendu beharra dago, hainbestearino, non, paisaia geologikoa bat dela esan daitekeen.

Bardeetako paisaian bere erliebea nabarmentzen da. Arestian esan den bezala, Bardeetako geologiak arroka bigunen ugaritasuna du ezaugarri; gehienbat, geruza horizontaletan antolatuta. Beste ezaugarria da ibai-sareak artekatzeko duen joera, azken milioika urtean gertatua.

Denboraren joanean, dena dela, ez da konstantea izan erliebea modelatzen duten prozesu geomorfologikoen intentsitatea, Kuarternarioan gertaturiko klima-aldaketak izan baitira eragile nagusiak. Gaur egun, klimatuestuinguru erdi idorrean, urak eragindako higadura da modelaketa-eragile nagusia eta, horrekin batera, arroken erorketa. Bada, horiek zizelkatzen dute egungo erliebea.

Horrenbestez, hona hemen zein diren erliebea eratzen duten aldagai nagusiak: batetik, arroka bigun ia horizontalak, ibai-ahokatzea, eta denboraren joanean izaniko klima-aldaketak, eta bestetik, egungo baldintza erdi idorretan nagusi diren higadura-prozesuak.



Bardeetako erliebean sekretu geomorfologikoa daude gordeak.

Geoforma nabarmenak

Bardena-paisaiaren ezaugarria erliebe-forma batzuk izatea da, batzuk higadura-jatorrikoak, hala nola egitura-erliebeak deiturikoak, eta beste batzuk ibaiko, alubioiko edo mendi-hegaleko sedimentuen metatzearen ondorio dira.

Morfologia horiek guztiak historia geologikoaren azken ataletan sortu ziren, batez ere Kuaternarioan zehar. Bardeetako koadro geomorfologikoa egungo higadura-prozesuek eragindako ukituekin osatzen da.



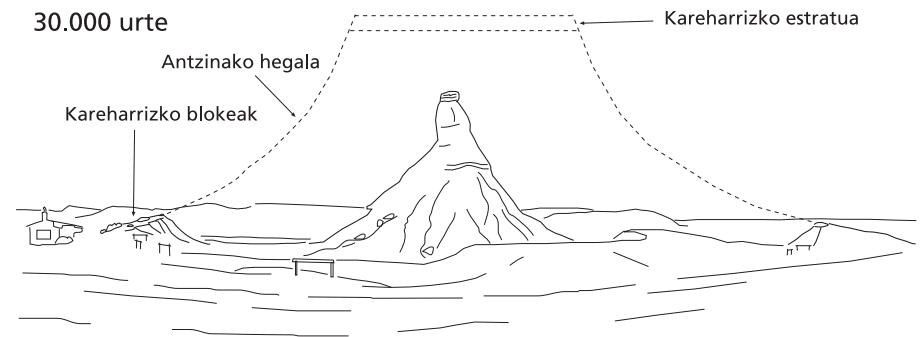
Castildetierra, Bardeetako ikurra. Oraindik ere ageri dira lehenago goi-ordoki formako tontor bat eratzen zuten mendi-hegalen oinak.

Egiturazko erliebeak: ordokiak, kuestak eta tontorrak

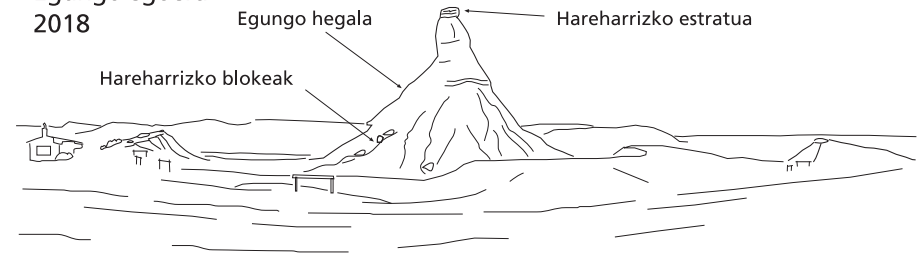
Materialek higadurarekiko duten erresistentzia desberdinak modu erabakigarrian baldintzatzen du Bardeetako erliebea. Miozenoan eraturiko **hareharrizko** eta **kareharrizko** geruzak substratu geologikoaren gogortasun handieneko materialak dira, eta, horren ondorioz, gainerako arrokek baino erresistentzia handiagoa dute higadura hidrikoaren aurrean. Arroka gogor horiek goragune gisa mantentzen dira, eta paisaian nabarmentzen dira, egiturazko erliebeak deitzen ditugun horietan.

Miozenoko **hareharriek** higaduratik babestu egiten dituzte azpian kokaturik dauden material bigunak (lutitak). Hareharriak munta txikiko ibai-ibilguetan eratu zirenez, emaitza erliebe bereizgarri bat da, ordoki eta tontor txikiz osatua. Morfologia horiek Bardena Blancaren iparraldea ziprztintzen dute, Pirinioetatik etorritako ibai-ibilguk alde hartan deskargatzen baitzuten beren material hareatsua.

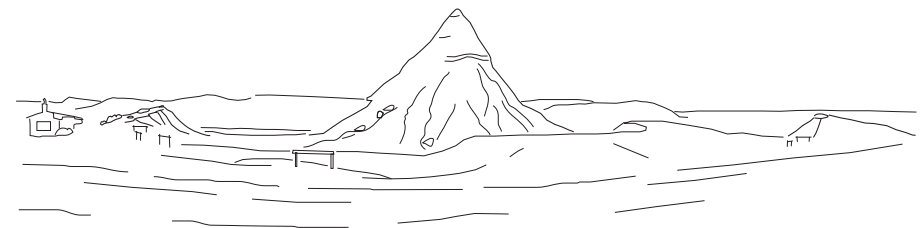
Oraintsuko Kuaternarioa:
30.000 urte



Egungo egoera
2018



Etorkizun hurbila. 50 urte?



Castildetierrako bilakaera geomorfologikoa, berregina.



Punta de la Aguda, kareharrizko estratuak agerian direla.

Bestalde, Bardena Blancaren hegoaldeko zerrendan eta Bardena Negra guztian, kareharriek ere higaduratik babestu dituzte lutitak. Baina, ibai-hareharriak ez bezala, kareharriak azalera handiko eremu lakutarretan osatu ziren. Horren ondorioz, ordoki zabalak sortu ziren, hala nola Sagastikoa, La Bandera eta La Negra, eta muino lekukoak, hala nola Balcón de Pilatos edota Pico del Fraile izenekoak.

