geologia 2

Kanpoko geodinamika



IRUÑEA 1983

GEOLOGIA II

KANPOKO GEODINAMIKA

Gaien prestatzailea eta
hizkuntz arduraduna: Iñaki ANTIGÜEDAD

Komikigilea: Fidel AZKOAGA

Zenbait gaitan Koldo NUÑEZ eta Agustin ARRIETA ikasleek ere hartu dute parte.

EUSKO JAURLARITZAREN LAGUNTZAZ

Jabegoa: U.E.U.ko GEOLOGIA Saila
Lege-gordailua: BI-431-83
I S B N : 84-300-8947-0
Inprimategia: I. BOAN, S.A. - BILBO

GURE INGURUNE NATURALA HOBETO
EZAGUTU ETA ZAINTZEKO BALIOA
IZANGO DUELAKOAN

GEOLOGIA II .- KANPOKO GEODINAMIKA

Ezagutze-bidean abiatzeko lehen urratsak

Bai, hauxe da: ezagutze-bidean abiatzeko lehen urratsak baino ez dira eskuan dituzun liburuxka honen orriak, GEOLOGIA OROKORRA izan daitekeenaren lehen urratsak izan ere, besterik ez. Asko eta asko da munduan zehar Geologiaz idatzi eta idazten dena, gehiegi honelako liburu koxkor batean gorpuzteko. Ezina da. Beraz, GEOko LOGIAren ikuspegi zabala eskaintzen saiatu gara orri hauetan zehar, baliagarri gertatuko zaizulakoan. Gidaliburua duzu hau, beste liburu eta artikuluxka askoren laguntzaz osatu eta gaurkotu beharreko gidaliburua, jakina. Ez da harritzekoa beraz, egunkarietatik harturiko albisteak hemen tartekaturik ikustea, egunkarietan ere interes geologikoa duten gauzak sarri askotan azaltzen baitira, ekonomia edo politika sailetan bada ere, azken batez, gaurko gizarte hau Lurrari lapurtutako errekurtsoetan oinarritu dugu eta.
Beno, hemen uzten zaitugu geozale amorratuori, eta Lurraren errai etan zehar gal ez zaitezen Fidel-ek sortutako Satortxuk lagunduko zaitu. On dagizula.

Leioan 1983.eko Martxoak 8

AURKIBIDEA

5,1. GEOMORFOLOGIA. ZER DEN. LURRALDEKO ANTOLAKIZUNA 304

Geomorfologiaren historia 305
Davis-en modeloa 307
Geomorfologia estrukturala 309
Geomorfologiaren helburua 311
Geomorfologia kuantitatiboa 319
Geomorfologia aplikatua 320

5,2. ATMOSFERA. METEOROLOGIA ETA KLIMATOLOGIA 328

Atmosfera 329
Atmosferaren barne-eraketa 330
Troposfera eta gizakia 332
Presio atmosferikoa 333
Kanpoko atmosferako gertaerak 334
Klimatologia eta meteorologia 336
Haizeak 340

5,3. ZIKLO HIDROLOGIKOA. MULTZO KARSTIKOA 354

Ziklo hidrologikoa 355
Ur-balantzeko terminoen banaketako faktoreak 357
Ura lurpean 363
Lurpeko uren higalana: multzo karstikoa 370
Disoluzioaren mekanismoa 371
Multzo karstikoa 372
Energia hidrogeotermikoa 385

5,4. IBAI-DINAMIKA 388

Uharreak 390
Ibai-dinamika 390
Ibaibideko oztopoak: meandroak eta harrapaketak 400
Sare hidrografikoa 404
Higadur zikloa 408

5,5. HAIZEAREN HIGAKERA 420

Haizelana 425

Haize-depositoak 428
Dunen finkapena 431
Loess 432

5,6. HIGAKERA GLAZIARRA 449

Glaziareak 450
Egungo glaziareak 451
Glaziar baten dinamika 454
Izotz-dinamikak utzitako estrukturak 461
Izozteen kausak 464
Kuaternarioko izotzaroak 465
Glaziarismoa Euskal Herrian 466

5,7. ITSASOAREN HIGAKERA: KOSTEN SAILKAPENA 471

Itsas-dinamika 472
Itsas-higakera: faktoreak 479
Itsas-garraioa 480
Itsas-depositoa 482
Kosten sailkapena 483

5,8. EDAFOLOGIA: LURTZORUEN AZTERKETA 491

Lurtzorua: zerbait dinamikoa 492
Lurtzoruen ezaugarri fisiko-kimikoak 495
Lurtzoruen eraketan parte hartzen duten faktoreak 497
Erregimen pedogenikoak 501
Alterazio-materiale ezberdinak 504

6,0. BIZITZAREN JATORRIA ETA GEROKO GARAPENA 507

Bizitzaren sorrera eta hasierako hazkundea 508
Bizitza itsasoan 513
Lehorralderako iragapena 520
Lehorraldeko landereak 523
Narrazti eta ugaztunak 528

7.0. GEOLOGIA SOZIALA: BALIAKIZUN NATURALAK 545

Baliakizun naturalak 546
Ugaritasun eta eskuragarritasuna 547
Baliakizunen eraketa 548
Baliakizunen kontsumoa 548
Birziklapena 552
Ondorio sozialak 555

8.0. EUSKAL HERRIKO BILAKABIDE GEOLOGIKOA 560

Aurrekanbrikoa 562
Paleozoikoa 564
Mesozoikoa 571
Zenozoikoa 575
Neozoikoa 584

5.1. GEOMORFOLOGIA. ZER DEN. LURRALDEKO ANTOLAKIZUNA

Sarrera

Historia apur bat

- Davis-en modeloa
- Geomorfologia estrukturala

Geomorfologiaren helburua

Geomorfologia kuantitatiboa

Geomorfologia aplikatua



GEOMORFOLOGIA. ZER DEN. KUANTIFIKAPENA GEOMORFOLOGIAN. APLIKAGARRITASUNA: LURRALDEKO ANTOLAKIZUNA.

0. SARRERA

Etimologiak berak dioskunez, GEOMORFOLOGIA Lurreko (GEO) formak (MORFO) aztertzen (LOGO) dituen zientzia da. Lurreko formak diogunean kanpo-azaleko formak esan nahi dugu, hau da, ERLIEBEaren moldaketa; eta "erliebe" hitza aipatzean urgaineko zein urazpiko erliebea esan nahi dugu, jakina.

Erliebea etengabe ari da aldatzen eta orain ikusten dugun paisaia etengabeko aldaketa horren gaurko etapa baino ez da.

Urgaineko erliebeak, zuzenean ikus daitekeena, aspalditik erakarri du jakintsuen begirada eta honen kausaz nahiko desarroilatu da. Urazpikoa, ostera, atzeratuago geratu da, orain arte ikertzeko teknologia egokirik izan ez delako; dena dela, kontinenteen arteko komunikabideak garatuz joan diren neurrian, urazpiko kableen beharra presentatu da eta honekin batera ozeanoetako erliebearen ezagutze hobea ere(*).

1. HISTORIA APUR BAT

Gizakiak naturako errekurtsoak (ura, esaterako) bere onuraz erabili nahi izan zituen uneantxe hasten da izenik gabeko "geomorfologia" antzeko zerbait lantzen.

Geroztik konturatuko ziren gizakiak erliebearen dinamismoaz: paisaiaren elementuak (mendiak, ibarrak ...) ez ziren egoera estatikoan, dinamikoan baizik; moldatuz zihoazen kanpoko indarren eraginez (ura, haizea, klima ...). Hauxe izan zen Kanpoko Geodinamikaren lehenengo intuizioa.

Leonardo de Vinci-k (XVI.mendean), Pô izeneko ibaiaren lautadan ureztapenerako kanaletaz arduratzen zena, ibaiak pixkanaka-pixkanaka eta etengabeko higa-

(*) Akitanian ba dago talde bat, batez ere, urpeko erliebearen azterketaz arduratzen dena. Honen zuzenbidea hauxe da: INSTITUT DE GEOLOGIE DU BASSIN D'AQUITAINE. 351 Cours de la Liberation - 33. TALENCE.

lana zela medio, beren bidea indusituz zihoazela konturatu zen, honela, ibarrak gero eta zabalago eta sakonagoak zirelarik. Hau da, ba, Leonardo-k utzi zigun ideia: ibar baten dimentsioak berorretatik abiatzen den ibaiaren indarraren proportzionalak dira. Hauxe izan zen ibai-higalanaren nozioaren lehenengo azalpena.

Leonardoren ideiaren balioa ondo prezatzeko kontutan hartu behar dira, geroztik (XIX.mendean) zientzilarien artean gertatu ziren eztabaida gogorrak; izan ere, gakoa hementxe zegoen: ibaiek ibarrak industen dituzte ala aurretik diren sakongunetatik abiatzen dira ibaiak?.

XVIII.mendean ingeniaritzak aurrerapen handia lortzen du, kamino eta kanale berrien beharrak ematen baitio aurrerapen hori. Honetarako ikerketak, gertatzen ziren fenomeno "geomorfologiko" batzutaz konturatzea posibletu zuen eta bai erliebearen dinamismoaz ere. Gainera, Europako hainbat tokitan, mende honetan egiten dira nabari nekazaritzarako lurtzoruen higadura, hustirakuntza bortitzez, eta higaduraren aurka basoek eskeintzen duten babesa ere.

XVIII.mendearen azkenean eta XIX.aren hasieran urrats handi bat gertatzen da. Izan ere, lortutako aurrerapen zientifikoek lurraren historia zientifikoki aztertzea permititzen dute, sinesmen erlijiosoak bazterrean utzita. Naturazaleek uko egiten diote zazpi egunetan mundua sortzeari eta beste gauza harrigarri batzutaz arduratzen hasten dira: aintzinako ozeano batzuren desagerpenaz, milioika urtetan zehar gertatutako mendikateen agerpen eta ondorengo desagerpenaz.....

- Zelan azaldu mendirik garaienetan aurkitutako itsasoko fosilak?
- Zelan azaldu mendikate arraldoiak zireneko leku batzu orain leunak izatea?
- ..... ?

Azken batez galdera hauek dakarten problema "geomorfologiaren" gakoa da: erliebearen garapenaren problema, hain zuzen.

Eta problema hau argitua izan zen, parte handi batetan behintzat, XVIII. mendearen azkenean J. Hutton geologo eskoziarrak eta XIX.aren hasieran C. Lyell geologo ingelesak emandako teoria berrien laguntzaz. Hauek, gertatzen ari ziren fenomenoei heldu zieten eta ikerketa asko egin eta adibide asko eman ondoren (ura

ren higalanari zegozkionak, batez ere) "erliebearen dinamismoa" azaldu zuten argi eta garbi, eta hau guztiau Lyell-ek aldarrikatutako GAURKOTASUNAREN OINARRIA ren ondorioz. Oinarri honek geologiaren urrats kualitatiboa suposatu zuen eta honela dio: "*IRAGANEAN GERTATUTAKO FENOMENOAK GAURREGUN JOKATZEN DIREN ANTZEKO KAUSEK ERAGINDA DAUDE*", honela, orainaldia lehenaldiaren jarraipen graduala litzateke, astiro baina etengabe jotzen duen transformakuntza baten bidez. Eta historian zehar sarri gertatu den moduan, kasu honetan ere, diskordia etorri zen. Batzu alde agertu ziren eta Gaurkotasunaren oinarriak suposatzen zuen etengabeko transformakuntza onartu zuten (uniformistak); beste batzu, berriz, kontra, eta berauentzat erliebea gauza estatikoa zen, katastrofeek ekartzen zuten momentuko dinamismo bakarra onartzen zuten bitartean (katastrofistak)(*).

Honez gero, eta eztabaidaren barnean, geomorfologia hasten da zientzia bezala desarroilatzen joera bi agertzen direlarik:

DAVIS-EN MODELOA:

XIX.mendearen azkenean naturazaleak "airepeko higaduraz" (ibaien higalanaz, alegia) arduratzen dira, berorientzat hauxe baita higadurarik garrantzizkoena, beste indar guztien higalana "kausa arraro" bezala jotzen dutelarik.

W. M. Davis amerikarrak ideia hau hartu eta kredo baten sendotasuna eta arau aritmetiko baten gogortasuna eman zizkion 1.890.urtean bere "ZIKLO GEOGRAFIKO" izeneko teoria argitara eman zuenean. Bertan, "airepeko higaduraren" eraginez (Davis-ek "higadura normala" deitua) erliebeak daukan eboluzioa sistematizatu nahi izan zuen "modelo" batetan (ikus alboan).

Davis-ek berak dioenez ziklo honek higaduraldi luzea eta bapateko bergaztepena dauzka, hots, ba daude mugimendu-aldiak (tektonikak jotzen du), erliebea bergaztetzen denean, eta egonkortasun-aldiak (tektonikak ez du jokatzen), erliebea leuntzen denean. Beraren ustez, azken aldiok luze-luzeak dira mugimendukoekin konparatuz, azken hauk bapatekoak bezala kontsideratzen dituelarik.

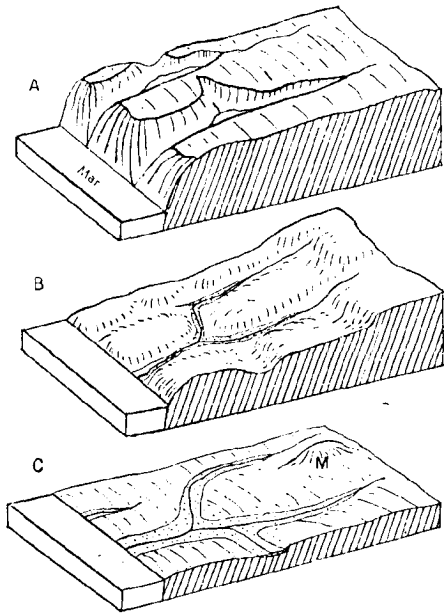
(*) Antzekorik gertatzen da gaur ere "finkozaleak" eta "higizaleak" taldeen artean. Izan ere, kontinenteen jitoaren alde egiten duen "Plaken Tektonika-ri", batzuek bai eta besteek ez esaten baitiote.

DAVIS-en MODELOA

Erliebe gogorra daukan eskualde batetan ibaiak ondatu egiten dira beren bidea eta alboetako aldapak ere higatuz. GAZTEA

Erliebea gero eta bigunagoa da. HELDUA

Uren higalanak ("higadura normala" edo "airepeko higadura") luzaro badirau erliebea ia-ia leuna geratzen da. ZAHARRA



Baina hirugarren etapara (nolabait esateko) heltzean eskualde hori bapatean altzatua edo tolestua bada, ozeano-maila jaisten bada edota aldaketa klimatikoek ibaiei indarra berrematen badiete, higadura berriro hasten da eta erliebe gogorra berragertu ere. BERGAZTEPENA gertatua dela esan dezakegu. Era honetan "zikloa" berriro errepikatzen da, erliebea "gaztea" baita.

Egia esan, Davis-ek aipatzen duen diferentzia hori ez da guztiz zehatza eta, seguru asko, 'egonkortasun' hori astiro-astiro jokatzen duen mugimendua bide da. Hau da, tektonikak eta higadurak aldiberean jotzen bide dute, elkarlanean (Derruau, 1966).

Davis-ek erliebearen aldaketa ondo konprenitzeko kontutan hartu behar diren faktoreak batzen dituen trilogia aipatzen du bere lanetan:

STRUCTURE (estruktura) - STAGE (egoera) - PROCESSUS (prozesuak)

Hala ere, praktikan, bigarren elementua (stage) baino ez du benetan kontutan hartzen. Baztertu egiten ditu, beraz, uraren higadura ("normala") ez den beste edozein higalan.

Erliebea "aztertzeko" estruktura eta prozesuak baztertzen dituen bide hau deskribatzaile hutsa da, ez da induktiboa, deduktiboa baino. Davis-ek "airean" hartzen ditu ideiak eta modelo batetan sistematizatu. Ez dio garrantzi handirik ematen faktore guztien multzoari.

"Ziklo geografiko" honek jarraitzaile asko izan ditu (geografoen artean, batik bat), baina berorren eragina negatiboa izan da prozesuen azterketa baztertu duelako (eta hau da datuak ateratzeko bide bakarra): "*Cette influence a été néfaste, elle a découragé l'étude des processus, seule capable d'apporter des faites*" (Tricart, 1978). Teoria honekin, ba, geomorfologia maila metodologikoan isolatzen da. "*La théorie si féconde de cycle geographique ne constitue qu'une première approximation, et ... seules de patientes recherches comparatives permettront d'édifier la théorie générale...*" (Béthune, 1953).

Davis-en teoriak erakusten digunez, "egoeran" bakarrik oinarritzen den modelo batek ezin du trilogia osoaren konplexutasuna adierazi. Balioa izateko, finkatutako gauzetan oinarritu behar da, konparaketak egiteko balio behar du; gainera, irekia izan behar da datuen kopurua handituz doan neurrian ideia berriak sartu ahal izateko. Hauxe daiteke benetako "modelo" batetarako bidea:

- finkatutako gauzek "modelo" bat eraikitzea posibletzen dute.
- eraiketa horretan hutsune asko agertuko dira, datu berriren beharra sentitu erazten delarik.
- datu berri horiekin aldaketak gerta daitezke hasierako behin-behineko modeloan.

Hau da, etengabe egokitu behar da teoria praktikara.

GEOMORFOLOGIA ESTRUKTURALA:

Geologiaren desarroiloarekin batera "geomorfologia geologiko" bat hasten da garatzen, hau da, geologoek geologiaren barruan egindako geomorfologia. Eskala ezberdinetako mapa geologikoen agerpenak asko laguntzen du hasi berria den geomorfologia hori.

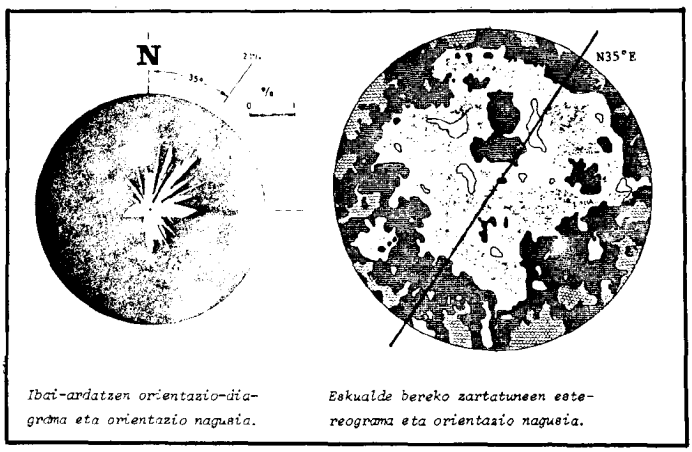
Davis-ek, trilogiako elementu bat (stage) baino ez badu kontutan hartzen, geologoek hiruroi eman nahi diete indarra, "estruktura" geologikoaren eragin handia azpimarkatuz.

Geomorfologia estrukturala erliebean bertan bildutako datuetan oinarritzen da, praktikoa izanik. Ez da deskripzio hutsa. Azaldu nahi ditu erliebearen elemen tuak (formak) azpiko estrukturaz (estruktura geologikoaz, alegia) baliatuz; eta ez bakarrik estrukturaz, litologiaz ere bai: *erliebearen elementuak azpiko estrukturak eta litologiak mugatuta daude.*

Dena dela, eta hau zilegia bada ere, ezin da "modelo finkoen" jokoan jausi, eta erliebearen aldaketak aztertzean faktore guztiak hartu behar dira kontutan, bai estruktura, bai egoera eta bai prozesuak ere, bakoitzari kasu konkretuan daukan garrantzia emanik.

Hona hemen erliebe eta estrukturaren kidetasuna adierazten duen adibide bat.

Granada-n Darro ibaiaren arroan autore batzuk (Diaz eta Fernández-Rubio, 1978) egindako azterlanean hauxe atera zuten:



Ibai-ardatzen orientazio-diagrama eta orientazio nagusia.

Eskualde bereko zartatuneen estereograma eta orientazio nagusia.

2. GEOMORFOLOGIAREN HELBURUA

Esana dugunez, helburua erliebearen formak aztertzea litzateke. Baina azterketa hori egiteko gauza bi hartu behar dira kontutan: azterketaren EREMUA eta azterketaren METODOLOGIA.

EREMUA:

Arazoa hauxe da, geomorfologiaren nondik norakoa nolabait mugatzea. Eta hasteko, helburua den azterketa INTERFAZIEA dela esan beharra dago. Azalduko dugu: alde batetik, LITOSFERA daukagu "interfaziearen" parte solidoa (harriak). Bestetik, parte likidoa, HIDROSFERA (ibaiak, lakuak, itsasoak, ozeanoak...), eta parte gaseosoa, ATMOSFERA. Hiru elementu hauen arteko interfaziea da, elementu bakoitzean gertatzen diren fenomeno guztien jatorria. Baina, batez ere, interfazie hau garrantzi handiagoko beste fenomeno baten jatorria da: BIZITZA.

Izan ere, bizidun guztiok, landareek fotosintesiaren bidez elaboratzen dituzten ehunen beharra daukagu; eta elaborapen hori, harrietan (litosfera) sartzen diren sustraiei eta eguzkitiko izpiak hartzen dituen hostoetako klorofilari ezker gertatzen da: hortxe datza interfaziea.

Hau dela eta, "Hidrosfera-Atmosfera/Litosfera" kontaktuan aldaketa batzu izaten dira, indar-erlazioaren arauera, eta era honetan erliebearen moldaketa gertatzen da.

Geomorfologiak helburu konkretu izan arren ez dauka eremu konkreturik. Interfazie baten lana izatean, beste arlo batzuren beharra sentitzen du: geologia eta klimatologia, bereziki. Geologia, erliebea den etengabeko moldaketa hori estruktura (antiklinaleak, sinklinaleak, failak, ...) eta litologia (kareharriak, hareharriak, granitoak...) konkretu dauzkan parte solidoan gertatzen delako; Klimatologia, erliebearen formak, azken batez, baldintza klimatologikoen eraginez (euria, haizea, elurra, ...) gertatzen direlako(*).

(*) Klimatologiaren eraginaren balioa nolabait adierazteko,"Geomorfologia klimatikoa" desarroilatu dela azken bolada honetan esan dezakegu, berorrek erliebearen moldaketan klimak daukan zeresana aztertu nahi duclarik. Gainera, kontutan eduki behar da, ezen gaur ikusten dugun paisaia ez dela zertan izan behar gaur den klimak eraginda, aintzinako klimak baizik. Horrela, erliebearen azterketa bide ona da paleoklimak ezagutzeko.

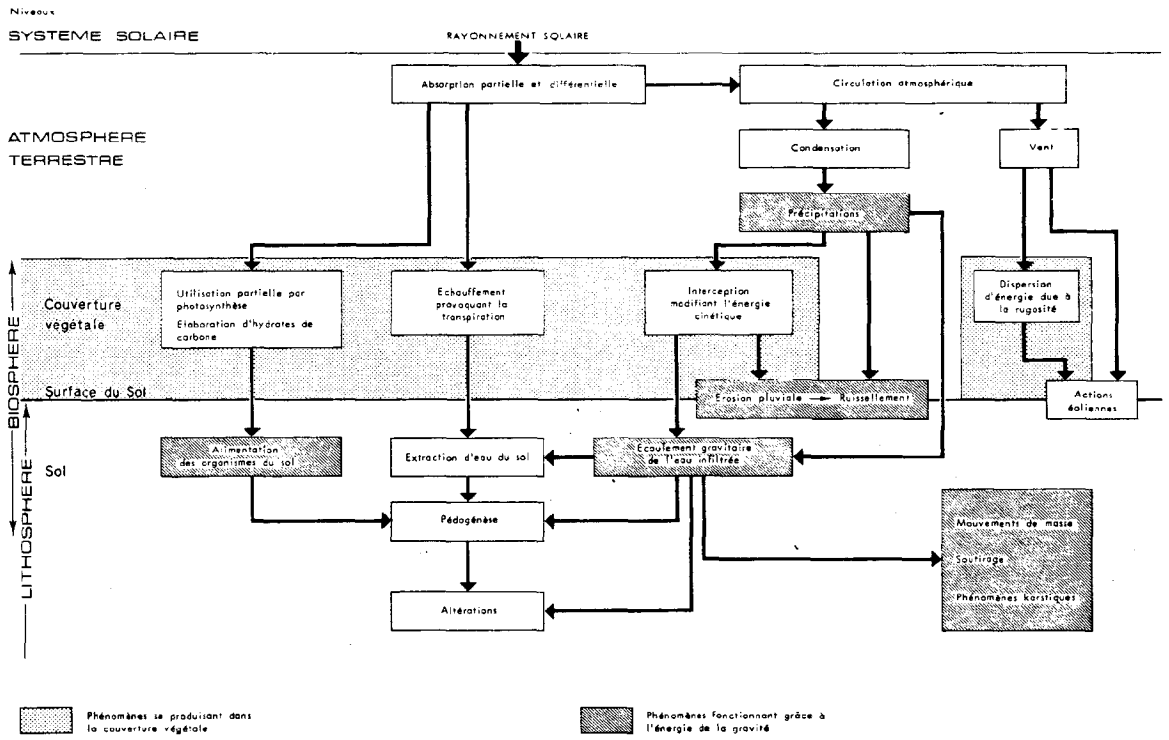


FIG. 1. – *Flux d'énergie dans l'environnement écologique*

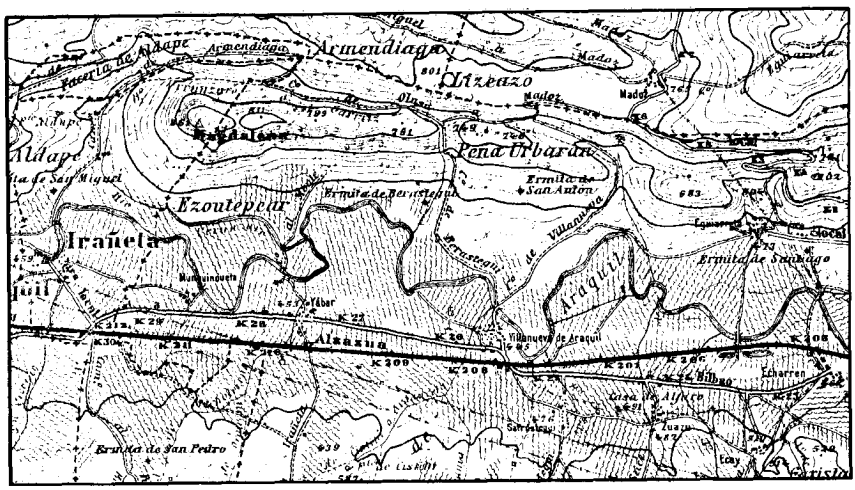
INGURUNE EKOLOGIKOAREN ELKARRALDATZE ENERGETIKOA

Gainera, Geomorfologia "interfazie" baten lana aztertzean, interfazie horretako elementu ezberdinak aztertzen dituzten zientziekin batera egon eta egin behar du. Tricart-ek (1978) dioenez: "*La nature ignore totalement notre découpage en branches du savoir, qui résulte seulement d'une "commodité" que se sont inventé les chercheurs*".

METODOLOGIA:

Geomorfologia, beste zientziak bezala, ezin da deskribapen-maila pasiboan geratu. Bai, egia da, geomorfologiak deskribatu egiten du aurretiaz dakiguna: gertatzen dena. Baina ezin da hor geratu. Deskribatu behar du, baina azaltzeko. Erliebearen formen genesiak azaldu behar ditu. Eta sailkatu ere. Honela, forma konkretu batez aritzen garenean jakin dezakegu zein izan daitekeen forma horren genesia, hau da, forma hori eman duten prozesuak. Azaltzeko jite hau da geomorfologiaren muina. Azaldu gabe, deskribatze hutsarekin, ez litzateke "geomorfologia" izango (ez bailegoke azterketarik), "topografia" baizik, hau da: kanpo-azaleko formen deskribapen geometrikoa. Hala eta guztiz ere, mapa topografikoak abiapuntu beharrezkoak dira geomorfologiaren lanean: beroietan seinalatzen dira mendian hartutako oharrak, geroago arrazonamenduak egiaztatzeko.

Hona hemen mapa topografiko bat:



Topografia, ba, disziplina geometriko eta deskribatzailea da; Geomorfologia, ostera, azaltzaile eta genetikoa. Eta erliebea azaltzeko mapa bereziak erabiltzen dira, "mapa geomorfologiko" izenekoak. Honelakoetan, erliebea, litologia eta parte hartu duten eta hartzen duten prozesu geodinamikoak ere grafikoki adierazten dira. Hots, mapa geomorfologiko batek ondoko hauk seinalatu behar ditu: *morfologia, morfometria, morfogenesia eta morfokronologia*. Eta ezaugarri hauk ahalik eta zehatzen azaldu ahal izateko sinbologia egokia behar da(*).

Tricart-ek (1965) sinboloen sistema zabala proposatu du eta bertan ondoko parte hauk bereizten ditu:

- LITOLOGIA: harri igneoak, metamorfikoak, sedimentarioak, bolkanikoak.
- ESTRUKTURA: antiklinaleak, sinklinaleak, failak, zartatuneak, ...
- FORMAK: higadur formak, deposito-formak, ...
- EKINTZAK: erreken ekintzak, ibaienak, glaziareenak, haizeenak, ...
- GIZAKIAREN ERAGINA: etxeak, baratzak, harrobiak, trenbideak, zubiak, ...

Adibide bezala, hona hemen Tricart-en sinbolo-sistemaren parte txiki bat:

DONNÉES LITHOLOGIQUES

NATURE DES ROCHES		COULEUR	FIGURÉ
— roches cristallines	saines	orange aplat	
	altérées	orange tramé	
— calcaire	peu gélif	bleu clair aplat	
	gélif	bleu clair tramé	
— grès	compact	bistre clair aplat	
	friable	bistre clair tramé	
— marnes		vert clair	
— conglomérats	fortement consolidés		
	peu consolidés		

(*) Mapak geomorfologikoak Polonian hasi ziren egiten 1950 inguruan. Sinboloei dagokienez, sistema asko daude: Cooke (1974), Anon (1972) ... Guk Tricart-ena aipatuko dugu (1965).

ACTION DES EAUX COURANTES

A. *DONNÉES HYDROGRAPHIQUES*

— lit mineur
- simple — 78
- à chenaux divagants — 79
- à chenaux anastomosés — 80

— écoulement
- pérenne — 81
- saisonnier — 82
- sporadique — 83
- sous-écoulement — 84

— limites du lit majeur — 85

— bras de crue — 86

— bras mort — 87

— cascade
- sur dalles — 88
- en canyon — 89

— lac, étang
- permanent — 90
- temporaire — 91

— chott et sebkha — 92

— source 93 — sourcin 94 — suintement 95

— niche de source 96 — résurgence 97 — perte 98

Ces signes sont figurés en noir.

ACTIONS ÉOLIENNES

A. *FORMES D'ACCUMULATION*

a) Dunes

— dune
- sableuse — I96
- argileuse — I97

— dune
- vive — I98
- en partie fixée — I99
- entièrement fixée — 200

— forme des dunes : direction des crêtes

ex. :
- dunes longitudinales — 201
- dunes croisées — 202
- dunes paraboliques — 203
- barkhanes — 204

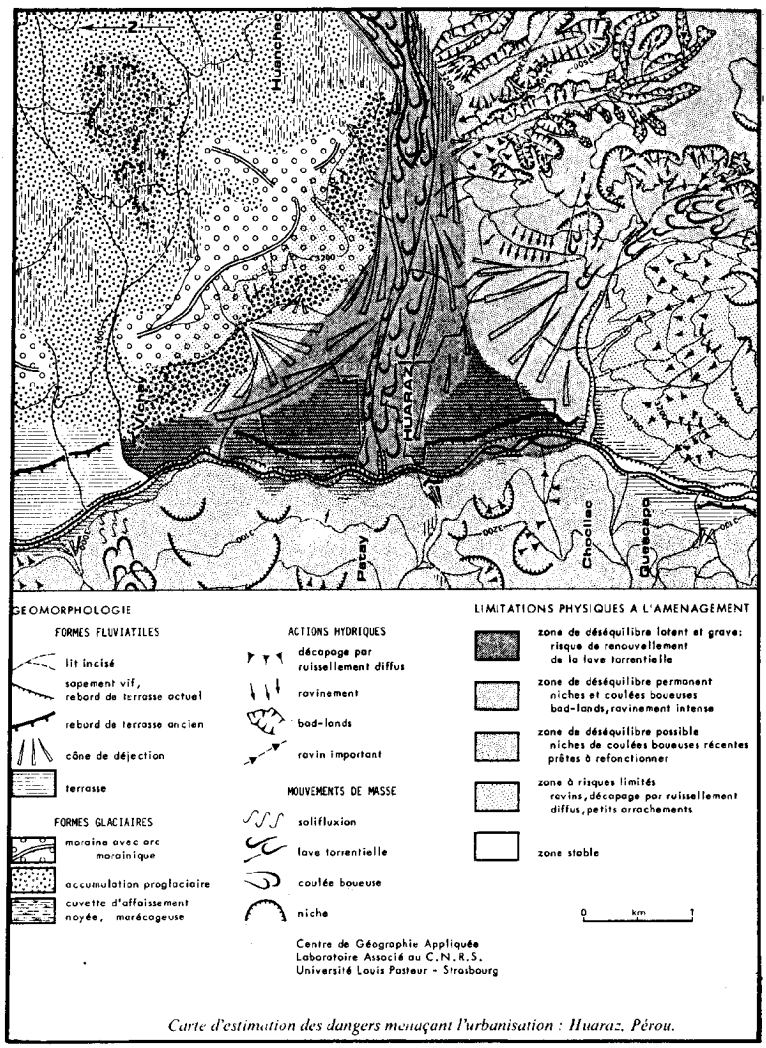
b) Dépôts éoliens

— sable — (I96)

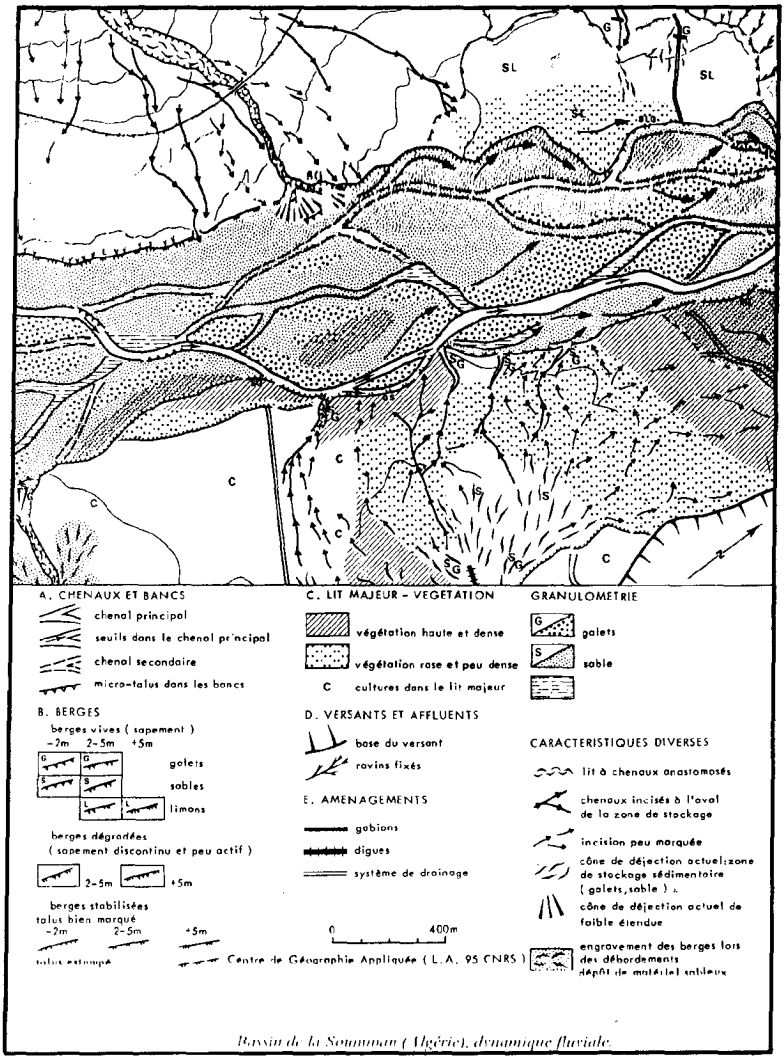
— sables de couverture — 205

— aspersion sableuse — 206

Eta orain, Tricart-ek berak (1978) azaltzen dituen "mapa geomorfologiko" batzu:



Carte d'estimation des dangers menaçant l'urbanisation : Huaraz, Pérou.



Bassin de la Soummam (Algérie), dynamique fluviale

Baina ez da nahiko erliebearen formak sinboloz azaltzea, urrunago jo behar dugu, eskualde ezberdinetako erliebeen arteko konparaketak egitera, hain zuzen. Hemendik hainbat gauza interesgarri atera ditzakegu erliebe horien garapenaz. Baina hori posible izan dadin "kuantifikatu" egin behar ditugu erliebearen elementuak. Orain arte ikusitakoa geomorfologiaren helburu espezifikoa erliebearen genesiaren arauak ezagutzea dela esan dezakegu. Hurrengo pausoa, ba, arau horik "kuantifikatzea" izan behar da: GEOMORFOLOGIA KUANTITATIBOA.

3. GEOMORFOLOGIA KUANTITATIBOA

Geomorfologia desarroilatzen hasi zenetik, erliebearen elementuen deskribapen eta sailkapena hitzezkoa izan zen, eta ia-ia parametro gabekoa. Luzera, zabalera, garaiera, azalera ... eta honelako parametro "errazak" baino ez ziren erabiltzen.

Geomorfologiarekin batera agertzen diren beste zientzia batzu, klimatologia eta hidrologia batez ere, arinki garatu ziren. Eta garapen arin hori beraiek desarroilatu zituzten erlazio "kuantitatiboei" ezker gertatu da: haize, presio, hezetasun, hodeitasun, prezipitazio eta beste faktore batzuren urte askotako datuak hartu eta landu egin dira, batezbesteko baloreak ateratzeko. Era berean, ibai askoren kaudala sistematikoki neurtu da eta, datu klimatologikoen laguntzaz, ibai horien gutxi gorabeherako "martxa" ezagutzera heldu da. Arlo hauetan, geroztik egindako lanak ere kuantitatiboki eginak izan dira.

Baina, hau gertatzen zen bitartean, geomorfologiak maila kualitatiboan jarraitzen zuen, konparaketak egitean honelako adjetiboak erabiltzen zituela: "go gorrago", "leunago", "astiroago", "arinago". Baina geroztik kuantifikapena inposatu da, geomorfologo batzu eszeptiboak badira ere: "*The complexity and irregularity of forms and processes complicated further by changes with time, makes an essentially qualitative approach the only realistic way of approaching many geomorphological problems*" (Pitty, 1971).

Eta zertan oinarritzen da "kuantifikapena"?. Erliebean agertzen diren elementuak (ibaien eraketa, aldapak, hipsometria ...) zenbakitan azaltzen dira, horretarako "parametro" batzu erabiliz. Zenbakituz gero, errazago daukagu elementu baten eboluzioaz jabetzea. Gainera, zenbakiok dimentsio gabeak izatean, erraztu egiten dute konparaketa. Hala ere, parametroak "ondo" erabiltzen saiatu behar da, enpirismo hutsean jausi gabe.

Kuantifikapenari buruzko kritika:

J. Hoover-ek dioenez (Albritton, 1970): "*el aumento en la precisión y perfección de la descripción cuantitativa de los rasgos y procesos geológicos de todas clases y el uso cada vez más frecuente de métodos estadísticos y mecánicos de análisis de datos, se ajusta fácilmente deltro del armazón del método geológico clásico de la investigación, cuyo rasgo más característico, es la dependencia del razonamiento en toda etapa*". Bide hau "ebolutiboa" den neurrian, hots, ezagumendu haundiago dakarren neurrian, ontzat jo daiteke.

Hala ere, batzuk kredotzat hartu dute kuantifikapena, mekanikoki, eta geologiak (geomorfologia, gure kasuan) aurkezten dizkigun problemak ebazteko metodo "empiriko hutsa" proposatu dute. Honelako metodo batek ia-ia ez du zerikusirik arrazonamenduarekin: "*Su rasgo más característico es aquel que reemplaza el proceso del razonamiento por operaciones que son principalmente mecánicas*" (Hoover, op. cit.).

Orduan, autore honen ideiari jarraituz, kuantifikapen ebolutiboa eta arrazonamendu gabeko kuantifikapen mekanikoa ondo bereizten saiatu behar: "*Cuando se conoce esta distinción se hace evidente que el problema real no es lo cualitativo contra lo cuantitativo sino la racionalidad contra un ciego empirismo*".

4. GEOMORFOLOGIA APLIKATUA

Geomorfologia "genetikoa" izatean, aplikagarri agertzen zaigu. Gizakiak ba daki erliebea (eta bera erliebean bizi da) ez dela aldaezina, astiro gertatzen den eboluzio batez eraginda dagoela baizik. Hala ere, batzutan ez da hain astiro gertatzen eta "katastrofeak" datoz: lur-etenak, zirimolak, labak ... Azken batez, manifestazio gogor hauk, etengabe jotzen ari diren aldaketen aspektu bat baino ez dira, eta ez dira beti arriskutsuenak izaten. Besteak dira grabeenak, astiroago, ikusgaitzago eta maltzurrago direlako. Era honetan, eta higadur prozesuak direla kausa, Gizateria nekazaritzarako lurrik gabe gera daiteke, etorkizun ez hain luze batetan; eta hau Planetako populazioa hirurtzeko den mendean.

1.882. urtean .... kontinenteen 9,4%-a basamortua zen
1.952. urtean .... kontinenteen 23%-a basamortua zen
1.990. urtean .... basamortuen zenbat izango da habitagarri?

Populazio-hazkuntzaren bikoizte-denborak konstante badirau gaurko "erritmoan" (40 urte gutxi gorabehera), batzuk "zentzugabe demografiko" deitzen dutenera (populazio-dentsitatea pertsona bat/m^2 litzateke) 2.630. urteantsu helduko da.

Bestetik, "gaitasun" teknologikoaren(*) (zeren gaitasuna?) eta bizi-mailaren gehitzeak (azkenik gabeko gehitzea ote?) ingurugiroko narriadura ekarri du, gero eta sentituagoa, gainera.



(*) Gizakiak, bere giharre-indar hutsez baliatu izan den bitartean, ez du ingurua alteratu, neurri handi batez, behintzat. Baina irrazionalkeria sortu zenean, pauso kualitatiboa gertatu da, atzeraezina izan daitekeena.

Gu, bizidunok, erliebean bizi eta berau dinamikoa dela konturatu gara. Erliebean eraikitzen ditugu etxeak, lantegiak, komunikabideak; erliebean dago gure euskarria, nekazaritza. Honek dinasmimo hori ezagutzeko beharra sentitu arazten digu eta, ondorioz, Lurralde-antolakizun serio eta osoa burutzeko beharra ere. "*La ordenación territorial es un proceso lógico de planificación de la ocupación del espacio*" (Santanderreko aktak, 1980). Logikoa, hau da, arrazionala. Baina, txamarrez, orain arte ez dira kontutan hartu lurraldeko kondizionamendu fisikoak. Inguru fisikoa ezin da "eragintza" baten euskarri soiltzat jo, oreka naturala (prozesuen atzeragarri- eta atzeraezintasuna) baldintzatzen duen elementutzat baizik (interfaziea).

Ingurune fisikoa kontutan hartzean gainditu egiten dira eskualdeen arteko "muga administratiboak", arbitrarioak direnak, beste eremu baten barruan murgiltzeko, eskualde "naturalen" eremuan, alegia. Horrela egiten ez bada, eta ez da egiten, zona batetako antolamenduak inguruko zonetako desoreka ekar dezake, eta dakar.

Helburua hauxe litzateke: Lurraldeko antolakizuna egiterakoan bertoko ezaugarri fisikoak ezagutu eta kontutan hartu. Honela, inguru fisiko eta hiri-inguruaren arteko izankidetasuna lortuko litzateke, elkarri eragindako kalteak gutxituko liratekeelarik. Are gehiago, lurreko errekurtsoak mugatuak direla jakin gainean.

Eta zelan burutu eta azaldu ezaugarri horien ezagutzea?. Edo beste era batez esanda, zein liteke inguruko analisirako metodo egoki?.

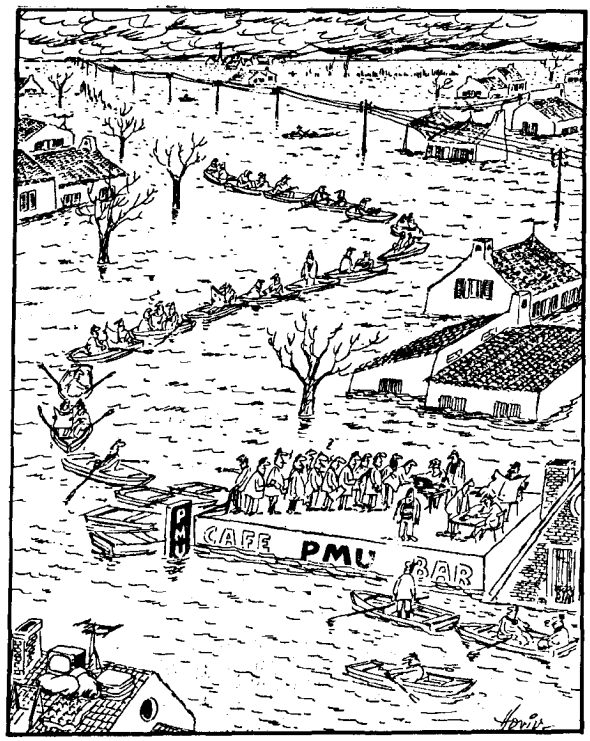
Hona hemen posible litekeen bat (Santanderreko aktak, 1980):

1.- Lurraldeko ezaugarriak (prozesu naturalak eta bai gizakien prozesuak ere) zehaztea, faktore hauek Lurraldeko ondorengo antolamendua mugatuko baitute.

A.- PROZESU FISIKOAK

Klima:

- plubiometria, eguzkiztapena, izerdi-lurrunketa, ...
- kutsagai atmosferikoen zabalkuntza potentziala.



- haize nagusiak
- aldapen orientazioa

Hidrologia eta Hidrogeologia:

- ibaibideak eta kaudalak
- urak potentzialki gainezta ditzakeen lurrak
- lurpeko uren gainezko kutsaduraren aurreko babesa.

Geomorfologia eta Geoteknia:

- lurren aldapak eta egonkortasuna
- higakortasuna
- eraikuntzarako baldintzak

Edafologia, Ekologia eta Nekazaritza:
- lurraren nekazaritzarako gaitasuna
- landare- eta kultibo-unitateak
- herri basoak.

B.- GIZAKIEN PROZESUAK

Eraikuntza publikoetarako azpiestruktura:
- komunikabideak
- zerbitzuak
- bizi- eta lan-guneetaraino abiatzeko erraztasuna.

Paisaia eta ondare artistikoa:
- panoramak, interes artistikoa daukaten guneak.

Lurraren erabilera eta legeak:
- zutik dirauten legeen babespen bereziak.

Hemen aipatutako prozesuak orokorrak dira eta bakoitza, aztertu behar diren beste faktore askoren ondorioa da. Faktoreen azterketa egin ondoren "mapa tematikoak" burutzen dira, non faktore bakoitzari (edo faktore—multzo bati) dagozkion deskribapen eta azalpena seinalatzen baitira.

2.- Egintza eta lurraren erabilera ezberdinen arteko elkargarritasuna edo elkartezintasuna azaltzea. Honetarako, egindako mapa tematikoak elkarren gainean jartzen dira.

Esate baterako: lurpeko uren gainezko kutsadura egon daitekeeneko lekuan (Karstetan, kasu) zaramategirik ez kokatzea. Hala ere, sarritan ikusten da honelakorik, utzitako harrobietan, batez ere.

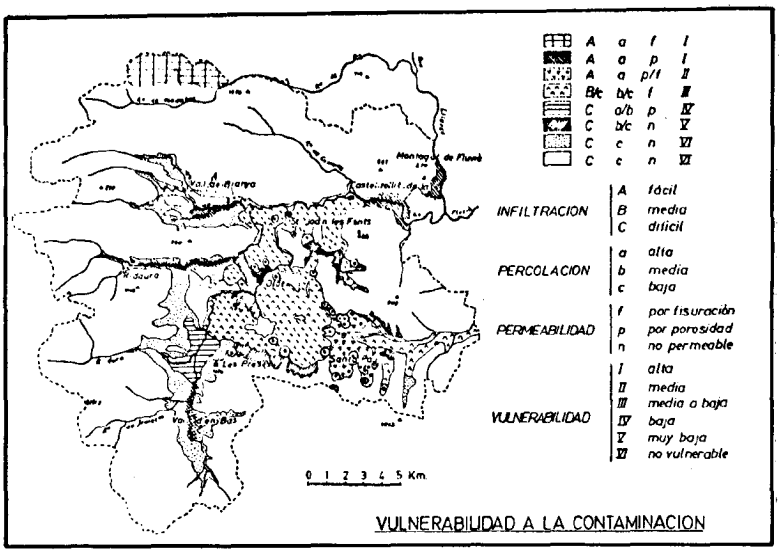
3.- Aurrekoa aztertuta, Lurraldearen "zatiketa", zati bakoitzean koka daitezkeen egintzen lehentasuna azpimarkatuz.

Honelako "inguruko metodologia" azken bolada hontan hasi da garatzen (hemen pasatzen), bertan geologoek ezezik, beste batzuk ere parte hartzen dutela: hiriginak, biologoak, soziologoak, geografoak, ekonomistak....

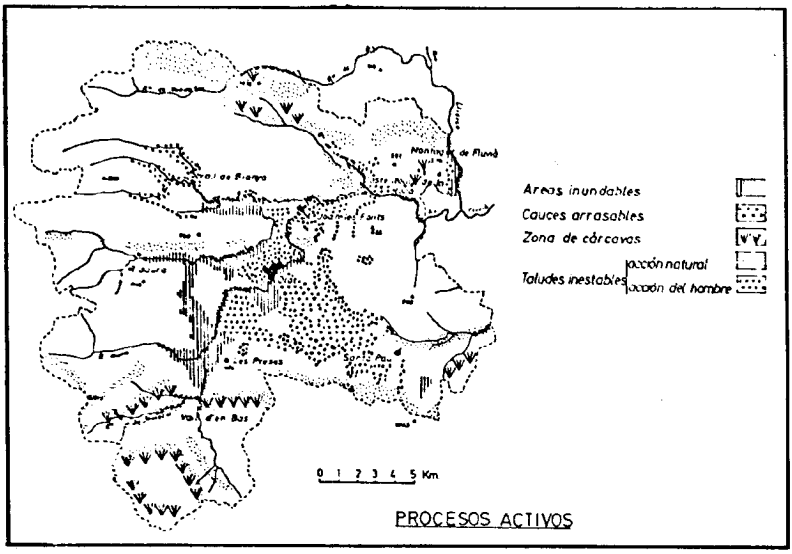
Metodo honen emaitza, eskala ezberdinetako mapetan(*) azaltzen da. Izan ere, mapa hauetan espazio-beharra (habitagarria, industriala, aisiarako) eta hustirakuntza-eskaria, errekurtso berriztakorrena (nekazaritza, ura, haizea, eguzkia ...) zein berriztaezinena (meatzegintza), elkartzen dira. Izen ezberdinez dira ezagunak: "geozientifikoak", "geo-ingurukoak" ...

"Planificar y administrar es imposible sin buenos mapas y por tanto los mapas geocientíficos tienen la clave en la orientación futura del medio natural, en sus reservas y en su diseño" (Luttig, 1980).

Hona hemen mapa tematiko bi (Palli eta Trilla, Santanderreko aktak, 1980):



(*) Era honetako mapak 1.970. urtean, gutxi gorabehera, sortzen dira USA eta Germania-n aldiberean. Gaurregun, U.N.E.S.C.O. ari da kanpaina haundi bat bultzatzen, herri "azpidesarroilatuetan" batez ere.



5. HIZTEGIA

BERGAZTEPEN = rejuvenecimiento, rajeunissement.
DRENAIA (TU) = drenar, drainer.
GARA (TU) = desarrollar, évoluer.
GARAPEN - desarrollo, évolution.
GAURKOTASUNAREN OINARRI = principio del actualismo, théorie de l'actualisme.
HIGA (TU) = erosionar, éroder.
HIGADURA = erosión, érosion.
HIGAKORTASUN = erosionabilidad, érosionabilité.
HIGALAN - trabajo de erosión, travail de l'érosion.
IBAI- = fluvial, fluvial (e).
INDUS (I) = excavar, déchausser.
ITURBURU = manantial, source.
LURRALDEKO ANTOLAKIZUN - ordenación del territorio, aménagement de territoire.

NARRIADURA = deterioro, détérioration.
SAKON (G) UNE = depresión (de terreno), dépression (de terrain).
UREZTAPEN = regadío, irrigation.
ZARTATUNE = fractura, fracture.

6. BIBLIOGRAFIA

ALBRITTON, C.C. (1970).- "Filosofía de la Geología". C.E.C.S.A., México, 438 orr.

ANTIGÜEDAD, I. (1980).- "Arratia hibaiaren arroko azterketa hidrogeologikoa". U.E.U., Iruinea, 144 orr.

DERRUAU, M. (1966).- "Geomorfologia". Ed. Ariel, Barcelona, 442 orr.

HAZERA, J. (1968).- "La région de Bilbao et son arrière pays: étude géomorphologique". Sociedad de Ciencias Naturales ARANZADI (Munibe). XX urtea, 358 orr.

INTEGRAL (1980).- "Volver a la tierra". Extra monográfico n° 1, Barcelona, 42-55 or.

PITTY, A.F. (1971).- "Introduction to geomorphology". Methuen & Co Ltd, London, 526 orr.

SAENZ DE ETXENIKE, F. (1980).- "Estudio hidrogeológico de la cuenca alta del río Nervión". Zientzi Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea. BILBAO.

TRICART, J. (1965).- "Principes et méthodes de la géomorphologie". Masson et Cie. Editeurs, Paris. 496 orr.

TRICART, J. (1978).- "Géomorphologie applicable". Masson et Cie. Editeurs. Paris. 192 orr.

UGARTE, F. (1980).- "Hidrogeologiko maparen zeinuak". Kobie n° 10, Bilbao, 131-153 orr.

VIERS, G. (1974).- "Geomorfologia". Elementos de Geografía Oikos-tau. Barcelona. 320 orr.

(*) Kapitulu hau "Lurralde: investigación y espacio" aldizkarian (INGEBA) agertu zen, 1981. urtean.

5.2. ATMOSFERA. METEOROLOGIA ETA KLIMATOLOGIA

Sarrera

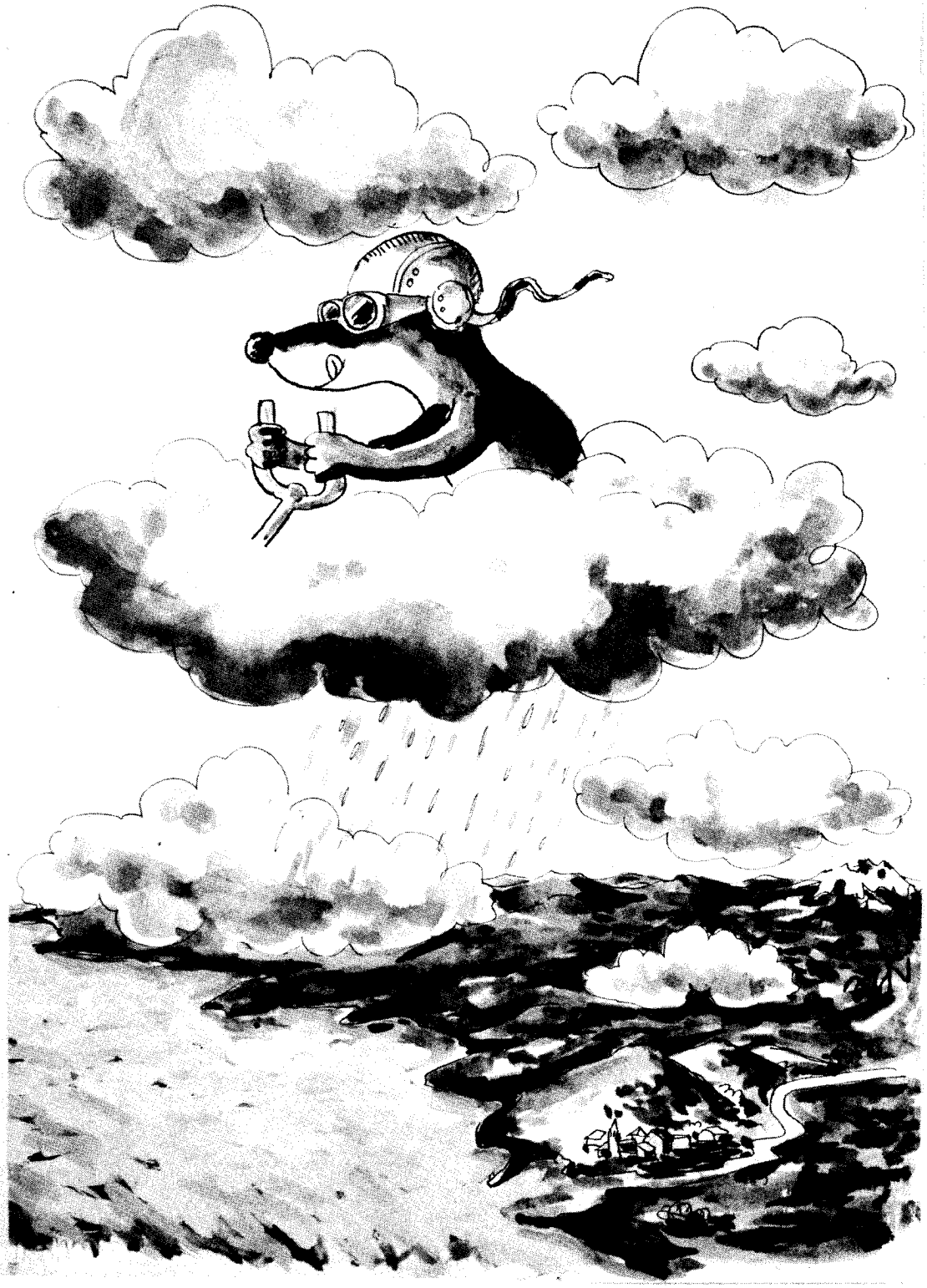
Atmosferaren barne-eraketa

Troposfera eta gizakia

Presio atmosferikoa

Kanpoko atmosferako gertaerak

Klimatologia eta Meteorologia

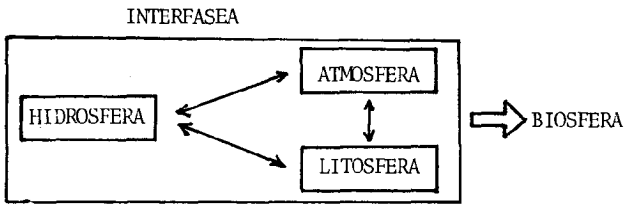


ATMOSFERA: ERAKETA ETA DINAMIKA OROKORRA. METEOROLOGIA ETA KLIMATOLOGIA.

Atmosfera, Lurra inguratzen duen kapa bat izanik, beste kapa guztiekin batera (gunea, mantoa, lurrazala, hidrosfera) kontsideratu behar dugu, beraren jatorria eta sorrera antzeman edo susmatzerakoan. Izan ere, kapa horiek guztiok gure planeta ren eboluzioan zehar gertatutako materiaren banaketan daukate jatorria: elementurik astunenak erdiraino joango ziren (eta egun, ustez, prozesua ez da amaitu), guneraino hain zuzen, ari nenak "planeta"-tik kanporantza (hidrosfera, atmosfera) bultzatuak izango ziren bitartean.
Gai honetan zehar ikusten dugun moduan, atmosferaren barnean ere azaltzen dira kapa desberdinak, astunenak beheko aldean egonik, planetaren erditik hurbilen, eta arinenak goikoan, erditik urrunen. Hala ere, ez dugu hemen ikutzen atmosferaren sorrera (honetarako ikus Lurraren jatorriaren gaia) bere dinamika orokorra baizik.

Sarrera:

Batzutan aipatu dugun interfasea berriro behar dugu aipatu oraingo honetan ere. Izan ere, HIDROSFERA-LITOSFERA-ATMOSFERA elementuon arteko elkarraldatzea, materian zein energian, BIOSFERAren (bizitza) sortzaile eta euslea daukagu. Hemendixe datorkigu interfase horren azterketarako beharra. Oraingoan atmosferari dagozkion gertaera orokorrak ikutzen ditugu.



ATMOSFERA: Lurra inguratzen duten gasen nahasketa.

Atmosferaren beheko muga non dagoen argi egon arren (Lurraren gainazalean, jakina), goikoa ez dago hain argi informazio gutxi baitago; baina hala ere, autore gehienek 10.000 Km inguruko altueran kokatzen dute bertan aurkitzen

den H-atomoen dentsitatea espazio interplanetariokoa baita, gutxi gorabehera. Hau honela bada, atmosferaren lodiera (≃ 10.000 Km) handiagoa da Lurrarena (≃ 6.500 Km) baino.

Atmosferaren gasen banaketa ez da uniformea gertatzen, eta 97%-a, pisuz, beheko 30 Km-tan aurkitzen da, gainerakoa (3%-a) hortik goitik eta 10.000 Km-taraino egonik. Hau da, atmosferaren dentsitatea gutxitu egiten da gorago igotean.

ATMOSFERAREN BARNE-ERAKETA

* Konposaketa kimikoaren arabera kapa bi bereizten dira:

- HOMOSFERA (0-80 Km).- alde honetako konposaketa kimikoak konstantea irauten du, gutxi gorabehera:

. Nitrogenoa (78,084% bolumenez): ez du errez erreazionatzen.
. Oxigenoa (20,946% bolumenez): oso eraginkorra da (oxidazioa).
. Argon (0,934% bolumenez).
. Anhidrido karbonikoa (0,033% bolumenez); kantitatez gutxi izan arren, oso garrantzi handiko gasa da gertaera atmosferikoetan, beroa xurgatuz (izpi infragorriak) ingurua berotzen duelako.
. Beste gas batzu (Ne, He, Kr, Xn, H, CH_4, NO ...) (0,003% bolumenez).

1.900-tik aurrera eta zur, ikatz, petrolio eta gasen errekuntzagatik ("progresua" esaten dute batzuk) atmosferako CO_2-ren gehitzea nabari gertatu da, zientzilari batzuren eritziz batezbesteko tenperatura atmosferikoa gehituz doalarik.

- HETEROSFERA (80 Km-tik gora).- konposaketa kimikoa aldatuz doa kapaz kapa. Lau kapa hauek bereizten dira:

1. kapa (80-200 Km): nitrogeno molekularra (N_2).
2. kapa (200-1.100 Km): oxigeno atomikoa (O).
3. Kapa (1.100-3.500 Km): helio atomikoa (He).
4. Kapa (3.500-10.000 Km): hidrogeno atomikoa (H).

¿?

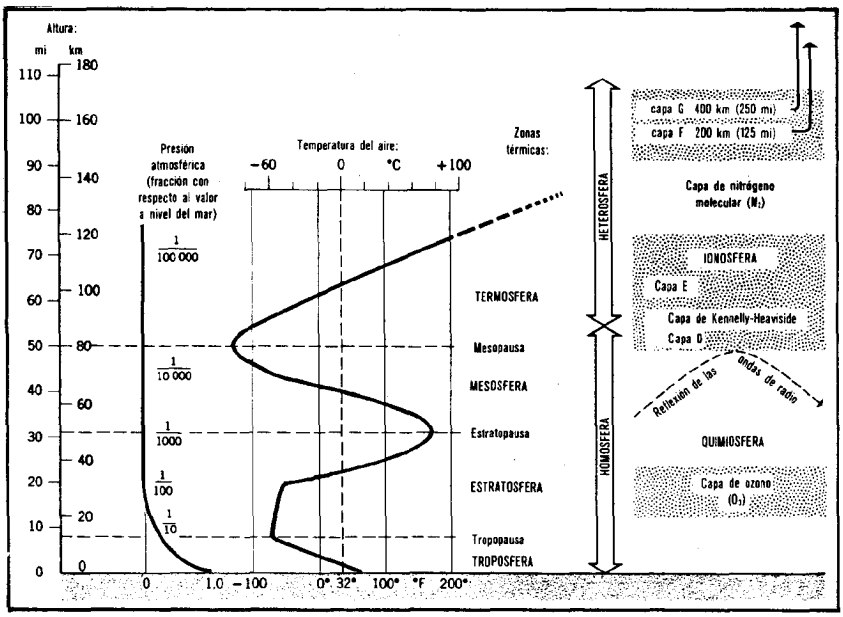
* Tenperaturaren arabera ondoko kapa hauek nabari dira (ikus 1. irudia).

- TROPOSFERA (0-15 Km).- tenperatura jaitsi egiten da 6,4°C/Km, batez-

beste: "tenperaturaren gradiente bertikala". Hala ere, balore hau aldakorra gerta daiteke bai kokapen geografikoarekin (latitudea) eta bai urtesasoiarekin ere.

Troposfera eta Estratosferaren arteko iragapena TROPOPAUSA deitzen dugu, bertan tenperatur aldaketa gertatzen delarik. Tropopausa 8-10 Km-tako altueran aurkitzen da poloetan eta 17 Km-takoan ekuadorean, hau da, Troposferaren lodiera ez da iraunkorra gertatzen eta gutxituz doa latitudea handituz doanean.

Ariketa: Tropopausako tenperatura hotzagoa gertatzen da ekuador aldean polo aldeetan baino. Zergatik da horrela?.



(Oharra: autore batzuk estratopausa 30 km-tan kokatzen dute)

1.irudia: Atmosferaren barneraketa tenperatura (°C eta °F-tan) eta konposaketaren arabera. Kanpo-atmosferako gertaerak ere azaltzen dira.

- ESTRATOSFERA (15-50 Km).- kapa honetako behekaldean tenperatura nahiko egonkorra da (15 Km-tatik 30 Km-tara), gorago arinki igoten hasteko. 50 Km-tako altueran tenperatur aldaketa nabarmena gertatzen da (ESTRATOPAUSA) eta hortik gora tenperatura jaitsi ere. Mesosferan gaude.

- MESOSFERA (50-80 Km).- tenperatura jaitsi egiten da altuerarekin. Mesosferako goiko mugan (80 Km) lortzen da tenperaturarik hotzena (≃ -100°C): MESOPAUSA. Bertan tenperatur aldaketa gertatu eta hortik gora (TERMOSFERA) igon egiten da altuerarekin.

Aurreko eraketarekin konparatuta, TERMOSFERA heterosferaren barruan sartzen dugu, eta MESOPAUSA homosfera-heterosfera mugatzat jo.

TROPOSFERA ETA GIZAKIA

Gure bizitzarako hauxe da atmosferako kaparik garrantzitsuena, bertan gertatzen baitira ia-ia fenomeno meteorologiko-klimatiko guztiak.

Troposferan, eta beste gas guztiekin batera, ur-lurruna ere ba dago; hortik datorkigu "hezetasuna" kontzeptua.

HEZETASUNA: Atmosferako ur-lurrunaren kantitatea (hezetasun absolutoa). Tenperatura bakoitzean ba dago hezetasun-muga bat, "saturazio-puntua" deitzen duguna; hortik gorako hezetasunik ezin da egon tenperatura horretan eta kondentsazioa gertatuko da.

$$\text{Hezetasun erlatiboa} = \frac{\text{atmosferako ur-lurrunaren kantitatea (1)}}{\text{tenperatura horretan egon litekeen gehiena (2)}} \times 100$$

(1)= hezetasun absolutoa

(2)= saturazio-puntua.

Ur-lurruna kondentsatu egin daiteke eta, orduan, PREZIPITAZIOA gertatzen da (lainoa, lanbroa, euria...). Beste alde batetik, eta CO_2-ren antzera, ur-lurrunak ere xurgatzen du beroa (izpi infragorriak), lurretikoa zein eguzkitikoa. Hau dela kausa, ur-lurrunak beroaren galtze arina galerazten du, Troposferari "geruza isolakor" baten itxura emanik.

Ur-lurrunetaz gainera, hauts-partikulak ere ugari dira Troposferan, hain txikiak izanda oso errez mantenitzen baitira suspentzioz. Hauts horren jatorria oso desberdina izan daiteke: haizeak basamortuetatik hartua, jaurtikialdi bolkanikoetan kanporatua, haizeak ozeanoetan hartutako gatz fin-fina, basoetako suteetan askatua, meteoritoen desentegraziotik sortua ...

> Oso diametro gutxiko partikulek bide luze-luzea egin dezakete haizeak bultzatuta: 10^{-4} mm-takoek 100.000 km-tako bidea. Adibide gisan, 1.883.ean gertatutako jaurtikialdi batetan (Java-ko Krakatoan) botatako hauts-partikula batzu Alpes-etan aurkitu dira eta beste asko, seguruen, suspentsioz daude oraindino.

Troposferako hauts horrek garantzi handia dauka bertan gertatzen diren fenomenoetan. Batetik, bera da argi krepuskularraren kausa, hots, "eguna" hasi aurretik (egunsentian) eta "gaba" hasi ondoren (ilunabarrean) azaltzen den argi motelaren kausa. Izan ere, hauts-partikulek isladatzen omen dute eguzkitiko argia, begiratzailearen horizontetik eguzkia "agertu" aurretik eta "sartu" ondoren. Bestetik, hauts-partikulok gune edo nukleo bezala egin dezakete, inguruan urlurruna berenganatuz eta horrela prezipitazioa probokatu ahal izanez. Berau da euri artifizialaren oinarria (pisua gehituz doalako).

PRESIO ATMOSFERIKOA

Itsas-mailan atmosferak eragiten duen presioa 1kg/cm^2 izaten da, gutxi gorabehera. Baina, zenbat eta gehiago igon presio hori gutxituz doa, gasen dentsitatea ere gutxituz doalako. Presioaren aldaketa 2.irudian azaltzen da. Ikusten denez, 30 km-tatik gora ia-ia ez dago presioaren gutxitzerik.

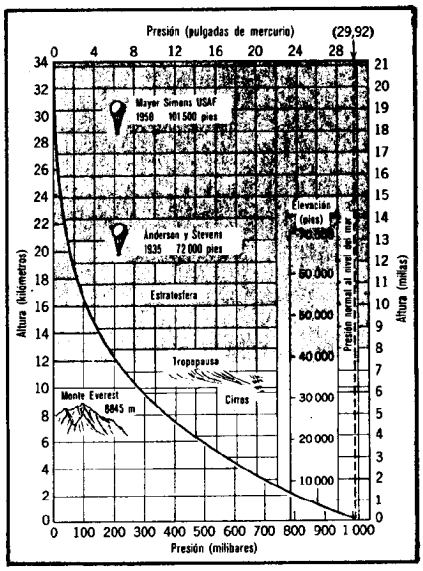
Presioa neurtzeko tresna egokiak erabiltzen dira: BAROMETROAK (Mota desberdinetakoak daude, baina ez ditugu hemen aipatzen).

Presioa adierazteko unitate batzu daude:

1 mm Hg = 1,33 mb = 0,0013 at.

Itsas-mailako presioa:

760 mm Hg = 1.013, 2 milibar (mb) = 1 atmosfera (at).



2.irudia: Presioaren banaketa altuerarekiko.

KANPOKO ATMOSFERAKO GERTAERAK

Kanpoko atmosfera Troposferatik gorakoa esaten dugu, eta bertan gertatzen diren fenomenoak sateliteen bidez dauzkagu ezagun. Bi kapa dira aipagarrienak (ikus 1. irudia):

* IONOSFERA.- Tele-komunikabideetarako garrantzi handikoa. Kapa hau 80 km-tan hasi eta 400 km-taraino hedatzen da, beraz, HETEROSFERAn dago eta TERMOSFERAren behekaldean.

Ionosferan "ionizazio" izeneko prozesua gertatzen da, hain zuzen ere, hortik datorkio izena.

Ionizazioa: Nitrogeno eta Oxigenozko atomo-molekulek eguzkitiko energia altuko X eta γ izpiak hartzen dituzte, era honetan elektroi bat (e^-) askatu eta ioi positibo bihurtu, hau da, ionizatu egiten dira.

Nitrogeno X
+ izpiak = ioiak ($^{+}$) + elektroiak ($^{-}$)
Oxigeno Y
(atom-molek)

Ionizazio-fenomeno honek azal dezake Termosferako tenperaturaren gehitzea (ikus 1. irudia).

Eguzkia energia-iturria daukagu. Honen jatorria izarraren beraren barnean topatzen dugu. Izan ere, bertako presio-tenperatura itzelak direla kausa, hidrogenoa (H) helio (He) bihurtuz doa etengabe, fusio honetan izugarrizko beroa (energia) askatzen delarik.
Eguzkiak igortzen duen energia ERRADIAZIO ELEKTROMAGNETIKO izenaz ezagutzen dugu. Energia hori, abiadura iraunkorrean (300.000 Km/sg) abiatzen diren luzera (λ) desberdinetako uhinen espektro zabala da. Hona hemen espektro hori:

Espektroaren izpiak	λ (uhin-luzera)	Energia osoaren %-a
X izpiak, γ izpiak	1/2.000 - 1/100	9
Izpi ultramoreak	0,2 - 0,4	
Izpi ikuskorrak	0,4 - 0,7	41
Izpi infragorriak	0,7 - 3.000	50

(uhin-luzera mikratan -μ- adierazten da).

Askatutako elektroi horiek korronte elektriko bat sortzen dute, ionosferan zehar askeki mugitzen dena. Ionosferan barrenean kapa ionizatu batzu desberdintzen dira tele-komunikabideetarako garrantzi handikoak direnak irrati-uhinak eta isladatu egiten dituztelako (Kennelly-Heaviside izeneko kapa, batez ere. Ikus 1. irudia).

Ionizazio-prozesua gerta dadin eguzkitiko energia zuzena behar denez, Lurreko alde ilunean (gaba deneko aldean) ez da horrelakorik gertatzen. Beste modu batez esanda, eguna denean gure gaineko atmosfera (80-400 Km) ionizatu egiten da, baina ilunabarrean "desagertzen" hasten da fenomeno hori, hurrengo egunsentian berriz "agertzeko".

* OZONO-KAPA.- Bizitzarentzat zeharo beharrezkoa. 20 km-tan hasi eta 35 km-taraino hedatzen da kapa hau (ikus 1. irudia), nahiz eta kasu batzutan 50-55 km-taraino hedatu ahal izan. Hau da, ESTRATOSFERAren barruan aurkitzen da, HOMOSFERAn beraz.

Kapa honetako Oxigeno-molekulek hiru atomo dauzkate (O_3) - hiru atomotako molekula hau berau da OZONO deitzen duguna - eta hau gertatzen da izpi ultramoreen eraginez. Era honetan:

O_2 + izpi ultramoreak = O_3 (ozono)

Beraz, ozono-kapak babestu egiten ditu Troposfera eta Biosfera (bizitza) izpi ultramoreetatik, berauek bertan gelditzen dira eta. Hementxe datza ozonoak bizitzarako daukan garrantzia. Bera ez balego gainazaleraino helduko lirateke izpi ultramoreak bakteriak eta animali ehunak erretzen. Bizitza ez litzateke posible izango, gaurkoan den moduan behintzat.

Bestetik, kapa honetan gertatzen den erreazioa da estratopausako tenperatura altua (ikus 1. irudia) azal dezakeena.

Ozono-edukirik handiena altuagoa dago latitude gutxiko lekuetan (48 Km) poloetan baino (35 Km).

KLIMATOLOGIA ETA METEOROLOGIA

Aurrera segitu aurretik komeni da klima eta eguraldi meteorologikoen arteko bereizketa egitea:

- Eguraldi meteorologikoa: leku eta une konkretu batetan atmosferak daukan egoera. Beraz, gauza puntuala da, denboran zein espazioan. Eguraldi meteorologikoa: leku eta une konkretu batetan atmosferak daukan egoera. Beraz, gauza puntuala da, denboran zein espazioan. Eguraldi meteorologikoaren azterketa METEOROLOGIAren helburua da.

- Klima: lurralde batetako klima horko atmosferaren egoera karakteristikoa da, urte askotako datuetatik aterata. KLIMATOLOGIAk aztertzen ditu klima desberdinak.

Hau honela, lurralde zabal bati dagokion klima ezagutzeko, bertako eguraldi meteorologikoen aldaketak ezagutu behar ditugu.

Atmosferaren egoera "elementu meteorologikoek" definitzen digute. Elementuok (*) hauxek dira:

A - Airearen tenperatura
B - Presio atmosferikoa
D - Haizeak
E - Hezetasuna

Hauek ezagunak izanda, eguraldi meteorologikoa ezagutzeko eran gaude, eta ez bakarrik horizontalean (neurtoki desberdinetako datuen bidez), baizik eta bertikalean ere, honetarako globoetaz baliatuz.

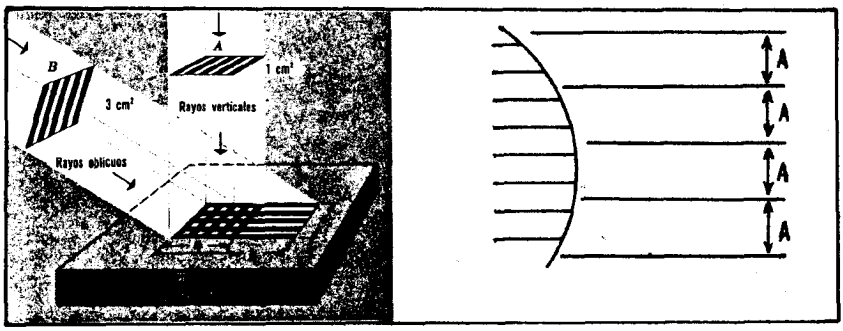
Banan banan ikusiko ditugu:

A- TENPERATURA

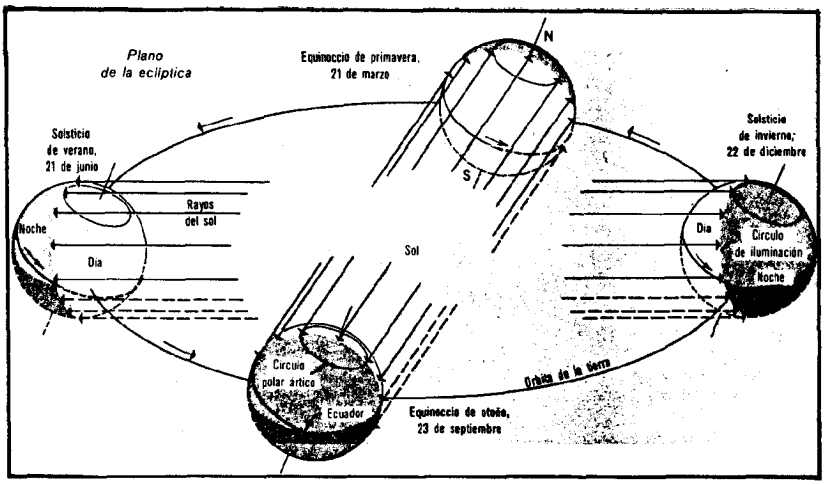
Lehenago esan dugunez, eguzkia etengabe ari da beroa (energia) igortzen. Lurreraino ere heltzen da energia hori, baina kantitatez ez da berdina gertatzen leku guztietan. Hau dela eta, EGUZKIZTAPENA definitu behar: azal batek hartzen duen eguzki-energia. Eguzkiztapena faktore batzuren menpean dago:

a) Eguzki-izpien lurreratze-angelua.- 3. irudian ikusten denez, eguzkiztapena aldatuz doa lurreratze-angeluarekin (zenbat eta zeiharrago jo argizpiek bero gutxiago cm^2-ko), eta azken hau latitudearekin. Udako solstizioan (Ekainak 21-22) eguzkiztapen gehiena Kantzerreko tropikoan dago ($\alpha = 90°$) eta negukoan (Abenduak 22-23) Kaprikorniokoan ($\alpha = 90°$). Ekinozioetan, ostera, Ekuadorean ($\alpha = 90°$) (4. irudia).

(*): Elementu horiek zenbakitan ematen dira, horretarako tresna egokiak (termometroa, barometroa, anemometroa, higrometroa, plubiometroa...) erabiliz. Tresna horiek guztiok batera daudenean leku berean "neurtokia" dela esaten dugu. Hala ere, Euskal Herriko neurtoki-sarea oso pobrea da eguraldi meteorologiko eta klimak zehaztu ezinik.



3.irudia: leku batetako eguzkiztapena aldatuz doa latitudearekin.



4.irudia: Lurraren parada desberdinak eguzkiaren inguruko orbitan.

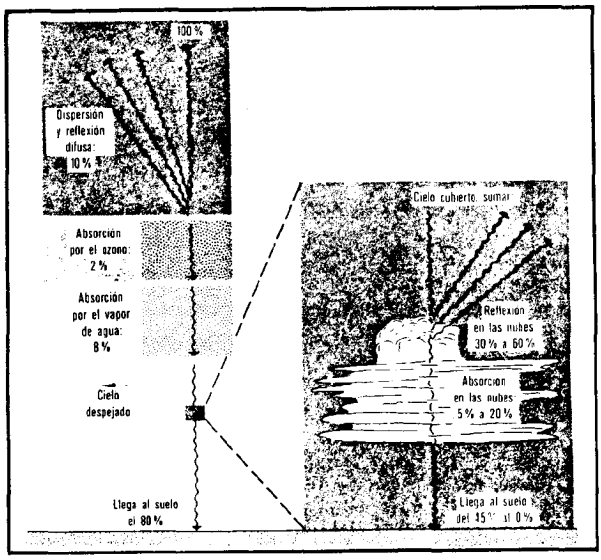
Latitudearen arabera, honela banatzen da urteko batezbesteko eguzkiztapena:

0°-tan : 380 kaloria/eguna/cm^2
20°-tan : 420 kaloria/eguna/cm^2
40°-tan : 300 kaloria/eguna/cm^2
60°-tan : 200 kaloria/eguna/cm^2

b) Izpiek jotzen dirauten denbora.- Honetan kontutan hartu behar da eguna/gaba erlazioa. Izan ere, eguna luzeagoa denean denbora gehiago egongo dira izpiak jotzen. Gure hemisferioan eguna luzeagoa da udako solstizioan negukoan baino, beraz gureganaino heltzen den energia handiagoa izaten da udan.

d) Atmosferan gertatzen den bero-galtzea.- Atmosferan gertatzen den bero-galtzea ere kontutan hartzekoa da. 150 Km-tako altueran erradiazioaren espektroak ia-ia hasierako energiaren 100%-a dauka, baina hortik beherantza pasatzean energia galduz, desbideratuz doa. 90 km-tako altuerara heltzean X izpiak (ia-ia denak) eta ultramoreak (parte bat) absorbituta gelditu dira, ionizazio-prozesuetan seguruen. Atmosferako kaparik dentsoenetara sartzean (Homosferako behekaldea) gas-molekulek desbideratu egiten dituzte izpi ikuskorren arteko laburrenak, eta azken hauek, nagusiro, urdinak direnez, hortik dator guk zerua urdina ikustearen arrazoia. Gertaera hau RAYLEIGH-en SAKABANAKETA izendatzen dugu. Ozono-kapan ere egoten da desbideratzea, izpi ultramoreena hain zuzen. Troposferako hauts-partikuletan, CO_2-tan eta ur-lurrunean ere berdin, kasu honetan izpi infragorriak izanik. Hau honela, uhin gorriak (ikuskorren arteko luzeenak) eta infragorriak (ikustezinak) dira lurreraino zuzenago heltzen direnak.

Orain arte esandakoa 5.irudian ikus daiteke.



5.irudia: Eguzki-energiaren galtzea atmosferan.

Bertan azaltzen denez, energia gehiago heltzen da gureganaino egun argitsuetan, besteetan baino; izan ere, hodeiek nahiko energia isladatzen dute, abioi batetik ondo ikusten denez.

Honaino, eguzkiztapena aipatu dugu. Tenperaturak, ostera, beste esangura dauka: zenbat bero dagoen esaten digu. Guztiok dakigunez, oso egun euritsu eta ilun tsu gerta daiteke eta, hala ere, berotsu, edota alderantziz. Honetan nabaritzen da eguzkiztapena eta tenperatura bi gauza desberdinak direla. Izan ere, tenperaturan eguzkiztapenak ezezik beste faktore batzuk hartzen dute parte:

- haizeek batetik bestera beroa edo hotza eramaten.
- itsas-korronteek berdin.
- albedoa, hau da, lurrak isladatzen duen energia. Gainera, lurreko tenperatur aldaketak (berotu-hoztu) azkoz ere gogorragoak eta arinagoak izaten dira itsasokoak baino.

Itsas-korronteak eta haizeak dira, nagusiro, beroa garraiatzen dutenak, alde beroetatik alde hotzetara, honela oreka termikoa bilatu nahiean.

B- PRESIO ATMOSFERIKOA

Lehenago agertu dugu atmosferaren dinamika orokorra aipatzean.

D- HAIZEAK

Haizeen zirkulazioa: Lurreko atmosferan gertatzen diren berotze-hozte fenomenoak uniformeak ez direnez, presioaren banaketa horizontala desberdina da. Eta presio-diferentzia hau berau da, hain zuzen ere, airea mugituerazten duena, presio altuko aldeetatik presio baxuko aldeetara. Airea mugitzen denean beroa leku batetik bestera doa eta horrela bero-elkarraldatzea gertatzen da. Hau oso garrantzi handikoa da klimak aztertzerakoan. Era berean, airea mugitzen denean ur-lurruna ere garraiatzen du, eta hau ere kontutan hartzekoa da klimen arazoan.

Itsas-mailako presioa = 760 mm Hg = 1013 mb

- Zona batetako presioak (*) handiagoak badira (1040 mb-taraino heltzen dira): PRESIO ALTUAK. Presio altuko guneak ANTIZIKLOIAK deitzen ditugu.

- Zona batetako presioak txikiagoak badira (982 mb-taraino): PRESIO BAXUAK. Presio baxuko guneak ZIKLOIAK esaten ditugu.

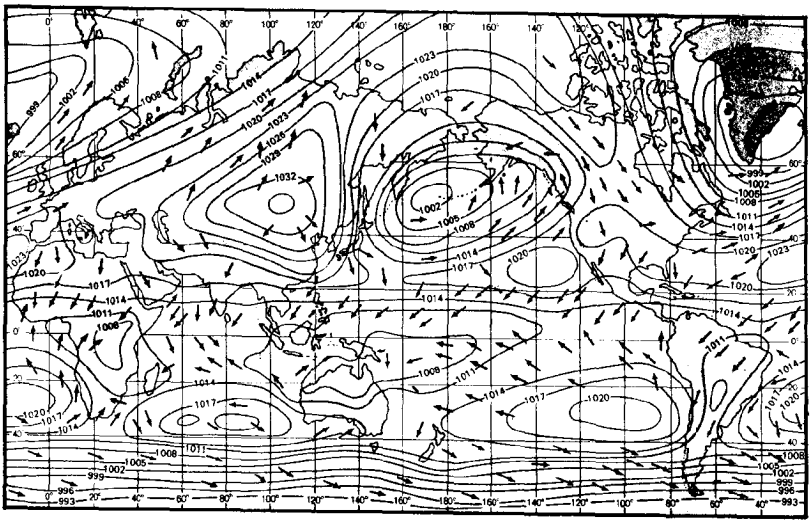
Presioen banaketa ISOBARA delakoen bidez adierazten da. ISOBARA: presio berdineko lekuak lotzen dituen lerroa. 6. eta 7. irudietan ikusten denez, ekuador aldeko presioak normala baino apur bat baxuagoak izaten dira. Horrexegatik esaten da "sakongune ekuatoriala". Bestetik, sakongune horren inguruan, eta hemisferio biotan (30° inguruko latitudean), presio altuko alde bi azaltzen dira "gerriko azpi-tropikalak" izenekoak. Haizeak, beraz, gerriko hauetatik ekuador alderantz abiatzen dira, hauxek dira ALISIOAK izenekoak.

Hego hemisferioan oso ondo nabaritzen dira presio ezberdinetako gerrikoak, baina ez iparrean. Honen arrazoia ipar hemisferioan aurkitzen diren lehorralde zabalek (Ipar Amerika eta Europa-Asia) daukaten kontrolean topatu behar da. Lehorraldean eta itsasaldean kontrako presio-guneak izaten dira. Udan, esate baterako, lehorraldea gehiago berotzen da inguruko itsasaldea baino, eta presio baxuko gune bihurtzen da (Asia eta Groenlandia), itsasaldean presio altukoak diren bitartean (Hawaii-ko antizikloia Pazifikon, eta Azoreetakoa Atlantikon). Neguan, ostera, alderantziz gertatzen da: presio baxuko guneak itsasaldean (Aleutianetako sakongunea Pazifikon, eta Islandiakoa Atlantikon) eta presio altukoak lehorraldean (Siberiako antizikloia eta Kanadakoa).

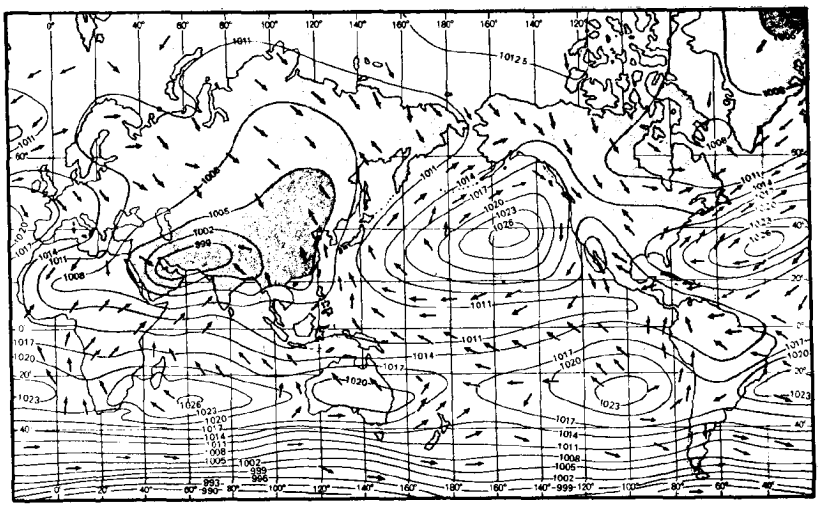
"Haizeak/Presioa" erlazioa: 8.irudian presio altuko gune bateko isobaramapa azaltzen da. Ikusten denez, presioa gutxituz doa gunetik hasita eta edozein direziotan. Gutxitze hori da PRESIO-GRADIENTEA deitzen duguna, eta ikurren bidez seinalatzen da, ikurrok isobaren perpendikularrak izanik

- isobarak elkarren hurbil daudenean: gradiente altua
- isobarak elkarren urrun daudenean: gradiente baxua

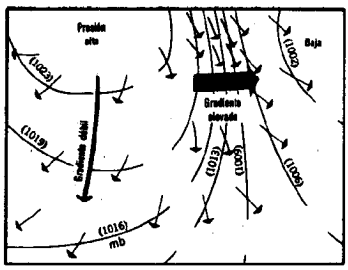
(*) Presioa altuerarekin aldatuz doanez, eta barometroak altuera desberdinetan daudenez, berauek emandako baloreak "zuzendu" egin behar izaten dira, guztiak kota berean izango bailiren. Itsas-maila hartzen da erreferentziatzat.