Bardena Blancaren erdigunera, berriz, ez zen ibai-ibilgu nabarmenik iristen, ezta eremu lakutarrik ere osatzen. Lutiten metatzeak eta kareharririk nahiz



Cuesta del Trillo, kareharrizko estratu erresistente batek osatua, iparralderantz pixka bat makurtua.

hareharririk ez izateak erabat erraztu dute higaduraren ekintza, Bardena Blancako sakonune handia sorraraziz.

Azken gauza bat ere nabarmendu beharra dago, hots, Bardena Blancaren ipar-mendebaldeko material geologikoen tolestura leuna; hori tolestura antiklinal eta sinklinal leunetan agertzen da. Kareharrizko geruzaren bat lutiten artean tartekatzearen ondorioz, malda leunak sortu dira, eta geomorfologoek kuesta esaten diete.



Ikuspegian glazis nabarmenak ageri dira Bardena Blancan. Ezkerrean, Pisuerra, goi-ordokiak malda leuna duela, eta eskuinean, berriz, Ralla nahiz Rallón, kontrako malda dutela.

Ibai terraza desagertuak eta ondoriozko glazisak

Aragoi ibaiari loturiko ibai-terrazak eta haiei atxikitako glazisek eginkizun erabakigarria izan dute erliebearen eraketan. Gaur egun, Parkearen mugen barnean, ez da gelditzen Aragoi ibaiaren terraza horien aztarnarik. Dena den, Kuaternarioaren lehen garaietan izan ziren, eta hori erabakigarria izan zen.

Aragoi ibaiaren antzinako terraza horiek Ebroren terrazekin lotuta zeuden; horrenbestez, Kuaternarioaren hasieran, bi ibaien arteko elkargunea Bardena Blancaren inguruan zegoen, gutxi gorabehera. Ibai-terrazak, oro har, gainazal lauak dira, sedimentuz osatuak (legarrak, hareak, etab.), bere garaian ibaiak arrastatuak eta ibilguaren alde banatan metatuak, malda gutxiko lekuetan.



Rallón, glazis garaienaren adibidea.

Higadurak Aragoiko ibaiaren antzinako terrazak ezabatu baditu ere, gaur egun terraza horien higaduraren ondorioz sortu ziren glazis-mailetatik ondorioztatzen da haien presentzia. Glazis horiek legarrez eratuak daude, malda leunak osatzen dituzte eta, zenbaitetan, kontrako makurdura duten glazisak daude parez pare kokatuak. Hortxe daude, adibidez, batetik, Plano eta Pisuerra eta, bestetik, Ralla eta Rallón; erdi-guneak, hain zuzen, glazisak sortu zituen terrazaren posizioa markatzen du.

Maila horiek zahar samarrak direnez, denborak karbonato askoko lurzoruen garapena ahalbidetu du; batzuetan, zementatuak. Horri esker, erresisten-teagoak dira higadurarekiko, bai eta iraunkorrakoak ere.



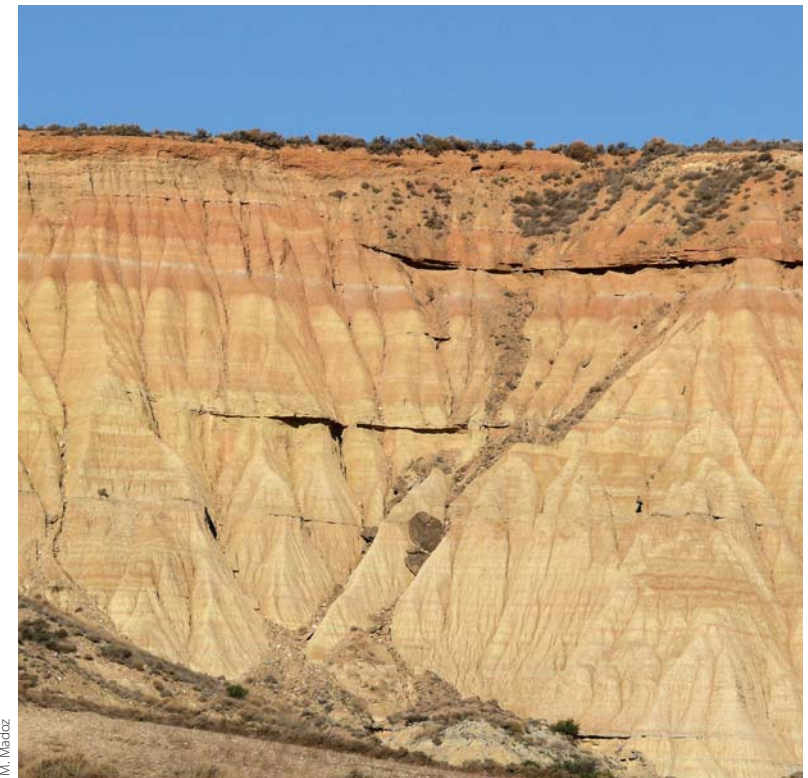
Punta de Cornialto, Planoaren mutur batean. Goiko legar-geruza ageri da, kolorez ilunagoa.



Alubiñi-legarrez osaturiko metatzek Poligonoaren eremuan

Antzinako maila horiez gain, geroagoko glazisen arrastoak ere kontserbatu dira, drainatze-sarea pixkanaka artekatu izanaren ondorioz eta, era berean, Kuaternarioko klima-aldaketa etengabeen eraginez. Harat-honat daude banatuak Bardena Blancan. Bestalde, tarteko glazisen adibide onak ere badira, hala nola Mesalobar eta Zapata, hots, Rallón edo Pisquerra izeneko glazisak baino kota apalagoetan kokatuak. Beste legar metatze barriatu batzuk ugariak dira Bardena Blancaren hondoan.

Glazis horiek guztiak azken 2,6 milioi urtekoak dira (Kuaternarioa), baina zaila da data zehatzagoa ezartzea. Zenbaitetan, zeharkako datuak lagun-garriak izan daitezke glazisak gutxi gorabehera datatzeko; batetik, mailen posizio altimetrikoa eta, bestetik, glazisen gainean garatutako lurzorua-ren bilakaera maila. Aukera bat da luminiszentziarekin lotutako teknikak erabiltzea.



M. Madoc

Mesalobar tontorra, tarteko glazisaren adibidea.

LUMINISZENTZIA METODOAREN BIDEZKO DATAZIOA



C. Sancho

Luminiszentzia bidez datatzeko erabilitako harea-maila.

Badira sedimenturik modernoenen adina jakiteko metodoak, azken milioi urte honetakoak, hain zuzen. Horietako bat luminiszentziaren metodoa da, sedimentu hareatsuetan erabilia. Neurtzen du zenbat denbora igaro den hanean dauden kuartzoak eta feldespatozko pikorrek eguzki-argia jasotzeari utzi diotenetik. Horri esker, izan ere, jakin dezakegu pikor horiek noiz lurperatu ziren, betiere laborategiko teknika sofistikatuak erabiliz. Metodo horren bidez, 200.000 urteko sedimentuak datatu ditzakegu. Zenbaitetan, 800.000 urtera bitarte ere irits gaitzke.

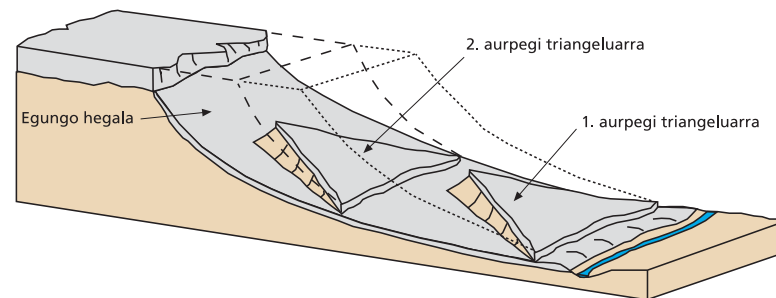
Badira sedimenturik modernoenen adina jakiteko metodoak, azken milioi urte honetakoak, hain zuzen. Horietako bat luminiszentziaren metodoa da, sedimentu hareatsuetan erabilia. Neurtzen du zenbat denbora igaro den hanean dauden kuartzoak eta feldespatozko pikorrek eguzki-argia jasotzeari utzi diotenetik. Horri esker, izan ere, jakin dezakegu pikor horiek noiz lurperatu ziren, betiere laborategiko teknika sofistikatuak erabiliz. Metodo horren bidez, 200.000 urteko sedimentuak datatu ditzakegu. Zenbaitetan, 800.000 urtera bitarte ere irits gaitzke.

Malkarrei atxikitako mendi-hegalak eta aurpegi triangularrak

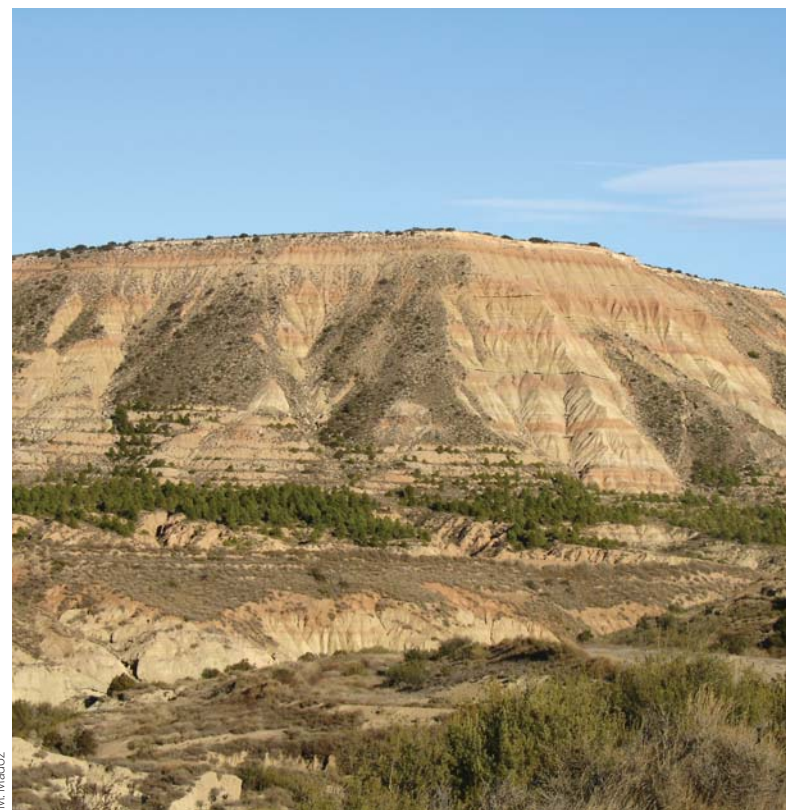
Hala egiturazko erliebeak nola glazis aztarnak (aurreko ataletan azaldu-takoak) era askotako tamaina duten erliebe gisa agertzen dira, hots, irtengune txikietatik formazio handietaraino, ertzetan malkarrak dituztenak. Malkarrik handienak 100 metrotik gorakoak dira eta ugariak dira Bardena Negrako eta El Planoko ertzetan. Toki-izen batzuk horren lekuko dira: Caídas de La Negra eta Balcón de Pilatos, adibidez.

Malkar horietako asko mendi-hegal konkaboz inguratuak ageri dira, goialdetik datozen metakinekin estaliak. Metatze horiek lodiera txikiak dituzte (metro batetik beherakoak, eskuarki) eta, oro har, klima-aro hotzekin daude lotuta, duela gutxi gertatuak (azken hamarkadaka mila urtean). Maiz, mendi-hegal horiek erabat higatuak izan dira, aurreko substratu geologikoa agerian utzita. Zenbaitetan, goialdeetatik eroritako hareharrizko bloke handiek bakarrik dira, lutiten gainean jarrita, aurretik izaniko metatze handiagoen erakusgarri.

Agerian dago, bestalde, mendi-hegalen modelatuak duen ezaugarri bat, hots, mendi-hegaleko aurpegi triangularrak izenekoak. Denbora geologikoaren eskalan, mendi-hegalek metatze-aldiak dituzte, bai eta higadura- edo suntsitze-aldiak ere, eta azken aldi horien ondorioz, mendi-hegalen jatorrizko malkarren atzerakada eragiten dute. Elkarren segidako fase horiek klima-aldaketei lotuta daude, hainbat aldiz gerta daitezke denboran zehar, eta formazio trianguluar bitxiak uzten dituzte lur gainean, erpina malkarrerantz bideratua. Oso ohikoak dira Bardeetan, ordoki eta tontorrei lotutako malkarren oinetan, hain zuzen.



Hegaleko aurpegi triangularraren eskema.



M. Madrazo

Irudiko mendi-hegaletan txandakatuak ageri dira metatze eremuak eta eremu higatuak.