6. irudia : Presio atmosferikoen banaketa URTARRILEAN.
Haize nagusien direkzioak ere adierazten dira.



7. irudia : Presio atmosferikoen banaketa UZTAILEAN.
Haize nagusien direkzioak ere adierazten dira.



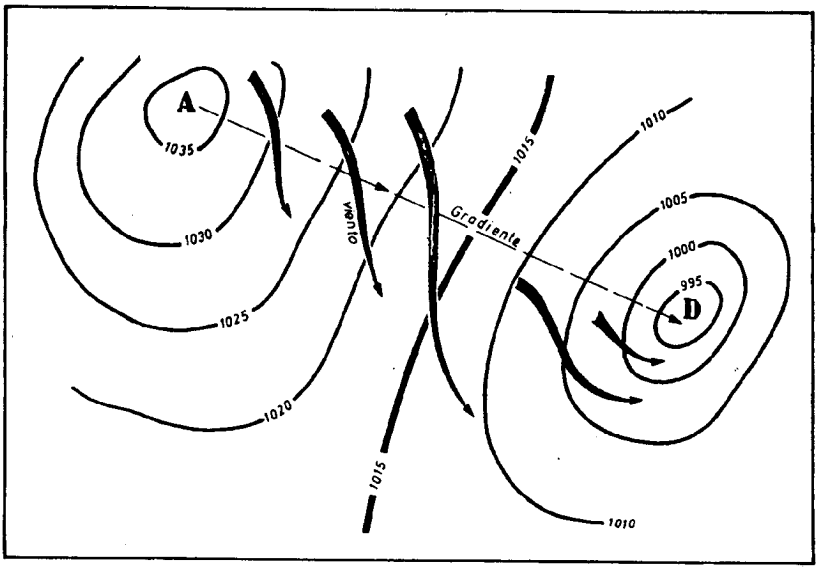
8. irudia.- Presio-gradientearen indarra da airea bultzatzen duena.

Presio-gradientearen indarra da airea bultzatzen duena (presio altuko guneetatik presio baxukoetara): HAIZEA

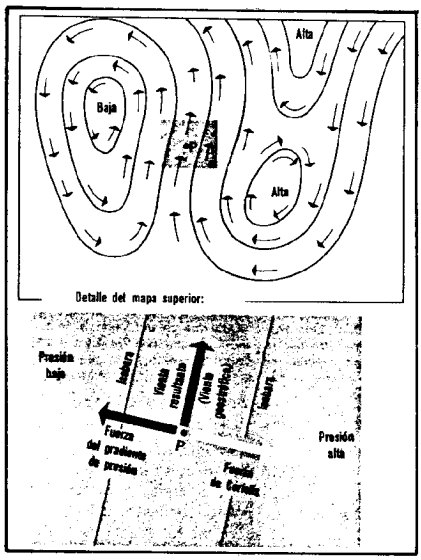
- gradiente altua denean: haize gogorrak
- gradiente baxua denean: haize bigunak

Coriolis-en indarra: Lurran errotaziorik ez balego, haizeek presio-gradientearen direzioa jarraituko lukete. Baina errotazioak indar bat sortzen du (Coriolis-en indarra), haizeak "desbideratzen" dituena. Indar honek zelan jokatzen duen, Ferrel-en legeak adierazten du: "Ipar hemisferioan horizontalean mugitzen den edozein gorputz (solido, likido zein gasa) eskumarantz desbideratua izaten da". Hego hemisferioan gauza bera, baina ezkerrerantz. Coriolis-en indarra nuloa da ekuadorean eta gehituz doa poloaldeetarantz (9. irudia).

Hau honela, bi indarrek mugatzen dute haizearen direzioa: presio-gradientearena eta Coriolis-ena. Bi indar hauek konpensatzen direnean haizea isobaren paraleloa gertatzen da (10. irudia), eta kasu honetan "haize geostrofikoa" dela esaten zaio horri. Haize-mota hau berau da Troposferako goiko mailetan dagoena, eta gainazaleko goiko latitudeetan ere egon beharko litzatekeena, bertan Coriolis-en indarra handiagoa delako. Hala ere, hego hemisferioan honela izan arren, gutxi gorabehera (ikus 6 eta 7. irudiak), iparrean ez da hori gertatzen. Arrazoia ur/lur erlazioan aurkitzen dugu; izan ere, iparrean lurasko dagoenez, beronekiko marruskadura gainditu behar du haizeak, eta ondorioz bere bidea zeiharkatu.



9. irudia.- Ipar hemisferioko gainazaleko haizeen desbiderapena.



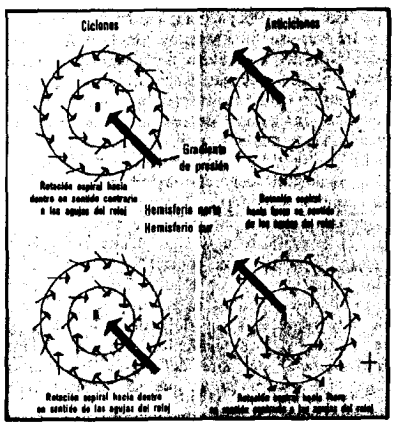
10. irudia.- Goiko mailetako haizeak geostrofikoak izaten dira.

Zikloi-antizikloiak: Lehenago esan dugunez

ZIKLOIA = presio baxuko guneak
ANTIZIKLOIA = presio altuko guneak

Zelan mugitzen diren haizeak horietan 11.irudian seinalatzen da.

Ikusten denez, zikloietan (hegoan zein iparrean) haizeak barrurantza abiatzen dira (aire konbergentea), eta ondorioz igon egin behar dute hodeitasuna probokatuz. Antizikloietan, ostera, airea dibergentea da, hondoratze bat gertatzen delarik (goitik "jausi" behar da aire berria, "joan" denak utzi duen tokia betetzeko).



11. irudia.- Haizeen mugimendua zikloi eta antizikloietan.

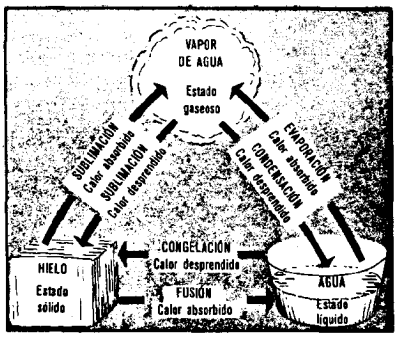
Orain arte esan dugunez, aire-masak mugitu egiten dira batetik bestera Troposferan zehar, mugitu eta elkarren kontra jo ere bai. Tenperatura desberdinetako masa bi (edo gehiago) batzen direnean FRONTEA daukagu.

FRONTEA: aire-masa desberdin bi separatzen dituen lerroa.

Kasu honetan, aire-masa hotza "jaitsi" egiten da, dentsoagoa delako, aire-masa beroa igon erazi egiten duelarik.

Fronteak ugari gertatzen dira, erdiko latitudeetako aldeetan, batez ere, bertan poloetatik datozen aire-masa hotzak eta ekuadoretiko beroak batu egiten baitira.

E- HEZETASUNA



12. irudia.- Uraren hiru egoerak.

Hezetasuna, Hodeiak, Prezipitazioa

Ura hiru egoeratan agertu daiteke

- izoztuta (solidoa)
- likidoa
- gasa (ur-lurruna)

Meteorologian garrantzi handikoak dira 12. irudian azaldutako erreazioetan gertatzen diren bero-elkarraldatzeak. Esate baterako, ura lurruntzean (likikotik gasara) beroa metatuta, pilatuta geratzen da ur-lurrunean (bero latentea) eta ondorioz, geratzen den uretako tenperatura jaitsi egiten da.

1 gr. ur lurruntzean 600 kaloria metatzen dira ur-lurrunean (lurrunketako bero latentea). Kondensatzean gauza bera, baina alderantziz. 1 gr. ur izoztean 80 kaloria askatzen dira. Fusioan (urtzean) gauza bera, baina alderantziz (urtzeko bero latentea). Sublimazioan (batean zein bestean) askatutako/metatutako beroa handiagoa da, zeren eta kasu honetan "saltoa" (solidotik gasara) handiagoa baita.

Hezetasuna:"Atmosferako ur-lurrunaren kantitatea" adierazten du parametro honek. Tenperatura bakoitzean ba dago hezetasun-muga bat, "SATURAZIO-PUNTUA" deitzen duguna; hortik gorako hezetasunik ezin da egon tenperatura horretan.

$$\frac{\text{Atmosferako ur-lurrunaren kantitatea (1)}}{\text{Tenperatura horretan egon litekeen gehiena (2)}} = \text{HEZETASUN ERLATIBOA}$$

(1) = hezetasun absolutoa
(2) = saturazio-puntua

Saturazio-puntuan hezetasun erlatiboa 100% da, jakina. Baina hezetasun erlatiboa aldatu egin daiteke bi kausarengatik:

.- ur-masa bat lurruntzen dagoenean inguruko hezetasun erlatiboa gehitu egiten da.

.- nahiz eta lurrunketarik ez egon, tenperatura jaisten bada hezetasun erlatiboa gehitu egiten da. Hau normala da, zeren eta tenperatura jaistean "saturazio-puntua" ere jaitsi egiten baita. Era berean, tenperatura gehitzean hezetasun erlatiboa gutxitu egiten da. Aireko tenperatura asko jaisten bada arinago helduko da saturazio-puntura eta kondensazioa gertatuko da (ihintza = garoa). Saturazio-puntuari dagokion tenperatura kritikoa "ihintz-puntua" esaten dugu. Hortik beherako tenperaturetan kondentsazioa gertatzen da.

Hezetasun absolutoa: Atmosferan dagoen ur-lurrunaren kantitatea (absolutoa) da, edo beste era batez esanda: "aire-bolumen ezagun batean dagoen ur-lurrunaren masa". Hezetasun absolutoa gramo/m^3-tan neurtzen da. Parametro hau ezagutzea garrantzi handikoa da, prezipitaziorako zenbat ur dagoen esaten baitigu.

Aire-masak mugitu egiten direnez, gorantza eta beherantza, bolumen aldaketak gertatzen dira (hedapenak-konpresioak). Horrexegatik, masa mugikor bati dagokion hezetasun absolutoa ez da iraunkorra, konstantea, izaten. Hau dela eta, beste parametro bat erabili ohi da:

$$\text{HEZETASUN ESPEZIFIKOA} = \frac{\text{Ur-lurrunaren masa}}{\text{Aire hezearen masa (ur-lurruna duena)}} = \text{gr/Kg.}$$

Era honetan, aire-masa bat mugitzen denean (bolumena hedatzen edo konprimitzen), eta suposatuta mugimendu horretan ez duela bere hezetasuna aldatzen, hezetasun espezifikoa iraunkorra, konstantea, geratzen da.

Hezetasunaren neurketa:

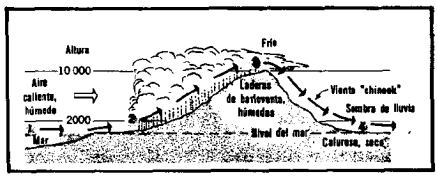
Higrometroa - momentuko hezetasun erlatiboa adierazten du.
Higrografoa - etengabeko hezetasun erlatiboa adierazten du grafiko batez.

Kondensazioa: Prezipitazioa (euria, elurra, txingorra), tenperatura jaisten denean (ihintz—puntuz behera) gertatzen da. Eta NOIZ gertatzen da hori?. Gerta dadin, aire-masa IGON egin behar da. Igotean tenperatura gutxituz doa, hoztuz, zeren eta aire-masaren bolumena handitu egiten denez molekulek ez baitute elkarren artean hain erraz talka (txoke) egiten.

Zein da, bada, igoteko bidea?. Hiru bide aipa daitezke aire-masen igotzea azaltzeko:

1.- KONBEKZIOZ: Hau da, airea zenbat eta beroago, gorago doa (pisu gutxiago duelako inguruko aire hotzagoa baino). Gorago joatean hoztu egiten da eta prezipitazioa gerta daiteke. Hauxe izaten da udako txaparraden kasua.

2.- OROGRAFIKOA: Hau da, mendiek mugatzen dutena. Euskal Herrian hauen eragina nabarmena da. Ikusi baino ez dago Bizkaia/Gipuzkoan (barlovento) dagoen prezipitazioa eta Araban (sotavento) dagoena. Pentsa haize nagusiak NW-tik, Kantauritik, datozela.



13. irudia.- Jatorriz orografikoa den euria.

3.- ZIKLONIKOA: Lehen azaldu denez, zikloietan haizeak konbergenteak dira barrurantz, eta ondorioz, haizeak IGON egin behar dira.

Hodeiak: Oso ur-tanta txikien (0,002 mm-tatik 0,006 mm-tara) multzoak dira hodeiak. Tanta txiki horiek era daitezen partikula miskroskopikoak egon behar dira (hautsa, esate baterako) nukleo edo gune bezala egin dezaten, eta honelako partikulak ugari azaltzen dira atmosferan.

Ura oso kantitate txikian agertzen denean likido moduan egon daiteke nahiz eta tenperatura izozte-puntutik beherakoa izan.

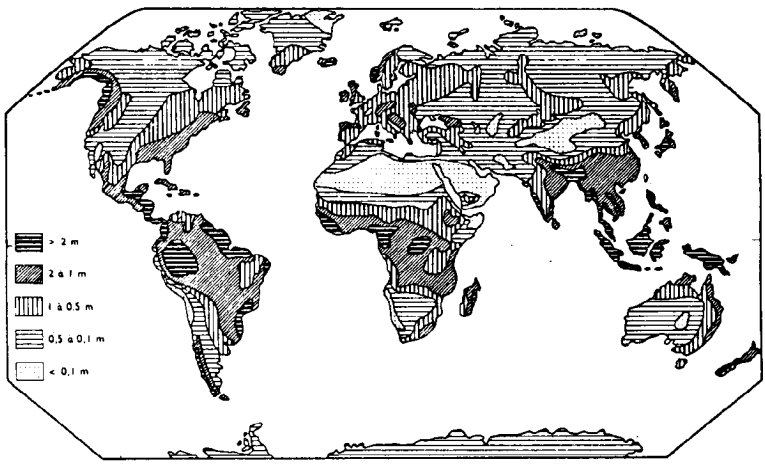
0°—-12°C : hodeietan ur-tanta txiki-txikiak daude.
-12°—-30°C : ur-tanta txikiak eta izotz kristalak nahastuta daude.
-30°—-40°C : izotz-kristalak nagusi.
-40°—behera: hodeietan izotz-kristalak baino ez daude.

Hodeien sailkapena:

- forma kontutan hartuta:
  - ESTRATIFORMEAK: era tabularra daukate (luzeagoak lodiak baino).
  - KUMULIFORMEAK: era globularra (lodiagoak luzeak baino).
- Altura kontutan hartuta:
  - zirroak: altura handienetakoak (zirroestratoak/zirrokumuloak) 6.000 metrotatik 12.000 metrotara. Izotz-kristalez beteta.
  - altoestratoak/altokumuloak: 2.000 m - 6.000 m.
  - estratoak/nimboestratoak/estratokumuloak: lurretik 2.000 metrotara. Lurraren parean daudenean: lainoa.

Prezipitazio-motak : Hodei baten barruan kondensazioa oso arin gertatzen denean prezipitazioa dator.

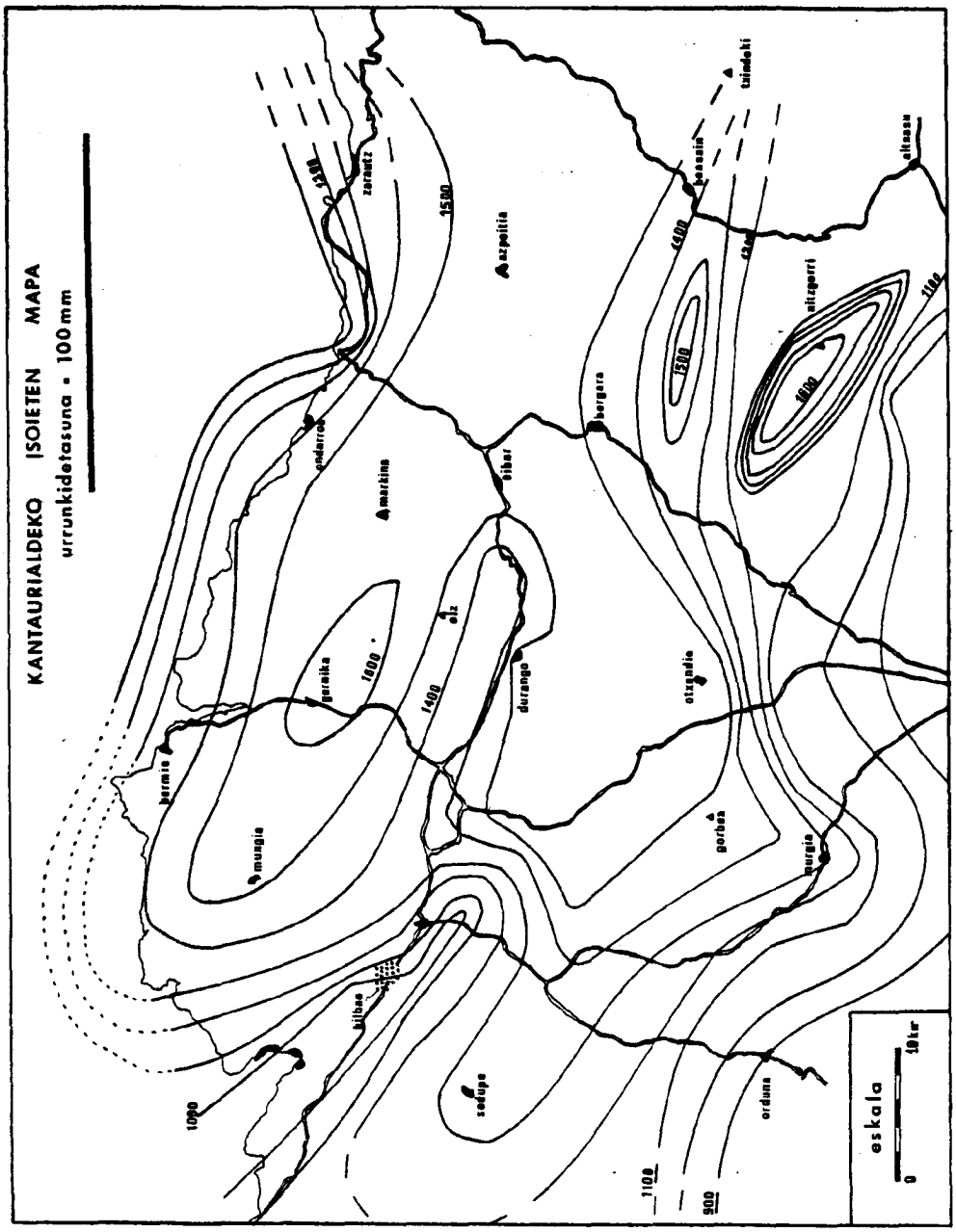
- Euria: tamaina txikiko tantak tamaina handiagoko tantatan batzen dira. Honela pisua gehituz doanez, "jausi" egiten dira. Jausten deneko lurreko tenperatura oso baxua bada, ura izoztu egiten da bertan: antzigarra.
- Elurra: izotz-kristalak dira jausten direnak.
- Txingorra: izotz-zati oso handiak dira. Txingorra forma dadin goranzko aire-korronte oso gogorrak egon behar dira. Era honetan ur-tantak gorantza garraiatuak izaten dira eta bertan izoztuak ere. Aire-korronteak gogorrak direnez ez dituzte izotz-kristalak jausten uzten, eta berauek elkarren artean batzean handituz doaz tamainaz (eta pisuz) jausi arte.



14. irudia.- Munduko prezipitazioen banaketa.

(Oharra: ez ditugu hemen sartzen klimen banaketarako dauden erizpideak -KOPPEN-en sailkapena, kasuz-. Hortarako bibliografiara jo).

15. irudia.- Kantaurialdeko isoieten mapa. Isoieta: prezipitazio berdina daukaten puntuak batzen dituen lerroa.



HIZTEGIA

ANIMALI EHUN = tejido animal, tissu animale.

EDUKI = contenido, contenu.

EGUZKIZTAPEN = insolación, insolation.

GERRIKO = cinturón, ceinturon.

GUNE = núcleo, noyau.

HEDAPEN = expansión, dilatation.

HEZETASUN = humedad, humidité.

IHINTZ = rocío, rosée.

IKUSKOR = visible, visible.

INFRAGORRI = infrarrojo, infrarouge.

ISOLAKOR = aislante, isolant.

IZPI = rayo, rayon.

JAURTIKIALDI = erupción, éruption.

LURRUN (DU) = evaporar, évaporer.

LURRUNKETA = evaporación, évaporation.

MARRUSKADURA = rozamiento, frottement.

SAKABANAKETA = dispersión, dispersion.

SAKONGUNE = depresión, dépresion.

ULTRAMORE = ultravioleta, ultraviolet.

UR-LURRUN = vapor de agua, vapeur de l'eau.

XURGA (TU) = absorber, absorber.

BIBLIOGRAFIA

ANTICH, I. (1950).- "Climatología". Omega argitaletxea. Barcelona.

ANTIGÜEDAD, I. (1980).- "Arratia arroko klimatologia". Elhuyar, z° 23, 13-38 orr. Donostia.

DE MARTONNE, E. (1964).- "Tratado de Geografía Física". Juventud argitaletxea.

DURAND-DASTES, F. (1972).- "Climatología". Ariel argitaletxea.

STRAHLER, A.N. (1979).- "Geografía Física". Ometa argitaletxea. Barcelona. 767 orr.

TALDE-LANEAN (1980).- "Irurtzun projektua". Udako Euskal Unibertsitatea. 236 orr. Iruñea.

(Oharra: geologia edota geografiazko liburu askotan ere azaltzen da klimatologiari buruzko gairik).

5.3. ZIKLO HIDROLOGIKOA.

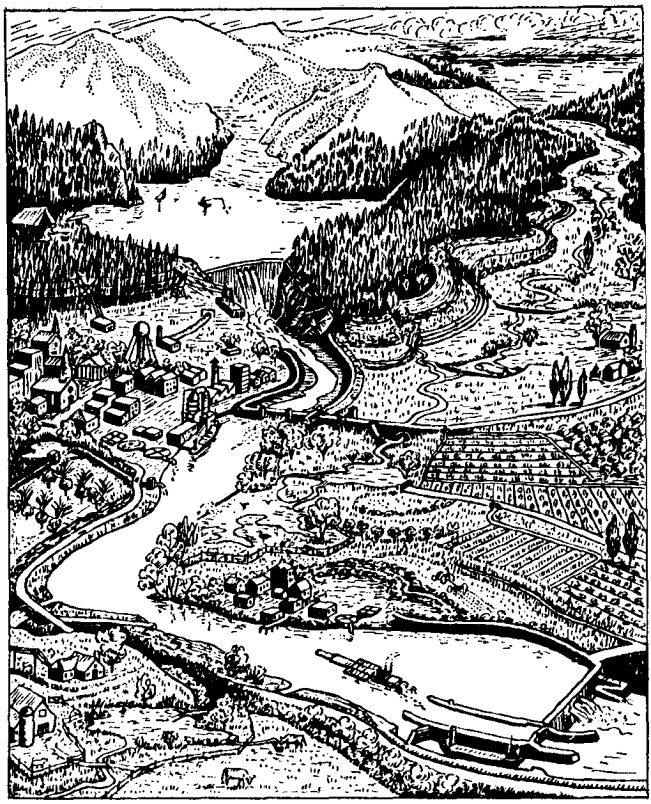
Uraren zikloa
Balantzeko faktoreak
Ura lurpean

MULTZO KARSTIKOA.

Karst
Disoluzioaren mekanismoa
Multzo karstikoa

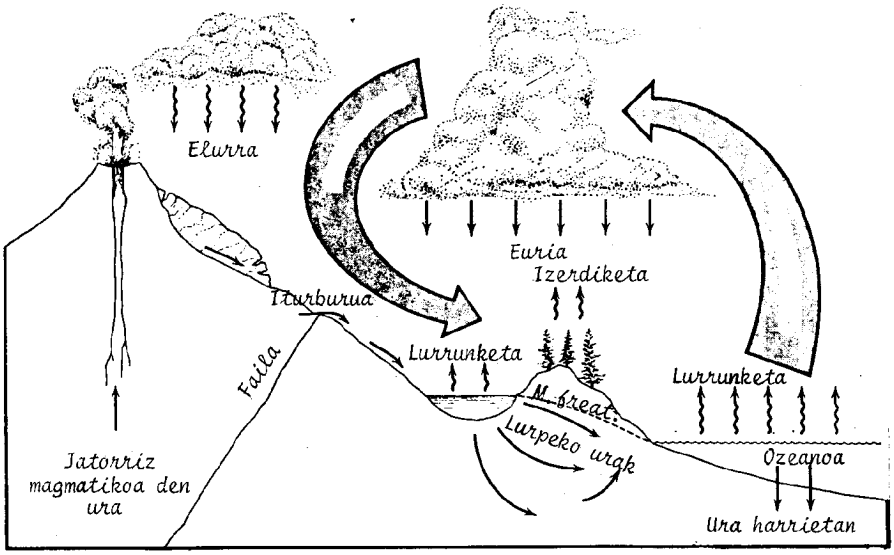


ZIKLO HIDROLOGIKOA. LURPEKO HIDROLOGIA (HIDROGEOLOGIA).



Naturan urak ziklo bat osotzen du. Alde batetik, ozeano, laku eta ibaietako ura lurruntzean atmosferara iragaten da gas moduan (ur-lurruna), eta fenomeno horri *LURRUNKETA* (L) esaten diogu. Bestetik, atmosferako ur-lurrun hori kondensatzean likido bihurtzen da eta lurrerantza jausi ere. Lurreraino heltzen den ur-kantitatea *PREZIPITAZIOA* (P) esaten dugu. Lurrera helduta, prezipitazioko urak bide desberdinak har ditzake: parte bat sartu, iragazi egiten da lurrean behera, eta hori da *IRAGAZKETA* (I); beste parte bat, eta eguzkitiko

energia dela medio, lurrundu egiten da, baina lurrunketa hau landareen izerdiketarekin batera gertatu ohi denez, oso gaitza izaten da elkarretik bereiztea eta izen bakar batez ezagutzen dira gertaera biak: *IZERDI-LURRUNKETA* (I_L); azkenez, ba dago beste parte bat iragazi gabe eta lurrundu gabe aldapaz behera isurtzen dena erreka edo ibai baten bila, berori da *LURGAINEKO ISURKETA* (L_i) deitzen duguna.



1. irudia: ZIKLO HIDROLOGIKOA.

Ziklo guztietan gertatzen den bezalaxe, hemen ere egon behar da berdintasuna "irabazi" eta "galdu" egindako uren artekoa, hain zuzen ere. Berdintasun hori ekuazio baten bidez adieraz dezakegu: URAREN BALANTZEA (*).

$$P = I_L + I + L_i$$

.....

(*) Gehienetan balantzearen termino guztiak "milimetrotan"(mm) azaltzen dira.

Egia esan, ekuazio hori ez da zuzena ur-kantitate batzu falta dira eta. Hona hemen zeintzu diren (ikus 1. irudia):

.- Euria gertatzen denean prezipitazio-parte bat ur-azaletan (ibaietan, lakuetan, itsasoan) jausten da zuzen-zuzenean, beraz, ez dago goiko balantzeko terminoetan adierazita. Ur-azalak azalera handikoak direnean kontutan hartzekoa da termino hau.

.- Diagenesi-prozesuetan, hau da, sedimentazio-arroan (itsasoan,nagusiro) sedimentuak harri bihurtzen direnetako prozesuetan, ur-kantitate bat sartu egiten da minerale batzuren barnegituran (minerale ur-dunak). Arazo hau aipagarri gertatzen da buztinen kasuan.
Kontrakoa ere izaten da, hots, jaurtikaldi bolkanikoetan ur-kantitate bat (ur-lurrun erara) kanporatzen da (ziklo hidrologikora sartzen da) lurbarnean diren minerale ur-dunen urtzeagatik. *Adibide moduan hauxe dakarkigu: 1000 metrotako lodiera daukan granito batek urtzean 25 litro/minuto/10 Km^2-ko ura bota dezake milioi bat urtetan zehar.*

.- Ba dago egon beste parte bat, batzuk "iragazketa" moduan hartzen dutena baina ez dena. Izan ere, *IRAGAZKETA* diogunean, ez lurrean sartzen den ura baizik eta lurbarnerantza abiatzen dena (akuiferoetarantza) eta lurpeko bidea egin ondoren beste nondikbait ateratzen dena,horixe da "iragazketa" esaten duguna. Lurrean sartzen den ura baino lurbarnerantz abiatzen ez dena, LURREKO HEZETASUNA da; ur-kantitate hori goikaldeko metro gutxi batzutan geratzen da "gordeta" eta Pedogenesian (edo Edafogenesian), hau da,lurtzoruen eraketan, hartzen du parte.

Hala ere, lehen emandako ekuazioa erabiliko dugu nagusiro, azkenean adierazitako kantitate hauek ez baitira garrantzi handikoak gertatzen balantze orokorrean (?).

BALANTZEKO TERMINOEN BANAKETAN PARTE HARTZEN DUTEN FAKTOREAK

1.- FAKTORE GEOLOGIKOAK:

a) *LITOLOGIA*: Lurrean azaltzen diren materiale guztiek ez daukate jokabide berdina uraren aurrean. Izan ere, honelako materialeak ager daitezke:

.- Iragazkorrak: ura ondo pasatzen uzten dutenak.

.- Iragazezinak: ura pasatzen uzten ez dutenak (I=0).

.-Iragazkaitzak: ura gutxi eta nekez pasatzen da hauetan zehar. Aurreko bien artekoak dira hauek.

Hemen "ura" aipatzen dugu baina, generalean, edozein jariogai (petrolioa, gasa...) izan liteke.

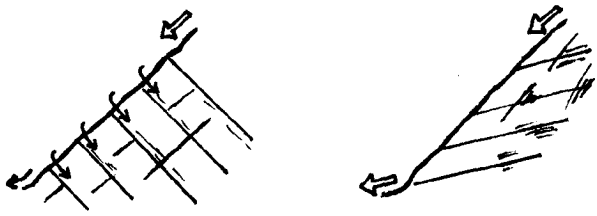
"Pasatzen"esaten dugunean urak goitik behera zeharkatzen duela materialea esan nahi dugu. Beraz, ura ez da bertan geratzen. Arazo hau aipagarria gertatzen da buztinetan. Izan ere, buztinek ur-kantitate handia gorde dezakete (puztu egiten dira) baina iragazezinak izaten dira, normalean, ura pasatzen uzten ez dutelako.

Materiale batek zein neurritan uzten duen ura pasatzen bere porositateak eta permeabilitateak mugatzen dute. Hauek geroxeago aztertuko ditugu.

b) ESTRUKTURA: Materialeen disposapenari dagokio. Zenbait gauza dira kontutan hartzekoak:

.- zartatze-dentsitatea: honek harrietan gertatzen diren zuloak, zartatuneak... mugatzen ditu. Era honetan uler daiteke hasieran iragazezina izandako materialea geroago, eta zartaketa gertatuta, iragazkor bihurtzea. Horregatik edozein harri-mota izan liteke iragazkorra zartatuta, apurtuta, egonez gero.

.- Zartatuneen norabidea: zartatuneek ez dute beti iragazketa laguntzen, batzutan oztopatu egiten dute. Honetarako zartatuneen norabidea ezezik, aldapena ere kontutan hartu behar.



I lagundu (zartatuneak geruzapen--azalak izan daitezke)

I oztopatu

2. irudia: Zartatuneek (frakturak) ez dute beti iragazketa laguntzen.

2.- TOPOGRAFIA (ERLIEBEA):

Batzutan gertatzen da materiale iragazkorretan zehar oso ur gutxi pa-

satzen dela, nahiz eta prezipitazioa ugari izan. Zelar ulertu?. Ba dago egon beste faktore bat: topografia edo erliebea.

Izan ere, topografia leuna denean (aldapa leunak) uraren abiadura txikiagoa izaten da iragazketa (I) laguntzen delarik (materialeek permititzen badute, jakina). Topografia gogorra denean (aldapa gogorrak) uraren abiadura handiagoa da eta lurgaineko isurketa (L_i) laguntzen da materialeak iragazkorrak izan arren.

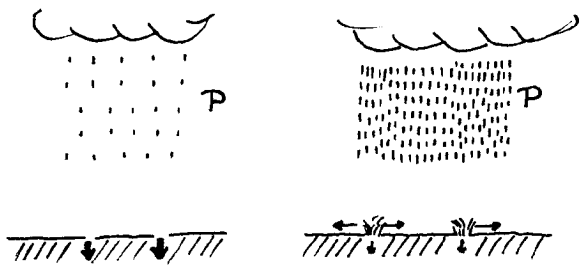


3. irudia: Erliebearen garrantzia uraren balantzean.

3.- KLIMA:

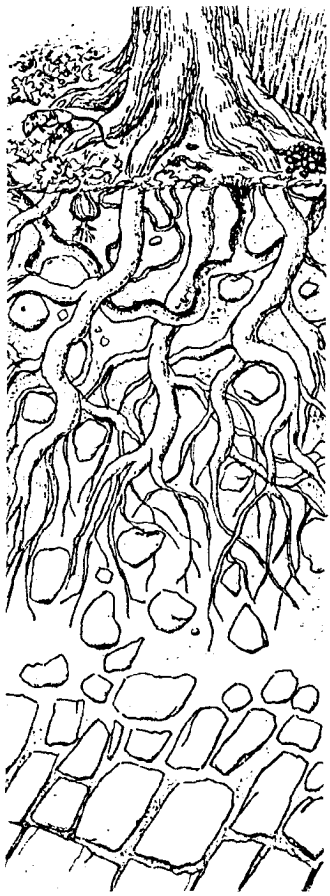
Begibistako da faktore honen garrantzia bera baita zenbat ur jausiko den (P) eta hortik atmosferara zenbat itzuliko den (I_L, azken batez landaretza ere klimaren ondorioa da eta) mugatzen duena.

Prezipitazio totala, hau da, leku batetan urtean zehar jausitako ur-kantitate osoa, baino askoz gehiago interesatzen zaigu berorren intentsitatea, hots, urtean zeharreko banaketa (hilero, esaterako), eta hau arrazoi xinple batengatik: Lurrean ura ez da, normalean, harrapaladan sartzen, pixkanaka-pixkanaka baizik. Lurreko materialeek ba daukate ura pasatzen uzteko gaitasun-gradu bat; hau dela eta, prezipitazioa astiro gertatzen den bitartean ura ondo iragazten da, baina arinago gertatzen bada, iragazketarako gaitasun-gradu hori txikia gerta daiteke eta dagoen ur guztia ezin sarturik aldapaz behera abiatu behar. Hortik dator intentsitatearen garrantzia.



4.irudia: Intentsitatea oso faktore garrantzitsua da.

4.- LANDARETZA:



5. irudia: Sustraien bidez zuhaitza ur-ponpa bezala da.

Landaretza aurrean aipatutako beste faktore guztien (litologia, topografia, klima) ondorioa izan arren aparte hartzen dugu berari zuzenean dagozkion zenbait gauza esan nahiean.

Landaretzak ur-balntzearen termino guztiak mugatzen ditu. Landaretzaren estrukturaren arabera (sustraia, zurtoina, ostoak...) gertatzen da izerdi-lurrunketa (I_L). Bestetik, aldapa batetan jarritako landaretzak iragazketa (I) laguntzen du aldapaz behera abiatzen den ura (L_i) oztopatuz, frenatuz.

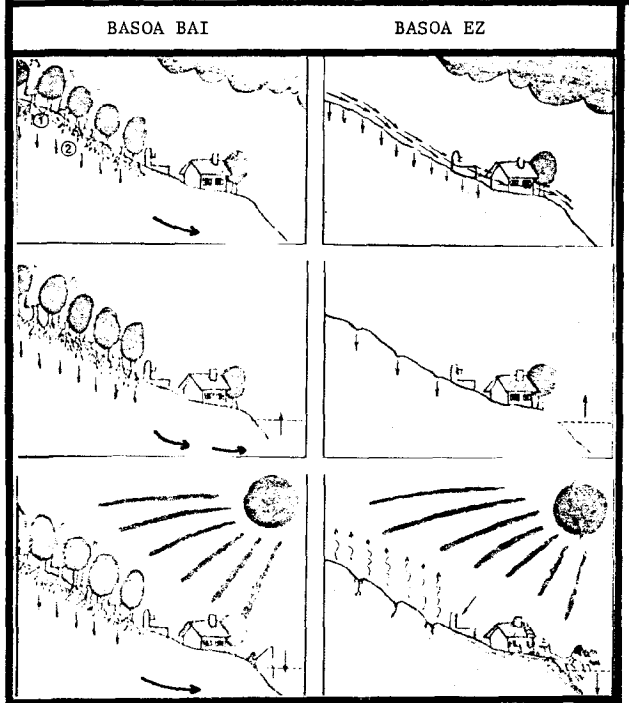


6. irudia: L_i oztopatuz I gehitu.

Orain arte uraren balantzean landaretzak daukan jokabidea nahiko ezezaguna izan bada ere, ikerketak egiten hasiak dira nonbait eta badirudi jokabide horrek oso garrantzi handikoa dela lekuko balantzeak egiteko momentuan (Tricart, 1981).

Euskal Herrian, ikuspuntu honetatik ere, arazo latza daukagu pinuena, hainbeste aldiz kendu-ipiniz ez baitakigu zein den horren eragina bertako ur-balantzean. Aztertu beharrekoa.

BASOA ETA URA : basoek galerazi egiten dituzte katastrofeak : uholdeak, inguru idorrak,..... 7. irudia

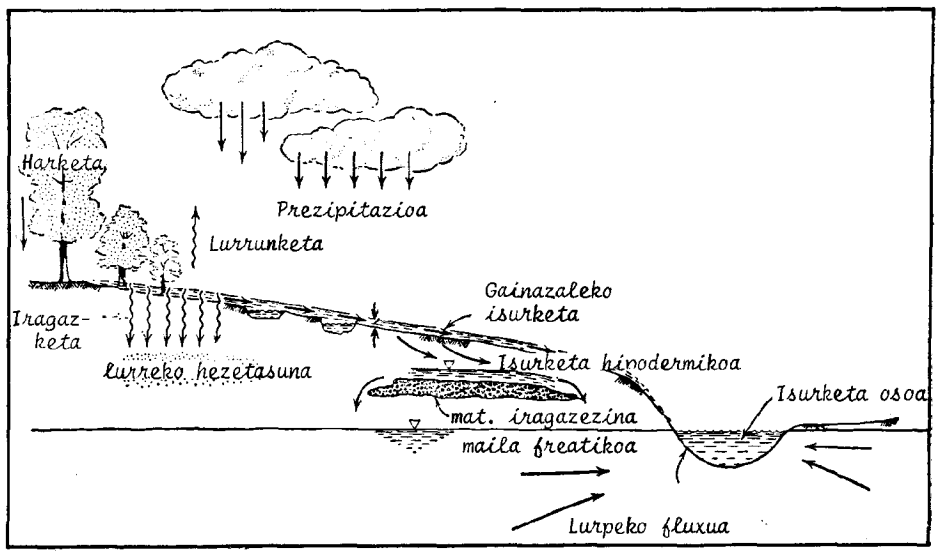


BASOA BAI :

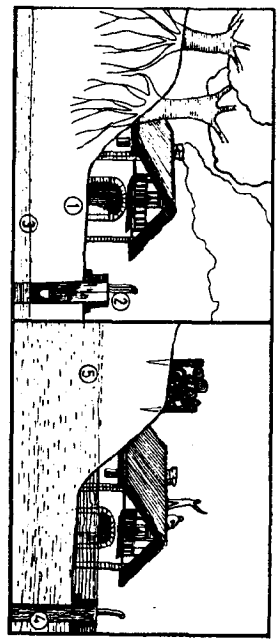
- euria bada, jausitako uraren parte haundi bat lurtzoruak gordetzen du. Ur hori astiro-astiro iragaziz doa lurpeko uren alderdira (akuiferora) ailegatu arte (2). Baso horren babesean dagoen lurtzoruaren estalkia aberatsa da humusez.(1)
- euria gertatu ondoren, lurpeko ura hibaiarantz abiatzen da gradualki. Era berean, hibai-maila goratu egiten da.
- Aste batzutako idortea gertatzen bada ere, oraindik lurtzoruko urak beheko uren alderdira pasatzen jarraitzen du. Ibai-maila beheratu egiten da oso astiro.

BASOA EZ :

- euria bada, lurtzorua oso arin saturatzen da urez. Honez gero jausten den ura ibaiarantz abiatzen da lurgainetik, inongo oztoporik gabe.
- euria gertatu ondoren, ibai-maila arinki goratzen da uholdeen arriskua izanik.
- aste batzutako idortea gertatu ondoren iturriak agortu egiten dira lurpeko uren maila beheratu delako. Ibai-maila, ere, agudo beheratzen da.



9. *irudia*: Isurketa-zikloaren eskema xinplea.
-Lurgaineko isurketa: gainazaletik abiatzen dena.
-Isurketa hipodermikoa: Lurtzoruan gertatzen den uraren albo-mugimendua (gainazaletik hurbil, baina lurbarnetik).



8. *irudia*: Material iragazkorretan basoko zuhaitzek gabera-zi egiten dituzte uren gorabehera handiak.

URA LURPEAN

Lurpeko uraren mugimendua faktore bik mugatzen dute: batetik, ura materialeetan zehar pasa dadin bide irekia (hutsuneak) egon beharra, eta, bestetik, solido-likido harremana, hau da, ura eta inguruko solidoen arteko erlazioa, zeinak ur-mota desberdinak mugatzen baititu.

POROSITATEA: materialeen ezaugarri hidrogeòlogikoak "porositate"-aren menpean daude. Izan ere, *porositatea (n) "harrian diren hutsuneen bolumen (V_h) eta harriaren beraren bolumen osoaren (V) arteko erlazioa da, ehunekotan (%) emanda".*

$$n = \frac{V_h}{V} \text{ (x 100)}$$

non:

n = porositatea

V_h = hutsuneek betetzen duten bolumena

V = harri osoak (solidoak + hutsuneak) betetzen duen bolumena.

baina: $V = V_h + V_s$ V_s = solidoek betetzen duten bolumena izanik.

V_h/V_s, hau da, hutsuneen bolumen (V_h) eta solidoen bolumenaren (V_s) arteko erlazioa *"poro-indizea"* (e) esaten dugu.

Beraz $n = \frac{V_h}{V} = \frac{V_h}{V_h+V_s}$ $\frac{1}{n} = \frac{V_h}{V_h} + \frac{V_s}{V_h}$

$$\frac{1}{n} = 1 + \frac{1}{e}$$

$$\boxed{n = \frac{e}{e+1}} \qquad \boxed{e = \frac{n}{1-n}}$$

Hala ere, harrietan diren hutsuneak ez dira bakar-bakarrik urez (likidoz) beterik egoten, eta gehienetan gasa ere agertzen da likidoz batera.

Harri bati dagokion porositatea *singenetikoa* izan daiteke, hots, harria formatu zeneko garai bereantxe gertatua (berau da harri detritikoen kasua), edo *postgenetikoa*, hau da, geroago sortua harriak jasan dituen gertaera (tolesketa, apurketa...) desberdinen eraginez. Beraz, hasieran hutsunerik izan ez duen harria (granitoa, kasuz) geroago, eta apurketa batez, esaterako, porositate handikoa izan daiteke. Era berean, hasieran porotsua izan dena (harearria, kasuz)

geroago hutsunerik gabeko bihur daiteke, zulo guztiak zementuz beterik geratzekotan.