Trokarte eta sakonuneetako hondo lauak

Bardeako trokarteek sedimentuzko metaketak dituzte, eta metaketa horiek hondo lauak ibarrak osatzen dituzte. Metakin alubial deritze eta inguruko mendi-hegalen higaduratik datoz. Higaduraren eraginkortasuna mendi-hegalak babesten dituen landaretza-estalkiaren trinkotasunaren mende dago, bai eta prezi-pitazioen intentsitatearen mende ere.

Hainbat arrazoik areagotzen dute mendi-hegaletako material bigunen higadura eta, era berean, materialok ibarretako nahiz trokarteetako hondoetara garraiatzea, hala nola klima erdi idorreko lurralde honetako artzaintza neurrigabeak eta deforestazioak, horren ondorioz landare-estalkia urritzen baita eta lurzoru biluziak agertzen baitira. Horrekin batera, eremu honetako beste ezaugarri bat aipatu behar da, hots, euri urriak baino jasak, arras higagarriak.

Metakin horiek, funtsean, hareez, lohiez eta buztinez osatuak daude, eta 20 m-tik gorako lodiera izan dezakete. Maiz, landare hondarrak, ikatz zatiak eta barraskilo maskorrak izaten dira. Hainbat unitate bereizi daitezke Holozenoan zehar (azken 11.700 urte), geruzetan antolatuak, osaera gutxi-asko konplexu bat dutenak. Unitate horien adina erradiokarbonoaren bidez zehaztu da.



M. Madraz

Valdeovillasko trokarte, Holozenoan metakin alubialetan hondeatua.

DATAZIOA KARBONO 14ren BIDEZ



C. Sancho

Egur-ikatzaren hondarrak, Karbono 14aren metodoaren bidez datatzeko erabiliak

Karbono 14a oso metodo erabilia da aztarna biologiko fosilak dauzkaten duela oso gutxi-ko sedimentuen adina jakiteko. Material hori isotopo erradiaktibo ezegonkor bat da, abiadura konstante eta ezagunean desintegratzen hasten dena, bere barnean daukan izaki biziduna hiltzen denean. Erabili ohi dira bai sedimentuetan txertatuak dauden ikatz puskak, bai landare hondarrak, bai materia organikoan aberatsak diren mailak. Metodo honen bidez, 40.000 urtera bitarteko sedimentuak datatu daitezke.



J. Arbilla

Barranco Grande eta Castildetierra.

Gaur egun, trokarte horietako hondo lau aldizkako baina higadura-ahalmen handiko ur-ibilguez ahokatua dago. Horren ondorioz, trokarteetako ertzek pareta bertikalak dituzte, U forma duten zeharkako profilak osatuta. Adibide onak daude Valdeovillas eta Tuterako trokarteetan, hau da, Bardena Negra-ko iparraldean eta hegoaldean, hurrenez hurren.

Trokarteetan metatze alubiala pilatzen den bezala, Bardena Blancako sakonune topografiko handiak arto biltzaile gisa dihardu, eta bertan metatu dira azken 10.000 urtean inguruko mendi-hegaletan gertaturiko higadurak garraiatuak lur eta material guztiak. Arto itxi hori Tiro Poligonoaren inguru guztian ikusten da eta Bardeetako paisaiarik bereizgarrietako bat da. Grande eta Andarraguía trokarteek drainatua dago, bai eta beraien ibaiadar ugarietatik.



Mendi-hegal higatuak eta, oinarrian, lokatz metatzeak

Karkaben eta trokarten eremuak

Higadurak eragiten du Bardeetako paisaiaren bereizgarritasuna, bai eta higadurak modelatutako formek ere. Horrenbestez, paisaia hori aise eza gutzen dugu bertako irudi bat iragarki eta filmetan ikusten dugunean.

Higadura-prozesua hainbat faktorek baldintzatua dago; besteak beste, luraren topografiak, lurra osatzen duten materialek, eta prezipitazioen intentsitateak. Horrenbestez, higadura-efekturik handiena malda gogorreko mendi-hegaletan gertatzen da, betiere material bigunen gainean (lutikak) eta euri-erauntsiak direnean.

Lutiten gainean garatu diren landarerik gabeko mendi-hegaletan -desnibel handikoetan-, euriaren eta eguzkiaren eraginpean egotearen ondorioz, materiala arraildu eta errekaedo edo ubideak sortzen dira, handiagoak edo txikiagoak, eta guztien artean, drainatze-sare korapilatsua osatzen dute. Halaber, lokatz-koladak izaten ohi dira, lutitak urez blaitzean. Prozesu horien emaitza karkabez osaturiko paisaia ikusgarria da. Karkabek ertz zorrotzak eta malda latzak dituzte ezaugarri.



Higadura handia, lutitek osatutako tontorretan.

Higadura, gehienbat, partikulak azalean garraiatuz egiten da, baina, Bardeetan, hala ere, arras prozesu bereizgarri bat gertatzen da, hots, lurpeko higadura, lurzoruan zulatutako ubide edo zuloen bitartez (*piping* esate zaie; tutua, ingelesez), hau da, sufusio bidezko higadura. Urak, izan ere, tutu formako hondoratzek eragiten ditu lurzoru lohitsu eta buztintsuetan. Oso ugariak dira Bardena Blancan. Bertan, karkabekin batera, “lur elkorrak” izeneko lurrak sortzen dituzte (badlands, ingelesez). Lurpeko ubide horiek zabaltzen dira, eta nekazaritza-alor eta bideei eragiten ahal diete.



M. Mardoz

Azal azpiko ubideek (*piping*) eragindako higadura.



J. Artibilla

Badlands edo “lur elkorrak”. Bertan, *blanquizales* deritze.

Karkabetan eta lurpeko-ubideetan behera jaisten den ura trokarteek osaturiko sare trinkoak biltzen du. Trokarteak, Bardena Blancan alubioi-hondoan artekatzen dira eta, azkenean, material guztia Ebroraino garraiatzen dute. Zenbaitetan, noizbehinka, masa handiak amiltzen dira, trokarteak aldi baterako blokatuta eta ura presatuta; halakoetan, uretan gora, putzuz beteriko eremuak eragiten dituzte. Inguruko jendeak eremu horiei *entibo* deritze.



C. Sancho

Luizia trokarte batean.



J. Artibilla

Trokarteetako arrastatzeak eta higadurak formazio bitxiak eratzen dituzte.



M. Madoz

Riva Blanca trokartera.

BARDEETAKO HIGADURA ZENBAKIETAN

Higadura-prozesu eta -tasen zenbaketa hainbat landa-teknikaren bidez egin daiteke.

Miozenoko lutiten gainean garatutako karkabetan (21 eta 15 milioi urteren artean), azaleko isurketak eragindako higadurak 40 Tm/ha sedimentu inguru garraiatzen ditu urteko. Horrek esan nahi du azala, batez beste, 2-3 mm beheratzen dela urteko. Konplexuagoa da, ordea, lokatzezko koladek mugiarazten duten materiala zenbat den kalkulatzeko.

Sedimentu berrietako eremuetan (Holozenoa), azaleko isurketak eragindako higadura ia 80 Tm/ha da urteko. Horrek esan nahi du 5-6 mm desagertzen direla urteko. Tasa horiei lurpeko tutuek eragindako higadura gehitu beharko litzaieke, baina hori zaila da ebaluatzea.

Azkenik, trokarteetako malkar bertikalei dagokienez, kalkuluen arabera, paretak eta trokarte-sorguneak 10 eta 50 cm artean atzeratzen dira urteko.

Higadurak eragiten duen desegite hori ez da era homogean eta konstantean gertatzen denboran zehar, baizik eta bultzadaka edo kolpeka baizik, gorabehera meteorologikoei lotuta. Horrela, pare bat urtez, higadura txikia izan daiteke, eta hirugarrenean, aldiz, euri-jasek higadura-prozesu handiak eragin ditzakete.



Higadurak material bigunak arrastatu eta zuhaixken oinarrietako lurra eramaten du



HISTORIA GEOLOGIKOA

Sarrera

Errege Bardeetako material geologikorik zaharrenak duela 20 milioi urte baino gehixeago eratu ziren. Denbora luzea iruditu dakiguke, baina egia esateko, periodo laburra da Lurraren Historiaren baitan (4.500 milioi urte).

Zer dira 20 milioi urte Lurraren Historian?

Egia esateko, 20 milioi urte istant bat soilik dira. Eman dezagun Lurraren historia egutegiko urte batera ekarri eta laburbildu nahi dugula...

Urtarrila						
1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			



Urtarrilak 1 00:00etan
(Duela 4.500 milioi urte)
Lur planeta eratu zen

Otsaila Martxo						
			1	2	3	
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31



Martxoak 22
(Duela 3.500 milioi urte)
Biziaren lehen zantzua

Apirila Maiatza Ekaina Uztaia Abuztua Iraila Urtia Azaroa						
			1	2	3	
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	



Azaroak 20
(Duela 500 milioi urte)
Lehen arrainak itsaso eta ozeanoetara zabaldu ziren

							1	2	3
4	5	6	7	8	9	10			
11	12	13	14	15	16	17			
18	19	20	21	22	23	24			
25	26	27	28	29	30				



Azaroak 28
(Duela 360 milioi urte)
Intsektuak agertu ziren

Abendua								
							1	
2	3	4	5	6	7	8		
9	10	11	12	13	14	15		
16	17	18	19	20	21	22		
23	24	25	26	27	28	29		
30								



Abenduak 14
(Duela 240 milioi urte)
Lehen ugaztunak agertu ziren

Abenduaren 15etik 25era
(Duela 240 – 65 milioi urte)
Dinosauroak Lurrean nagusi



Abenduak 30. 9:00etan
(Duela 20 milioi urte)
Bardeetan krokodiloak eta dortokak bizi ziren

Gizakiaren presentziak are tarte txikiagoa dauka Lurraren Historiaren baitan, hura “duela oso gutxi” agertu baitzen.

Eta gizakia? Zenbat denbora darama Lurrean?

Abe 31
16:10

Lehen hominidoak
(Duela 7 milioi urte)





Atapuercako aztarnategiak
(Duela milioi bat urte)

Abe 31
22:30

Abe 31
23:58:46

Bardeetako lehen biztanle ezagunak Neolitoa
(Duela 6.000 urte)





Kolon Amerikara iristea
(K. o. 1492)

Abe 31
23:59:50

Abe 31
24:00

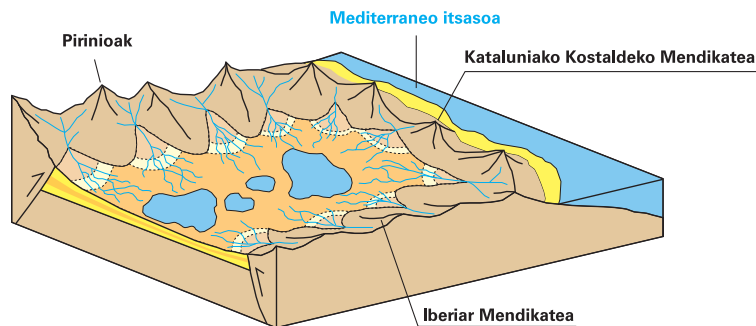
Gaur egun

Bardeetako historia geologikoan, bi periodo bereizten dira, hurrenkera kronologikoari jarraikiz:

- Sedimentuen metatze eta betetze aldia (Miozenoa).
- Higadura-periodoa (Kuaternarioa).

Sedimentuen metatze eta betetze aldia. Miozenoa: Bardeak aintzira handi bat zirenean

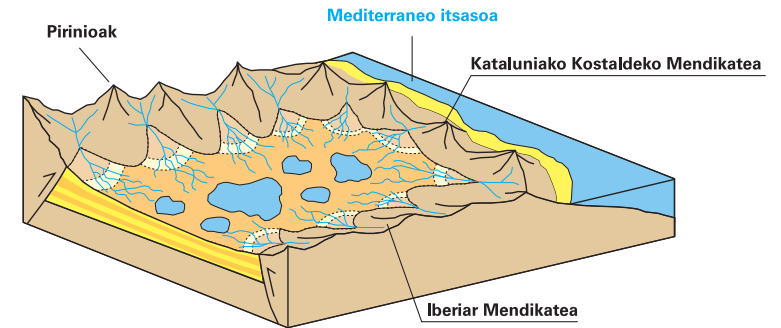
Orain dela 70 eta 10 milioi urte artean, plaka tektoniko iberiarrak eta europarrak elkar talka egin zuten eta, horren ondorioz, Pirinioak sortu ziren, bai eta Iberiar mendikatea eta Kataluniako kostaldekoak ere. Goragune horiek arro itxi bat sortu zuten tartean, egun Ebroko Arroak hartzen duen lurraldean. Izan ere, mendietatik jaisten ziren ibaiak ez zuten itsasorako aterabiderik eta aintzira handiak nahiz eremu zingiratsuak osatu zituzten.