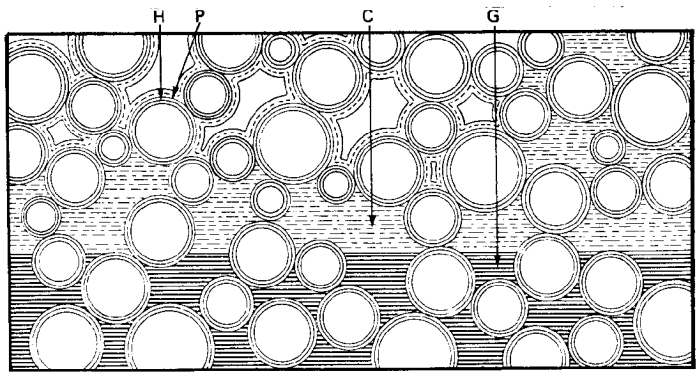
- *funtsezko porositatea: singenetikoa dena*
- *porositate sekundarioa: postgenetikoa dena.*

Solido-likido erlazioa

Lurbarnean den ura harremanetan dago inguruko materialeekin era desberdinetan:

a) *Gordetze-ura:*

* Ur higroskopikoa: bikorren azalean erantsita (indar elektromagnetikoz) dagoen ura. Ur higroskopiko honen bolumena oso txikia izaten da, hala ere, zaila gertatzen da ur hori askatzea, hortarako energia itzela behar da eta.



10. irudia: Lurbarneko ur-motak. H=higroskopikoa. P=pelikularra. C=kapilarra. G=grabifikoa.

* Ur pelikularra: bikorren azalean erantsita (gainazal-tentsioz) dagoen ura. Zentrifugapenaz aska daiteke.

b) *Ur kapilarra:*

Poroetatik igon daitekeena (kapilaritatez). Hau ere, zentrifugapenaz askatzen da.

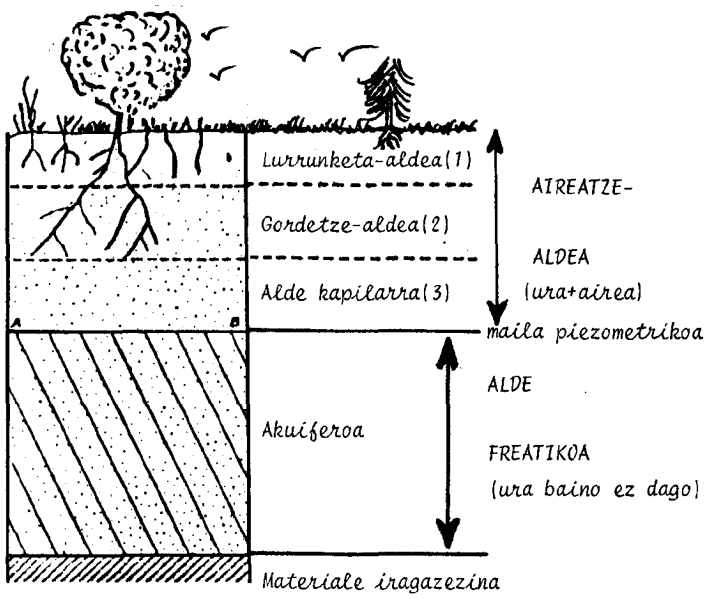
d) *Ur grabifikoa:*

Askeki ibiltzen den ura (grabitatez). Hauxe da gehien interesatzen

zaiguna, ez bakarrik ugariena delako, lurbarneko akuiferoak hornitzen dituelako ere. Askeki mugitzen denez aise atera daiteke (putzua eginda, edo galeria...).

Ura lurtzoruan

Lurrean sartzen den ur dena ez da lurbarnerantza abiatzen (iragazketa), parte bat baino ez da akuiferoetarantza abiatzen dena, gero, eta lurpeko bidea egin ondoren, nondikbait (iturburua, erreka...) berriro gainazaleratzeko, bestea Lurreko goiko aldean geratzen da hango prozesuetan (Lurtzorua) parte hartzen duelarik.



11. irudia: *Ura lurtzoru batetan* **zehar**.

Aireatze-aldea: alde honetako hutsuneetan ura eta gasa batera ageri dira. Goikaldean (metro bat edo bitan) lurrunketa zuzenean gertatzen da (1), izerdiketa, ostera, sakonera handiagoan ere gerta daiteke (2). Aurreko zona bietako ura *gordetze-ura* da, nagusiro, hots, higroskopikoa eta pelikularra. Ur

grabifikoa ere ba da hor, baina beherantzako bidean. Alde freatikora heldu aurretik ba da hor beste kapatxo bat (3), non ura kapilaritatez igon baitaiteke; hemengo ura kapilarra da.

Maila piezometrikoa (edo freatikoa): aireatze-aldea eta alde freatikoa banatzen ditu maila honek. Beste modu batez esanda, honela definitzen dugu maila piezometrikoa: *materiale ez-konfinatu baten azal saturatua, hots, presio hidrostatikoa eta presio atmosferikoa berdintzen direneko azala.* Beraz, honelako materiale ez-konfinatu batetan egindako putzuan urak hartzen duen maila berau dugu maila freatikoa (edo piezometrikoa) esaten duguna. Zer esanik ez, maila freatikoa (alde saturatuaren goiko muga) guztiz aldakorra gertatzen da (gora-behera) une bakoitzean den uraren arabera.

Alde freatikoa (edo saturatze-aldea): maila freatikoz beherako aldea. Saturatze-aldea ere esaten da sarritan, baina izen hori ez da egokia; izan ere, alde kapilarraren behekaldea ere saturatuta dago, nahiz eta maila freatikoz gora egon, hau da, aireatze-aldean. Beraz, hobe dugu *alde freatiko* esan, eta hemengo urei *lurrazpiko urak*. Honaino uraren mugimendua bertikala izan da (aireatze-aldean zehar), baina alde freatikoan horizontala gertatzen da, gehien bat, ura batetik bestera mugitu (gradientearen arabera) eta nonbait (maila freatikoa eta azal topografikoa batzen direneko tokian edo) gainazaleratu ere. Alde freatikoa materiale iragazezinek mugatzen dute beheko aldetik.

Akuiferoa: urez saturatutako materialea. Alde freatikoa, beraz. Hemengo ura grabifikoa da, gehien bat, hala ere, gordetze-ura ere ba da bikorrei erantsita. Askotan materiale iragazkorrak (ura pasatzen utzi bai) eta iragazezinak (ura pasatzen utzi ez) batera ageri dira Naturan, elkarren arteko txandan. Hau dela eta, akuifero-mota bi berizten ditugu:

A) Akuifero askea: alde freatikoz gora ez dago materiale iragazezinik, beraz ura bertikalean (goitik behera) hel daiteke saturatze-alderaino. Honelako akuiferoetan alde freatikoaren

Materiale guztien jokabidea urarekiko ez da berdina gertatzen. Izan ere:

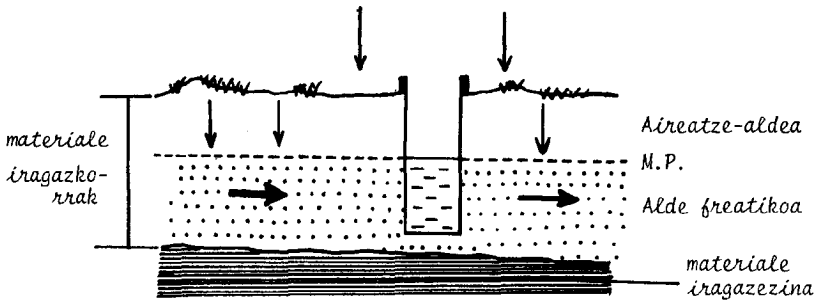
.- Akuiferoa: *ura ondo zirkulatzen deneko materiale saturatua.*

.- Akuitardoa: *ura astiro zirkulatzen deneko materiale saturatua.*

.- Akuikludoa: *ura egon arren ez da zirkulatzen. Buztinen kasua da hau: ur asko gorde dezakete baina urik ez dute ematen.*

.- Akuifugoak: *urik ez eta hutsunerik ere ez.*

goiko muga *maila piezometrikoa* bera izaten da.

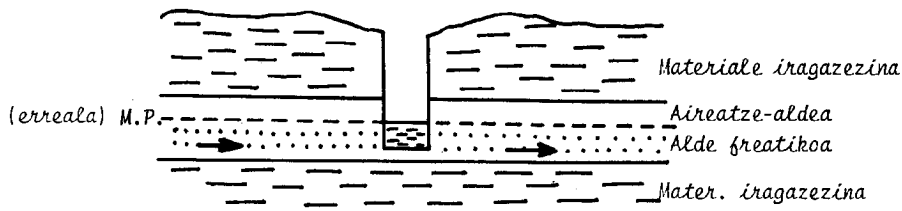


12. irudia: Akuifero askea.

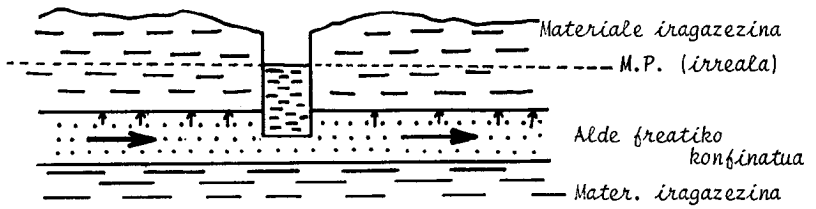
B) Akuifero gatibua: alde freatikoz gora materiale iragazezinak daude, beraz, uraren horrainoko mugimendua ezin bertikalean gertatu, zeiharrean (albotik) baizik. Batzutan, *maila piezometrikoa* erreala izaten da, hots, goiko materiale iragazezinaz behetik dago; honek esan nahi duenez, materiale iragazkorra ez dago osorik saturatuta eta ba dago hor alde freatikoa (beheko alde saturatua) eta aireatze-aldea ere (goiko alde ez-saturatua). Honelako akuiferoak *"EZ-KONFINATUAK"* esaten ditugu, ura askeki mugitzen baita (maila piezometriko erreala).

Beste batzutan,ostera, ez dago hor aireatze-alderik eta materiale iragazkorra oso-osorik dago saturatuta

goiko parteko ura materiale iragazezinaren kontra presioz egonik (Presio hidrostatikoa > Presio atmosferikoa). Kasu honetan maila piezometrikoa irreala da, eta horren benetako kokapena bertan egindako putzu batetan urak lorturiko mailak ($P_h=P_a$) seinalatuko luke, putzuaren barruan ura presio biak berdindu arte igongo litzateke eta. Era honetako akuifero gatibuak "KONFINATUAK" esaten ditugu (maila piezometriko irreala). Hauetan putzu bat eginda ura IGON egiten da, batzutan lurretik gora igon ere (Putzu artisauak).



13. irudia: Akuifero gatibu ez-konfinatua.



14. irudia: Akuifero gatibu konfinatua.

Normalean, akuiferoak askeak izaten dira alde batzutan eta gatibuak beste batzutan, estruktura geologikoak horrelaxe aginduta.

Akuifero baten aldeak

Sistema akuifero batetan hiru parte bereizten dira:

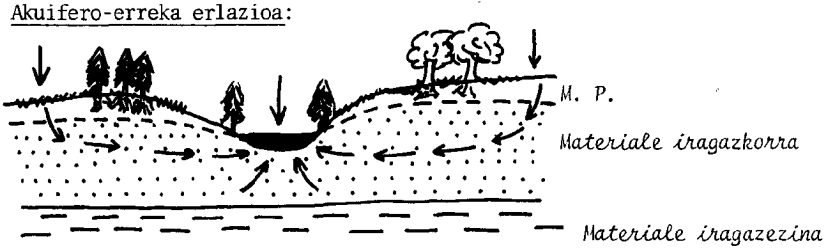
Elikatze-aldea.- ura akuiferora sartzen deneko aldea. Normalean, prezipitazio-ura izaten da.

Zirkulatze-aldea.- ura akuiferotik zirkulatzen deneko aldea. Askeetan elikatze-aldea eta zirkulatze-aldea alde bera da.

Drenaia-aldea.- ura akuiferotik ateratzen deneko aldea: iturburuak, normalean (edo errekara, lakura, beste akuiferora...)

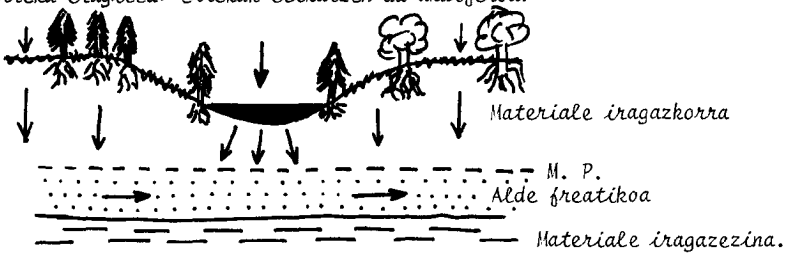
Normalean, hiru alde hauek materialeen estrukturak berak mugatuta daude.

Akuifero-erreka erlazioa:



15. irudia: Erreka eragina.

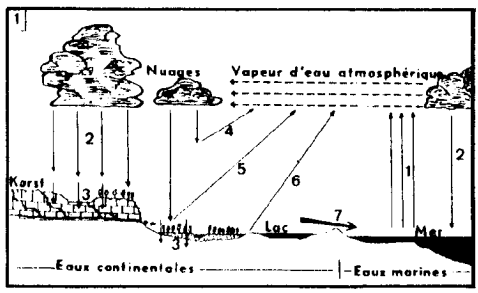
Erreka eragina: akuiferoak elikatzen du erreka.
Erreka eragilea: errekak elikatzen du akuiferoa.



16. irudia: Erreka eragilea.

LURPEKO URAREN HIGALANA: MULTZO KARSTIKOA

Kararriak erlieberik nabarmenenak ematen dituzten harri sedimentarioak dira. Erliebe "arraro" bat aurkitzen dugu kararrizko eskualdeetan: leizeak, kobat, ageriko isurbiderik **gabeko** sakongune itxiak, zubiak, emari handiko iturburuak... eta beste ezaugarri miresgarri batzu.

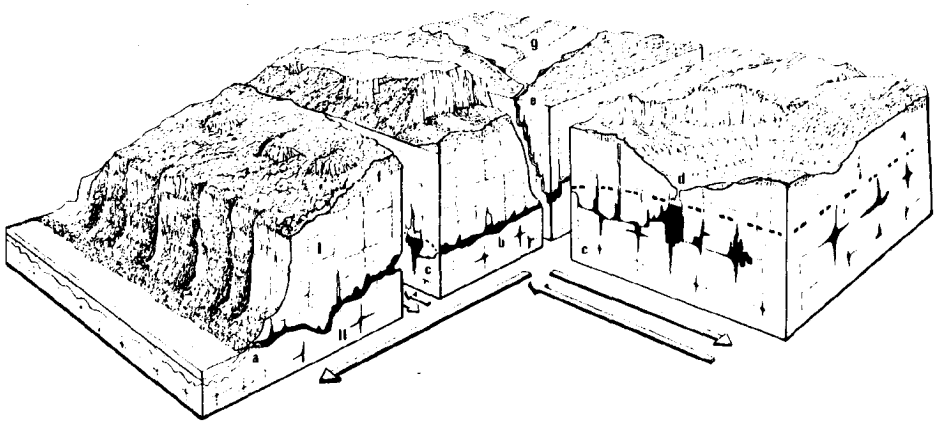


1. irudia: Uraren zikloa.

Kararrietan gertatzen den erlieberik karakteristikoena *ERLIEBE KARSTIKOA* da: *disoluzioz gertatutako prozesuak dira higadura nagusia.* Erliebe karstikoa duen lurraldea KARST deitzen dugu (*). Erliebe karstikoa ura sartzen uzten duen harri puru eta gogor bati dagokio. Ura sartzen ez bada ez dago disoluziorik. Ur-sartze hau zartaduren funtzioan dago, kararriek ez baitute pororik izaten. Beste aldetik, erliebea karstikoa izateko harria masiboa izan behar da (bestela tartekatuta dauden kapa iragazezinek ez lukete ura pasatzen utziko) eta ez tolestuegia -hau normala da multzo masiboa bada- (bestela azal estruktüralak oso okertuak lirateke eta lurgaineko isurketa litzateke nagusi).

Baina, hala ere, kararri guztietako erliebea ez da zertan karstikoa izan behar: ez da horrela izaten disoluzioak eragindako higadura falta bada edo higadur-mota hau bigarren mailakoa bada. Era berean, kararrietan ezezik beste materiale solugarri batzutan ere aurki ditzakegu erliebe karstikoak, hala nola, gatzetan, igeltsotan... baina azken kasu hauetan ez da aipagarria izaten (are gutxiago Euskal Herrian) materiale hauek duten azalera txikiagatik.

(*) KARST *hitza Yugoslaviako Istria eskualdetik datorkigu eta, antza denez, harri-zelaia azaldu nahi du.*



2. irudia: Multzo karstiko baten eskema.

DISOLUZIOAREN MEKANISMOA

Kararriak karbonato kaltziko (CO_3Ca) dira, ez-puruak normalean. Karbonato kaltzikoa ur azidoetan da disolbagarri eta azidotasun hori, bai anhidrido karbonikoak (CO_2) bai beste azido batzuk ere (humusetik datozen azido organikoak edota ekaitzetan agertzen den azido nitrikoa) ematen diote urari. Ur karbonatodunetan gertatzen diren erreakzioak hauexek dira:

A erreakzioa

$$CO_2 + H_2O \rightarrow CO_3H_2 \text{ (azido karbonikoa)}$$

B erreakzioa

$$CO_3H_2 + CO_3Ca \rightarrow (CO_3H)_2Ca \text{ (bikarbonato kaltzikoa)}$$

Erreakzio biok elkartu egiten dira beste erreakzio hau emateko:

$$CO_3Ca + CO_2 + H_2O \rightarrow (CO_3H)_2Ca \text{ (bikarbonato kaltzikoa)}$$

Honela, bikarbonato kaltzikoa eratzen da, berau oso egonezina eta uretan disolbagarria delarik.

Disoluzioaren erreakzioa xinplea bada ere, mekanismoa konplexua da, zeren eta uretan disolbaturik dagoen anhidrido karbonikoaren parte bat baino ez baita urarekin konbinatzen dena azido karbonikoa emateko (A erreakzioa). Beste partea (CO_2 (u)) orekan geratzen da bai aireko anhidridoarekin (CO_2(ai)) bai

bikarbonatoan dagoenarekin (CO_2(bi)) ere. Atmosferako anhidridoaren gutxitzeak uretan disolbatuta eta ez-konbinatuta dagoen anhidridoaren gutxitzea dakar, eta honek, halaber, bikarbonato erara dagoen anhidridoaren gutxitzea ere, hau da, bikarbonato horren parte baten deskonposaketa gertatzen da karbonato kaltzikoa prezipitatzen delarik, hots, B erreakzioa eskuinetik ezkerrera gertaturik. Hauxe da, esaterako, iturburu batzutan gertatzen dena: lurpeko bidea egin ondoren eta kanporatu orduan aireko CO_2 gutxitu egiten da eta ondorioz karbonato kaltzikoa prezipitatzen da (toba-trabertinoak).

Airean den anhidrido karbonikoaren edukia oso aldakorra da; presioarekin batera aldatzen da (presioa guztiz aldakorra izaten da lurpeko bideetan) eta, batez ere, landareen deskonposaera desberdinekin. Beste aldetik, tenperaturak aldarazi egiten du bai airean, bai uretan eta bai bikarbonatoan diren CO_2-ren edukien arteko erlazioa.

Uretako anhidrido karbonikoak eragindako karbonato kaltzikoaren disoluzioa arina da baina maugatua. Disoluzio honek jarraituko du aldez aurretik aireko CO_2-a uretan disolbatzen bada, era honetan katen erreakzio bat sortarazten.

Presioa berbera izanik, ur hotzak CO_2 gehiago disolbatzen du (airetik uretara) ur beroak baino (A erreakzioa). Honek elurra urtzean sortutako ura oso erasokorra izatea azaltzen du. Hala eta guztiz ere, ur beroak (edo epela) hobe disolbatzen du bikarbonato kaltzikoa ur hotzak baino (B erreakzioa). Hau dela eta, bai ur hotzetan bai epeletan disolbatzen diren CO_3Ca-ren kantitateak berdintsuak izan daitezke.

Beste aldetik ere, kararrien disoluzioa berauen konposaketa kimikoaren araberakoa da. Hau da, zenbat eta kararria puruagoa izan, solugarriagoa. Solugarritasuna gutxitu egiten da CO_3Ca-ren portzentaia gutxitzen denean, hau da, ez-purutasunak gehitzean. Era honetan, bada, gertatzen da kararrien higadura kimikoa, disoluzioz. Bertan (in situ) solugarri ez diren ez-purutasunak geratzen dira; normalean, buztinak izaten dira, gorri-gorriskak, "terra rossa" izeneko depositoak ematen.

MULTZO KARSTIKOA

Kararri-ingurunea, zartaketa, zirkulatzen den ura, disoluzio-lana, higadura...hau da, kararrietan izaten diren gertaera guztiak (fisiko zein kimikoak) eta bai kararriak beraiek ere, MULTZO KARSTIKO izenaz ezagutzen ditugu.

Honelako multzo batean hiru alde bereizten ditugu:

.- ELIKATZE-ALDEA: ura multzo karstikora sartzen deneko aldea.

.- KONDUKZIO-ALDEA: ura multzo karstikoaren barrutik zirkulatzen deneko aldea.

.- DRENAIA-ALDEA: ura multzo karstikotik irteten deneko aldea.

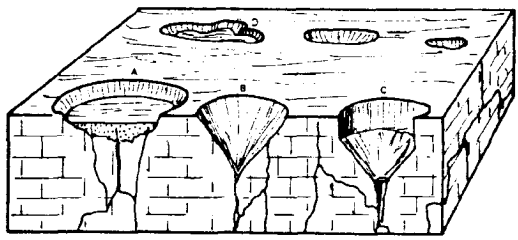
Aipaturiko alde bakoitzean forma desberdinak (forma karstikoak, jakina) desarroilatzen dira. Hona hemen:

ELIKATZE-ALDEKO FORMAK

Alde honetako forma karstikoak bi motatakoak dira, nagusiro: *itxiak eta irekiak*, lehenengoetan ura apurki-apurki sartzen da, eta irekitan, ostera, arrapalean.

Forma itxiak: dolinak, uvalak, poljeak...

Dolina: *forma obalatua aurkezten duen sakongunea*. Normalean, sakonguneko ertzetan kararria bera azaltzen da, baina hondoa lurrez estalita egoten da. Lur hau kararrien disoluzioaren ondorioz agertutako hondar soluezina (buztina, ez-purutasun moduan kararri guztietan azaltzen dena) da eta "terra rossa" izenaz da ezagutzen. Askotan lur gorriska hori egoki gertatzen da kultibagune mosuan. Dolinek forma desberdinak aurkezten dituzte:



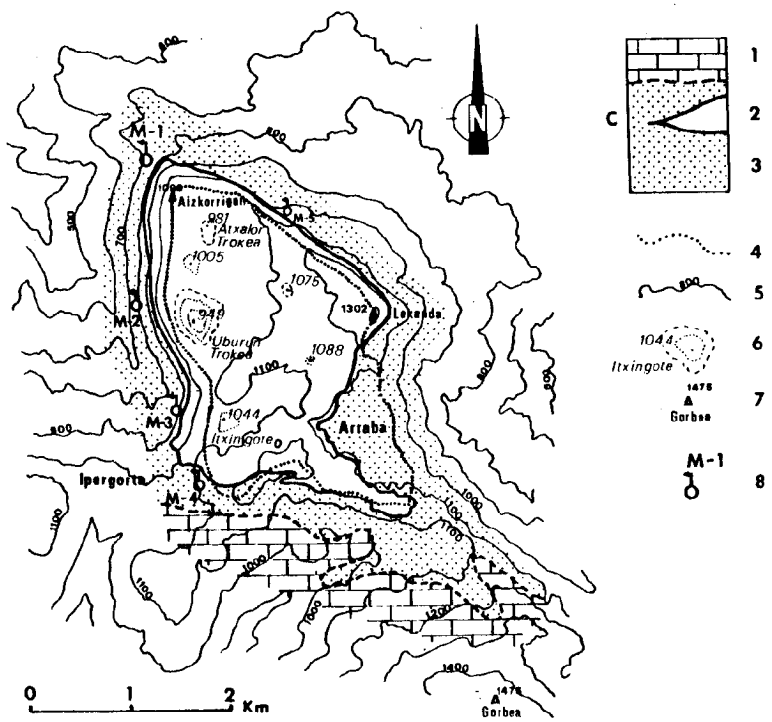
3. irudia: Dolina-mota desberdinak. D: uvala.

Dimentsioak ere aldakorrak, luzera hamarkada metro batzutatik kilometro batzutara, eta sakonera metro gutxi batzutatik metro askotara.

Dolinen sorrera: zartatune bi edo gehiagoren lotunean urak asko errezago dauka sartzeko bidea. Berau izango da, beraz, disoluzio gehieneko aldea. Honelako lekuetantxe kokatzen dira, gehien bat, dolinak. Disolbatze-prozesu hau behin hasi ezkero,

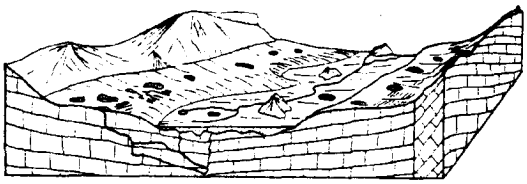
gero eta arinago gertatzen da, bai eta "terra rossa"-ren metaketa ere. "Terra rossa" honek eratzen duen kapa oso lodia denean, uraren pasoa oztopa dezake eta, beraz, urak astiroago pasatu behar du. Era honetan dolina baten prozesua geldituta gera daiteke (edo frenatua, behintzat). "Terra rossa"-ren kapa, ostera, mehea bada, edo ez badago terra rossarik, prozesuaren abiadura gero eta handiagoa izango da, eta dolina hori *leize* bilaka daiteke.

Uvala: *forma konplikatuko sakongunea*. Normalean, dolina batzuren elkarren arteko loturaz sortuak izaten dira.

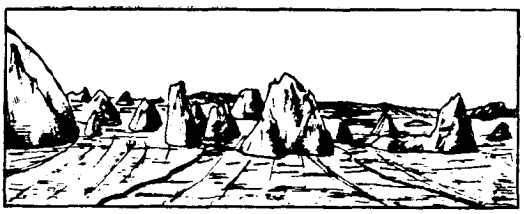


4. irudia: Hona hemen Bizkaian den ITXINAko karstaren dolinak (6. zenbakiari dagozkio) eta ur-sorgunerik aipagarrienak (8. zenbakia).

Polje: *azalera handiko sakongune karstikoa*. Normalean, bertako estruktura geologikoak (sakongune tektonikoa edo) eraginda. Erreka ere izaten da batetik bestera polje horiek zeharkatzen.



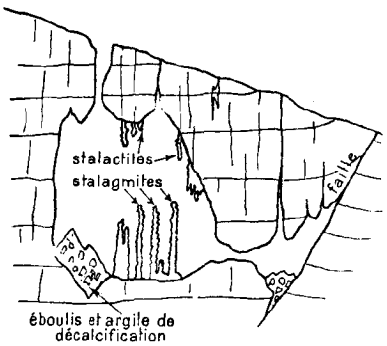
5. irudian: Polje baten eskema.



6. irudia: Poljetan honelako "dorre" antzeko batzu (HUMS) isolatuta geratzen dira, disolbatuak izan ez baitira. Hemengo kasu aipagarri hau Txinako karst bati dagokio.

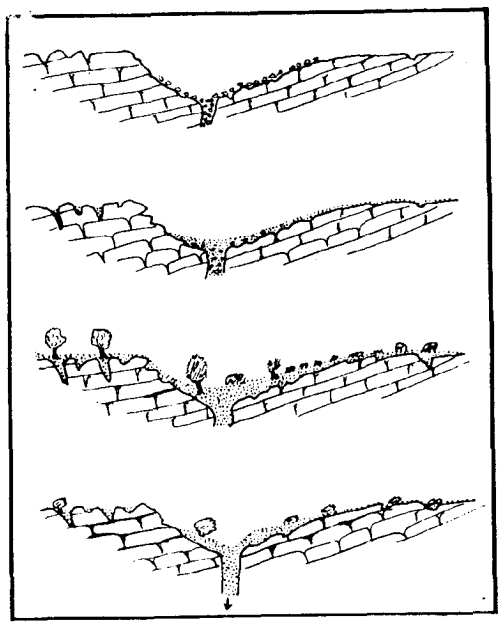
Forma irekiak: leizeak, kobak...

Leizea: *Bertikalak izaten diren irekigune hestuak*. Normalean, kararrien elementu estrukturalei (failak, zartatuneak...) lotuta egoten dira.



7. irudia:

Multzo karstikoaren barneko itxura. Leize bat ere ageri da.



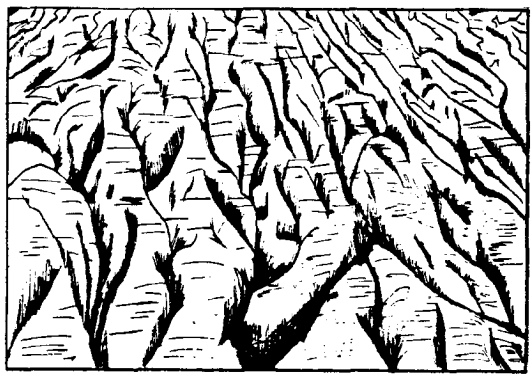
8. irudia:

Kasu batzutan dolinak eta leizeak erlazionaturik egoten dira.

Koba: *Bertikalak ez diren bestelako irekiguneak.*

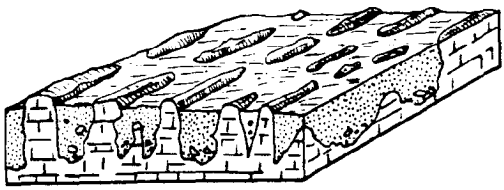
Bestelako formak: lenarra...

Lenarra: *Uraren disoluzioz kararrien gainazalean sortutako hildaska paralelotsuak, gehienetan kanale txikien antzerakoak.*



9. irudia:

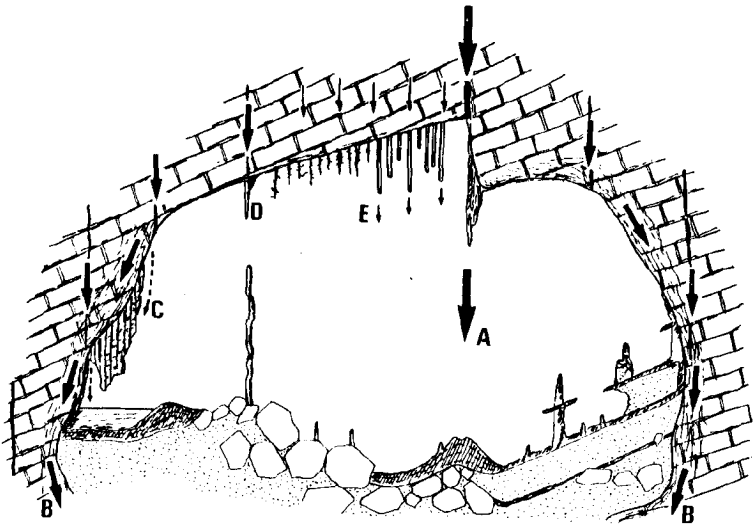
Lenarra.



10. irudia:
Batzutan lenarra estalita egon daiteke, eta bertan landaretza desarroilatuta.

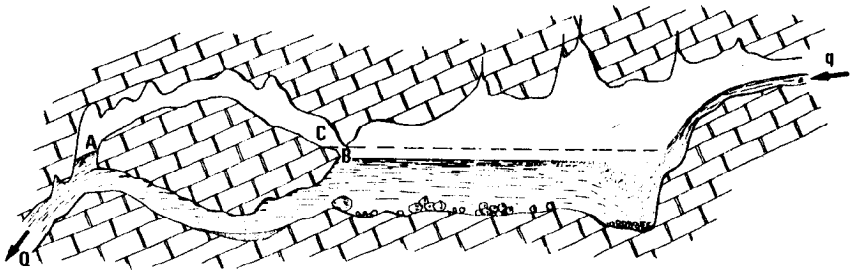
KONDUKZIO-ALDEKO FORMAK

Ura modu desberdinetan iragazten da multzo karstikoaren barruko aldera. Halere, ur gehiena faila edota fraktura handiei lotuta dago.



11. irudia: Uraren iragazketa eta zirkulazioa faila edota fraktura handiek mugatuta dago, neurri handi batetan, behintzat (A).

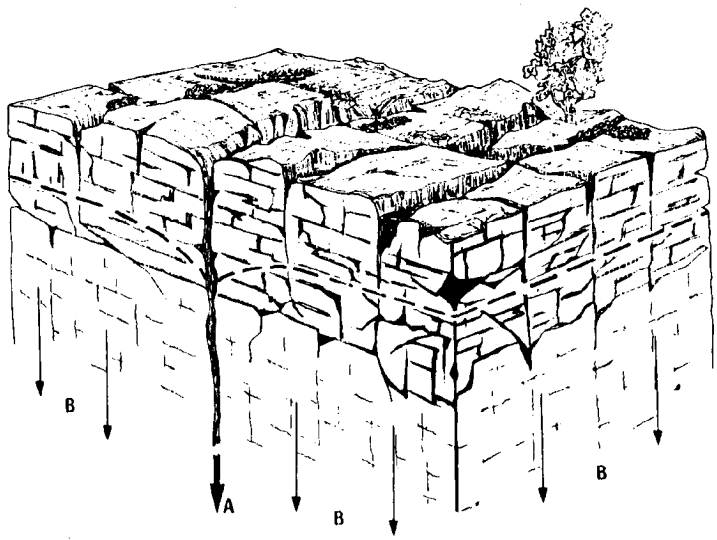
Barruan egonda ura galerietatik zirkulatzen da, disoluzio-lanak aurrera doazelarik. Barneko zirkulazioa, beraz, guztiz heterogenoa da, galeriak beraiek ere uniformeki hedatuak ez baitira. Zer esanik ez, zirkulazioa multzoaren estrukturak (zartatune-sistema) mugatzen du. Uraren kanporatzea ere berak kontrolatzen du.



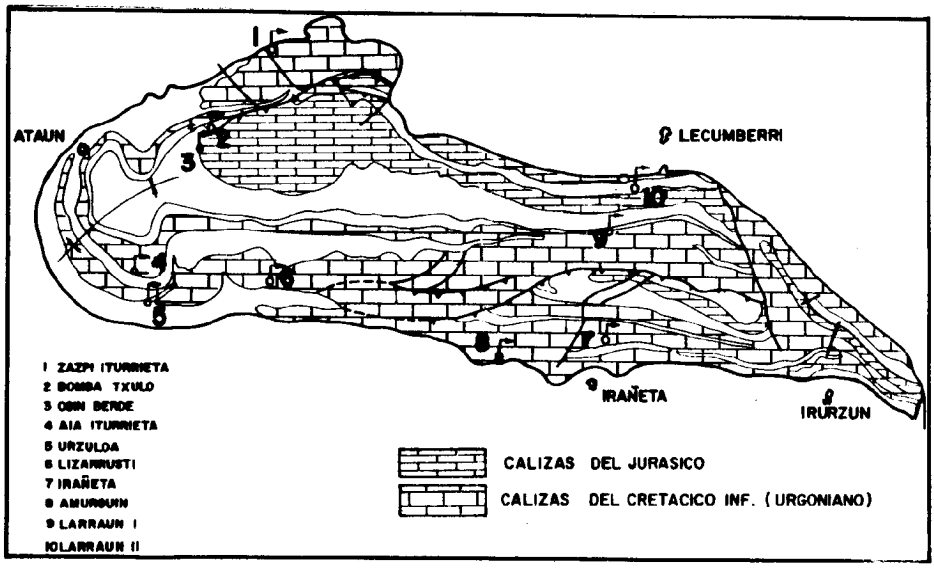
12. irudia: Ura estrukturalki mugatutako galerietatik abiatzen da.

DRENAI-ALDEKO FORMAK

Uraren kanporatzea iturburuetan gertatzen da. Karstologian *sorgune* esaten ditugu iturburuok, eta gehienetan estrukturari lotuta daude. Sorguneok itxura ikusgarria izaten dute sarri askotan, oso ur-emari handia ateratzen baita hortik. Gure inguruko karstetan ere ba da horrelakorik; horra hor Artetako sorgunea Urbasako karstean (15. irudia), non milaka litro segunduan ateratzen baitira urtean zehar batezbeste (Iruñeako hornidurarako ura da hori).

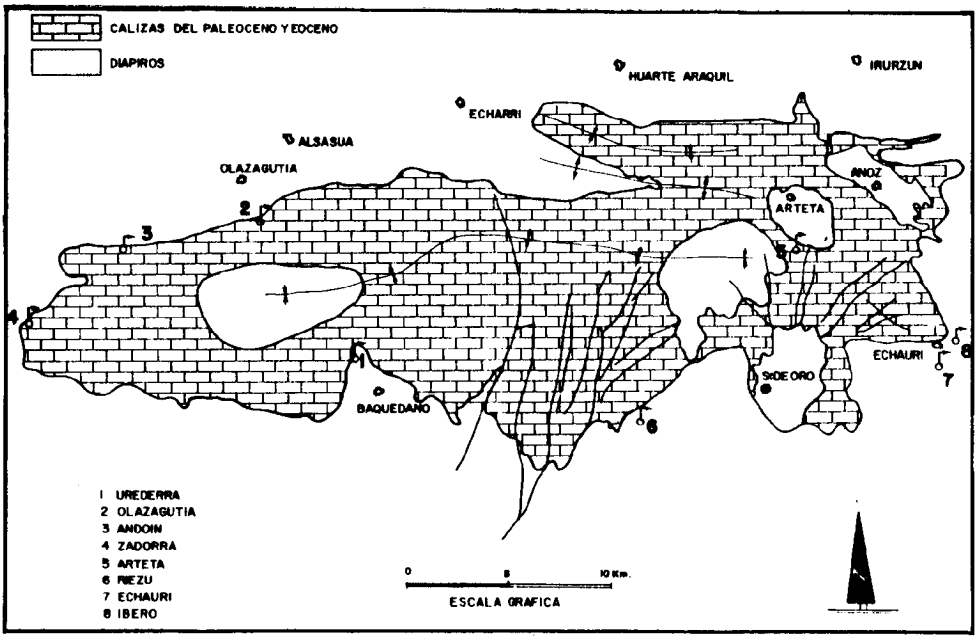


13. irudia: Karstak oso ur-gordailu onak izaten dira. Baina ez badugu horien eraketa eta funtzionamendua ondo ezagutzen, izorra egin ditzakegu ura gorderegi husbiratu eskero.

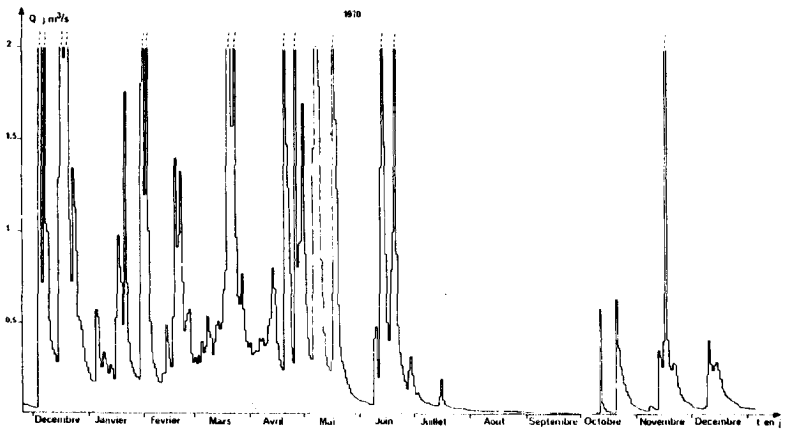


14. irudia: ARALAR-eko multzo karstikoa. Garrantzi hidrogeologiko handikoa (J. Castiella eta J. Solé).

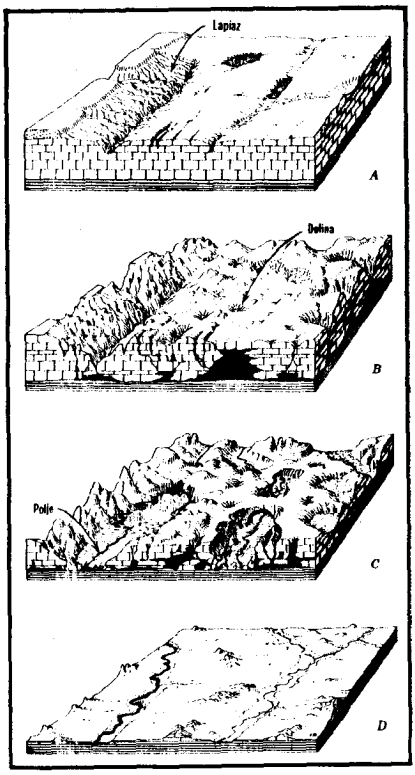
15. irudia: URBASAko multzo karstikoa. Arteta iturburua (5. zenbakia).



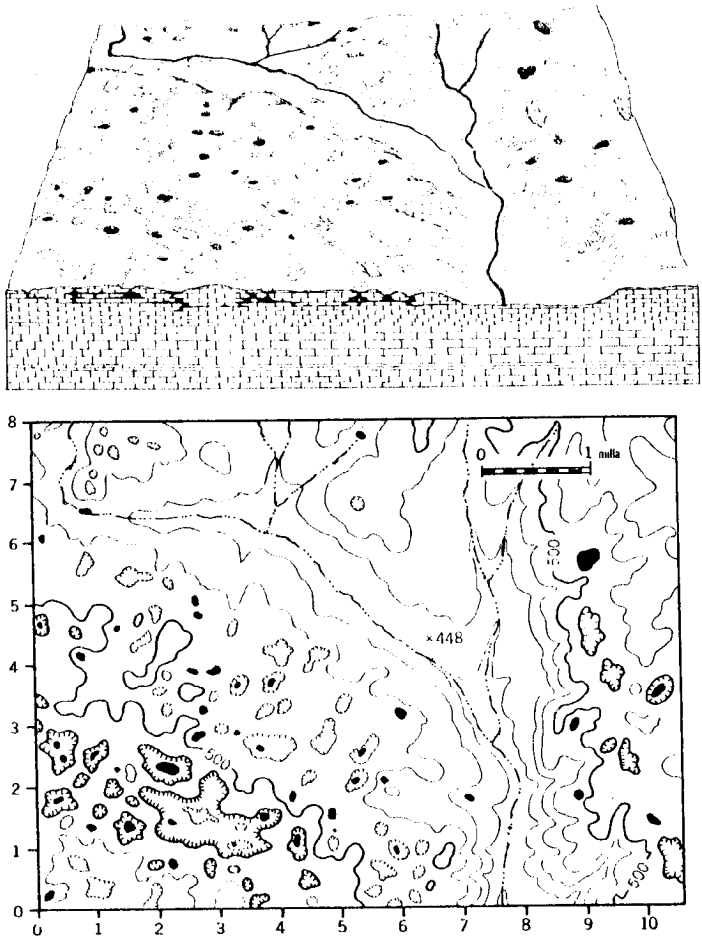
Multzo karstikoen eraketa eta dinamikotasuna ondo ezagutzeko datuak behar ditugu, gertatzen diren etengabeko aldaketak susmatzeko etengabeko datuak, jakina. Eta hortarako tresna egokiak behar dira (plubiografoak, konduktibigrafoak, termografoak, barografoak, limnigrafoak...) multzoaren leku egokienetan (gainazalean, sorgune handienetan...) kokaturik.



16. *irudia*: *Emariaren aldaketak datu plubiometrikoekin batera kontsideraturik (HIDROGRAMA) informazio ona ateratzen dugu karst horren eraketaz.*



17. *irudia*: *Lurralde karstiko baten garapena. Azkenean ia-ia desagerturik dago multzo karstikoa, uraren disoluzioz.*



18. irudia: KENTUCKYko *lurralde karstikoa: dolinak eta leizeak.*

Zein da sakongunerik hondatuena? Zenbateko sakonera?

Irudika ezazu 10.6-1.6 tik 0.0-1.6 rako zehartebaki topografikoa.

HIZTEGIA

ELIKATZE-ALDE: zona de alimentación, zone d´alimentation.
HEZETASUN: humedad, humidité.
HILDASKA: surco, sillon.
IRAGAZ(I): infiltrar, infiltrer.
IRAGAZEZIN: impermeable, imperméable.
IRAGAZKAITZ: semipermeable, semiperméable.
IRAGAZKETA: infiltración, infiltration.
IRAGAZKOR: permeable, perméable.
IREKIGUNE: abertura, ouverture.
ISURKETA: escorrentía, écoulement.
ITURBURU: manantial, source.
IZERDI-LURRUNKETA: evapotranspiración, évapotranspiration.
IZERDIKETA: transpiración, transpiration.
LURRUNKETA: evaporación, évaporation.
SAKONGUNE: depresión, dépression.
SORGUNE: surgencia, sourgence.
UR-LURRUN: vapor de agua, vapeur de l´eau.
ZARTATUNE (ZARTADURA): fractura, fracture.
ZARTATZE: fracturación, fracturation.

BIBLIOGRAFIA

CASTANY, G. (1971).- " Tratado práctico de las aguas subterráncas". Omega argitaletxea. Barcelona. 672 orr.

CUSTODIO, E. eta LLAMAS, M.R. (1976).- "Hidrología subterránea". Omega argitaletxea. Barcelona. 2 tomo. 2359 orr.

DAVIS, S.N. eta DE WIEST, R.J.M. (1971).- "Hidrogeología". Ariel argitaletxea. Barcelona. 563 orr.

KOBIE: Bizkaiko espeleologi taldearen aldizkaria. Bertan Euskal Herriko karstetaz informazioa agertzen da.

LLOPIS LLADO, N. (1970).- " Fundamentos de Hidrogeología Cárstica" Blume argitaletxea. Madrid. 269 orr.

REMENIERAS, G. (1971).- "Tratado de hidrología aplicada". Editores técnicos asociados. Barcelona. 515 orr.

TODD, D.K. (1973).- "Hidrología: agua subterránea". Paraninfo argitaletxea. Madrid. 371 orr.

ENERGIA HIDROGEOTERMIKOAZ ZEOZER

(Anaitasuna 398.alea 1980.eko otsailean)

SARRERA

Gaurko gizarte honek ekartzen dizkigun "krisi"-en aurrean, guk sistema honen kontra ari garenok, benetako alternatibak asmatu eta sendotu egin behar ditugu. Alternatiba horik ez dira zertan izan izan behar kapitalismoak gaurregun erabiltzen dituenak, baina "esku jatorretan" jarriak; honekin ez dut esan nahi zerotik hasi behar dugunik, ezta guttiago ere, baina benetako alternatibak ondoko puntu hauk bete ditzaten saiatu behar garela uste dut:

- *Deserdirapena*: alternatibak leku konkretu batean erdiratzeak, ba dakigu zeintzu buruhauste ekartzen dituen.
- Aurreko puntuarekin lotuta, beste hau dugu: *giza-eskala*. Gizakiak ezagutu eta kontrolatu egin behar du alternatiba horren prozesu OSOA hasieratik azkeneraino.
- benetan *alternatiboa* izatea, hau da, oreka ekologikoari dagokiona: ez kutsatzaile, ziklo natural baten barruan sortua,...

Oraingo honetan, eta zientzia kalean izan behar delakoan nagoelako, Euskal Herrian beharbada posible izan litekeen energia moeta bati buruz ari tuko naiz, ikuspegi orokor bat emanez, eta gero berton finkatuz. Energia hau, energia (hidro) geotermikoa da.

ENERGIA moeta honen jatorria

Oinarrian, energia tipo hau (GEO) Lurbarnean ematen den uraren (HIDRO) berotzean (TERMIKOA) datza. Berotze hau gradiente geotermikoa dela eta gertatzen da, hau da, lurbarnerantz 30 metro, gutti gorabehera, sartzean tenperatura gradu bat handiagoa da. Hau gradiente normala dela esan genezake, baina hala ere, zona batzutan gradiente anormala aurkitzen dugu. Zona hauetan sakonera ttikitan tenperatura oso handia izaten da. Zona hauk, normalean, makal-zonak izaten ohi dira, eta maila global batean (Plaken Tektonika dela medio) plaken inguruetan finkatzen dira. Zona hauetan normala izaten da bulkanismo agertzea. Maila lokalean gradientez bakarrik bero daiteke ura.

Uraren berotze horren frogak ugari dira: iturri termalak, fumarolak, geisereak...

Zentraleei buruzko zerbait:

Erabiltzen diren ekipoak kanpo petroliferoetan erabilitakoen antzekoak izaten ohi dira. Zundaldietatik ateratzen den baporea baporezko turbina bat mugitzeko erabiltzen da, turbina horretan produzitzen da energia elektrikoa.

Mexikon dagoen Cerro Prieto zentralean erreserba konprobatua nahikoa da 33 urtetan 150 MW-ko zentrale hori martxan segitzeko. Erreserba hori aztertu diren Km^2-ei dagokiena da, eta guztiz kanpo osoa 175 Km^2 dira. Honekin zentrale horren potentzialitatea 2000 MW koa litzateke.

Iturri termalerik gehienen tenperatura 50°-tik behera dago. Horko energia ere zelan probetxa hasi da aztertzen hainbat lekutan, ziklo hitxia duten gas-turbinak erabiliz eta jariogai bezala irakidur-puntu ttikia daukan likidoa jarriz: iso-butanoa, fluoro-ikatza...

Energia honen abaintailak:

Lurraren beroa bere barruan ematen diren erreakzioetatik datorkigu eta bide hau agortezina dela esan dezakegu. Energia hau garatzeko iturri termaleak agertzen direneko tokiak aztertu egin behar dira, geofisika eta geokimika ere aplikatuz. Honen inportantzia etorkizunari begira ez du inork ukatzen. Adibide bezala, U.S.A.n 1.975.urtean asmoa zeukaten 33.000 putzu egiteko energia geotermikoa aztertzeko. Eta ba dakigu yankiek ez dutela dirurik botatzen ezer ematen ez duen putzuan.

Mekanismoa:

Hobi geotermiko bat gerta dadin ondoko baldintzak bete behar dira:

1.- bero-iturri baten beharra, ez oso sakonera handian.

2.- akuifero baten beharra (materiale porotsua eta urez beterik). Akuifero horren ura berotzean beroaren eramaile bihurtzen da.

3.- azkenez, akuifero hori ez da azaleran izan behar, zeren eta era horretan ezina bailitzateke beronen histirakuntza. Behar beharrezkoa da akuifero horren gainetik kapa iragazkaitz bat egotea beroa kontserbatzeko.

Non erabiltzen da gaur egun energia geotermikoa?.

Hona hemen funtzionamenduz dauden zentrale geotermiko batzu:

Italian:Larderello-Monte Amianta.
Mexikon: Pathe-Cerro Prieto
U.S.A.n: Big Geysrs
Zeelanda Berrian: Wairakei-Kawerau-Broadlands.
Joponian: Matsukawa-Otake-Hatchobaru-Onikobe-Takinowe.
URSS-en: Kamtxatka.
Chilen: El Tatio.
El Salvador-en: Ahuachapan.
Filipinasen, Islandian, Indonesian, Turkian, Marokon.

Gure untzia den Lurrak ba dauka energia ugari, behar adinbatekoa, bere marinelen superbizipena garantizatzeko. Arazoa, zera da, bide egokiak garatu behar ditugula.

EUSKAL HERRIKO POSIBILITATEAZ

Euskal Herrian hainbat iturri termale (Altzola-Urberuaga-Zestoa... dira inportanteenak) agertzen zaizkigu. Ezin esan dezakegu hemen dagoenik gure alternatiba energetikoa, ezta guttiago ere. Esan dezakegunna zera da: hor dago eta aztertu egin behar dugu. Aztertzen ez badugu ezin dugu jakin zernolako garrantzia daukan.

Frantzian, Melun izeneko hirian, probetxatu egin dute energia hori etxeko berogailu bezala eta hemen hori egitea ez da posible izango? Jakiten saiatu behari.

Hemen ditugun iturri termaleetan, ura faila-mekanismo batetik zirkulatzean berotu da gradientez bakarrik, eta geotermometro egokiak erabiliz jakin da ur horren tenperatura zein den harri gordailuan: 50-70° artean. Honen aplikapen zuzenak hauk izan daitezke: industriarako berogailua, nekazaritzan, aberegintzan, batez ere.

Energia geotermikoa probetxatzeko zonak eskasak badira ere, positi boa bada, probetxatu egin behar dugu alternatiba hau, hasieran esandako ikuspuntuetatik abiatuz.

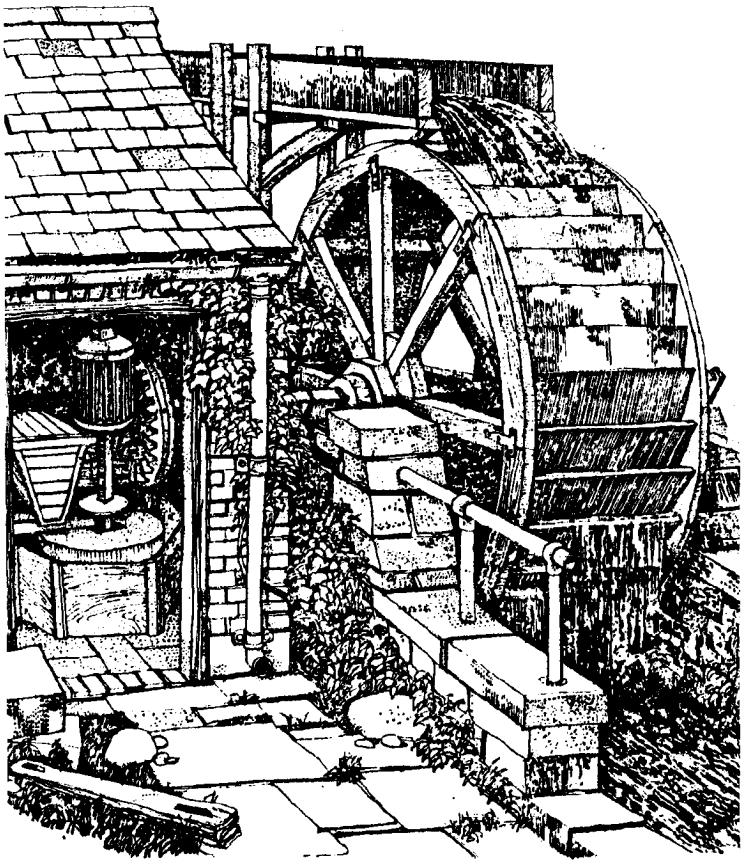
5.4. IBAI-DINAMIKA

Sarrera
Ibai-dinamika
Oreka-soslaia
Meandroak eta harrapaketak
Sare hidrografikoa (drenai sarea)
Higadur zikloa
Epigenesia



IBAIEN HIGAKERA. IBAI-DINAMIKA.

Errekak eta ibaiak dira lehorraldean gertatzen den higadura sortarazten duten eragilerik nagusienak. Izan ere, eta planetako zenbait alde kenduta (basamortuak eta lurralde glaziarrak), grabitateak mugitu erazten dituen urkorronteak ditugu harrien higatzaile nagusi.



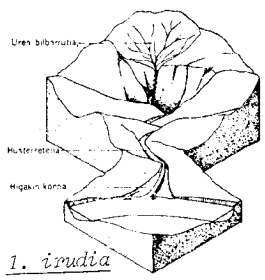
MUNDUKO IBAIEK URTEZ URTE OZEANOETARAINO GARRAIATZEN DITUZTEN MATERIALEEN PISUA 30.10^{15} gramotakoa DA, AUTORE BATZUREN ESANEZ (STRAHLER).

UHARREAK (edo urolak)

Materiale induskorretatik aldapa gogorrez abiatzen diren sasoiko ur-korronteak.

Materialeak induskorrak eta ur-korronteak aldapatsuak izanda, uharreek eragiten duten higadura gogorra izaten da. Uharre batetan hiru alde bereizten dira:

JAKIN NATUR ZIENTZIAK:



1. irudia

UHARREA
torrente / torrent

Errekaxixtorrak (→erreka) dira uharreak, isuri handikoak eta ura noizean behin bakarrik ukaten dutenak. Mendiarteko ibarretan aurkitzen dira. Hiru zati ohar daitezke uharrearen ibilguan: 1.—*Ura biltzeko barrutia edo bildegia.* Inbutu-erdi baten tankerakoa; euritatik datozen urak bildu eta bideratzea da horren egitekoa. 2.— *Huspide erretena.* Aurreko zatian biltzen diren urak jasotzen dituen →erreka izango litzateke. 3.— *Higakin-konoa.* Ibarrerako irteeran garraiakinen pilatzeak egina.

.- *BILBARRUTIA*: Uharre baten goikaldea. Barruti honetan biltzen dira uharrea osotzen duten urak. Indusketa gertatzen da nagusi.

.- *HUSTERRETENA*: Uharre baten erdikaldea. Bilbarrutian bildutako urak bide honetatik hustutzen dira. Garraioa nagusi.

.- *HIGAKIN-KONOA*: Behekaldea. Hemen ibilguaren aldapa gutxiena denez, abiadura ere gutxitu egiten da, energia galdu eta sedimentazioa nagusi delarik. Alde honetan urolak lasaitu eta erreka batetan amaitzen dira.

IBAI-DINAMIKA

Ibaien dinamika ezagutzeko lau faktore aztertu behar ditugu: abiadura, potentzia, higatzeko ahalmena eta ibilguaren forma.

ABIADURA

Ur-korronte baten abiadura, puntu batean, Chézy-Eytelwein-en formula honek ematen digu:

$$v = C\sqrt{R.I}$$

v = ur-korronteak puntu batean duen batezbesteko abiadura

C = ibilguaren zimurtasun-koefizientea (litologiaren araberakoa)

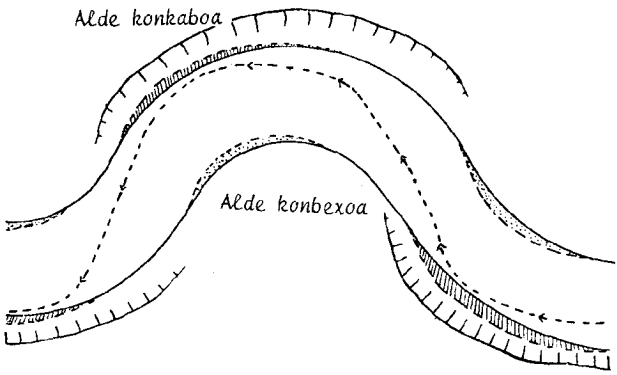
R = erradio hidraulikoa

$R = S/P$ S = puntu horretan errekak betetzen duen sekzioaren azalera

P = sekzio horren perimetroa

I = puntu horretako aldapa

Hala ere, formula honek ematen digun balorea gutxi gorabeherakoa da, sekzio horretako puntu guztietan den abiadura desberdina da eta.



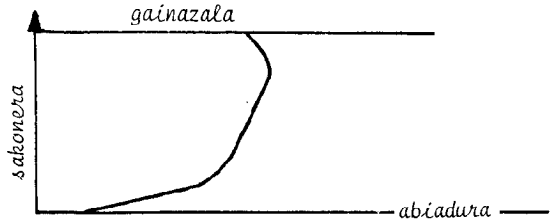
2. irudia: Marrazko lerro horrek abiadura gehiena non den seinalatzen du.

Abiadura aldatu egiten da bertikalean (3. irudia), balorerik handiena gainazaletik hurbilean izanik (honen arrazoia airearen marruskaduran aurkitu behar da). Hortik behera, abiadura gutxituz doa, hasieran astiro, gero hondotik hurbilean arinago gutxitzeko, hondoaren beraren marruskaduragatik.

Honetaz gainera, ba da abiaduraren aldaketa konplikatzen duen beste arazo bat: ur-korrontearen erregimena, hain zuzen ere.

.- Erregimen laminarra: ur-haritxoak elkarren paraleloak dira eta ur-korrontearen direkzio berean.

.- Erregimen turbulentoa: ur-haritxoak elkarren artean guruzatzen dira, nahasten. Zurrunbiloak eratzen dira orduan. Ur-molekulak espiralean higitzen dira.



3. irudia: Abiaduraren aldaketa sakoneraren arabera.

POTENTZIA

Mugimenduz den ur-masak era honetako potentzia dauka:

$$P = S.v^3$$

P = potentzia puntu batean

S = sekzioa

v = abiadura

Formula honek ematen digun potentzia puntuala da, sekzioa eta abiadura ere horrelaxe direlako. Baina potentzia hori guztiori ez du errekak erabiltzen higalana egiteko. Ez horixe. Izan ere:

Potentzia osoa = puntu batean errekak duena. Gorago definitu duguna, hori.
Potentzia netoa = higalana egiteko duena.

P. netoa = P. osoa - (marruskaduran eta garraioan gastatutako potentzia)
a) b)

a) *puntu horretan ibilguak eskaintzen duen marruskadura eta uraren biskositatea gainditzeko potentzia.*

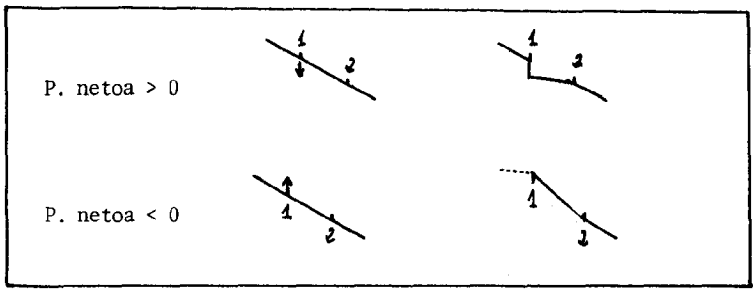
b) *puntu horretatik pasatzean ur-korronteak daraman karga garraiatu ahal izateko potentzia.*

Hau nonela, hiru kasu izan daitezke:

P. netoa > 0 Ur-korronteak *HIGATU* egiten du puntu horretan (indusketa), hortarako potentzia du eta. Baina, higatzean karga gehitu egiten da, horren garraiorako behar den potentzia, eta marruskadura bera ere, gehitu egiten direlarik. Bestalde, higatzean, eta ibilguko hurrengo puntua finkoa balitz, aldapa gutxitu egingo litzateke, beraz, abiadura eta P. osoa ere gutxitu, P. netoa nuloa izan arte.

P. netoa = 0 Puntu horretan errekak duen potentzia guztia marruskaduran eta garraioan gastatzen du oso-osorik. Beraz, ez dago hor higalanik baina bai garraioa.

P. netoa < 0 Hau gertatzen deneko puntuan errekak ez du aurrera segitzeko potentzia nahikorik, eta marruskadura gainditu beharra duenez, karga gutxitu egin behar du. Beraz, depositoa (metaketa) gertatu behar da hor. Depositoa gertatzean, eta ibilguko hurrengo puntua finkoa balitz, aldapa handitu egingo litzateke, beraz abiadura eta P. osoa ere gehitu, marruskadura eta garraiorako behar duena berdindu arte (P. netoa=0).



Ikusi denez, ibilguko edozein puntutan gertatzen den eboluzio (indusketa-metaketa) horren helburua hauxe da: Potentzia netoa = 0. Puntu batean hau lortzen denean, errekak puntu horretan *oreka-aldapa* lortu duela esaten dugu, hau da, ez higatu ez depositatzeko behar den potentzia juxtu-juxtua ematen duen aldapa. Beste modu batez esanda, puntu horretan kargaren garraioa segurtatzekoa.

Potentziaren arazo hau ibai-dinamikaren funtsezko oinarria dugu, baina teorikoegia. Izan ere, erreka batetako puntu bakoitzean den emaria (udan-neguan), ur-abiadura (laminarra-turbulentoa), karga (tamaina askotako partikulak), garraioa (disoluzioan-suspentsioan-hondotik bueltaka), ibilguaren izakera (litologia)... guztiz aldakorrak gertatzen dira denboran. Potentzia, honen guztionen ondorio izanik, horra hor beronen konplexutasun praktikoa.

HIGATZEKO AHALMENA

Esanda dugunez, errekak higatu ahal izateko P. netoa > 0 izan behar da.

Teorian, potentzia hau abiaduraren eta emariaren araberakoa izan arren, praktikan beste faktore hauek ere kontutan hartzekoak dira:

.- Sakonera: Honen eragina ez da ondo ezagutzen. Alde batetik, eta beste parametro guztiek konstante iraunik, sakonera gehitzean higatzeko potentzia ere gehitu egin behar da, presioa ere gehituz doalako. Baina, honekin batera, hondoko bilkorren koherentzia bera ere handiagoa da, buztinak egonda batez ere. Beraz ?.

.- Karga: Honen eragina ere ez dago argi. Karga mugatu batek ur-korrontearen dentsitatea, beraz, masa, gehitzen du, eta ondorioz, potentzia. Gainera, ur-korronte horrek materiale astunagoak garraia ditzake; sedimentu fin-fin asko daraman errekak hobeto garraia ditzake sedimentu lodiagoak. Baina, karga-muga batez gora higadura ezina gertatzen da.

Beraz, ibai-dinamikan erabiltzen ditugun datuok gutxi gorabeherakoak izaten direla oso kontuan hartu behar dugu.

Higatzeko ahalmenaz ari garela, ba dira parametro bi sarri askotan azatzen direnak:

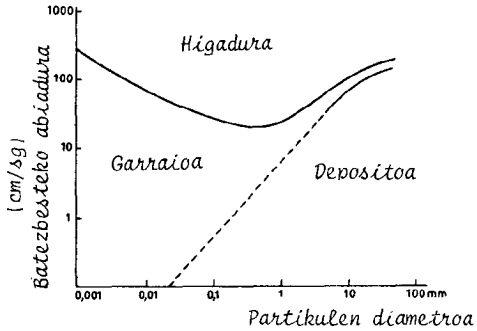
a) *Muga-karga*: ur-korronte batek bere potentziaren arabera garraia dezakeen kargarik handiena esaten dugu. Beraz, hortik gora depositoa gertatu behar ko litzateke.

b) *Gaitasuna*: ur-korronte batek bere abiaduraren araberako materialerik handienak garraiatu ahal izateko duen gaitasuna.

Honela esaten da: ur-korronte batek puntu konkretu batean n kg/sekziometroko muga-karga eta n´kg-ko materialeak garraiatzeko gaitasuna dauzka.

Parametro bi hauek desberdinak izan arren batera doaz. Izan ere, lehenengoa kargari dagokio, bigarrena karga hori diren materialeen pisuari, hots, kargaren banaketari, dagokion bitartean. Hau da, erreka batek garraiatzen dituen materialeak, garraia ditzakeen handienak baino txikiagoak badira, orduan karga gehiago eraman dezake, garraiatutako materialeak handienak balira baino. Beraz, zenbat eta garraiatutako materialeak txikiagoak izan, muga-karga handiagoa.

Materialeen neurria (dimentsioa) eta batezbesteko abiadura HJULSTRÖM-en diagraman erlazionatzen dira (4. irudia). Diagrama horrretatik ondorio batzu ateratzen ditugu:



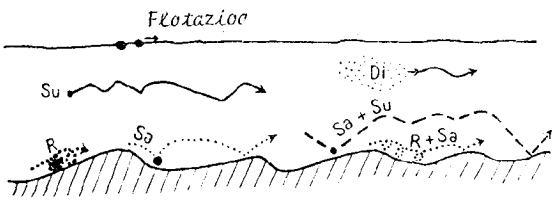
4. irudia: HJULSTRÖM-en diagrama.

.- zenbat eta tamaina txikiagoa izan, materialeen eranztasuna handiagoa, beraz, abiadura gehiago beharko da horien *askapenerako*. Hauxe da ≃ 0.25 mm-z behera gertatzen dena. Baina, behin askatuak izan ondoren horien *garraiorako* behar den energia gutxitu egiten da partikulen tamainarekin batera.

.- materiale lodien kasuan, askatze-abiadura ≃ garraiatze-abiadura izaten da; materiale finen kasuan, ostera, askatze-abiadura >>>> garraiatze-abiadura.

Garraiakera:

Errekak modu desberdinetan garraia dezake:



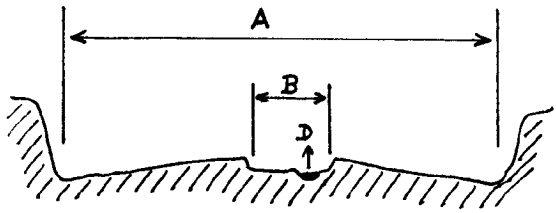
5. irudia: Kargaren garraiakera

Di - disoluzioa *Sa - saltoka*
Su - suspentsioa *R - arrodamenduz*

IBILGUAREN FORMA

Ibilgua: ur-korronteak betetzen duen espazioa.

Ibilgu hori aldakorra gertatzen da denboran.



6. irudia: Ibilgua aldakorra gertatzen da denboran.

A.- *UHOLDE-IBILGUA*: Handiena. Euri-jasa gogorretan (urtean gutxitan) ureztatzen den aldea. Mapa geologikoetan "alubioiak" esaten den hori. Normalean landareek hartuta dago.

B.- *IBILGU ARRUNTA*: Errekaren ibilgu normala. Bazterrek ondo mugatuta, eta errekak garraiatzen dituen materialez (harkaz-karrak, hareak) beteta.

D.- *AGORTE-IBILGUA*: Une konkretu batetan errekak betetzen duen bidea. Klima mediterraneoan, esaterako, errekak oso irregularrak izaten dira, eta gehienetan ez dute *ibilgu arrunta* osorik betetzen, alde bat baizik. Berau da *agorte-ibilgua* izenekoa.

OREKA-SOSLAIA

Aurrekoan ibai-dinamika gainazaldu dugu, eta beronetan oinarritzen da orain aipatzen dugun *oreka-soslaia*.

Izan ere:

P. netoa > 0 HIGADURA (indusketa)

P. netoa < 0 DEPOSITOA (metaketa)

Ibilguko puntu batean P. netoa = 0 bada, puntu horretan errekak *oreka-potentzia* lortu duela esaten dugu, hots, ez higalanik ez depositorik. Erreka baten ibilgu osoan, puntu guztietan, lortuko balitz hori (P. netoa = 0) errekak bere *OREKA-SOSLAIA* lortuko luke, hau da, errekak ez luke ibilgu osoan higatuko, ez depositatuko ere. Erreka guztien eboluzioaren helburua, beraz, hauxe da: *OREKA-SOSLAIA lortzea.*

Oreka-soslaia guztiz arazo dinamikoa dugu, baina hipotetikoa.

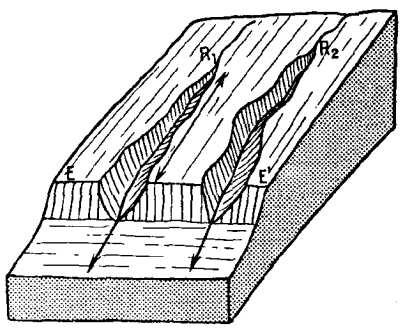
Izan ere, erreka baten soslaia *ELKARREN ARTEAN ERLAZIONATURIK* dauden pun-

tu-multzoa da. Baina puntu horiek mugikorrak dira bertikalean: goratu (metaketa) edo beheratu (indusketa). Edozein puntutan gertatzen denak bai goitik bai behetik ere eragina du.

Demagun, ibilguko puntu batean maila-gutxipena gertatzen dela, higadura egon delako edo. Ondorioz, hortik behera ibilguko aldapa gutxitu egiten da (depositoa), eta puntu horretatik gora, ostera, aldapa gehitu, errekak atzeranzko higadura egiten duelarik.



A=*higalana* B= *depositoa*
Baina higalana gertatzean (A) *aldapa gero eta gogorragoa izango da, puntu horretan hasita eta gorantza, hauxe da, hain zuzen ere,* atzeranzko higadura *esaten duguna.*



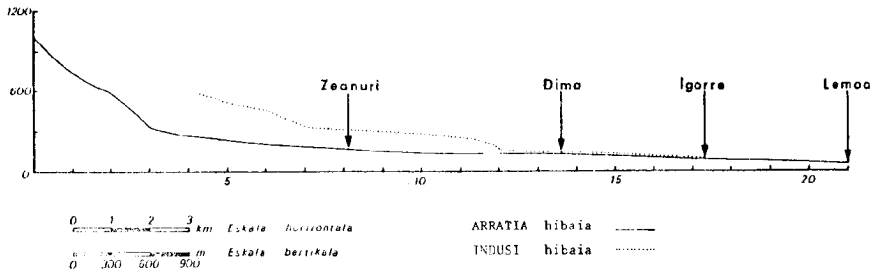
7. irudia:

Malkarra (orma) gertatzen denean (faila bategatik edo) hasten da atzeranzko higadura hori. Aldapa handituz doa, malkarrean hasita eta atzerantza.

Esan dugunez, soslaiaren puntu guztiak dinamikoak dira, mugikorrak. Hala ere, ba da puntu bat finkotzat har dezakeguna, nahiko denbora "luzean", behintzat, aldatzen ez dena. Puntu hori errekaren bokalea edo uhobia dugu, hau da, errekak bere urak isurtzen ditueneko tokia. Puntu hori BASEKO MAILA esaten dugu.

Ibai-nagusien baseko maila hori ozeanoan egoten da, ozeanoa bera *BASEKO MAILA OROKORRA* izanik. Baina, errekek beste nonbait isurtzen dituzte urak (*LEKUKO BASEKO MAILA*): laku batetan edo beste erreka-ibai batetan.

Hona hemen erreka baten soslaia:



8. irudia: Arratia ibaiaren soslaia. Hiru alde bereizten dira hor: GOI-IBILGUA: aldapa gogorrekoa. Higadura batez ere. ERDI-IBILGUA: motelagoa. Garraioa nagusi. BEHE-IBILGUA: leuntsua. Depositoa gertatzen da hor, gehien bat.

Errez ulertzekoa da, ezen baseko maila hori aldatzen denean ibilgu osoan zenar izango duela eragina, ur-korrontearen aurkako zentzuan, hau da, behetik hasita eta gorantza, hain zuzen ere.

.- Baseko maila jaisten bada: errekaren luzerazko soslaia ere beheratzen da, bai eta horren adarrak diren beste erreka guztiena ere. Beraz, sortzen den dinamika gero eta zabalagoa da. Drenai sarea* artekatuz doa erliebean.

.- Baseko maila igotzen bada: errekaren behe-ibilgua ere goratzen da, hor sedimentazioa gertatzen da eta.

Baina, ZELAN gerta daiteke baseko mailaren gorabehera hori?

Bi mogimendu-motak, elkarren kidekoak direnak, eragiten dute hori.

MUGIMENDU EPIROGENIKOAK: tektonikazko gaietan ikusi dugun moduan, etengabe ari dira gertatzen mugimendu bertikal hauek. Itsas-maila finkotzat hartuta,

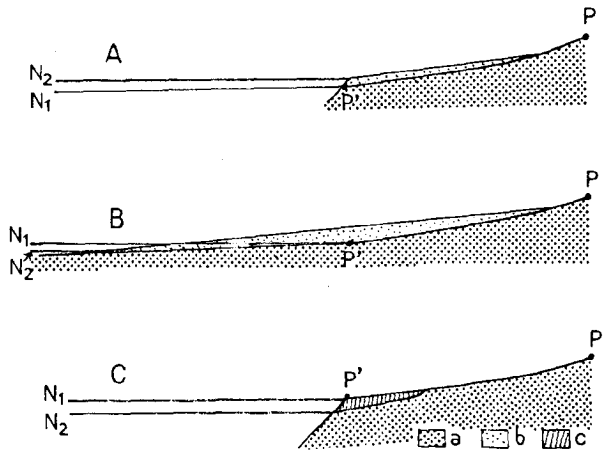
---

Drenai sarea: *Lurralde bat drenaiatzen duten erreka-ibai guztiek, bai sasoiko bai iraunkorrek, osotzen duten sarea, eraketa.*

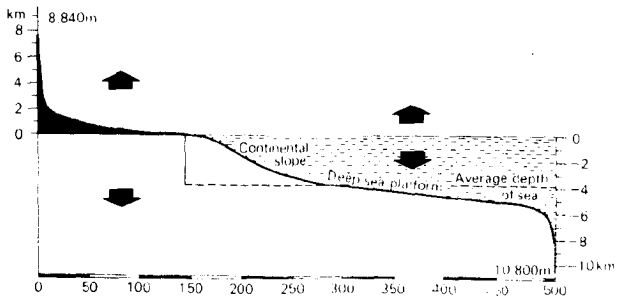
gorabehera horiek baseko mailaren aldaketa dakarte.

MUGIMENDU EUSTATIKOAK: itsas-maila bera ere aldakorra da, arazo klimatikoen arabera. Lehorraldea finkotzat hartuta, itsas-mailaren gorabehera hauek baseko mailaren aldaketa dakarte.

Bi mugimendu-mota hauek etengabe ari direnez, ibai-errekek ez dute sekulan lortzen oreka-soslai hori.

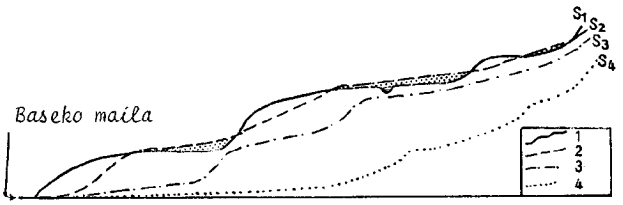


9. irudia: Soslai baten eboluzioa baseko maila (N) aldatzen deneko kasuan. A.- N igotean depositoa (b) gertatzen da hor. C.- N beheratzean atzeranzko indusketa (c) gertatzen da hor.



10. irudia: Lurrazala guztiz dinamikoa dugu.

The momentary state of the Earth's surface is mothing but the instantaneous result of the antagonistic action of endogenic and exogenic effects (Scheidegger). AURKATASUNaren oinarria esaten dugu hau.



11. irudia: Soslaiaren aldaketa.
M - errekaburuaren aldaketa
1,2,3,4 - elkarren segidako soslaiak
Marrazko aldeak - metaketa (depositoa).

IBAIBIDEKO OZTOPOAK: MEANDROAK ETA HARRAPAKETAK

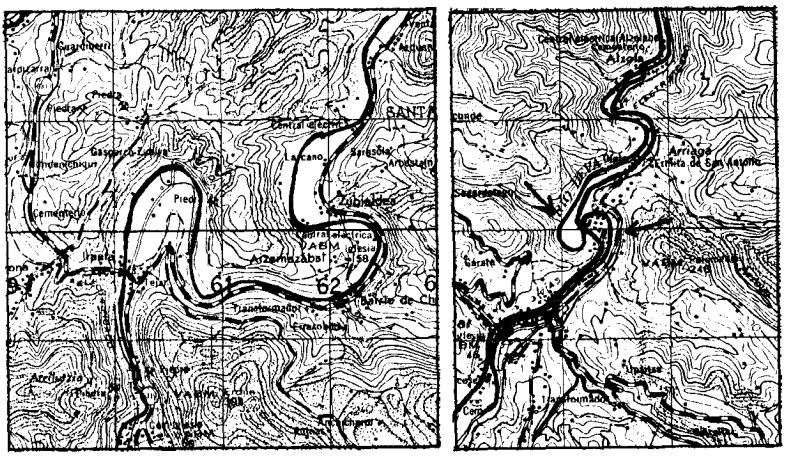
MEANDROAK

Ur-korronte gehienen bidea ez da zuzen-zuzena izaten, kurbatua baizik. Kurba horien kausa inguru geologikoan (litologia, estruktura) edota ibaiaren beraren dinamikan (abiadura, emaria, karga...) aurkitu behar izaten da. Hala ere, kasu batzutan, kurba horien agerpena azaltzeko ez dago *ageriko kausarik;* Kurba hauei, eta hauei bakar-bakarrik, ematen diegu MEANDRO izena.

Meandroa: *Isurpen direkziotik, eta ageriko kausarik gabe, urruntzen den ur-bidea, geroago, eta biragune handi bat eman ondoren, berriro direkzio horretara bihurtzeko (Derruau-k esanda).*

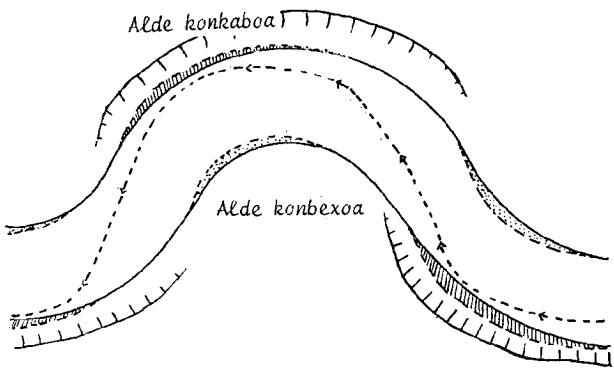
Meandroen dinamika

Meandroak ez dira estatikoak. Ez horixe. Guztiz dinamikoak dira. Urak ez dauka abiadura berdina korrontearen leku guztietan. 13. irudian ageri denez, ba da hor abiadura gehieneko lerro bat, zeinak bazter konkaboetan jotzen baitu. Beraz, higalana gertatzen da alde horietan, konkaboetan, jakina, alde konbexoetan (abiadura gutxi) materialeen depositoa gertatzen den bitartean.

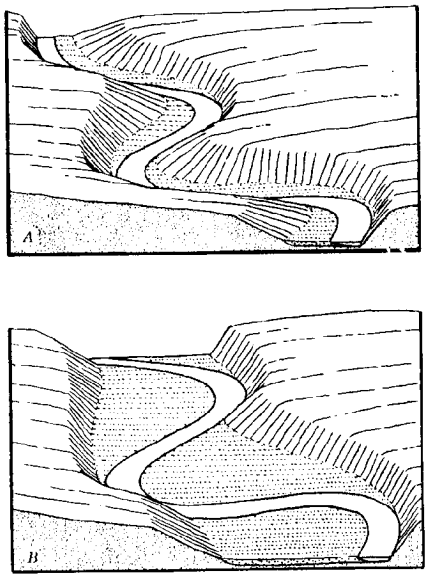


12. irudia: Hona hemen gure inguruko meandro batzu (?). Eskuinean Elgoibarkoa. Ezkerrean Aizarnazabalekoa. Zergatik biragune horiek?. Ba liteke bertako egitura geologikoak argitu ahal izatea. Bestela?.

Honen esangura hauxe dugu: meandroa zabalduz joango da, gero eta gehiago, zenbait kasutan meandro batzu isolatuta gelditzen direlarik (14. irudia). Bakartutako meandro horiek laku bihur daitezke: oxbow.



13. irudia: Meandro baten dinamika.



14. irudia:

Meandroen eboluzioaren ondorioz arana zabalduz doa, errekaren norabidearen perpendikularrean, hain zuzen ere.

Meandroen dinamika konplexua da. Eboluzionatuz doan neurrian, arana zabaldu ezezik, ibilgua alde konkabotik sakondu ere egiten du meandroak, abiadura gehieneko lerroa alde konkaboetarantza mugitzen da eta (16. irudia).

HARRAPAKETAK

Erreka batek beste erreka bat harrapatzen duenean harrapaketa esaten diogu horri. Orokorrean, bi motatako harrapaketak aipatzera goaz hemen:



15. irudia:
Laster batean bakartuta egon daitekeen meandroa (Elgoibarkoa).



16. irudia: 1-tik 2-ra joaten ibilgua sakonduz joan da meandroa.

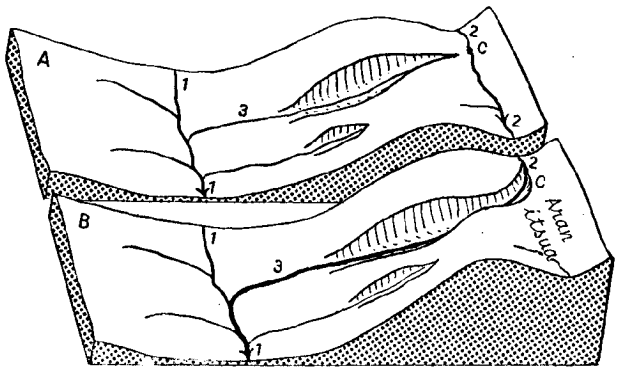
.- A) Atzeranzko harrapaketa
.- B) Isurpenezko harrapaketa

A.- ATZERANZKO HARRAPAKETA

17. irudian ikusten denez (17-A), 3-erreka atzerantza doa (*atzeranzko higadura*) 2-erreka harrapatu arte. C puntuan gertatzen da hori. 2-errekak errezago dauka hortik behera abiatzea, 1-errekarantza, bere lehengo ibilguari jarraitzea baino. Azken hau utzita gelditzen da (*aran itsua*).

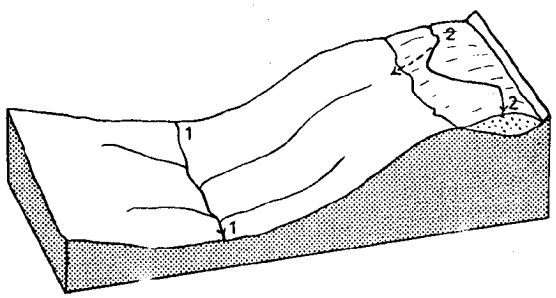
B.- ISURPENEZKO HARRAPAKETA

Erreka batzuk bere bidearen leku leunetara helduta energia galdu eta karga depositatzen dute. Zenbat eta karga gehiago utzi, altuago egongo da ibilguaren hondoa, eta bazterreko kotaz gora igotzekotan erreka (2-erreka 18.



17. irudia: Atzeranzko harrapaketaren garapena.

irudian) desbideratu egiten da 1-errekarantza, azken honek parterik hartu gabe harrapaketan.

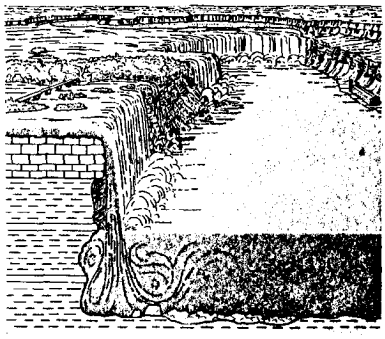


18. irudia: Isurpenezko harrapaketa.

SARE HIDROGRAFIKOA (edo DRENAI SAREA)

Arro batetako erreka-ibai guztiek (sasoiko-iraunkorrak) osotzen duten eraketa da sare hidrografiko hori. 19. irudian Arratia ibaiaren arrokoa ageri da.

Drenai sarearen azterketa oso bide baliagarria dugu bertako argibide geologikorako. Azken batez, erreka-ibaiek hartzen duten eraketa konkretu hori, materialeen litologia eta egiturak berauek mugatzen dute eta. Azterketa hori kuantitatiboki egiten da, drenai sarearen aboluzioa, zelan edo halan, matematikoki aurreikus daiteke eta.

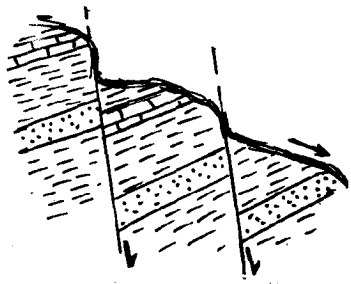


0. irudia: Niagara-ko ur-jausiak.

UR-JAUSIAK

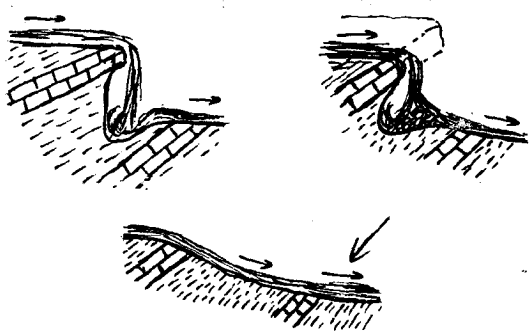
Ibilguan desnibel handia denean gertatzen dira ur-jausiak. Hauen azalpena, gehien bat, bertako estruktura geologikoak ematen digu. Horra hor, Niagarakoena. Horizontalean dira horko geruzak. Hala ere, goikoa, kararriak, gogorragoa da behekoak, marga-buztinak, baino. Azken hauek arinago dira higatuak, eta, beraz, goikoa beti dago aurrerago, desnibela sortzen.

Beste kasu batzutan faila bat izan daiteke desnibela sortzen duena.

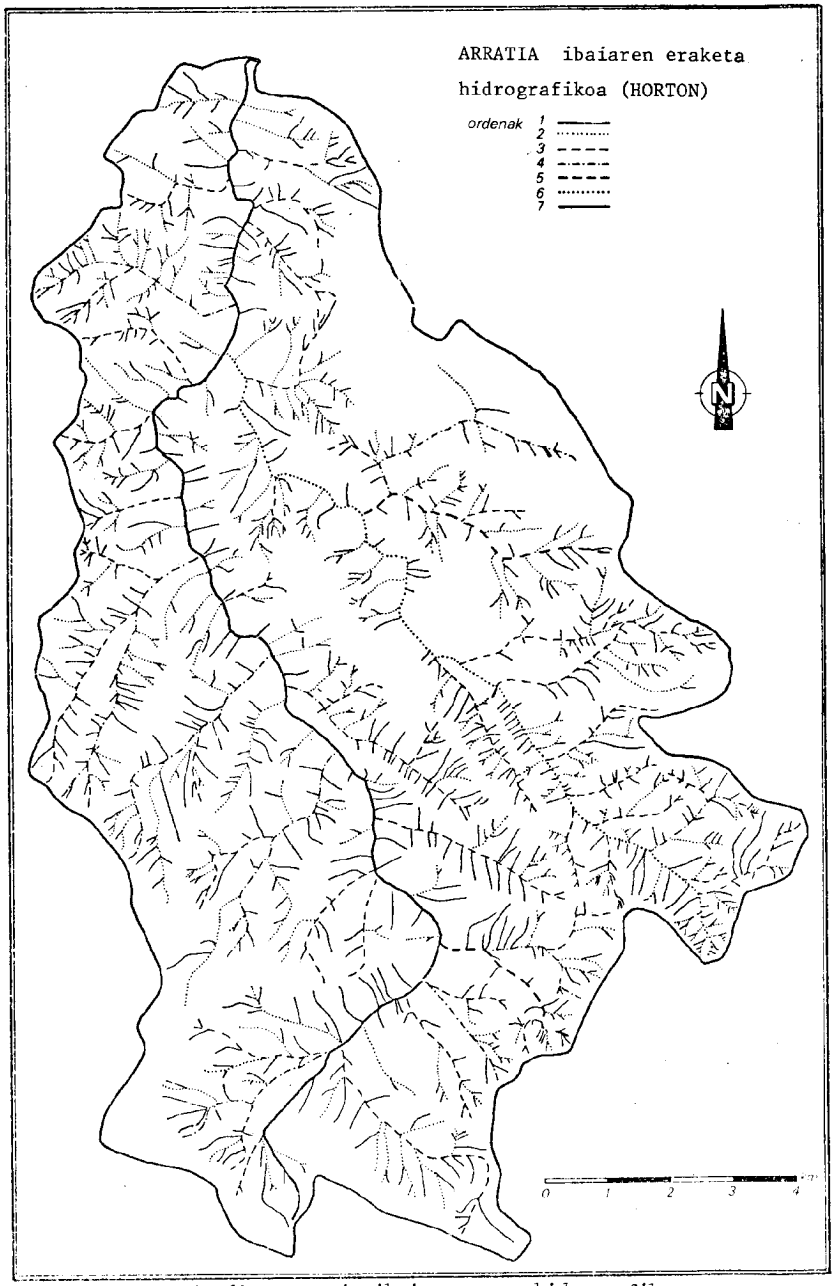


1. irudia: Faila bat izan daiteke desnibela sortzen duena.