Metatze hasiera (Goi Eozenoa).

Ibaiak mendietatik zetozen sedimentuak garraiatu eta arroan metatzen joan ziren. Zatik lodienak eta astunenak (harriak eta legarrak, adibidez) ibai-buruetan metatu ziren; sedimenturik arinenak, berriz, hau da, hareak, lohiak eta buztinak, urrunago garraiatu ziren, hots, arroaren erdiguneraino, eta han, karbonatoarekin eta beste gatz batzuekin batera metatu ziren.

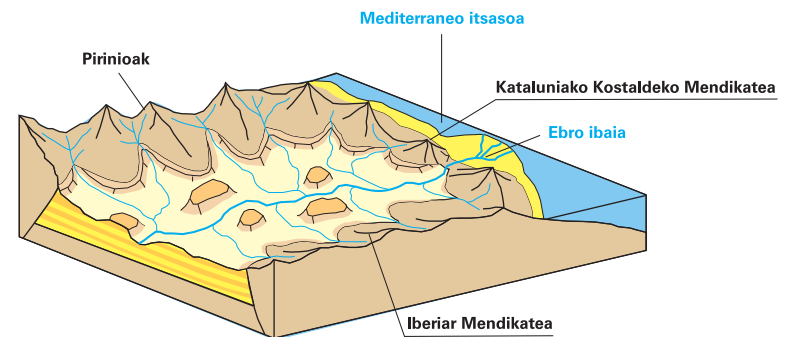
Inguruko mendiek gora egiten jarraitzen zuten bitartean, arroa pixkanaka hondoratzen joan zen, bertan jasotzen ari zen sedimentu kopuru handiaren pisuaren eraginez. Horrela, Ebroko Arroan metakin izugarriak pilatu ziren, hots, 6.000 metroko lodiera bitartekoak. Metakin haietatik, Bardeetan kontserbatu den erregistroa 700 m-koa da.



Metatzearen jarraipena (Miozenoa).

Denboraren joanean, berezko trinkotze-prozesu batek eraginik, sedimentu horiek era bateko zein besteko arroka bihurtu ziren. Legarrak, adibidez, konglomeratu bihurtu ziren; hareak, hareharri; buztinak eta lohiak, lutita; lokatz karbonatatuak, kareharri eta tupa; eta gatzak, berriz, arroka ebaporitiko; igeltsu, batez ere.

Orain dela 10 milioi urte inguru, arroa Kataluniako kostaldetik ireki zen, Mediterraneo alderantz. Urak, orduan, itsasora izan zuen irteera, eta ibaiak sortu ziren, hau da, Ebro eta haren ibaiadarrak. Ibaiak arroa Mediterraneoarantz drainatu zuten. Beraz, sedimentuak metatzeko fasea bukatu (Goi Eozenotik Miozenora) eta higadura hasi zen (Kuaternarioa).



Ahokatze fasea (Kuaternarioa).



Ebroko arroa duela 20 milioi urte. Lauki horiak hurrengo orrialdean berregindako ekosistema lakutarraren kokapena adierazten du.

Nolakoak ziren baldintza naturalak eta bizitza, duela 20 milioi urte?

Gaur egun Ebroko ibarra esaten diogun lurraldean zeuden baldintza naturalak egungo ez oso bestelakoak ziren Behe Miozenoan (duela 20 milioi urte). Izan ere, lurralde hori inguratzen zuten mendikateak altxatu ziren (Iberiarra, Pirinioak eta Kataluniako Kostaldekoa) eta, horren ondorioz, arro handi itxi bat zedarritu zen, itsasoranzko irteerarik ez zuena. Horrela, ez zen egungo Ebrorik, eta mendietatik jaisten ziren ibaiak aintziretan eta eremu zingiratsuetan bukatzen ziren.

Fosilei buruzko azterlanek ingurune-baldintza hezeak ere berresten dituzte. Baziren ur gezaz osaturiko masa handiak, eta inguruan, bai eremu oihan-tsua, bai oihanik gabeak. Hura ingurune hezea zen, eta klima ia tropikala, hau da, oso baldintza aproposak harrigarria iruditzen zaigun fauna mota bat bizitzeko, egungo ez oso bestelakoa.

Garai haietako paisaia gaur egungo Afrikako sabanaren paisaiaren antzekoa zen. Izan ere, eremu hezeetan, krokodiloak, arrainak, dortokak, kastoreak, flamenko saldoak eta beste bizikoak ziren; eta inguruko lautadetan, berriz,

zerbido primitiboen taldeak arituko ziren bazkan, bai eta errinozeroak, jirafidoak eta mastodonteak ere (azken horiek, egungo elefanteen arbasoak). Horiez gain, karraskari eta haragijale mota batzuk, eta askoz ere espezie gehiago ere bai.

Klima bero nagusiaren baitan, gorabehera klimatiko txikiak gertatu ziren bai tenperaturan, bai hezetasunean. Hori agerikoa da, batetik, hainbat arroka mota txandakatuta agertzen direlako, eta bestetik, zenbait animalia motaren fosilak daudelako. Arroken txandakatze hori (lutitak, hareharriak, tupak, kareharriak eta igeltsuak) Ebroko arroko toki gehienetan errepikatzen da eta agerian jartzen du klima gutxi-asko idorraren arabera zabaldu edo murriztu zirela sakonera txikiko aintzira gezak edo gaziak, denboraldi laburretan.

Erregistro fosilak ere interpretazio hori berresten du. Erregistro horretan, ingurune oihantsu eta hezeetako fauna bereizgarriak ageri dira, eta ingurune lehorragoetako faunak ere bai.

Arroken adinari eta haien edukiari begira, badakigu, adibidez, disponibilitate hidriko handiagoko periodo bat egon zela, eta horrek Miozeno Ertaineko Optimo Klimatikoaren hasiera markatu zuela. Garai hartan, azken 34 milioi urteko tenperaturarik beroenak izan ziren.

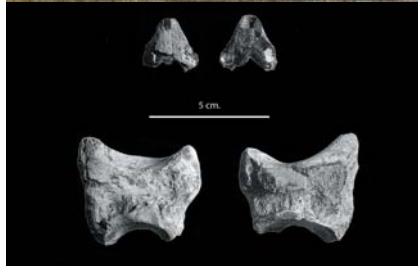


Duela 20 milioi urteko Bardeetako ekosistema lakutarra.



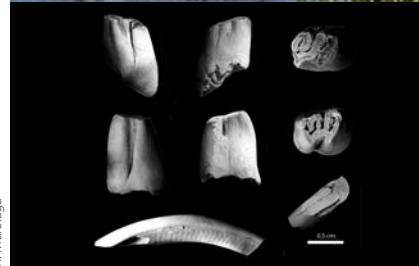
X. Murelaga

Errinozero letagina (Rhinocerotidae indét.).



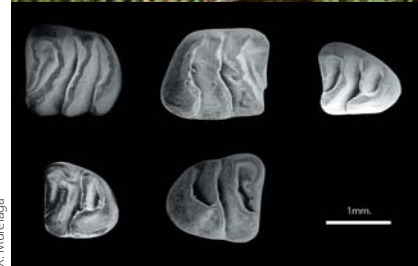
X. Murelaga

Antracotheriidae indet. Aurreko hagina eta semilunarra (hipopotamoaren antzeko unglatu iraungia).



X. Murelaga

Kastore hortzak.



X. Murelaga

Muxar haginak.

Higadura-periodoa.

Kuaternarioa: drainatze-sarea, erliebea modelatzen duen eragilea

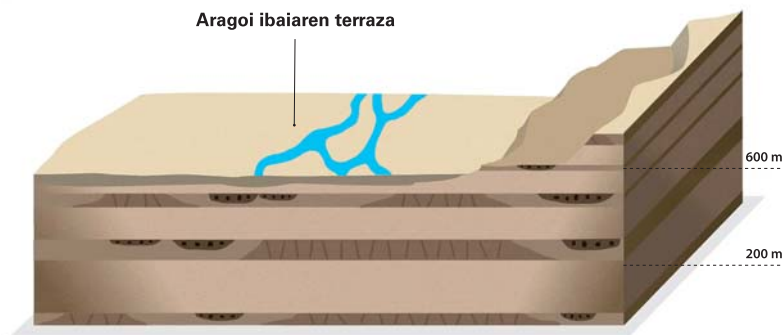
Duela 10 milioi urte, Ebroko Arroa Mediterraneo itsasorantz ireki zenean, drainatzea hasi zen eta, horrekin batera, metatutako sedimentuak higatzen hasi ziren. Sedimentazio-aldiaren bukaera da eta higadura-aldiaren hasiera. Esan daiteke, laburbiltzeko, Miozenoan arroak eratu eta Kuaternarioan (azken 2,6 milioi urtean) higatu eta modelatu zirela. Prozesu horrek gaur egun ere badirau.

Kronologikoki, aldi hauek bereizi daitezke:

Ibai-artekatzea eta terrazen eraketa

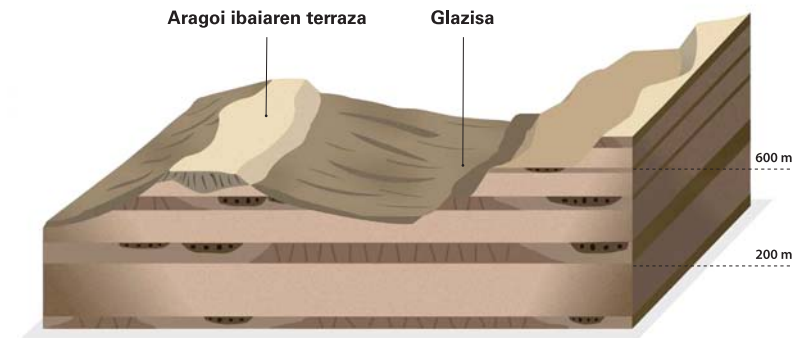
(duela 2-1,8 milioi urte).

Ibaiak artekatzen eta arroak higatzen hasi ziren. Glaziazioei lotutako klima-aldaketen eraginez, tarteko periodo batzuetan ibai-sedimentazioko fase txikiak gertatu ziren; adibidez, Kuaternarioaren hasieran, fase txiki haietako batek Aragoi ibaiaren goi-terrazak sorrarazi zituen. Terraza horien ezaugarria da legarrez eta harribilez osaturiko geruza bat dutela goian.



Glazisak (duela 1,5 milioi urte).

Ondoren, eta higadura-prozesu beteak, aurreko terrazak erabat desegin, eta material garraiatuak mendi-oineko metakinetan pilatu ziren. Metakin horiei glazis deritze, makurdura bat agertzen dute, eta legarrez nahiz harribilez osaturiko geruza berbera ere bai. Gainera legar maila hori batzuetan kaltzio karbonatoarekin zementatua ageri da, lurzoruen bilakaeraren beraren eraginez; higaduraren kontrako geruza babesgarria da. Lehen glazis haiek glazis garaienak dira; Rallón, Pisquerra eta El Plano, adibidez.



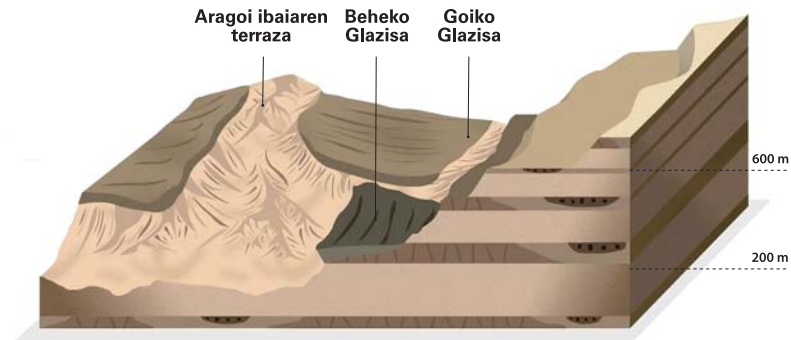
M. Madoz

Rallón izeneko goi-ordokia edo glazisa. Gainera legar alubialen geruza ageri da, kolorez ilunagoa.

Artekatze- eta sedimentazio-zikloak

(duela 1 milioi-20.000 urte).

Elkarren segidako sedimentazio- eta higadura-aldien ondorioz, jatorri alubialeko metakin gehiago pilatu ziren, bai eta beste glazis batzuk ere, eta gero eta kokapen topografiko apalagoak hartu zituzten; Mesalobar izeneko tontorra, adibidez. Era berean, legar alubialen metatzeak ageri dira, Bardena Blanca guztian banatuta, 50.000 eta 20.000 urte artekoak, klima-une hotzetan sortuak.