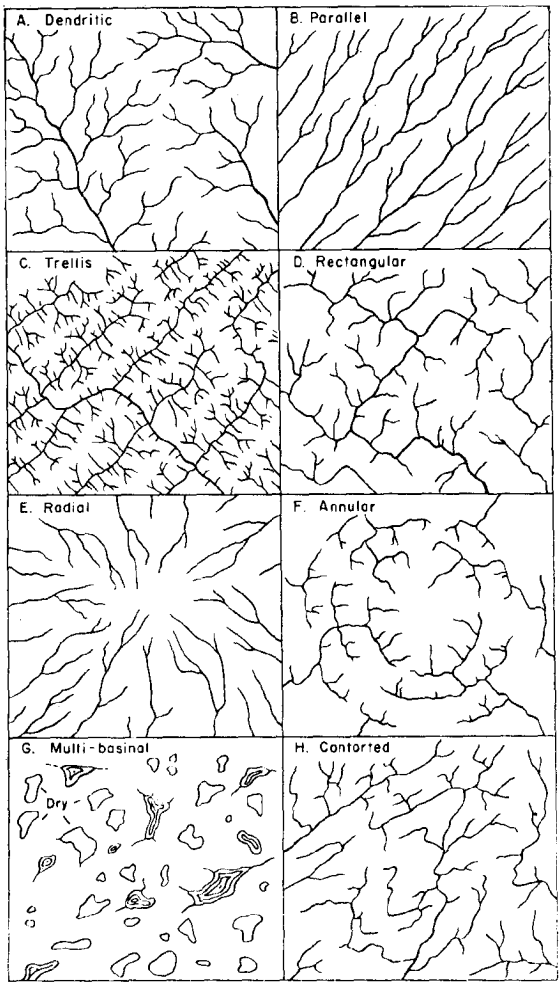
Denbora pasata, ur-jausiak desagertuz doaz, era honetan:



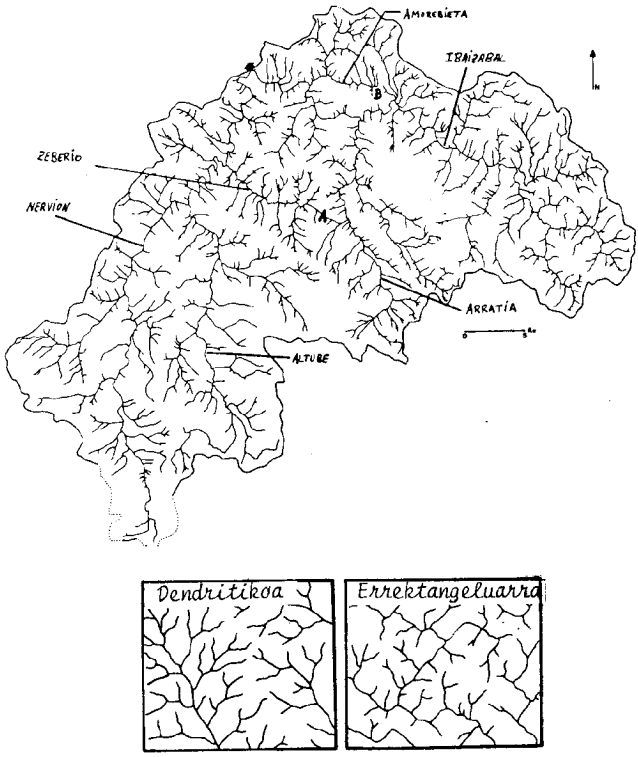
2. irudia: Ur-jausien eboluzioa.



19. irudia: *Arratia ibaiaren sare hidrografikoa.*



20. irudia: Drenai sarearen eredu desberdinak (HOWARD). Bakoitzak argibide geologiko konkretua ematen digu.



21. irudia: Nerbioi-Ibaizabal arroko drenaia-sare honek eraketa desberdina dauka behean (dendritikoa) eta goian (errektangeluarra). Izan ere, sare detritikoa beheko egitura monoklinalari legokioke, eta errektangeluarra goiko aldeari, zeina tektonikak oso kontrolatuta baitago (fala ugari).

HIGADUR ZIKLOA

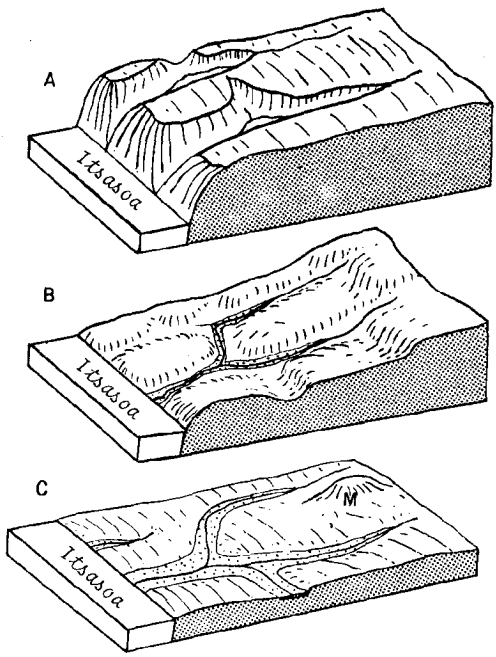
Ibai-dinamika dugu erliebea moldatzen duten faktorerik garrantzitsuena. Izan ere, planetako lurralde batzutan (glaziareak, basamortuak) izan ezik, gehienetan erreka-ibaiak dira higatzaile nagusiak.

Errekek higatutako lurraldea leunduz doa, gero eta gehiago, azkenean penilautada bihurtzeko, hortarako errekek behar duten baretasun-aldia (denbora) izatekotan. Halere, Lurraren dinamismoak galerazten du hori: batzutan

lurraldea altxatuz (mugimendu epirogenikoak), edo tolestuz (mugimendu orogenikoak), edo aldaketa klimatikoa izanez. Honen ondorioz, errekek energia berria har dezakete berriro jo ta ke higalanari eusteko. BERGAZTEPENA esaten diogu horri.

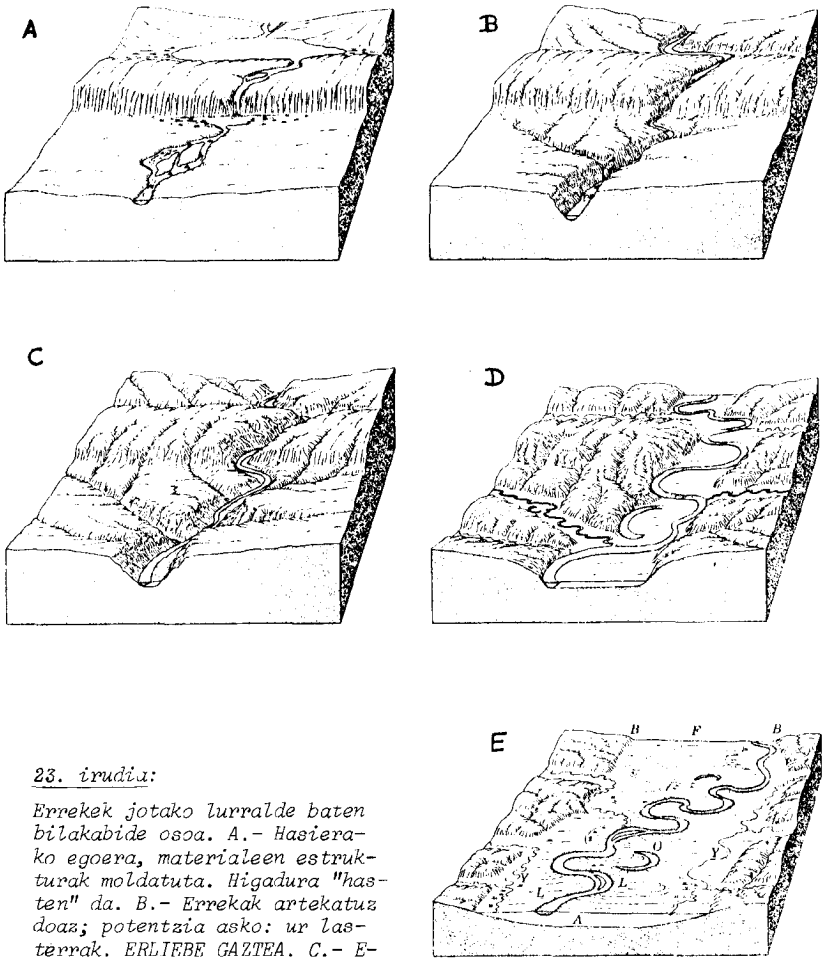
Higadur zikloaren etapak azaltzeko asmoz W.M. Davis-ek modelo bat zabaldu zuen (1890. urtean), zeina, geroztik, kritikatua eta birmoldatua izan zen. Gogora ezazu "Geomorfologia zer den" gaian emandako azalpena.

Hona hemen, higadur zikloaren hiru fase nagusiak:



22. irudia: Zikloaren hiru etapak. A.- GAZTEA. B.- HELDUA. C.- ZAHARRA.

ERLIEBE GAZTEA: Errekek potentzia asko dute eta higalanari eusten diote. Artekatu egiten dira erliebean, berau zorroztuz doazelarik. Erliebea aldapatsua denez, lurretenak gertatzen dira hor.

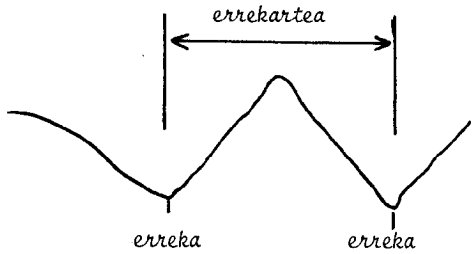


23. irudia:

Errekek jotako lurralde baten bilakabide osoa. A.- Hasierako egoera, materialeen estrukturak moldatuta. Higadura "hasten" da. B.- Errekak artekatuz doaz; potentzia asko: ur lasterrak. ERLIEBE GAZTEA. C.- Erreken soslaia moteltzen hasten hasten da. Uholde-ibilguak ere ba dira hor: alubioiak. D.- Uholde-ibilgu nabarmena. Meandroak azaltzen dira, arana zabaltzen. Erliebea motelduz doa. ERLIEBE HELDUA. E.- Erliebea gero eta leunago. Meandro batzu bakartu egin dira. Alubioiak nagusi. ERLIEBE ZAHARRA. Ohar zaitez bloke diagramen lodieraz.

ERLIEBE HELDUA: Erreken luzerazko soslaia motelduz doa. Higalana ere gero eta makalagoa. Ibilgu eta errekarteetan gertatzen den meteorizazioa antzekoa da. Aldapak gero eta leunagoak. Aranak zabalduz doaz, eta alubioiez betetzen hasten dira. Meandroak eta harrapaketak ere ba dira.

ERLIEBE ZAHARRA: Errekarteak leunduz doaz. Erreken luzerazko soslaia ere berdin. Oso aran zabalak eta alubioiak nagusi. Lurraldea ia-ia leunduta dago; muino batzu besterik ez da erliebean.



.- *Ibilguan den higadura lineala esaten dugu. Errekak egiten du. Honen helburua ibilgua sakontzea da, zabaltzea baino.*

.- *Errekartean den higadura azalekoa esaten dugu, ez da lineala. Higatzaileak era askotakoak dira: eragile atmosferikoak, lurgaineko ur-isurketa, ekintza biologikoa...*

Azken-azkenean, eta martxa honetan etenik ez bada, *penilautada* lortzen da. Hala ere, ba da etenik. Beraz, erliebe batek ziklo bat baino gehiago jasan behar izaten du, normalean.

Kausak:

-Baseko mailaren gorabeherak (epirogenikoak/eustatikoak)
-Mugimendu orogenikoak: erliebe "berrien" sortzaile
-Aldaketa klimatikoa: erreka-ibaiek energia berria har dezakete.

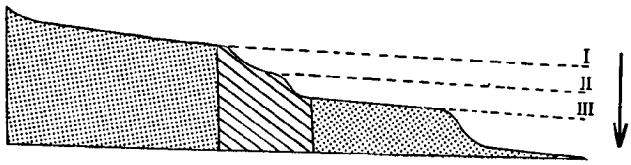
Ziklo berriak ziklo zaharraren gain eragiten du, modu desberdinez ziklo berriaren kausaren arabera, hain zuzen ere.

Kasu xinple bi baino ez ditugu hemen aipatzen:

1.- LURRALDEAREN ALTXAMENDUA

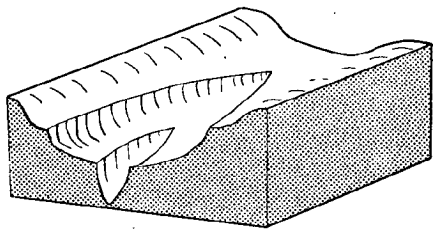
Mugimendu epirogenikoa (edo eustatiko negatiboa). Ondorio berdina dute: *baseko mailaren beherapena.* Hau honela, *higadur uhin* bat sortzen da, zeinak higalanari eusten dion baseko mailan bertan hasita eta gorantza, ibaiaren adar

guztiak ikutuz. Gorantza doan neurrian, erreken luzerazko soslaiak apurketa hori (higadur uhinarena) azaldu behar du, hortik gora lehengo soslaia, eta hortik behera oraingoa izanik.



24. irudia: Baseko mailaren lau beherapenek utzitako soslaia. Marraz dagoen zati horrek hor materiale gogorrak direla adierazten du, zeintzuek neurri handi batez, atzeranzko higalana galeratzen baitute.

Hona hemen arazo bera bloke diagraman adierazita:

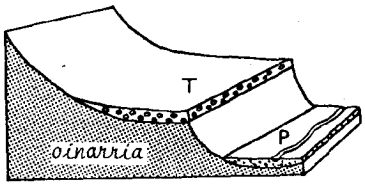


25. irudia: Segidako beherapenek utzi duten erliebea.

2.- INDUSKETA-METAKETAREN TXANDAKETA

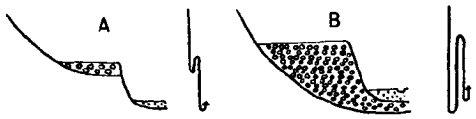
Horra hor ibai-aran bat. Baseko mailaren mugimendu negatibo batek INDUSKETA sortarazten du aran horretan, hots, errekak lehendik ziren alubioietan industen du, berauetan artekatuz doalarik. Alubioietan ezezik berauen azpitik diren harrietan (*OINARRIA*) ere indus dezake (26. irudia). Dena dela, eta prozesu hau aurrerantza doalarik, errekaren lehengo ibilgua oraingoaren goitik gelditzen da alde bietan; *terrazak* azaltzen dira hor.

TERRAZA: *Maila ezberdinetan agertzen diren alubioiak. Gainazala nahiko leuna eta ertza gogorra izaten dute.*



26. irudia:
Terraza baten jarrera.
T - terraza
P - gaurko uholde-zelaia

Hona hemen izan litezkeen eraketa bi:



27. irudia: Ikurrek norainoko prozesuak gertatu izan diren seinalatzen dute.

A kasuan, azpiko *oinarria* azaltzen da terraza eta gaurko uholde-zelaiaren artean. Honainoko eboluzioa hauxe dugu (ikurrak seinalatuta): indusketa 1-metaketa 1 (terrazan dagoena)-indusketa 2 (terraza sortu duena)-metaketa 2 (gaurko alubioiak).

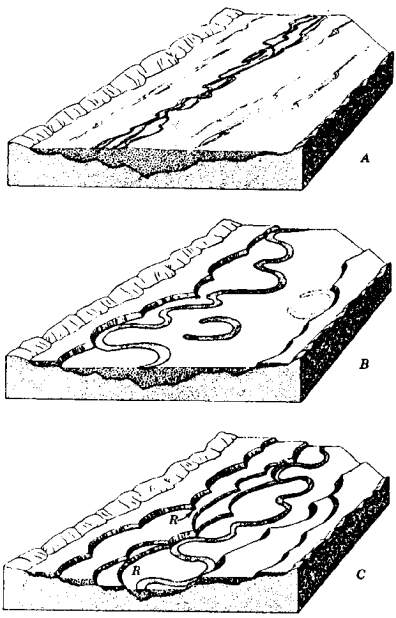
B kasuan, ostera, ez da *oinarria* azaltzen hor: indusketa 1-metaketa 1 (lehengo alubioiak)-indusketa 2 (terraza sortu duena)-metaketa 2 (gaurko alubioiak).

Askotan, terraza-maila bat baino gehiago ager daitezke, gertatutako eboluzioaren arabera (baseko mailaren aldaketaren funtzioan). Hona hemen, honelako kasu bat (28. irudia).

Alderanzketak

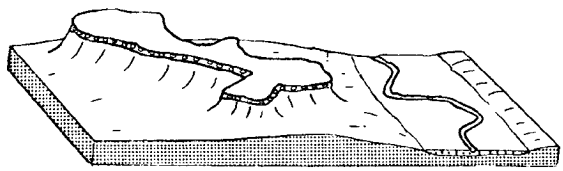
Batzutan gertatzen denez, errekek beheko aldeetan utzitako materialeak (alubioiak, alegia), denbora pasata, nagusi gerta daitezke erliebean, hau da, erliebeko alderik altuenak izatea. Zelan da hori posible?. Ikus ezazu 29. irudia:

Alubioiak materiale bigunetan depositatuak izan ziren, errekak potentzia galdu zuen eta. Geroztik, potentzia berria eskuratuta, gaztetuta, errekak higalanari eutsi zion, alubioietan hasita (terraza bezala gelditu zen hori) gero



28. irudia:
Maila desberdinetan diren terrazak.

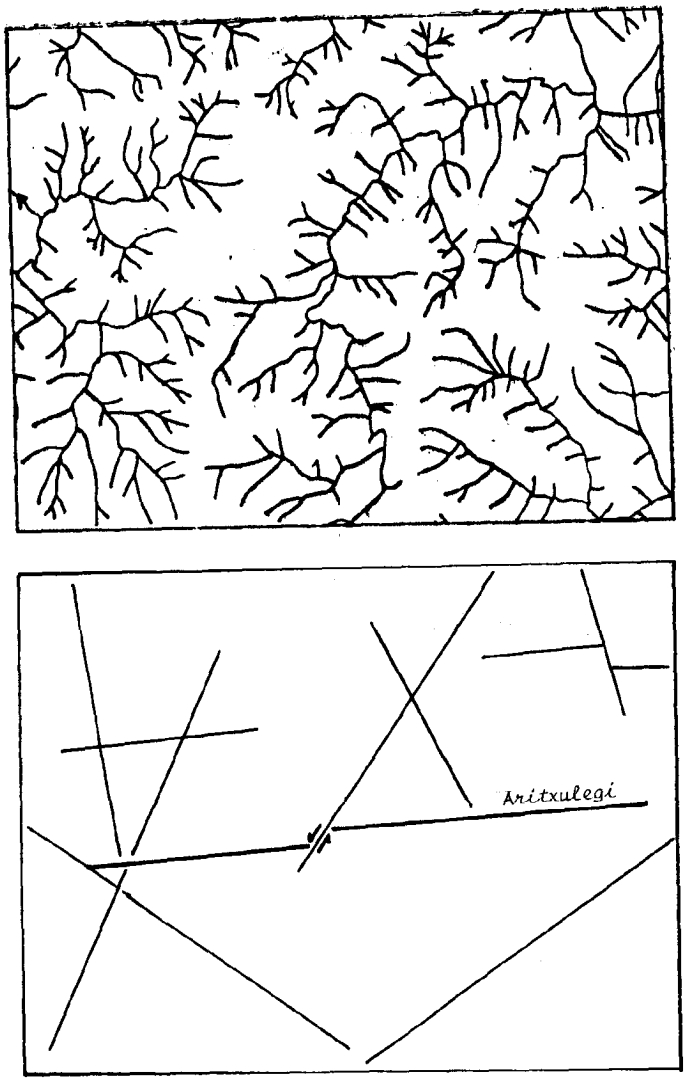
beheko materiale bigunetan jarraitzeko. Hori horrela, alubioi-alde hori gorago gelditu izan da, ingurua baino. Aran baten hondoan depositatuta zegoena, gaur alderik altuena dugu. Erliebea alderantziz dago: ALDERANZKETA esaten diogu horri.



29. irudia: Erliebearen alderanzketa.

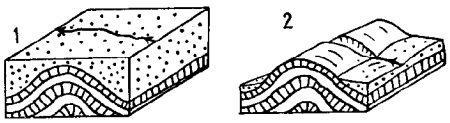
EPIGENESIA EDO GAINEZARMENA

Aurretik esanda dugunez, lurralde batetako sare hidrografikoa bertako litologia-estrukturak mugatuta dago, neurri handi batez. Hau honela, haren



30. irudia: *Goian, Aiako Haitzetan den drenai sarearen alde bat. Behean, hortikxe susma daitekeen faila-erédua. Aritxulegi-ko faila guztiz nabarmena gertatzen da.*

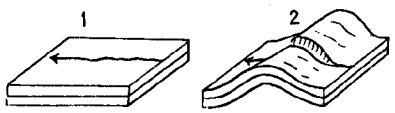
azterketak argibide geologikoa ematen digu. Izan ere, erreka asko failetaz baliatzen dira bertatikxe abiatzeko (30. irudia). Hala eta guztiz ere, batzutan, sare horrek ez du zerikusirik izaten bertako egiturarekin. Zer esan nahi du honek?. Hona hemen azalpena:



31. irudia: Gainezarmena.

Drenai sarea goiko materialeetan eratu da, *bertako egiturak baldintzatuta*; baina, artekatuz joan den neurrian beheko materialeetara ere heldu da, berauetan ezarriz, hauen egiturari jarraitu gabe, hau da, goitik dakarren eraketari jarraituz: *Gainezarmena edo epigenesia.*

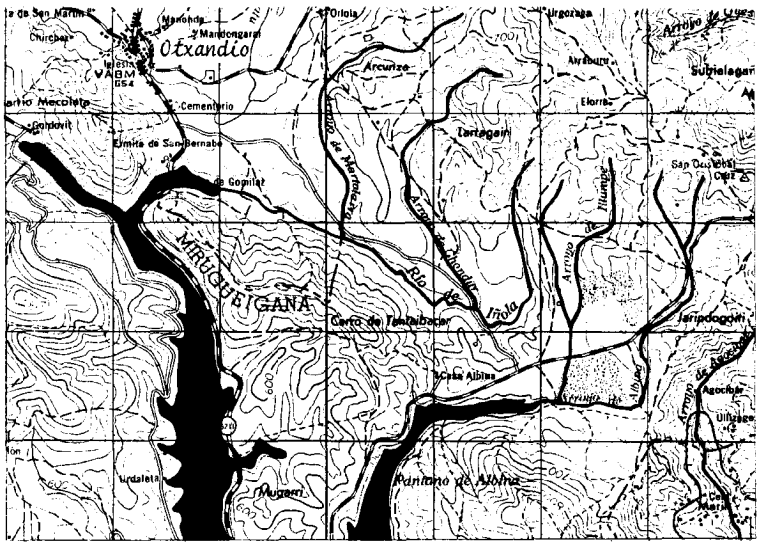
Aurreketa ere gerta daiteke. Honela:



32. irudia: Aurreketa.

Drenai sarea eratuta egon da (1), eta geroztik izan den mugimendu epirogeniko positibo batek gorantza bultzatu du lurralde hori, apurka-apurka. Erliebea artekatuz doa (2) lehendik izan den drenai sarean. Hauxe da *Aurreketa* esaten duguna.





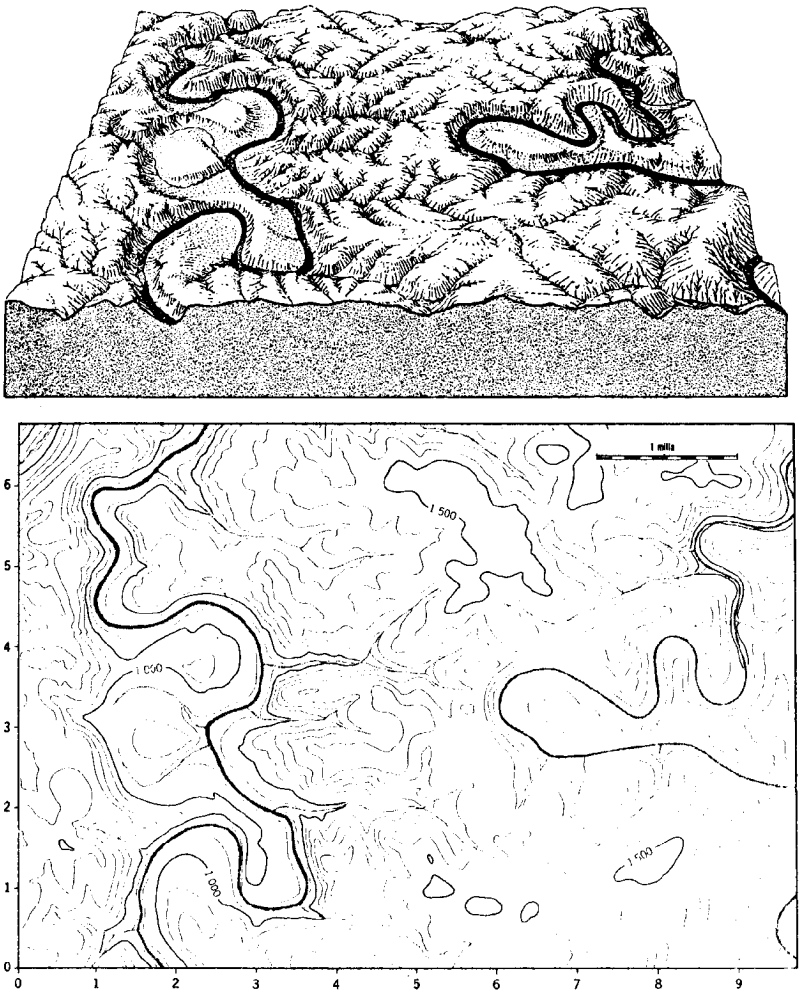
33. irudia: Otxandio aldean dugu hau. Zergatik errekek dute honelako eraketa arraroa?. Harrapaketa ote?. Failaren bat ote?.

Begira hurrengo orrian.
MEANDRO ARTEKATUAK DITUZU HOR.

A.- *Zein da mapa horretan den punturik altuen eta baxuenaren arteko garaiera?.*

B.- *1,7-2,8 koordenadetan meandro bakartua duzu. Nondik abiatzen zen lehen ibaia?. Marraz ezazu.*

D.- *Egin ezazu zehartebaki topografikoa 2,3-3,7 puntutik 2,3-4,8 puntura. Zergatik dira desberdinak errekaren bazter biak?.*


1 mile
1 500
1 000
1 000
1 500
0
1
2
3
4
5
6
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

HIZTEGIA

AGORTE: estiaje, étiage.
ALDERANZKETA: inversión, inversion.
AURREKETA: antecedencia, antécédence.
BOKALE: desembocadura, embouchure.
EMARI: caudal, débit.
GAINEZARMEN: sobreimposición, surimposition.
HARRAPAKETA: captura, capture.
INDUSKOR: derrubiable, affouillable.
MARRUSKADURA: rozamiento, frottement.
OREKA-ALDAPA: pendiente de equilibrio, pente d´équilibre.
OREKA-SOSLAI: perfil de equilibrio, profil d´équilibre.
PENILAUTADA: penillanura, pénéplaine.

BIBLIOGRAFIA

DERRUAU, M. (1970).- "Geomorfologia". Ariel argitaletxea. Barcelona. 442 orr.

RICE, R.J. (1983).-"Fundamentos de Geomorfologia". Aurton argitaratzeko. Paraninfo argitaletxea.

VIERS, G. (1973).- "Geomorfología". Oikos-tau argitaletxea. Barcelona. 320 orr.

Euskal Herriko ibai-dinamikari buruzko lanak ere ba dira:

ANTIGUEDAD, I. (1982).- "Análisis de la red de drenaje en la interpretación estructural. Aplicación en la cuenca del río Nervión-Ibaizabal (Bizkaia-Araba). LURRALDE investigación y espacio (Euskal Geografi Elkargoa-INGEBA). 35-45 orr. Donostia.

CRUZ-SANJULIAN, J. eta SAENZ DE ETXENIKE, F. (1980).- "Análisis cuantitativo de la red de drenaje de la cuenca alta del río Nervión". KOBIE (Bizkaiko Diputazioko aldizkaria) 10. zenbakia. 39-52 orr.

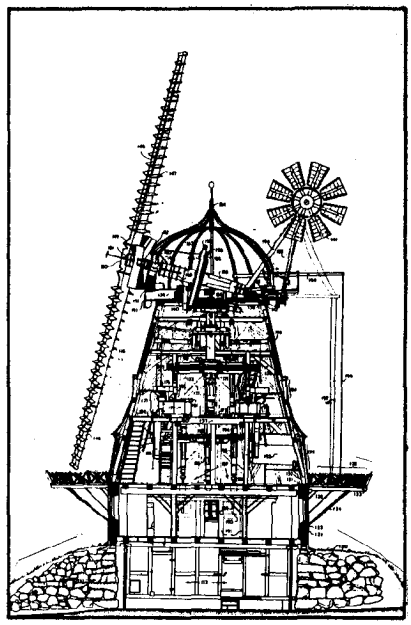
ERASO, A. (1983).- "Estudio morfométrico de las cuencas de los ríos Butrón, Oka, Lea y Artibai en la provincia de Vizcaya". LURRALDE investigación y espacio (INGEBA). Donostia.

5,5. HAIZEAREN HIGAKERA

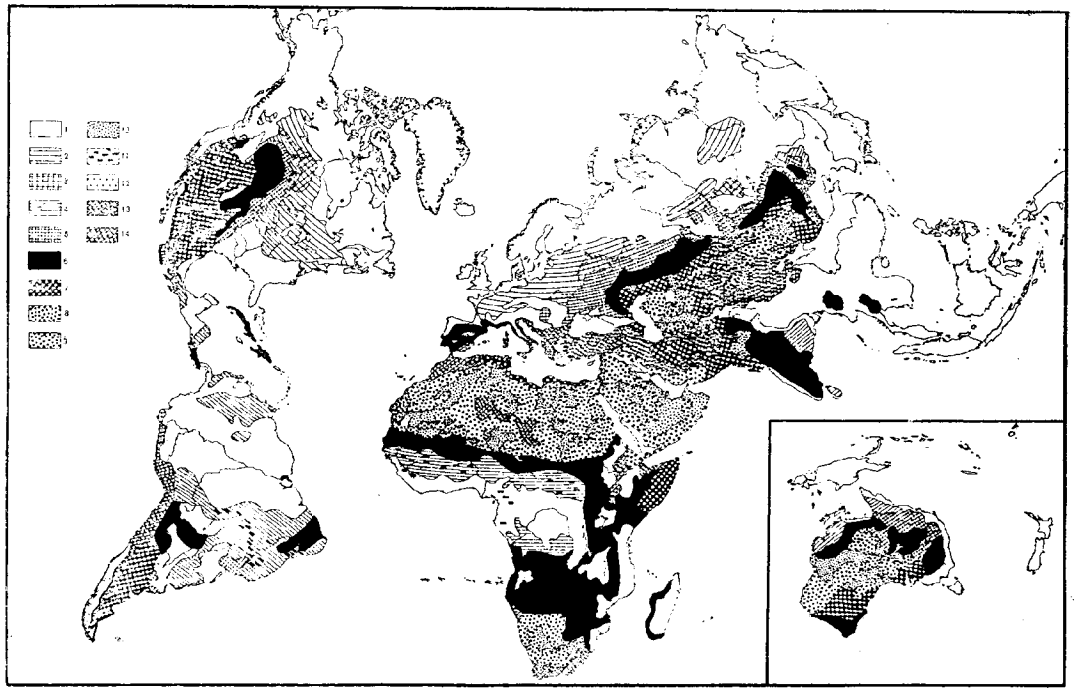
Sarrera
Basamortua
Haizelana
Haize-depositoak
Dunen finkapena
Loess

HAIZEAREN HIGAKERA

Haizea eragile higatzaileetariko bat dugu. Beronen eragina ez da edonon sentitzen, oso leku konkretutan baizik. Munduko zenbait lurralde dira haizeak jota daudenak: *basamortuak*. Hala ere, kasu batzutan kostaldean ere aurki dezakegu haizelanaren seinalea: kostaldeko dunak, esaterako. Azken hauen adibide bikaina Bizkaiko Gorlizeko dunak ditugu, eta apur bat urrunago joanda Landak. Baina beste eskala batetan haizelana garrantzizkoa dugu gure inguruko ekosistemetan berauetan ere, hain klima hezea izan arren. Naturan sortzen ari garen narriaduraren kausaz haizelana gero eta gehiago hartu behar dugu kontutan.



BASAMORTUA: etimologikoki, pertsonarik ez dagoela esan nahi du. Halere, esangura klimatiko-biologikoa ere ba dauka: *oso prezipitazio eskas eta oso landaretza urriko lurraldeak*. Zer esanik ez, baldintza hauek betetzen ditu zenbait lurralde hotz-hotzek ere bai (Kanadako Artikoa, esaterako), baina hauetan ez du haizeak higalanik egiten, beraz, basamortu idorretaz (LURRUNKETA > PREZIPITAZIOA) arituko gara hemendik aurrera.



1. irudia: LEHORRETASUN-MAPA (UNESCO).- Hamalau sail bereizten dira hor, bakoitzak lehorte-portzentaia konkretu bat izanik. 1.- lehorterik ez. 2.- oso lehorte gutxi (≃ 5%). 3.- 5-10%. 4.- 10-25%. 5.- 25-30%. 6.- Oso lehorte asko (30-50%). 7.- 50-75%. 8.- 75-95%. 9.- lehorte totala (≃ 100%). 10.- hare-basamortuak. 11.- Landaretzarik gabeko lurtzoru buztintsuak. 12.- Basamortu artikoak. 13.- Sabanak (lehorte-maiztasuna >50%). 14.- Mendi-basamortuak.

Basamortuok klimaren arabera sailkatzen ditugu:

- *Lurralde hiperidorrak*: kontinenteen azaleraren 5% edo betetzen dute era honetako lurraldeek. Urteko batezbesteko prezipitazioa < 50 mm. izaten da, urte batzutan ur-tanta bat ere ez dela jausten.

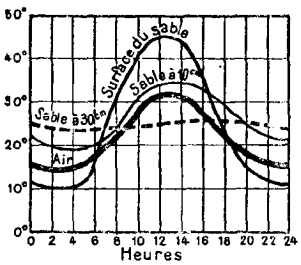
- *Lurralde idorrak*: kontinenteen 14%. Hauetan urteko batezbesteko prezipitazioa 50-175 mm. bitartean dago. Euri guztiak sasoi berean izaten dira. Era honetako lurraldeak, hiperidorrak inguratzen egoten dira.

- *Lurralde erdidorrak*: kontinenteen 14%. Eurijauste gehiago izaten da hauetan, 350-400 mm-taraino, eta erregularragoa ere.

Beraz, balore horiek kontutan harturik, uste baino azkoz lurralde gehiago ditugu basamortu (zentzu zabalean). Horra hor Nafarroako Bardeak; bertako prezipitazioa, urteko batezbestekoa, ez da 400 mm-tik gora pasatzen, eta landaretzaren aldetik ere nahiko eskasa da. Ez da Saharara joan behar basamortuak ikusteko *!!!*.

Lurralde idorren (zentzu zabalean) ezaugarriak ondoko hauek ditugu:

* Oso tenperatura muturrekoak. Gainera, anplitude handikoak, egunean zein urtean.



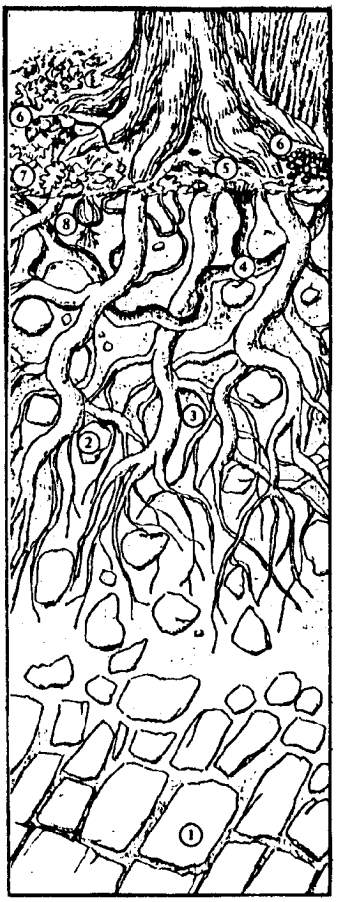
2. irudia:

Mourzouk-ko erg-ko tenperatur aldaketak egun batetan zehar (1944-IV-9). 30 cm-tako sakoneran aldaketaren anplitudea oso-oso txikia da, baina azalean airekoa baino nabariago.

* Oso prezipitazio eskasa eta, ondorioz, oso eraketa hidrografiko murriztua. Ibilgu gutxi batzu besterik ez, eta lehor gehien bat. "oued" edo "ouadi" esaten ditugu ibilgu horiek. Lurrunketa > prezipitazioa.

* Oso landaretza urria, lurgorria izanik (3. irudia).

* Benetako lurtzorurik ez. Alde idorretan ez dira benetako lurtzoruak eratzen, hortarako behar diren baldintzak ez baitira izaten (ikus E-



3. irudia:

Benetako lurtzoru batek landaretza permititzen du, eta beronek lurrari eusten dio, haizelana galerazten.

Lurtzoruan parte bi agertzen zaizkigu: minerala eta organikoa. Parte biok nahastuz doaz azaletik (ia dena organikoa) ama-harrira (harri-multzora) heldu arte (dena minerala). Hau dela eta, lurtzoruaren egitura bere heldutasun-graduarekin lotuta dago, hau da, berton bizi den landare-komunitatearekin. Gizakiaren ekintzak, sarri askotan, apurtu egiten du "landare-komunitatea - lurtzorua" erlazioa: kultibo inposatuak, larratze intentsiboa... Landare-komunitatea aldatzean, inguruko baldintzak ere (eguzkiztapena, tenperatura, hezetasuna...) aldatzen dira, eta bai lurtzoruan bizi diren organismo guztien baldintzak ere; honen ondorioz, ia beti, atzeraezinezko degradakuntza dator.

Honexek ekarri du BASAMORTUEN AZKEN BOLADA HONETAKO AURRERAPENA:

1.882.urtean ..... *kontinenteen 9.4 % zen basamortua*

1.952.urtean ..... *kontinenteen 23 % zen basamortua*

2.000. urtean ..... ZENBAT IZANGO DUGU HABITAGARRI ?

Grabeena zera da: basamortu guztietan aurkitzen ditugu GAURKO BALDINTZA KLIMATIKOETAN EZIN DESARROILA ZITEZKEEN AURREKO ZIBILIZAZIOREN HONDARRAK. *Haizea eta ura higadur eragilerik nagusienak dira. Lurraren landare-estalkia desagertzean, beronek eskeintzen zuen babesa ere desagertzen da. Ondo-*

rioz, urak (zuzenki jausi eta iragazteko astirik ez daukana) herrestan eramaten ditu lur-partikulak. Era berean, landareen SUSTRAIAK EZ DIOTE IA LURRARI EUSTEN, berau lehorra delako, ETA HAIZEAK ERAMATEN DITU LUR-PARTIKULAK ERRAZKI. Bestetik, landare-estalkiaren babesa desagertzean, lurtzoruak artez hartzen ditu argi-izpiak, lurrunketa handiago izanik. Logikoki, era honetan humusa eta lurpeko bizitza gutxituz doaz eta honek lurtzoruaren emankortasunaren galtze aurreragarria ekartzen du.

Denok dakigunez, basoak desagertuz doaz mundu osoan. Papergintza, erregai bezala erabiltzen den zuraren usantza, kultiboek eta larratzeek hartzen dituzten gero eta azalera handiagoak... basoen azaleraren atzerapen handiaren kausarik garrantzitsuenak dira. Atzerapen honen garrantzizko kausa bezala ere zera aipa dezakegu: mekanizazio hazkorra eta kontsumo-guneetaraino ailegatzen diren komunikabideak.

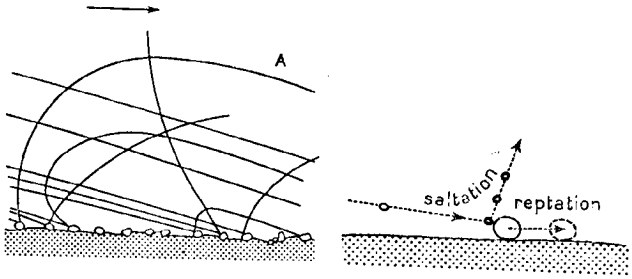
dafologiaren gaia). Hala ere, kasu batzutan, sasi-lurtzoruak eratzen dira, "zarakar" antzekoak, lurrunketaren ondorioz prezipitaturiko gatzez (karbonatoa, igeltsoa) osotuta. Era honetan sortzen dira "basamortuko arrosak" izeneko igeltso-kristalen multzo ikusgarriak.

* Oso haize gogor eta iraunkorrak.

HAIZELANA (Haizearen higalana)

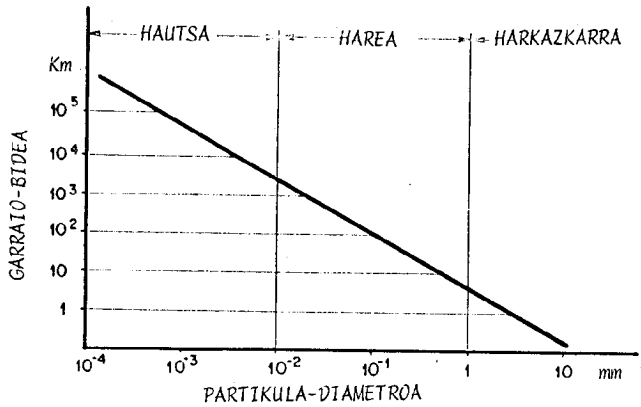
Haizeak egiten duen higalana *MEKANIKOA* da eta mota bitakoa. BAtetik, lurgainean diren partikula askeak altxatu eta narraz egiten ditu: *DEFLAZIOA (déflation)*. Bestetik, hartutako partikula horiek harrien kontra jo arazten ditu haizeak, harriok karruskatzen: *KARRUSKADURA (corrasion)*. Beraz, deflazioa gerta dadin nahiko da aire-korronteak izatea eta lurreko partikulak askeak izatea (harrien meteorizazioz askatuak eta landaretzak hartuak ez izatea). Hauxe da lurralde idorretan (zentzu zabalean) gertatzen dena, landaretzarik ez dagoenez partikulak aske geratzen dira eta haizeak erraz eramaten ditu, deflazioa handia izanik.

Deflazioa arazo selektiboa da, hau da, energetikoa. Partikularik finenak (limo-buztinak) oso ondo izango dira garraiatuak (suspentsioz); lodiagoak badira (hareak) haizearen energia handiaz bakar-bakarrik higituko dira, eta kasu honetan ere ez dira normalean suspentsioz joango, lurretik saltoka edo bueltaka baizik.



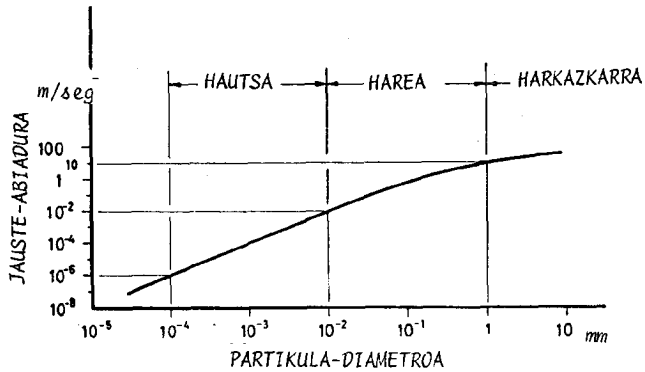
4. irudia: Haizeak eragiten duen garraiakera. Autore batzuren ustez, 1 Km³ airean 900 tonelada hauts egon daiteke suspentsioz.

Haizeak partikulak hartu eta garraiatu egiten ditu, baina noraino?. Hona hemen, DAPPLES-ek aurkezturiko grafikoa, non "partikulen diametroa - egin dezaketen bide gehiena" erlazioa adierazten baita.



5. irudia: Partikulen diametroa/Egin dezaketen bide gehiena.

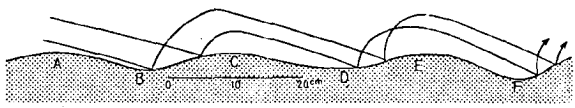
Dato bezala, 1.883.ean JAVAko Krakatoa sumendiak izan zuen jaurtikaldian atmosferara botatako partikula fin-fin batzu Alpes-etan topatu dira. Garraio luzea gero!!!. Eta beste horrelako partikula asko eta asko oraindino suspentsioz bide dira atmosferan zehar zenbait lurraldetako klimatologian parte hartzen dutelarik. Partikula bakoitzak ba du jausteko abiadura bat bere tamainaren araberakoa, 6. irudian ikusten den bezalaxe.



6. irudia: Jauste-abiadura / partikula-tamaina.

Ikusten denez, grafikoa ez da guztiz errekta bat, makurtu egiten da tamaina handien aldean. Zergatik? arrazoi xinplea da. Partikula handiek bolumen gehiago dutenez, aire gehiago bazterreratzen dute beren jauste-bidean, eta hortxe sortzen diren zirimolek frenatu egiten dituzte partikulok, jauste-abiadura txikiagoa izanik. Haizeak turbulentoak izaten direnez ere, konplexua gertatzen da partikulen jauste hori ondo kontrolatzea.

Haizelanaren ondorioz UHINDURA sortzen da, hau da, lurra ez da leun-leuna, gorabeheratsua baizik. Honen arrazoia hauxe da: partikulen jotzea aktiboagoa



7. irudia: AB, CD, EF aldeetan ez dago partikula-jotzerik. BC eta DE aldeetan, ostera, bai dago.

gertatzen da haizearen bidean den aldean, atzekaldean baino, uhindura hori gero eta nabarmenagoa izanik.

Batzutan, deflazioak gogor jotzen du lurreko partikulak garraiatzen eta sakongune bat uzten. Euria denean bertan agertzen da laku antzeko bat, zeinak oso denbora gutxitan dirauen. Ura lurruntzean, haizeak oso erraz eramaten ditu bertan diren limo-buztinak (lehengo lupetza) eta honela sakongunea gero eta

sakonagoa izango da; azkenean, maila piezometrikoraino hel daiteke eta hau gertatzekotan sakongunea ez da gehiago sakontzen, urak galerazi egiten baitu bertako bertako partikulak garraiatuak izatea. Hauxe da Libia eta Egiptoko OASI nagusien jatorria.

Karruskadura: haizeak garraiatzen dituen partikulek egindako higalana.

Karruskalan hori gogorragoa gertatzen da behekaldean, lurretik hurbil, goikaldean baino, azken batez, suspentsioz doazen partikularik lodienak beheko partetik abiatzen dira. Hauxe da leku batzutan gertatzen dena, Egiptoko piramidetan, kasuz.

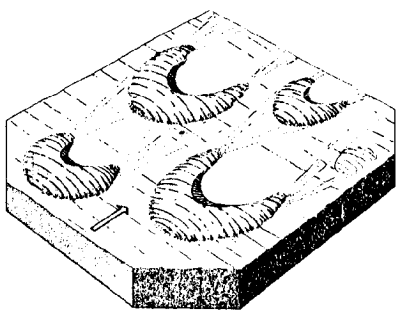
HAIZE-DEPOSITOAK

Potentzia-kontua da. Haizeak potentzia galtzen duenean, oztopo batekin topo egiten duelako edo, gertatzen da partikulen depositoa. Beraz, arazo energetikoa. Deposito hauek nabarmenak dira haize gogorrak eta landaretza eskasa diren lekuetan. Basamortuetan gertatzen dira nagusi.

DUNA: HAIZEAK DEPOSITATUTAKO EDOZEIN HARE-MOTA.

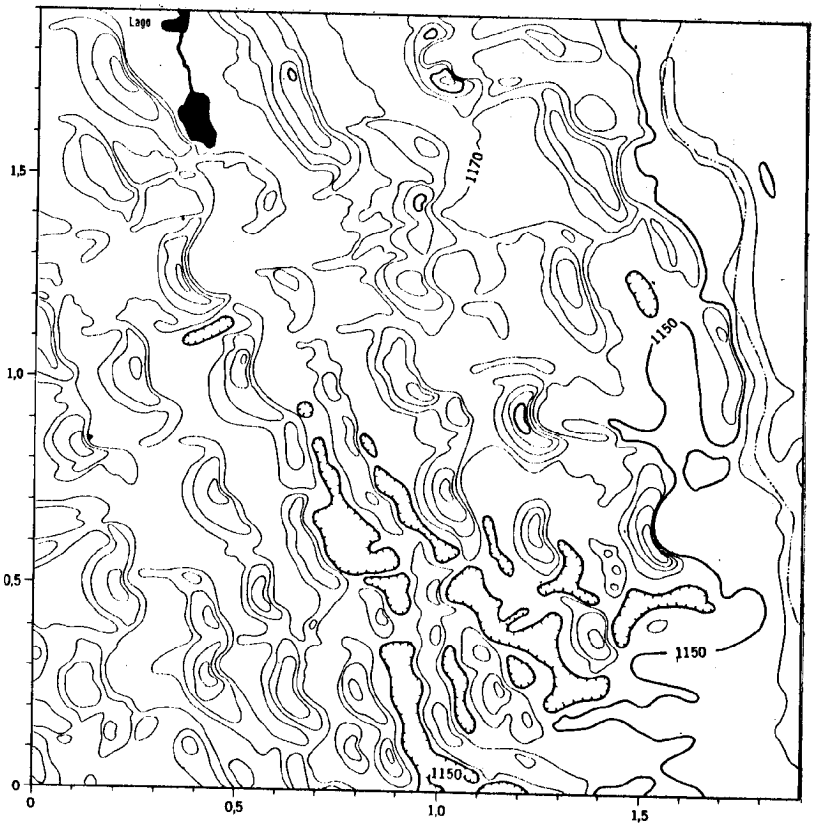
Dunak, batzutan, isolatuta azaltzen dira; beste batzutan, ordea, elkarren ondoan lurralde zabal-zabalak estaltzen. Azken kasu honetan *ERG* esaten dugu duna-zelai horiek, Saharako terminologian, behintzat. 8. irudia ageri da Ipar Amerikako erg bat.

Dunarik arruntenak "ilargi-erdiko" formadunak dira: *BARJAN (edo barkan).*



9. irudia:
Barjanak. Ikurrak haizea norantza doan seinalatzen du.

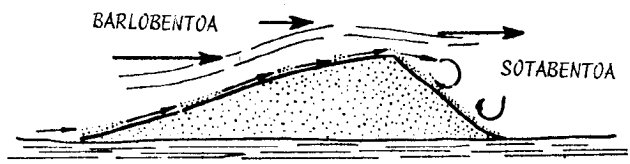
Barjanen adarrek haizearen zentzua seinalatzen dute. Barlobentoan dunaren aldapa motela da (10. irudia) eta hortikxe igoten dira hare-bikorrak; sotabento-



8. irudia: Moses lakuaren ondoko erg-a Washington-en.

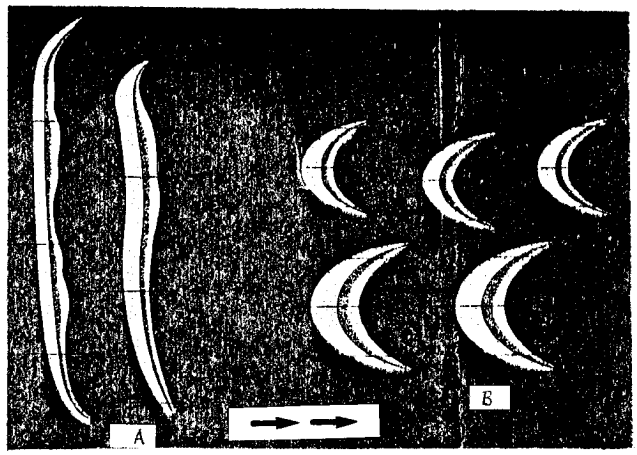
Begira ezazu dunen forma, zer deritzozu?.
Seinala ezazu ikur baten bidez haize nagusiaren direkzioa.
Zein da dunarik altuena?.
Zer eragina izan dezake ondoan laku bat egoteak?.

ostera, aldapatsuagoa da. Hare-bikorrak dunaren gailurreraino heldu eta sotabentotik jausten dira. Era honetan gertatzen da dunen mugimendua. Hasiera batetan, harea edozein oztoporen barlobentoan hasten da metatzen (arazo energetikoa), gero eta hare gehiago; hare nahikorik metatu bezain laster hasten da duna mugitzen, haizearen zentzuan mugitu ere.

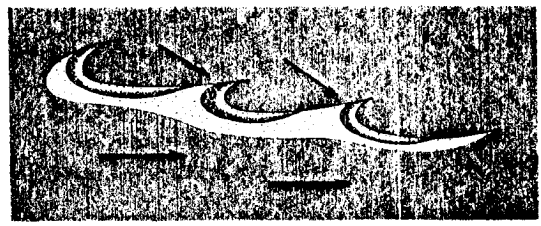


10. irudia: duna baten zehartebakia.

Ba dira izan beste duna-mota batzu, ondoko irudian azaltzen den moduan:



11. irudia: Duna-motak. Goian: A.- ZEHARKAKOAK (haize-zentzuaren perpendikularrak). B.- BARJANAK. Behean: LUZETARAKOAK: haize desberdinen eraginez sortutako dunak.



DUNEN FORMA HAIZEAREN ZENTZUAK MUGATZEN DU. HALA ERE, NORMALEAN HAIZE DESBERDINAK (potentziaz zein zentzuaz) IZATEN DIRENEZ DUNEN FORMAK OSO IRREGULARRAK IZAN DAITEZKE, BAINA BETI HAIZE-ZENTZUEN ONDORIO.

DUNEN FINKAPENA

Dunen mugimendu hori oso arriskutsua gertatzen da zenbait lurraldeetako bizi-tokietan. Aurreratze hori frenatzeko biderik egokiena landaretza dugu, beronek finka bailitzake dunak. Kasu bakoitzean giro horretan aproposena den landarea bilatu behar da eta berau landatu. Hauxe da, UNESCO-k babesturiko *"desertizatzearen aurkako plangintza"* horren eskutik munduko zenbait tokitan egindakoa. Arazo latza dugu hori, batzutan basamortuaren hedapena ez baita hain erraz frenatzen. Adibide bezala hor dugu SAHARA non 1958-1975 bitartean 200 kilometro inguru hegoalderatu baitu basamortuak, eta honen kausa ez dago dunen mugimendu huts-hutsean, ez, lehen basamortu ez ziren lurralde horien narriadura (desintegrakuntza) itzelean dago, batez ere, horren zergatia, arazo antropikoa, beraz (ikus hurrengo orriak).

LOESS

Haizea milaka urtetan zehar depositatuz joan den oso partikula fin-finen (limoak: koartzoa, feldespatoak, batez ere) *eremu zabal-zabalak.*

Deposito hauek oso lurralde zabalak estaltzen dituzte Erteuropa, Argentina, Zelanda Berria, Australia eta Ipar Amerikan ere, zabalenak Txinan egonik: > 30 metrotako lodierako loessa dago han *!!*. Loessa horiska izaten da eta agerikо geruzapenik gabekoa. Oso sedimento trinkatua denez ez da horretan lurretenik izten, bertikal-bertikalen moztu arren.

Nondik datoz hainbeste partikula fin? Askotan, basamortuetatik ekarriak direla esan bada ere, egun besterik pentsatzen da, landaretza gabeko lurretatik datozela, generalean. Ipar Amerika eta Europako loessaren kausan, izotzaroen segidan izandako urtzez eratu ziren erreken uholde-zelaietatik hartuak izan dira partikula fin-finok.

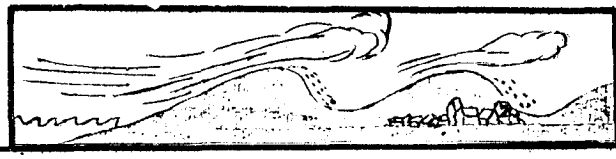
Nekazaritzaren aldetik, interesgarria da loessa laboreen (garia, artoa...) euskarri ona gertatzen da eta: URSS, Argentinako Pampa, Txina... Bestetik, loessak duen trinkotasuna dela kausa, bertan aurkitu dute babesa Txina eta Europako hainbat herrik, hortarako loessa zulatuz eta etxe moduan moldatuz.

BASOA ETA DUNAK : Zuhaitzek galerazten dute dunen mugimendua. Kostaldean ugari izaten dira hareak eta haizeak ere. Hau dela eta, duna-eremu handiak agertzen dira, mugitu egiten direnak eta sarri askotan frenagaitzak gertatzen direnak.



Ekaitz gogorrak direnean harea-masa horik laban egin daitezke aurrean dagoena herrestan eramaten dutela.

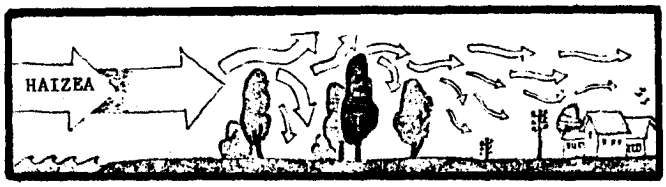




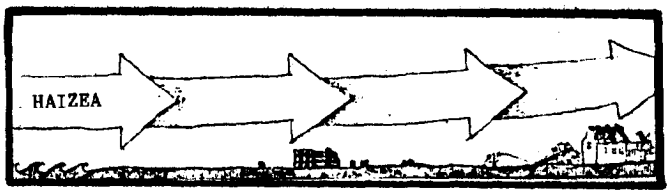
Gaur, dunen mugimendua frenatzeko biderik onena hauxe da : zuhaitz egokiak landatzea, berauen sustraiek lotu egiten baitituzte hareak, haizearen indarretik libratzen. Holako lekuetan zuhaitzak ebakitzea zentzugabekeria hutsa da.



BASOA ETA HAIZEA : basoak haizea eta ekaitzak frenatzeko metodorik onenak dira.

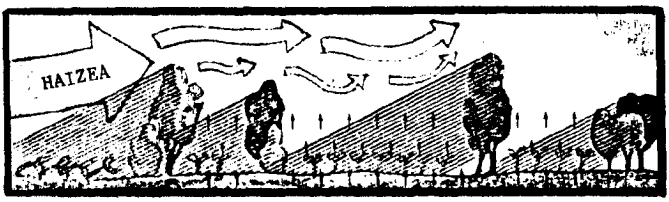


Arbolekin : haizearen abiadura gutxitu egiten da arbolen kontra jotzean.

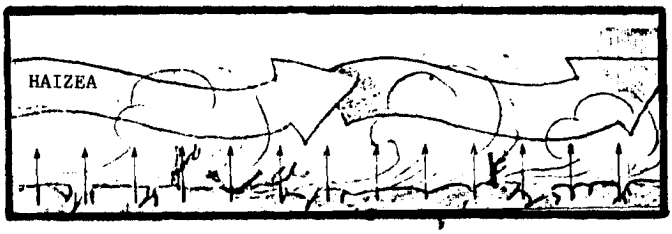


Arbolik gabe : arbolen babesa desagertzen da.

BASOA, HAIZEA, KULTIBOAK ETA LEHORTEA



Arbolekin : Arbolek eta berauen gerizek frenatu egiten dute haizeak eta eguzkiak eragindako uraren lurrunketa. Lurtzoruaren gaineko airea egonkorra da gutxi gorabehera. CO_2-a ugari da eta landareen hazkuntza bultzatzen du.



Arbolik gabe : Uraren lurrunketa handia da eta honek lehortea ekartzen du. Haizeak herrestan eramaten ditu lurtzoruaren konposagaiak.

El hombre es responsable en parte de la expansión de los desiertos

EGIN 1982-Irailak 1

A muchos la *"expansión de los desiertos"* les sugiere movimientos de dunas arenosas que poco a poco aumentan las superficies áridas de la tierra en el Sahara, en Chile, California o en el desierto de Gobi. Sin embargo, por *"desertización"* hay que entender aquellos *"caminos ecológicos que privan a la tierra de su capacidad para sostener la agricultura y las comunidades humanas que de ella dependen"*. La desertización tiene, pues, grandes implicaciones sociales y obedece a razones muy variadas. Los estragos cometidos por los norteamericanos en Vietnam, Laos y Camboya, la deforestación o la excesiva presión humana o pastoril sobre un territorio, son factores de desertización. Entre sus consecuencias, la ruina de la agricultura, la disminución de la producción cerealística, el hambre, es sin duda la más terrible.

En 1977, las Naciones Unidas dedicaron uno de sus simposiums al problema de la desertización. En el informe de aquella conferencia se señala que más de un tercio de la tierra del planeta es árida. La mayor parte de ese tercio se ha desertizado desde los inicios de la civilización y muchas otras zonas vulnerables se están desertizando en la actualidad.

Este proceso se ha intensificado en las últimas décadas amenazando el futuro de 628 millones de habitantes, que representan al 14 por cien de la población mundial que vive en las tierras áridas. De esa cifra, entre 50 y 78 millones de personas sufren directamente descensos en la productividad –descenso que en esas zonas no significa menor producción de lavadoras sino dramáticos restricciones en la dieta– debido a los procesos de desertización actuales. En los últimos cincuenta años, tan sólo en el borde meridional del Sahara, unos 650.000 kilómetros cuadrados de tierra antes productiva se han convertido en un desierto.

Un problema mundial

No es que el desierto avance –aunque eso ocurre también en algunas zonas–, sino que en cierta forma el hombre lo atrae. En el caso del Sahara, se comprobó cómo en su parte sudanesa, el avance del desierto, a razón de unos 100 kilómetros en los últimos 17 años, estaba provocado por el exceso de pastoreo (provincia sureña de Kordofan) y por la deforestación (desaparición de densas concentraciones de acacias en los alrededores de Jartúm). En la parte norte del Sahara, los avances del desierto están relacionados con el aumento de la población, multiplicada por seis en lo que va de siglo en países como Marruecos, Túnez, Argelia y Libia. Actualmente, la FAO calcula que se pierden 100.000 hectáreas anualmente en la zona. Antiguo granero del Imperio Romano, el norte de Africa es hoy crónico importador de cereales.

Pero la desertización rebasa en mucho el marco africano, se detecta también en el Medio Oriente y Asia Occidental. Se calcula que el territorio iraquí puede mantener sin degradarse a unas 250.000 cabezas de ganado, pero millones de animales se están comiendo la vegetación. En Siria, se estima que el número de cabezas existentes triplica el aconsejable.

En estas condiciones, el proceso de agotamiento es el siguiente. Un exceso de ganado sobre estas tierras que no admiten grandes concentraciones significa agotamiento de los pastos. El desarrollo de nuevas especies vegetales, sólo adecuadas para la alimentación de animales resistentes como las cabras y los camellos, sucede al agotamiento de los pastos primitivos. Finalmente, la cubierta verde desaparece y es sustituida por la estepa o el semi-desierto cubierto de guijarros o dunas arenosas. De esta forma, zonas semi-áridas (frecuentemente las situadas en los bordes de los desiertos propiamente dichos) pasan a convertirse en extremadamente áridas, integrándose en el desierto.

Otras zonas en trance de desertización son el noroeste de la India (la zona árida más densamente poblada del mundo), varias provincias de Argentina (La Rioja, San Luis, y la Pampa), extensas zonas del norte de México y del sudoeste de los USA, el nordeste brasileño, la parte semi-árida de Chile, Australia...

La guerra moderna es también factor importante de desertización. En Vietnam, por citar sólo uno de los casos más conocidos, enormes zonas del territorio fueron rociadas por la metralla dirigida (fragmentos metálicos), herbicidas y napalm. Entre 1965 y 1970, el 4 por cien de la superficie de la región del Delta del Mekong había sido rociada con herbicidas. En la zona de Pleiku ese porcentaje superaba el 4'5 por cien, en la zona de Hué el 10 por cien, y en el área de Saigón la cifra alcanzaba un 30 por cien. Durante el mismo período, los bombardeos con bombas de fragmentación afectaron al 11,6 por cien de la superficie de la región del Delta, al 23 por cien de la

región de Pleiku, también por aquellas fechas, grandes zonas de Laos y Camboya (al 10'2 y 4'4 por cien de su superficie, respectivamente) fueron igualmente afectadas por estas lluvias de metralla...

Estas enormes superficies de tierra arrasada demuestran hasta qué punto los brutales cambios ecológicos producidos por la guerra pueden dar lugar a los más rápidos procesos de desertización, incluso en las zonas más húmedas del planeta entre las que se encuentra el bosque tropical del sudeste asiatico.

El caso de la sequía del Sahel

En 1972-73, la opinión pública occidental pudo asombrarse por las noticias referentes a la gran sequía que azotó a la región africana del Sahel en los territorios de Mauritania, Senegambia, Malí, Alto Volta, Niger, Nigeria, Chad, sequía que afectó también a países del Africa Oriental como Sudán, Somalia, Etiopía, Kenya y Tanzania. Cinco años de sequia produjeron unas cien mil muertes por hambre. Según un experto en climatología que asistió al mencionado simposium de la ONU (F. Kenneth Hare) *"no existen bases firmes para asegurar que los hechos climáticos extremos de la década de los 70 forman parte de una variación climática mayor"*. Por otro lado, las mediciones pluviométricas realizadas en el norte de Africa no indican disminuciones en los promedios de lluvia del último siglo.

Aunque se sabe que el clima no es inmutable y que en tiempos pasados se produjeron rápidos cambios climáticos en zonas determinadas, las sequías son un fenómeno inevitable. Los desastres en esas zonas no son nuevos. Lo realmente nuevo es la magnitud que alcanzan hoy los sufrimientos humanos cuando falta la lluvia, así como la magnitud de la presión del hombre sobre los ecosistemas en las zonas áridas. Las sequías no tendrían que significar una sorpresa ni deberían ser contempladas como *"catástrofes naturales"* del tipo de las que representan los terremotos o los ciclones. No serían ciertamente, acontecimientos agradables para el campesino, pero en cualquier caso, si en vez de forzar los cultivos hasta sus límites en los años lluviosos la agricultura de las zonas áridas se llevara a cabo de forma que pudiera sobrevivir a los años más secos (los expertos afirman que existen condiciones materiales para ello), la calamidad no tendría por qué significar muerte y desolación.

En el caso de la sequía-hambruna del Sahel, parece demostrado que una población humana y animal menos densa habría soportado sin grandes problemas aquella situación. Estudios posteriores revelaron que la región sud-sahariana había conocido en el pasado períodos de sequedad tan importantes como el sufrido. Las transformaciones introducidas por un desarrollismo que no tuvo en cuenta las características del medio, favorecieron la catástrofe. La introducción de nuevos cultivos en tierras marginales que agotaban la tierra, la deforestación producida por el aumento del número de cabezas de ganado, el aumento demográfico, novedades muchas veces condicionadas por una economía al servicio de lejanas metrópolis, fueron algunas entre las muchas transformaciones que había sufrido la región a lo largo de la década anterior. Sin embargo, en 1973 la lejana y ajena prensa occidental nos decía cosas como: *"El avance del desierto y la sequía producen miles de muertos en Africa"*. Sólo era una verdad a medias.

Es posible invertir la tendencia

Desertización y producción alimentaria son problemas estrechamente relacionados, ya que la desertización contribuye a una escasez en la producción de alimentos. A pesar de que entre 1950 y 1975 se duplicó la producción mundial de cereales, mientras que la población aumentó en menos de dos tercios (y por consiguiente, aumentó la producción de granos per cápita), la mayor parte de los países desérticos no participan de esta tendencia. Entre un grupo de 16 países, 12 presentan disminución en su producción de granos per cápita, y dos de ellos (Libia e Irán) muestran aumentos insignificantes.

Para combatir esta realidad, además de las siempre deseables transformaciones radicales de una economía mundial basada en la explotación de los pueblos y las clases menos favorecidas, en los países desertizados se debería proceder a una contención de la desertización que forzosamente debería llevar aparejadas reformas agrarias locales y una política de crecimiento demográfico moderado. En Africa Occidental los esfuerzos por aumentar los cultivos para la exportación (divisas para las oligarquías locales y productos a bajo precio para el consumidor europeo) han traído consigo un abandono de la producción de cereales, tendencia que hay que invertir en detrimento de los ricos.

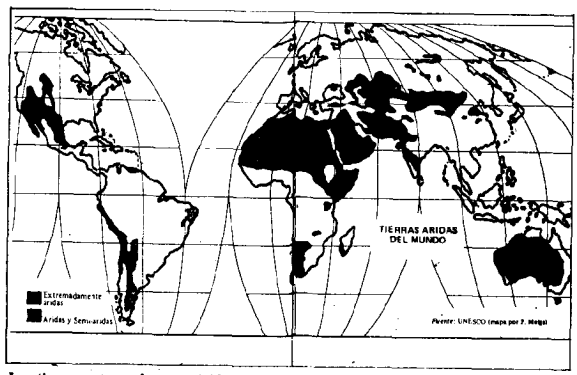
Medidas válidas prácticamente para todas las zonas en las que se practica una agricultura de tierras secas son los planes para la plantación de árboles; según algunos expertos, la deforestación produce una mayor reflectividad del sol —al perder la tierra su manto verde— cosa que puede reducir el nivel de lluvias en una zona localizada... También son válidas universalmente aquellas políticas demográficas que tiendan a construir poblaciones poco vulnerables, así como todo aquello que suponga *"preparar a gentes y economías para superar las inevitables sequías sin traumatizarlas"*. Un método para las comunidades, naciones o estados que deseen poner en marcha programas para restablecer su medio (Argelia, Irán, Somalia y Sudán están en ello) será el de movilizar al conjunto de sus poblaciones para alcanzar ese objetivo, tal como han hecho tantas veces los chinos...

Respecto a la posibilidad de que el avance de la desertización sea contenido e incluso revertido, la opinión de Harold Dregne, conocido experto en agricultura de zonas áridas es clara: las regiones desertizadas insalvables son las menos. La mayor parte de las tierras muy secas pueden ganarse para la agricultura. Contra la tendencia de un ecologismo romántico, el sueño de un planeta sin hambre y un hombre en equilibrio con su medio no está en un retorno al pasado sino *"hacia adelante"*. A pesar del peligro de guerra nuclear y de todas las inquietantes realidades de esta década, la utopía sigue perteneciendo al futuro.

Mario VILA

Fuentes:

Simposium de las Naciones Unidas: *Desertification: an overview*, Nairobi, agosto-septiembre de 1977. Una buena síntesis del tema la ofrecen E. Eckholm y L. R. Brown en el pequeño folleto editado en castellano por "Trazo Editorial" : *"La expansión de los desiertos"*. (Puede conseguirse escribiendo al apartado postal 351 de Zaragoza).



Las tierras extremadamente áridas, con pocas posibilidades de recuperación, están señaladas en negro. En trama más clara, las áridas y semiáridas. Entre estas últimas hay zonas del levante de la Península Ibérica

Enormes lechos de ríos bajo las arenas del Sahara

EGIN 82/XII/17

Un experimento realizado con radar desde el espacio ha revelado las huellas de antiguos y enormes sistemas fluviales bajo las arenas desérticas del Sahara.

Las imágenes de radar, captadas durante el segundo vuelo del transbordador espacial "Columbia" en noviembre de 1981, confirman las antiguas leyendas que hablan de los Bahr-Bela-Ma, o Grandes ríos sin agua, bajo la superficie del desierto.

Hace tiempo que los geólogos sospechan que en una época, enormes ríos, semejantes al Nilo, surcaban lo que ahora se conoce por el desierto del Arbain, a caballo entre Egipto, Sudán y Libia, donde vivían hombres y animales.

Las imágenes deberían ayudar a los científicos a reconstruir los ciclos pasados de clima y población en esa zona, dijeron los investigadores al revelar el descubrimiento en la última edición de la revista Science y Scientific American.

Hay amplias pruebas de que el desierto fue habitado hace 200.000 años o más. Herramientas y otros artefactos humanos habían sido hallados en el área obtenidos por el radar, se han descubierto otros, cerca del lecho de los antiguos ríos.

Se pudieron captar esas imágenes bajo la superficie del Sahara, porque el clima es tan seco —se cree que sólo llueve allí una vez cada 40 años— que el radar logró atravesar la arena y penetrar hasta cinco metros de profundidad o más. La penetración normal en una superficie húmeda sólo es de unos centímetros.

El clima en la región se volvió seco de repente, convirtiéndola en un desierto hace unos dos millones de años cuando se enfrió el resto del planeta.

Haizeaz balia ote gaitezke?

EGIN 1983/I/14

Duela berrehun urte mila haizerrota inguru erabiltzen ziren Holandan zerrategietan, artilea trimintzeko lantegietan, garaua ehotzeko etab. Esate baterako garai hartako industria osoak haizeari esker funtzionatzen zuen.

XIX. eta XX. mendeetan ezin izan dute petrolioaren, lurrinmakinaren, eztanda-motorearen eta elektrizitatearen bultzada jasan ahal izan. Haizerrotak desagertu egin dira han eta hemen. Baina energi iturri berriei ere etorri zaie buelta. Petrolioaren prezioa goraka joan da itxura gabe, eta, gainera, nork daki eskuratzea ere oso segurua izango denik? Ez bait dakigu nazio petrolio-exportatzaileen egoera politikoa bera nola joango den. Bestalde kutsaduraren problema bera ere gero eta kezka haundiagoa sortzen ari zaigu. Energia garbia behar dugu. Eguzkiari, itsasoari, lurpeari eta... haizeari begira hasiak gara berriro.

Oraingo haizerrotek elektrizitatea sortzen dute sorgailuak biraraziz. Antzinakoek zituzten itxoroskien ordez para helikoidalak dituzte. Abioien helizeen antzekoak dira. Gurpil batek hemezortzi para ere izaten ditu. Haize zakarra ateratzen duenean gurpila haizearekiko paralelo ipintzen da birrin ez dadin. 1000 eta 3000 bira/minutu-ko abiaduraz biratzen dute eta zenbait kilowateko potentzia ematen dute. SorgailUak bateria bat elikatzen du energia gordetzeko. Estatu Batuetan. 1000 kw-eko turbina bat egin da. Helizeak inklinazio aldagarriko bi para ditu, kaplan turbina baten antzera. Engranaia batzuren bitartez alternadore bati eragiten dio.

NASAren ustez 2000 urterako sorgailu eolikoek Estatu Batuetan beharko den energiaren %5etik %10era eman lezakete.

Eta zer egin haizerik ez denean? Haizea dabilenean sortzen den energia metatu behar noski. Horretarako bide bat baino gehiago dago: bateriak, bolante haundiak, lurpeko hartzuloetan aire konpromitua gorde, hidrogenoa sortu gero erretzeko...

Energia elektrikoa sortzen baldin bada ordea ohizko saretan erabiltzen denaren antzekoa beharko du izan, hots, 50 Hzekoa Europan eta edo 60 Hzekoa Amerikan.

Gaurko elektronikak eskaintzen dizkigun baliabideak kontutan hartuz bidezkoena alternadore bidez korronte alternoa sortu, arteztu edo korronte zuzen bihurtu, baterietan metatu eta ohizko maiztasunera berriro uhinkatzea dela dirudi.

Ez dira ordea beste ideia batzu baztertu behar. Sortzen den elektrizitateak uraren elektrolisi bidez oxigenoa eta hidrogenoa eman ditzake. Hidrogenoa oso gas erabilgarria da. Erre daiteke ura berotzeko eta sortutako lurrinak elika dezake turbina bat edo berotasun hori zuzenean erabil daiteke berokuntzarako. Materiale organikoekin konbinatuz, berriz, metanoa eman dakiguke gero autoetan, adibidez, erabiltzeko.

Hidrogenoa metatzea arriskugarritzat jotzen da eztandaren bildurragatik. Espero da ordea teknologiak segurtasun aski emango duela bildur hori ixatzeko.

Haizerrotak dorre altutan kokatzea inportantea da, zeren altuerarekin haizea indartu egiten bait da eta kontuan izan behar da potentzia haizearen abiaduraren kubuarekin hazten dela.Berrogei kilometro orduko haizearen potentzia 20 kilometro ordukoarena baino zortzi bidez handiagoa da.

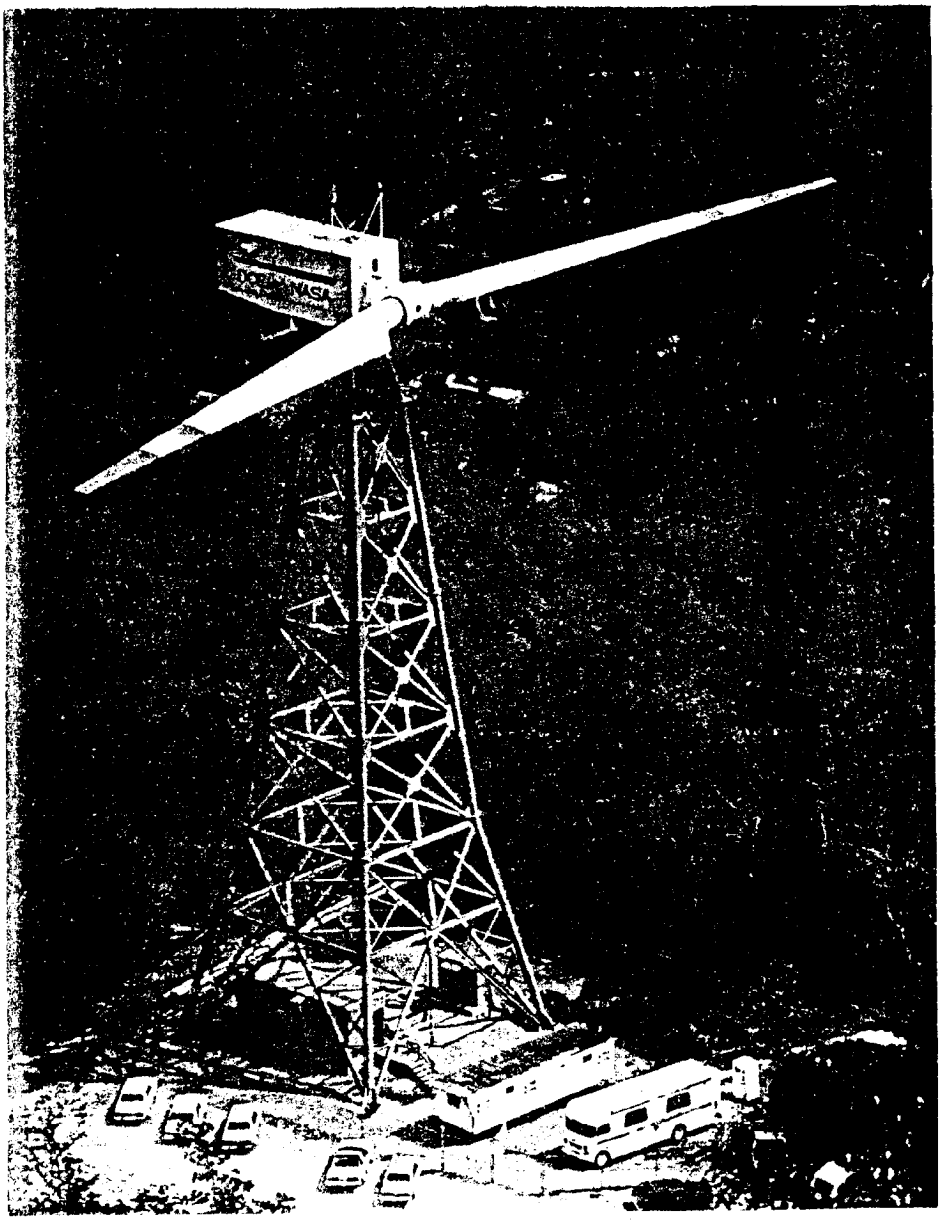
Zenbait kezkatu egin da horrelako dorretzar ugari jarriko bagenitu paisaiak hartuko lukeen itxurarekin. Badirudi beraz leku bakarti samarrak hautatu beharko liratekeela dorre hauek eraikitzeko. Beste batzu urrunago doaz eta zera galdetzen dute: milaka dorre erraldoik geldiarazi ote dezakete haizea eta klima aldatu? Ez dirudi posible denik.

Dena den ez dute behintzat hondakin erradiaktiborik, ez kerik sortuko.

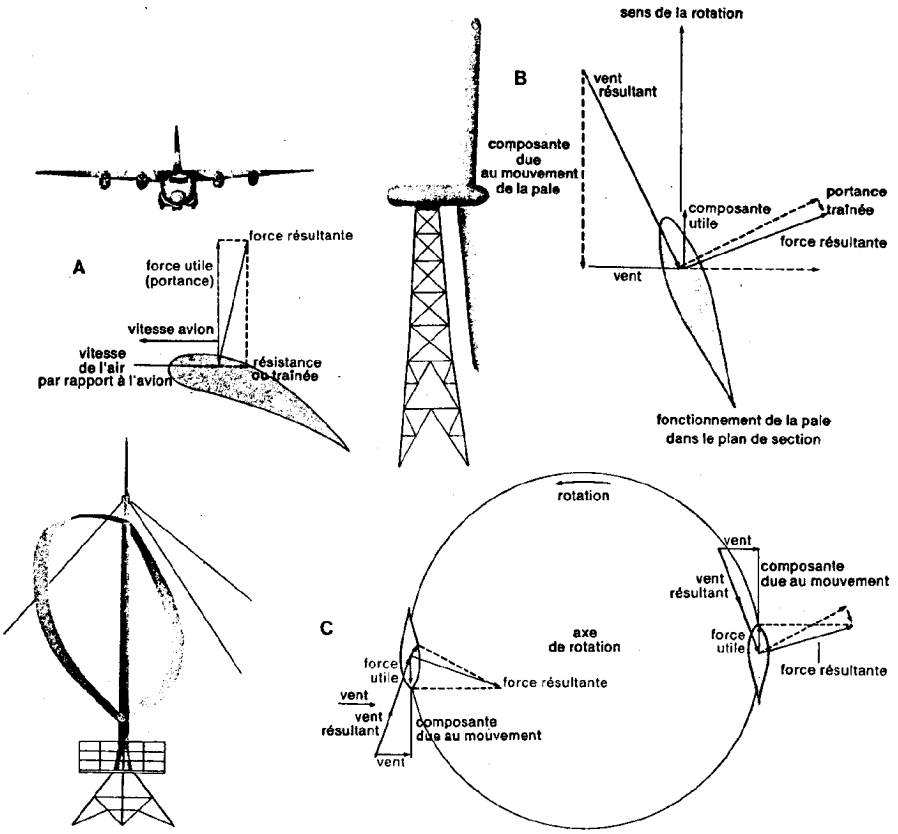
A. SAGARNA



Zentrale nuklearrak, uren kutsadura, nonahi eta noiznahi ikusten diren zaborrak... Hot dugu haizerrota haundi bat; beronen hegalei eraginez, nahiko indar eta argi sortuko bagenu, zer?


NASA

1. Comment fonctionne une éolienne.

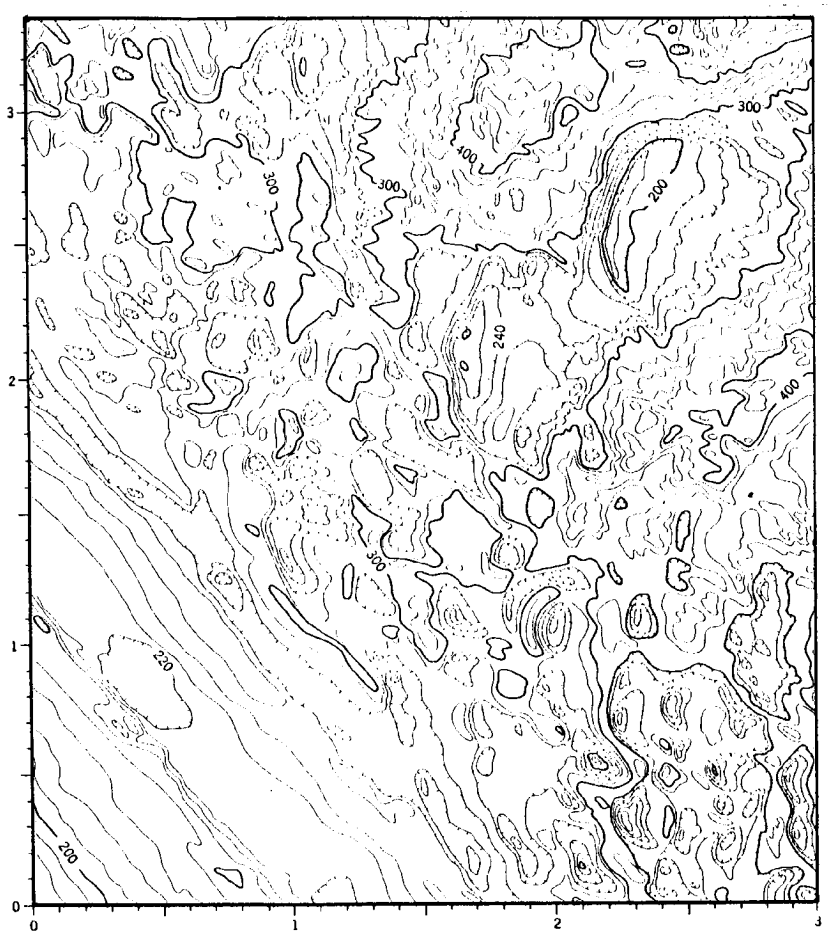


■ Le mouvement de l'air sur une aile d'avion produit une force dont la composante perpendiculaire à la vitesse est la «portance», utile puisqu'elle supporte le poids de l'avion, et la composante parallèle à la vitesse est la «traînée», qui doit être compensée par la force de propulsion (*A*).

Considérons maintenant une pale d'éolienne. Une section de la pale par un plan situé à une distance r de l'axe de rotation, se comporte comme un profil d'aile d'avion placé dans un vent résultant du vent naturel et de celui dû à la rotation de la pale. La direction et l'intensité du vent résultant varient d'un bout à l'autre de la pale, car le vent dû à la rotation a une vitesse proportionnelle à r ($v = -\omega r$). Le vent total produit une force résultante (avec ses composantes perpendiculaire et parallèle à la vitesse) dont la composante dans le plan de rotation va participer au mouvement cependant que celle dans la direction du vent naturel sera simplement encaissée par le pylône (*B*). L'ensemble des composantes utiles de toutes les sections de la pale va ainsi fournir l'énergie éolienne sur l'arbre de la machine.

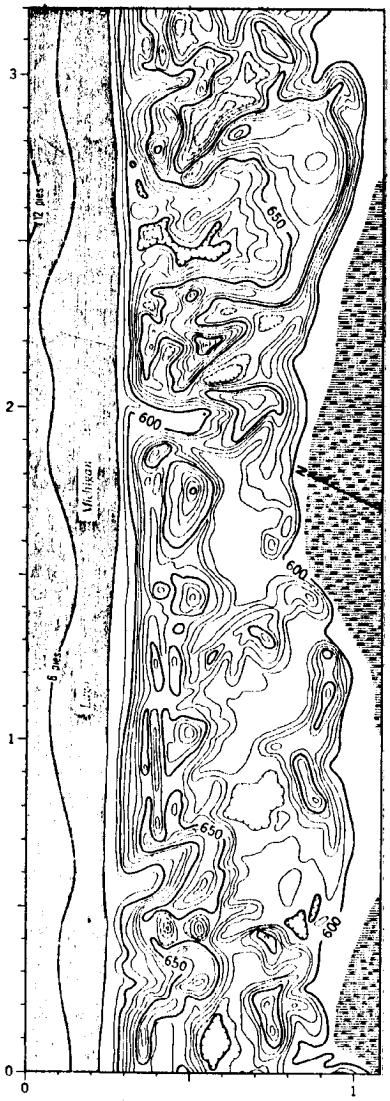
On appelle «calage» l'angle entre le plan de rotation de la pale et la direction de référence de la section considérée. Certaines éoliennes ont des pales dont le calage varie d'une extrémité à l'autre, de façon à optimiser la présentation de chaque section au vent résultant. D'autres ont des pales à calage constant, de rendement en puissance plus faible, mais plus faciles à construire et moins onéreuses. D'autres encore ont des pales orientables autour de leur axe (tous les calages changent en même temps du même angle) ce qui permet de maintenir la puissance constante quand le vent varie.

Les éoliennes à axe vertical qui ne nécessitent pas de dispositifs d'orientation, connaissent un renouveau d'intérêt depuis la mise en route des éoliennes type «Darrieus». Leur fonctionnement s'explique sur la figure *C*: le vent naturel composé avec celui dû à la rotation du système donne un vent résultant, et une force résultante qui possède une composante dans le sens de la rotation. Donc cette éolienne va continuer à tourner et pourra transmettre de la puissance sur son axe.



ZEHARKAKO *dunak SONORAko basamortuan (ARIZONA). Eskala 1:24.000*

Zer motatako dunak igartzen dituzu hor?
Non dute barlobentoa? Non sotabentoa?
Zein da dunarik altuena?
Zein da mapan dagoen punturik baxuena?
Zein da haize nagusiaren norabidea?