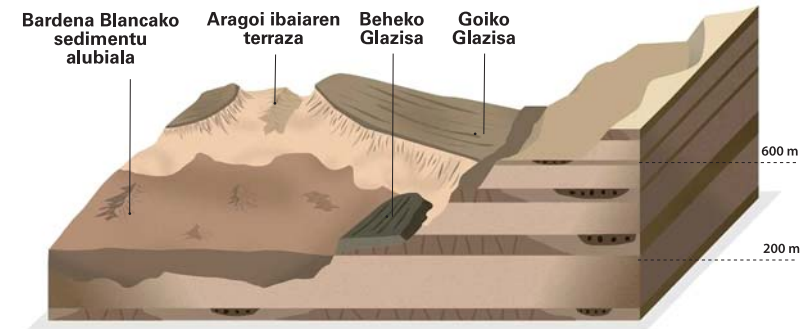


M. Madrazo

Ibai-jatorriko harkoskoak eta legarrak, Bardena Blancaren erdian.

Bardena Blancaren sedimentazioa (duela 20.000-5.000 urte).

Denbora-tarte horretan, eta substratu geologikoaren osagai buztintsua erraz higatzeari esker, Bardena Blancaren sakonune itxi baten gisara eratu zen, inguruko mendi-hegaletik sedimentuekin betetzen joan zena; horrek egungo itxura laua eman zion. Sedimentu gehienak Miozenoan eratutako lutitak higatetik datoz. Denboraldi batzuetan sedimentuak metatzen ziren, eta beste batzuetan, berriz, drainatze-sarearen ahokatzea gertatzen zen, eta horren ondorioz, alubioi-mailen sistema artekatu eta gainjarri bat sortu da.

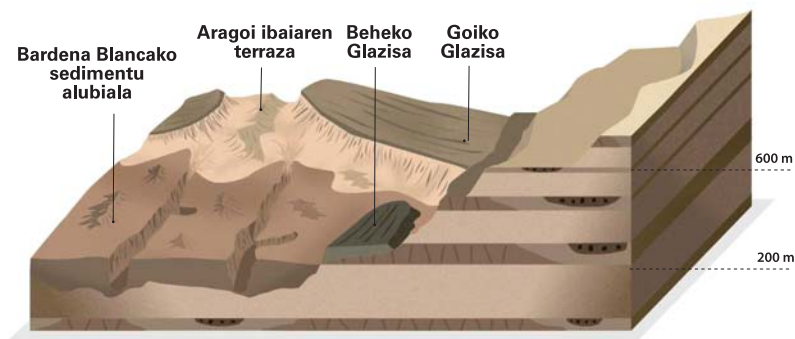


J. Arbillaga

Bardeetako trokartera.

Oraintsuko etapa (5.000 urte-gaur egun)

Azken milaka urtean, aurrera doa sedimentuak eremu deprimituetan metatzeko eta trokarteak nahiz karkabak higatzeko prozesu naturala, azken mendeetako giza jarduerak ere sustatua. Izan ere, bai abere-presioak, bai egur bilketak eragindako deforestazioak, bai lurra nekazaritzarako luberritu izanak, oso nabarmen murriztu dute landare-geruza babesgarria.



Drainatze-sarea artekatu izanaren ondorioetako bat malkarren garapena izan da, eta malkarrak, orain, Bardeetako lurralde guztian daude. Malkarretatik, material harritsuak etengabe erori eta mendi-hegaletan metatzen da. Mendi-hegaleko metakin horiek metatze-aldiak eta higadura-aldiak izan dituzte, Kuarternarioko garai ezberdinetako klima-baldintzen arabera. Metatzeak hotzaldietan gertatu ziren, eta higadurak, berriz, une idorretan. Egiaztatua dago metatze-aldiak Burdin Aro Hotzean (duela 2.900 - 2.300 urte) eta Izotz Aro Txikian (1550etik 1850era) gertatu zirela. Oro har, mendi-hegaleko metakinak pilatzearekin batera, trokarte eta sakonuneetan sedimentazio alubiala gertatzen da.

IZOTZ ARO TXIKIA

Izotz Aro Txikia (IAT) esaten zaio XIV. mendearen hasieratik XIX. mendearen erditsuraino iraun zuen hotzaldiari. Erdi Aroko Optimo Klimatikoa izeneko denboraldi beroari eman zion bukaera, Espainiako tenperatura, batez beste, egungoa baino 1 eta 1,5°C artean beroagoa izan omen baitzen. IATen, bestalde, tenperatura egungo batezbestekoa baino 1 eta 2°C artean apalagoa izan zen. Denboraldi hotz horren ondorioak begi-bistakoak izan ziren: glaziarren garapena Pirinioetan (egun ikusten ditugunak haien arrastoak dira); elurte handiak, uholde ugariak eta itsas ekaitz gogorrak. Agiri batzuetan esaten da Ebro ibaia hainbat aldiz izotzu zela eta, are, 1789an, 15 egunez izotzua egon zela. 1850eko hamarkadatik aurrera, tenperatura berriz ere gora hasi zen egungo balioetara iritsi arte.



Bardeetako irudi ezohikoa.



Horra, beraz, aspaldi-aspaldiko jatorria daukan lurralde latz eta zoragarria. Bada, horri buruz zerbait gehiago ikasi nahian ari direnen jakin-mina asetzeko asmoa izan dugu orrialde hauek idaztean.

Mendiak sortu zireneko behialako garaiez mintzatu gara; mintzatu ere, bai klima eta paisaia oso ezberdinez, bai animalia harri-garriz, bai eta egungo lurren eta erliebe hain ikusgarrien sorrera eragin zuten prozesu geologikoez ere. Prozesu horiek gaur egun diraute, geologia ez baita iraganeko kontu bat, bizirik baitirau.

Geologia, fauna, landaredia, arkeologia... Balio horien guztien eraginez, berezia da egiazki Nafarroako Errege Bardeetako natur ondare baliosa.

Bada, balio horiek oro ezagutzea lagungarria izanen zaigu guztiak ere maitatzeko eta babesteko.



Nafarroako Errege Bardeetako Informazio Gunea

Parke Naturaleko errepidea, 6. km

(sarrera NA-8712tik, 0,8. km)

31513 Arguedas (Nafarroa) • Tel.: 948 830 308

turismo@bardenasreales.es

www.bardenasreales.es

ISBN 978-84-09-28234-0



9 788409 282340