Kostaldeko dunak, MICHIGAN laku-aren bazterrean. Eskala 1:24.000 (INDIANA).

Zein da horko dunarik altuena?
Paper garden batetan irudika itzazu ondoko koordenadetako dunak:

0.8 - 2.7
0.7 - 2.0
0.5 - 0.6

Zein da haize nagusiaren norabidea?
Zelan oztopatuko zenuke dunen aurrerapena?

HIZTEGIA

EGUZKIZTAPEN: insolación, insolation.
EURIJAUSTE: pluviosidad, pluviosité.
HEZETASUN: humedad, humidité.
KARRUSKA(TU): corroer, corroder.
KARRUSKADURA: corrosión, corrasion.
KARRUSKALAN: trabajo de corrosión, travail de corrasion.
LURRUNKETA: evaporación, évaporation.
NARRIADURA: deterioro, détérioration.
UHOLDE-ZELAI: llanura de inundación, lit d´inondation.
ZARAKAR: costra, croûte.

BIBLIOGRAFIA

ECKHOLM, E. eta BROWN, L.R. (197?).- "La expansión de los desiertos" Trazo editorial argitaletxea. Zaragoza.

EL CORREO DE LA UNESCO (1977.eko Uztailakoa). Munduko desertizatzeari buruzko txosten zabala.

Unesco inguruko erakundeek zenbait materiale atera dituzte arazo honetaz. Bestetik, geologiaz den edozein liburutan ere aurki daiteke haizelanari buruzko informazioa, desertizatze arazoa zuzen-zuzenean ez ikutu arren.

ANTIGUEDAD, I. (1981).- "Gizakia, basoa eta basamortua". ELHUYAR 7,2,81.
HUDSON, N. (1982).- "Conservación del suelo". Reverté argitaletxea. Barcelona. 335 orr.

ICEBERGen KORRIKA -polotik basamortura-

Orain arte icebergak ezagunak izan ditugu probokatzen zituzten untzizkaltzeengatik. Gaur, ostera, beste ikuspuntu batez begiratzen diegu, ur gezaren itzelezko gordeleku dira eta. Edango dute inoiz planetako herrialde idorretako bizilagunek hego polotik ekarritako ura?. Bai, zergatik ez?. Posible izango da 8.000 kilometrotako bidea egiteko behar den teknologia egokia bilatuko denean.

Lurrak laranja handi baten tamaina izango balu, ur guztia (ozeanoak, itsasoak, lakuak, ibaiak, lurpeko ura, aireko ura...) tanta txiki-txikia baino ez litzateke izango laranja horren azalean. Tanta horren 97-98%-a ozeano eta itsasoetako ura litzateke. Gainerakoa, hau da, 3-2%-a, bizitzarako derrigorrezkoa daukagun ur geza litzateke. Are gehiago, azken portzentaia horren 75%-a solido bezala agertzen da polo-inguru eta glaziareetan, eta 1% baino gutxiago da likido bezala agertzen zaiguna kontsumorako prest. Kopuru infinitesimal hori berori da inongo kontrolik gabe zarrasteltzen* duguna, lotsagabeki kutsatzen duguna eta gero eta gehiago exijitzen duguna.

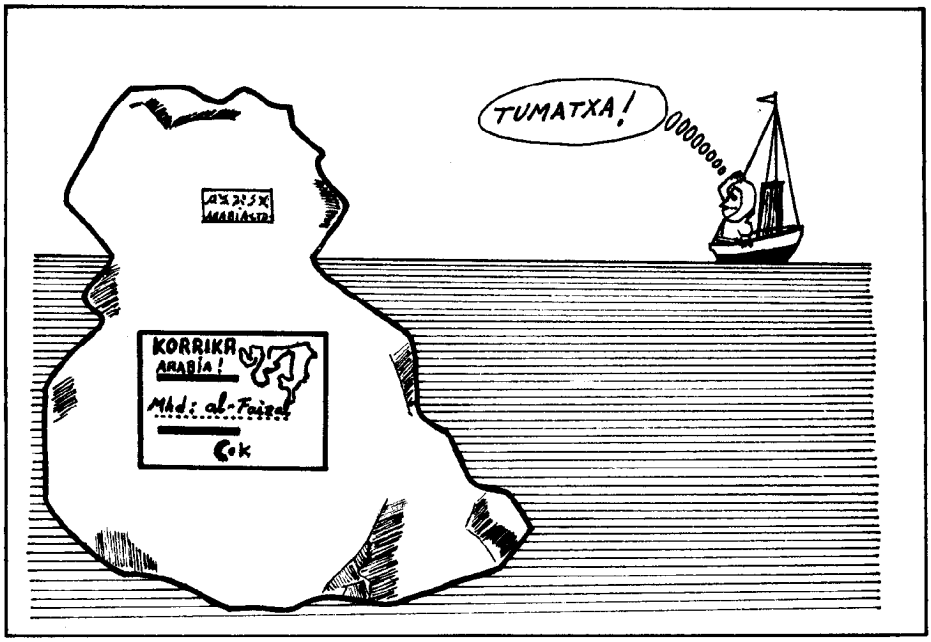
Ur geza non gu hara. Irtenbide bi dauzkagu ur geza eskuratzeko: ozeanoko ura desgazitu, hots, gezatu, edo polo-inguruko ur gezako erretserbak (milaka urtetan jausitako elurraren metaketa) martxan jarri.

Ozeanoko ura gezatzeko mekanismoa lar garestia da. Bigarren irtenbidea, ostera, hau da, icebergak desplazatu gura den tokira ur geza ateratzeko, ekonomikoki kontutan hartzekoa da eta teknikoki bideragarria.

Iceberga ur gezako masa solidoa da eta oso purua (ur destilatua dirudi). Kalkulatuta dago: Antartidako glaziareetatik urtero askatzen den izotza (iceberg

* zarrasteldu - despilfarratu

moduan) 10 bilioi metro kubiko baino gehiago da. Zifra hau, seguru asko, errea-la baino txikiagoa da. Izan ere, orain arte aurkitua eta neurtua izan den icebergik handienak (350 km luze, 90 km zabal eta 250 m lodi), berak bakarrik, 8 bilioi metro kubiko zeuzkan: Euskal Herri osoa sartuko litzateke han¡. Hala ere, kontutan hartu behar da glaziare horiek urtero berreskuratzen dutela galdutako kopurua, eta gehiago beharbada.



Zenbat ur garraiatuko luke iceberg batek "egarri-gerriko" izeneko Herri batetara ekarria balitz?. Demagun kasu konkretu bat: 100 milioi toneladako iceberg bat, hau da, 100 milioi metro kubikokoa (1.200 - 1.500 m luze, 300 - 400 m zabal, 250-300 m lodi), Arabia Saudira eraman behar da (kontutan hartu behar da iceberg baten 90%-a ur azpian dagoela). Horra heltzean, iceberg horretatik ate-

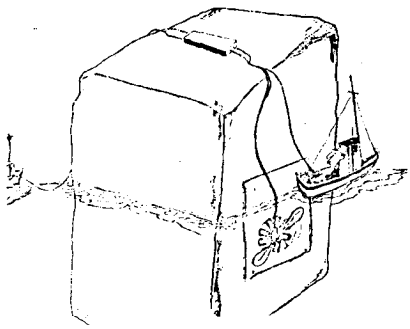
ra genezakeen ura hauxe litzateke: 80.000 milioi litro gutxi gorabehera. Ur horrek aplikazio asko leuzkake eta hauetariko bat hauxe: Yedda izeneko iria parkez inguratuko balitz (20 km luze eta 2 km zabal), eskualde horretako plubiometria handiago litzateke (gaur zentimetro batzu urtero baino ez da eta parkeok ipintzekotan bi metrotaraino ailega liteke urtero). Oso denbora gutxitan, Yedda oasis eder bihurtuko litzaieke hangoei.

Baina, icebergen bila joatekotan, zergatik Hego-polora joan eta ez Iparpolora hurbilago dagoela?. Honek ba dauzka bere arrazoiak. Alde batetik, Artikoko icebergak, normalean, masa irregularrak izaten dira eta horregatik egongaitzak. Bestetik, menditako glaziareetatik datozen masa horiek ez dute izaten behar den bolumena. Antartikokoak, berriz, tabularrak izaten dira, hau da, forma erregularrekoak, eta bolumen handikoak. Antartidako meseta glaziarrean metatzen den elurra astiro isurtzen den izotz bihurtzen da poliki poliki. Honela, barrera erregular handi bat sortzen da (250-300 m lodi). Ezagunena, behar bada, "Ross-en barrera" izenekoa dateke, honen azalera Penintsularena beste izanik. Barrera hauetatik "askatzen" diren zatiak dimentsio handitako icebergak izaten dira.

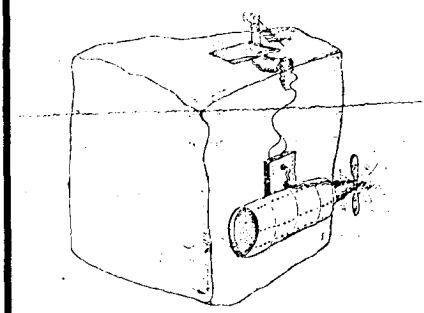
Honetaz gainera, Artikotik datozen korronteak ez dira nabigaziorako aldekorrak gertatzen; Antartikotik datozenak, ostera, aldekoak izaten dira. Eta, icebergen garraioa atoiuntziren laguntzaz egin beharko bada ere, probetxagarria izango da korronteek ematen duten bultzada.

Projektoa errentagarria da: lehenengo bidaian Yedda-n ipinitako urmetro kubiko batek 60 zentabo ($) kostatuko luke, eta kantitate berak itsasoko ura desgazitzekotan 80 zentabo. Orduan, projektoa benetan da bideragarri?. Gai honetaz 1.977. urteko urrian Iowako Unibertsitatean (U.S.A.) ospatutako Nazioarteko Batzarrean eritzi honetara ailegatu zen: projektoak planteatzen dituen oztopoak gaurko teknologiaren bidez ebatz daitezke eta icebergetik ateratako ura desgaziketatik ateratakoa baino 30-50% merkeagoa litzateke.

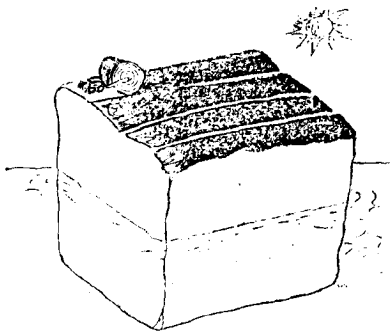
Icebergak atoian eramateko ideia ez da oraingoa. Iowan, eta lehenago Parisen (1.977.eko ekainean), egindako bileren interesa, Arabia Saudiko printzeak (Mohamed al-Faizal) egindako deian datza. Printzeak berak proposatu zuen atoiaren projektoa eta horretarako konpainia bat berehala fundatu ere: Iceberg Transport International Ltd.



Icebergak atoiuntziaren laguntzaz desplaza daitezke. Baina beste metodo batzu ere ba daitezke: ozeanoko ur bero eta icebergeko ur hotzaren arteko tenperatur diferentzia probetxatuz turbina bat mugiterazztea. Caldutako izotza 2 % baino gutxiago litzateke.



Gaur aztertzen ari den beste metodo bat : autobultzaketa. Horretarako,icebergean bertan ipinitako motore batek mugituko lituzke helizeak.



Bidean zehar eta eguzki eta ur tropikalen eraginez gehiegizko urtzea galerazteko, "tapiz" antzeko batzu erabiltzea, estalki moduan, proposatu da. Alboetako eta beheko azalak ere era berean babestuko lirateke.

Oraindino gutxi dakigu icebergetaz. Hau dela eta, nazioarteko batzorde zientifiko bat izendatu da, hamar bat kidek osotutakoa, ia denak glaziologoak. Berauen lana projektoaren bideragarritasuna konprobatzea da: hobe ezagutu behar dira icebergen konposaketa (elurra, izotza), barruko indarrak, arrakalak eta beste makaluneak.

Iceberg on bat aski gangarra izan behar da (100 milioi tonelada), helmugara ailegatzean nahiko ura eman ahal izateko. Bestetik, tabularra izan behar da, hau da, luzea zabala baino (honela errazago baita atoia) eta ahalik eta trinkoen (arrakala gabekoa). Itxura honetako icebergak (barnekoa oraindino ez-ezaguna baita) Pazifiko, Atlantiko eta Indiko aldeetan agertzen dira. Azken espedizio frantzesak (Berg-Eole izenekoa 1.971-tik 1973-ra) frogatu duenez, Indiko aldean batzen dira icebergok eta gero hemendik iparralderantz abiatzen dira desagertuz doazen bitartean. Abibide honetaz hobe konturatzeko sateliteek ateratako argazkietaz baliatzen hasiak dira.

Dena dela, oraindik, oztoporik handiena urtzearen kontrako babesa da: lurrinketa (ebaporazioa), olatuen higalan (erosio) mekanikoa, bideari datxekion marruskadura, etab.

10.000 kilometrotako bidea egiteko atoiaren abiadura normalean, hots, 2 km orduko, zortzi-bederatzi hilabete beharko lirateke. Bidean zehar iceberga jagoteko irtenbide batzu asmatzen hasi dira: icebergaren urgaineko hormak materiale erreflektagarri batez estaltzea eta urazpikoak materiale isolagarriz. Isolamendua horma eta materialearen arteko ur hotzak berak eragingo luke. Mekanismo neumatiko batez lotutako estalki batek beheko aldea babestuko luke.

Elementu guztiok Antartidan bertan ezartzea ebatzi beharko den beste oztopo bat da.

Atoiak berak ez du, hasieran behintzat, problemarik planteatzen: gaurko atoiuntzirik handienek 125 toneladako trakzio-potentzia daukate. 100^6 metro kubikoko iceberga mugitzeko 600-700 toneladako trakzioa behar da, hau da, bost-sei atoiuntzi handi.

Helmugara behin helduz gero (batzutan kostatik hamarreko kilometrotara, plataformako sakonera txikia eta icebergekoa handia baitaitezke) urtze-ura hartu

eta lehorraldera ponpatu beharko da. Honetaz gainera, gordeleku- eta banaketa-sareak eraiki beharko dira.

Uste bada ere, eguzkitiko beroa ez da nahiko behar den urtze-ura emateko. Urtze-prozesua bultzatzeko, hauts bihurtu beharko da icebergeko goiko aldea, horrela, ahalik eta bero gehien absorbitu ahal izateko; beste metodo bat ozeanoko ur beroaren erabilpena izan daiteke edota beste bero-iturri batzu ere. Bistakoa da, etapa honetan, kontserbatu egin beharko dela kanpoko babesa.

> Icebergen KORRIKA hau da, zalantzarik gabe, epoka honetako projektorik ausartienetarikoa da, eta garrantzi handienetarikoa ere, laster batetan uraren falta izango baita Gizateriaren problemarik latzena, grabeena, larriena, gatxena. Eta gizakiak 40-50 egun jan gabe badirau ere, baldintza batzutan ez luke lau egun ere pasako edan gabe.

5.6. HIGAKERA GLAZIARRA

Sarrera

Egungo glaziareak

Glaziar baten dinamika

Morfologia glaziarra

Izotz-dinamikak utzitako estrukturak

Izozteen kausak

Kuaternarioko izotzaroak

Glaziarismoa Euskal Herrian


ozKi

HIGAKERA GLAZIARRA

Glaziareak: Lehorrean aurkitzen diren izotz-masa mugikorrak.

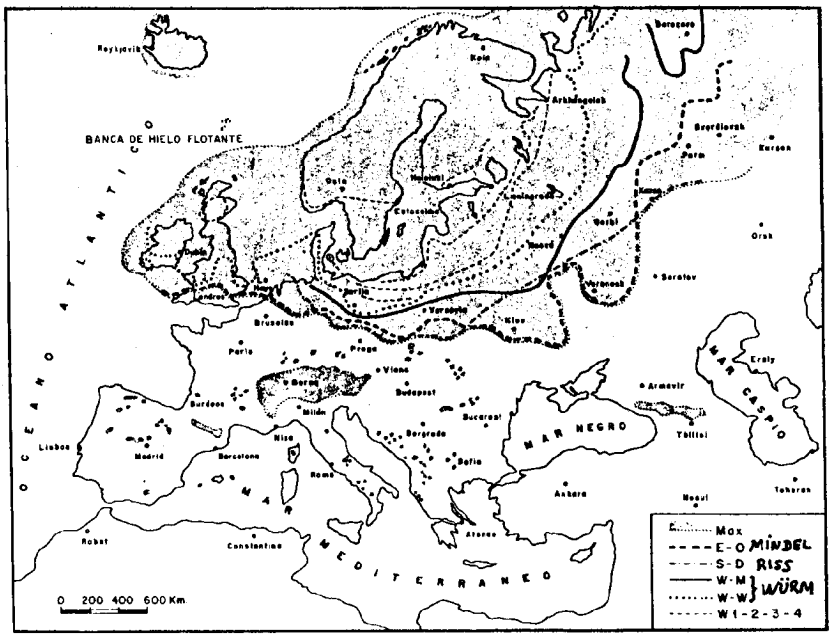
Higakera glaziarra arrazoi birengatik zaigu interesatzen. Batetik, orain oso denbora gutxi lurralde zabal-zabalak izotzez beterik egonda berorrek moldatuak izan zirelako, eta bigarren, gaurregun ere, azaleraz gutxiago izan arren, horrelaxe gertatzen delako. Higakera glaziarrean higatzailea izotza bera da.

Izozteen kausak ondoko hauetariko bat edo gehiago izan daite(z)ke:

a) Eguzki-erradiazioaren aldaketak.

b) Kontinenteen gorabehera altimetrikoak.

d) Atmosferako CO_2-edukiaren aldaketa. Izan ere, honek eguzki-energia xurgatzen duenez proportzioz jaisten bada, Lurraren gainazaleko tenperatura ere jaitsi egiten da.



1.irudia: Europan izan ziren elkarren segidako izotzaroen mugak

EGUNGO GLAZIAREAK

Egungo glaziareen zabalera 15 milioi Km^2-koa da, beraz, Europa t'erdia, alde handienak Antartida (13.000.000 Km^2) eta Groenlandia (1.650.000 Km^2) izanik. Gainerakoa, 3%-a edo, oso banatuta dago, elur-betikorren aldeetan (Alpes, Himalaya, Andes, ...).

> Egun solido eran dagoen ura urtuko balitz oso, itsas-mailaren igokera (100-150 m) kristona litzateke, kostaldeko herri udatiarrak ureztatzeko modukoa.

> Elur-betikorrak: "Urteko garairik beroenetan ere elurrik joaten ez den lekualdeei esaten zaie. Elur betikorren mugauneak gora **eta behera handiak izan ditu historia geologikoan zehar.** Gaurregun 3.200 bat metrotako altueran dago Auñamendin (Pirinioetan) mugaune hori. Kuaternarioko azken izotzaroko garairik hotzenetan 1.200 bat metrotaraino jaitsi zen" (JAKIN-Natur Zientziak).

Hala eta guztiz ere, elur betikorren alde horietan ez da izotza edonon metatzen; izan ere, batzutan oso morfologia aldapatsua izaten da (mendixutak eta) eta elurra ezin pilatu. Horrela azaltzen diren tontor gorri horiek "nunatak"(*) izenaz ezagutzen ditugu.

Glaziareen hedapena baldintza hauen menpean dago:

- Elikadura: glaziareak jasotzen duen elurra.
- Ablazioa: jasotako elurraren urtze eta lurruntzea.

Bi hauen arteko erlazioa da "balantze glaziarra" esaten duguna: balantzea positiboa bada (elikadura > ablazioa) glaziareak aurrera egiten du, bestela (ablazioa > elikadura) atzera.

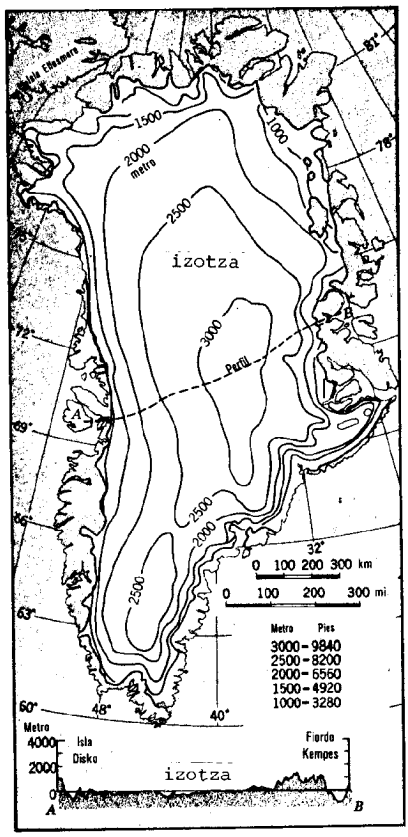
(*) eskimalerazko hitza.

Egungo izotz-aldeak honela sailka daitezke:

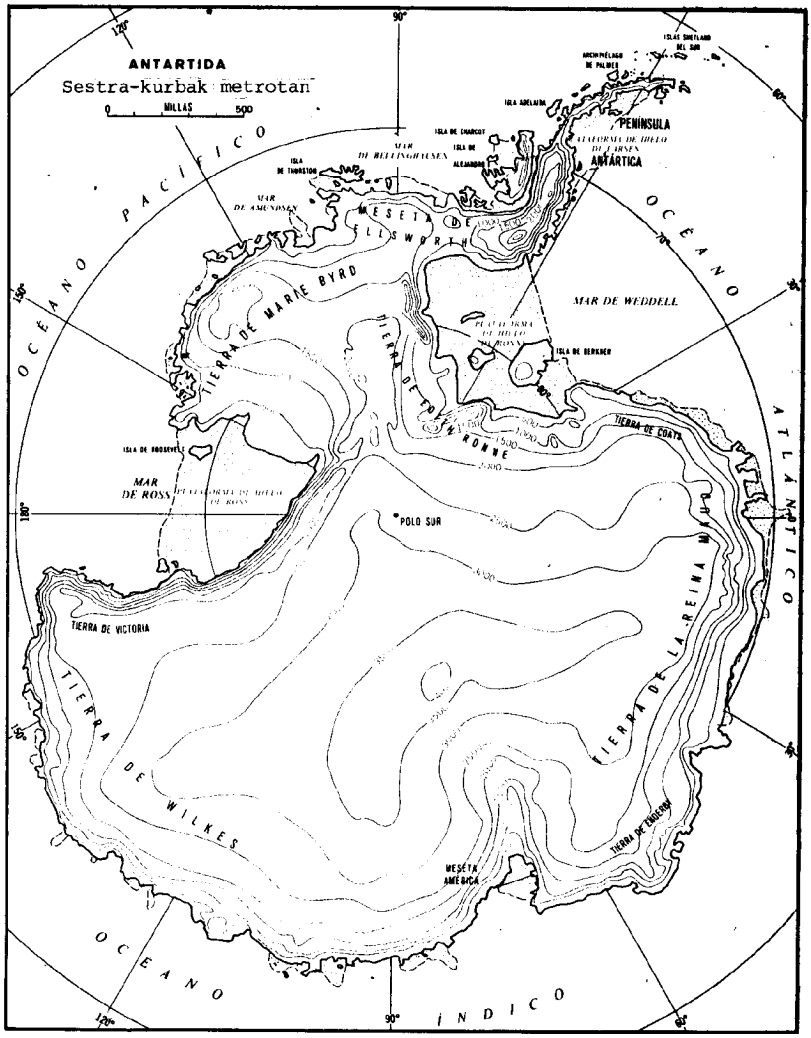
.- INLANDSIAK: Oso izotz-alde zabalak. Ablazioa oso txikia da, klima hotz-hotza baita. Elikadura ere txikia, prezipitazioak ugari ez dira eta. Hau honela. aurreko izotzaroek utzitako "fosil" bezalakoa dela esan daiteke.

Antartida (3. irudia) = 13.000.000 Km^2
Groenlandia (2. irudia) = 1.650.000 Km^2

Inlandsietan izotzak estali egiten du oso-osorik beheko erliebea, estalduraren lodiera 2.000 metrotakoa, batez beste, izanik. Erliebearen goiko "puntak" baina ezin egon daitezke izotzaren gainetik (2. irudia).



2.irudia: Groenlandiako inlandsiaren eskema



3. irudia: Antartida

Izotzaren mugimendua oso astiro gertatzen da inlandsietan; bazterretan izan ezik, bertan mihi glaziarrak arindu eta izotz-meta batzu askatu eta uretaratu egiten direlarik: icebergak. Udaldian urtze-prozesuak gertatzen direnez, txikiak izan arren, erreka antzeko batzu sortu eta izotzaren gainetik abiatzen dira izotzean kanoi sakonak zabaltzen (2 metrotaraino, sakon) eta azkenean "putzu"-tan desagertzen. Erreka horiek "bédière" izena hartzen dute glaziologoen hizkeran (ikus 6. irudia).

.- IZOTZ-TAPAKIAK: Inlandsiak bezalakoak baina azaleraz txikiagoak. Mendiitxurakoak dira eta mihi glaziarrak ateratzen dituzte norabide guztietan. Ugari gertatzen dira honelakoak goiko latitudeetan (Eskandinabian eta Alaskan, kasuz).

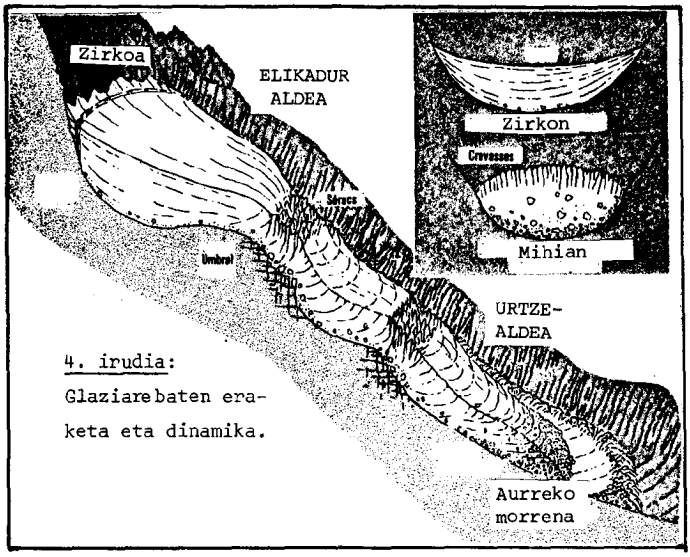
.- MENDI-GLAZIAREAK: Elur betikorren gainetiko mendialdeetan diren izotzak (Alpes, Andes, Himalaya, Pirinioak, ...). Elurra sakongunetan metatzen da, apurka apurka, gero eta gehiago. Era honetan, eta pilatutako elurraren pisuz, behekaldekoa izotz bihurtuz doa:

Elurraren dentsitatea $\simeq$ 0,1 gr/cm^3
Izotzaren dentsitatea $\simeq$ 0,92 gr/cm^3

Aipatutako sakongune horiek ZIRKO izenaz dira ezagunak. Hasiera batetan, zirkoko inguruko hormak bigunak izaten dira, baina geroago, meteorizazioz, zorroztuz doaz oso itxura berezia gertatzen delarik: ertzak, horn-ak ... (Ikus 10. irudia).

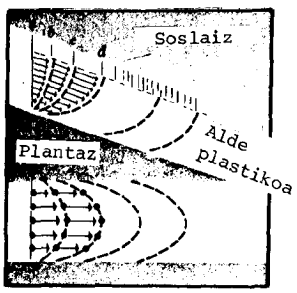
GLAZIAR BATEN DINAMIKA

Gorago aipatu dugunez, elurra metatu egiten da goiko altueretan ("zirko" izeneko sakongunetan); zirkoetan, goiko elurraren pisuz behekoa izotz bihurtuz doa, azken honen portaera oso plastikoa izanik. Elurraren metaketa gertatzen deneko aldea "elikadur aldea" deitzen dugu (4. irudia). Zirkoetako behekaldeko izotza jariokorra denez, masa osoak "laban" egiten du, hau da, aldapaz behera abiatu (mihi glaziarra). Beheranzko martxa honetan edozein oztopo (unbrala) aurkitu eta mihia zartatu egiten da tentsio-indarrez; azaltzen diren frakturak "séracs" izenaz ezagutzen dira.



4. irudia:
Glaziarebaten eraketa eta dinamika.

Mihi glaziarreko izotzaren abiadura ez da berdina izaten leku guztietan, ez plantaz ez soslaiz. Izan ere, arinagoa gertatzen da erdikaldean (plantaz) eta azalean (soslaiz), 5. irudian ikusten den bezala. Dela dela, glaziareen abiadura, orokorrean, oso aldakorra gertatzen da: zentimetro batzu eguneko izotz-tapakietan, eta metro batzu eguneko mendi-glaziareetan.

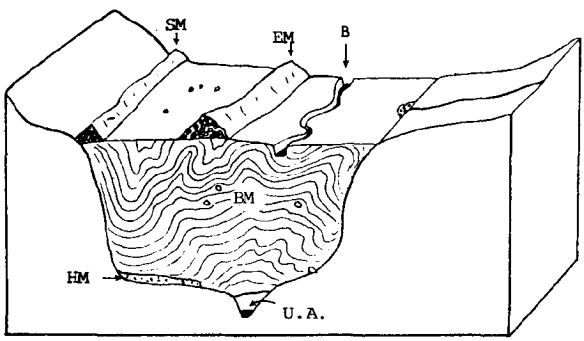


5.irudian: Izotzaren abiadura ez da puntu guztietan berdina gertatzen.

Glaziarearen behekaldean, elur betikorren mailaz behera, urtzea gertatzen da nagusi: "urtze-aldea" (kontutan hartu behar da, aldaketa klimatikoek elur betikorren maila alda dezaketela). Izotza urtuz doa urtze-aldera helduz doan neurrian, eta bertan gelditzen dira mihiak garraiatutako materialeak (morrenak).

.- GLAZIAREAREN HIGALANA: Glaziareak izugarrizko higalana egin dezake. Batetik, "abrasioz", hau da, aldapaz behera abiatzean izotzak daramazkien harriek bideko materialeak askatzen dituzte marruskaduraz; bestetik, alboko maldetatik harriak jausten dira haitzetan sartutako ura izoztean zarta ditzakeenak. Horrela askatutako materialeak glaziareko toki desberdinetan batzen dira (morrenak); ondoko morrena hauek bereizten dira (6. irudia):

- hondokoak (HM): higatzaileenak, bideko materialeekiko urragarri moduan egiten baitute. Higadura honen ondorioz, "hildaska" batzu azaltzen dira glaziare-bidean, izotz-masaren norabidea seinalatzen digutenak.
- saihetsekoak (SM): araneko bazterretan aurkitzen direnak . Honelako morrena bi batzen direnean erdiko morrena ematen dute (ikus 10.irudia).
- erdikoak (EM): araneko erditik garraiatutako materialeak. Alboko morrena bi batzean sortzen dena .
- barnekoak (BM): izotzak bere altzoan daramazkienak.
- aurrekoak (AM): glaziareak bere buruan garraiatzen dituen higakinak. Higatzaile handiak ere bai.



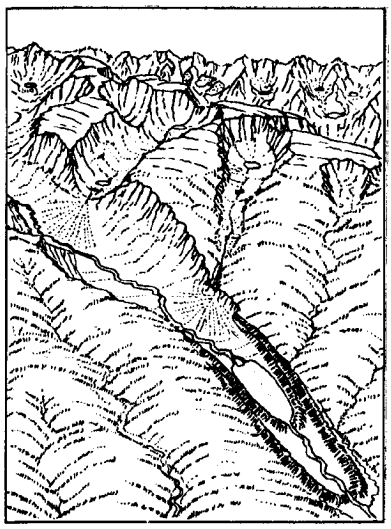
6. irudia: Mihi glaziar baten ebakidura

HM=hondoko morrena
SM=saihetseko morrena
EM=erdiko morrena
BM=barneko morrena
B =bêdière
U.A= Uharre azpiglaziarra.

Morrenak: higakin ertzedun askoren metatze kaotikoak, hau da, tamainuzko banaketarik gabekoak.

Orain artekoa ikusita, errez ulertzen da materialeen garraioa ez dela kasu guztietan berdin gertatzen. Izan ere, batzutan garraioa guztiz pasiboa izaten da (EM, BM) higakinak ez baitira mugitzen, garraiatuak izan arren, beraz ez dira mekanikoki apurtzen. Beste batzutan, ostera, garraio aktiboagoa izaten da (HM, SM, AM) eta higakinak mugitu egiten dira elkarren arteko talkaz apurtuz doazelarik. Hala ere, azken emaitza berdintsua izaten da: tamainu guztietako higakinen metaketak.

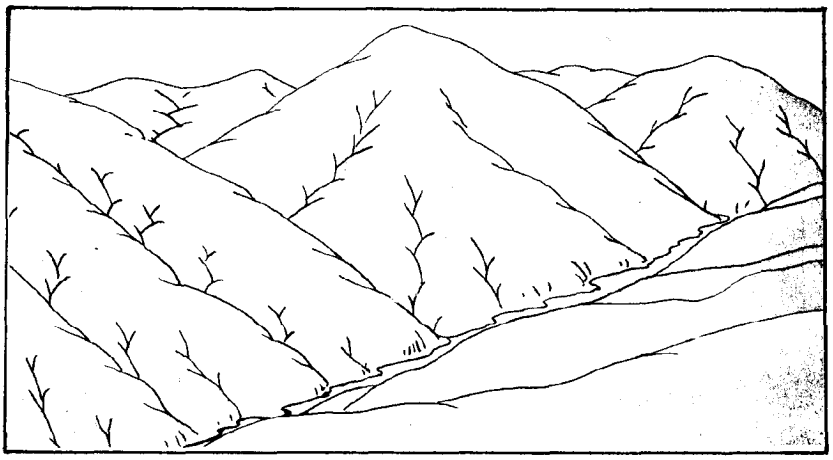
Ablazioa elikadura baino handiagoa denean, glaziareak atzerantza egiten du morrenak bertan utzita: horrela, isolatuta gelditzen dira morrenak 7.irudian ikus daitekeenez.



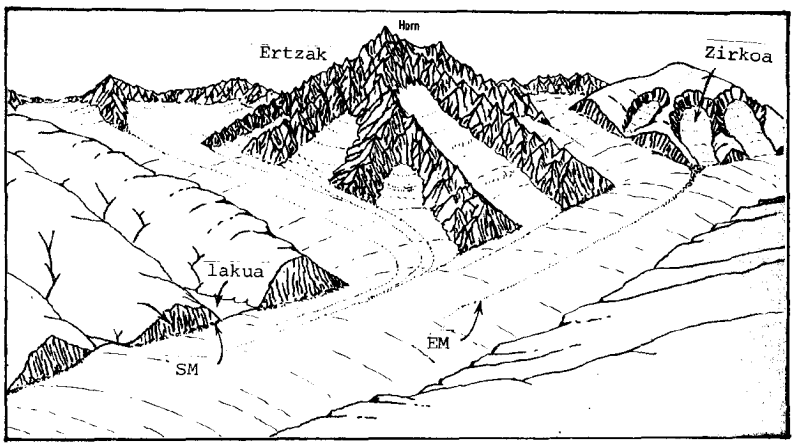
7. irudia: Glaziare baten elkarren segidako atzeratzeek isolatuta utzitako morrenak. Ohar zaitez morrenen formaz.

MORFOLOGIA GLAZIARRA

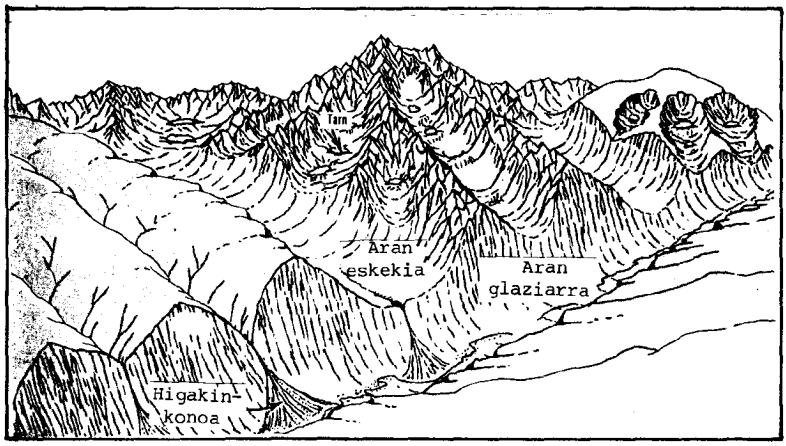
Zelan gelditu litzateke lurralde bat izotzaro bat jasan ondoren?. Eskematikoki adierazita 8, 9 eta 10. irudietan seinalatzen da.



8. irudia: Izoztea gertatu aurretiko erliebea. Errekek moldatutako paisaia da.



9. irudia: Izoztea aurrera doa. Izotzak erliebea aldatu erazten du. Morfologia glaziarra hasi da nabaritzen.



10. irudia: Izotza desagertzean erliebe glaziar tipikoa azaltzen da.

8.irudian ikusten den erliebea, izotzaroa gertatu aurretikoa da. Errekek moldatutako paisaia, klima hezea beraz. Hau dela eta, aranak V forma hartuz doaz, mendiak motelak, ertzik gabekoak. Demagun, aldaketa klimatikoa gertatzen dela lurralde honetan: izotzaroa (9. irudia). Izotza sakongunetan (lehengo aranetan) pilatzen da glaziare-sare bat hedatuz doalarik. Aldapaz behera, astiro astiro, abiatzen diren neurrian elkartuz doaz; behekaldean mihi glaziar nagusi bat ematen dute, bertako ibilgu-higalana gogorragoa izanik. Aranetako hormak, bestalde, apurtuz doaz izotzaren eraginez eta lehengoan motelak izan diren malda eta gailurrak zorroztuz doaz; horrela ageri dira ertzak eta horn-ak, azken hauek hiru zirko edo gehiago batzean "sortuak" (adibiderik bikainena Zervino mendikoa izan daiteke-Suizan). Izotzaren higalanak gogor jarraitzen du. Urtzaroa datorrenean izotza atzeratu egiten da eta gure kasu honetan desagertu (10. irudia). Azaltzen zaigun erliebea, paisaia glaziar tipikoa da, egun herrialde askotan (Suiza, Austria, ...) nagusitzen dena. Hasierako aranak V formakoak baziren ere, oraingoek U forma hartu dute (kontutan hartu izotza solidoa dela, berak eragiten duen higadura ez da lerrozkoa izaten azalerazkoa baizik; erreketan, berriz, lerrozkoa izaten da, hortik V forma). Aran glaziarrak U formakoak izan arren, ez daude guztiak maila berean; izan ere, alboetako aranak altzatuta daude aran nagusiarekiko: "aran eskekiak" deitzen

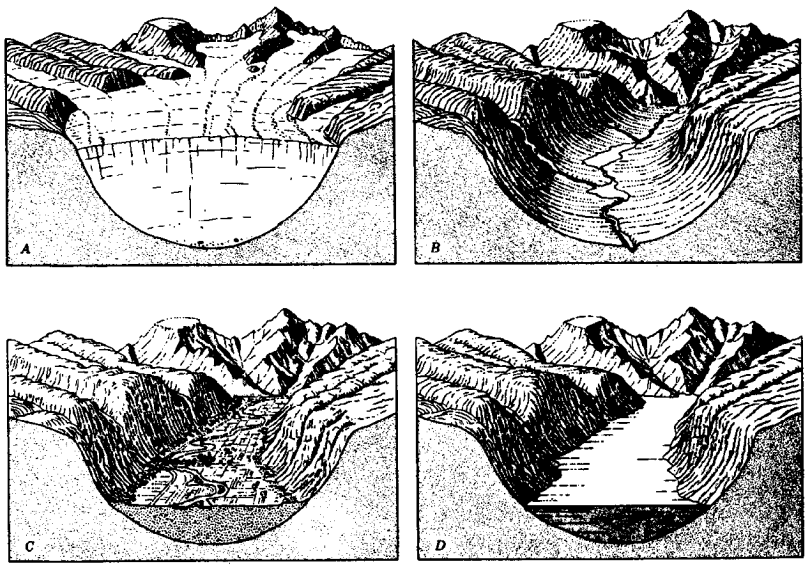
ditugu horiek. Baldintza klimatiko berrietan, izotzaroa pasatuta, errekek hartzen dute berriro higaduraren nagusitasuna, aran glaziarretaz baliatuz. Kasu askotan ur-jausi ederrak gertatzen dira aran eskekiotan. Era berean, lakuak ere ugari gertatzen dira honelako paisaiatan (TARN izenaz ezagunak); Tarn hauek zirkoetan eta aran glaziarretako goikaldean kokatzen dira, batez ere. Horrelako Tarn baten jatorri posible bat ii. irudian azaltzen da.



11. irudia: S puntuan gertatutako lurretenak itxi egin dio bidea errekari(lakua). Beste batzutan morrenak izan daitezke kausa.

Orain arte azaldu dugun morfologia glaziarra 12.irudian adierazten da, beste modu batez. A partean, izotzaroa. B partean izotzaroa igarota (aran eskeki ugari, tarn, horn, ertzak...), hala ere izotea egon daiteke goiko aldeetan. C partean, geroko etapa, errekek goikaldeko glaziareetatik garraiatutako materialeak behekaldeetan depositatuak dira: alubioiak (kontutan hartu alubioietako higakinek garraio aktiboa jasan dutela, beraz, borobilduak eta tamainuz ondo mailakatuak izan daitezke). Jatorri honetako alubioiak "deposito ibaiglaziarrak" deitzen ditugu, errekek ekarrita izan arren goiko glaziareetatik aterata baitaude. C parteko itxura hori da Erteuropako zenbait tokitan (Suiza eta Austria, batik bat) nagusitzen dena. D partean, ostera, egun kostaldean dagoen lurralde glaziarra azaltzen zaigu; izan ere, itsasoa lurbarneratu egin da aran glaziarra ureztatuz: FIORDOA. Honelako kasuak ugari gertatzen dira Noruegan, Alaskan...

FIORDOA : ozeanoko urez beteriko aran glaziarra.



12. irudia: Aran glaziar baten bilakaera (A,B) eta gaurko itxura desberdinak (C,D).

IZOTZ-DINAMIKAK UTZITAKO ESTRUKTURAK

Izotzaren lanari dagozkion estrukturak bi eratakoak dira. Batetik, izotzak higatzean utzitakoak (Higadur estrukturak); bestetik, izotzaren higaduraz sortutako materialeen depositoz eratutakoak (Deposizio-estrukturak). Batak zein besteak topatzeak bertako lurraldea garairen batetan izozpean egon dela adierazten digu.

.- HIGADUR ESTRUKTURAK: izotz-masen mugimendu geldi-geldiak azpiko harrien higatze-moldatzea dakar. Izan ere, izotz-masaren azpiko harri puskatuek ("Hondoko morrena" deitu duguna) seinalea edo marka uzten dute bideko harrietan beren ibiltzearen lekuko : "hildaskak". Bestetik, izotzak bideko harriak batzutan apurtzen baditu ere, beste batzutan, apurtu gabe, moldatu egiten ditu oso itxura bereziak dauzkaten harriak azaltzen direlarik : HARRI BILDOSTUAK

(roches moutonées), agian bildotsen forma hartzen dutelako.



13. irudia: Harri bildostua.
(Stoss eta Lee ingelesezko izenak dira)

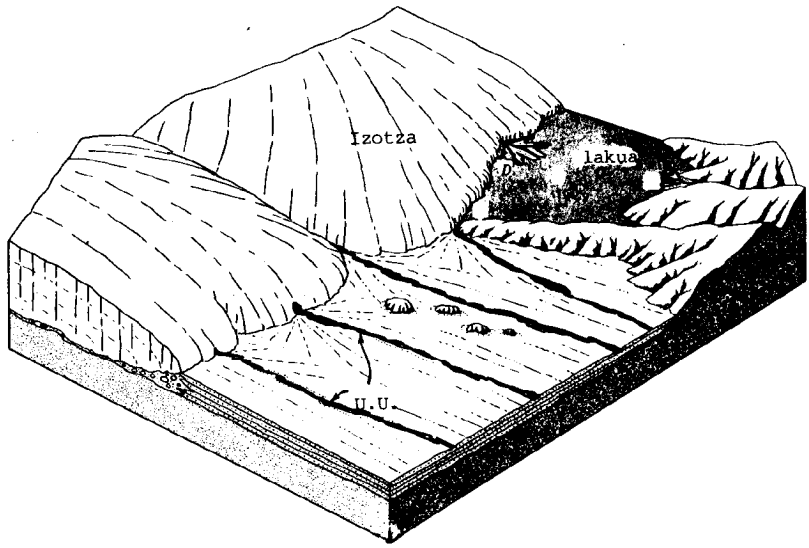
.- DEPOSIZIO-ESTRUKTURAK: orain artean "morrena" izena orokorrean erabili arren, zehaztu beharrean gaude. Izan ere, bi taldetan sartu behar ditugu glaziar-higakinak, berauen deposizioari begira:

- TILL GLAZIARRAK (edo TILLITAK): izotzak berak, zuzenean, depositatutako materialeak. Beraz, tamaina guztietakoak batera, zeharo heterogenoak.
- MATERIALE IBAIGLAZIARRAK: izotz-masatik sortzen diren errekek garraiatutakoak eta depositatukoak. Beraz, hauetan materialeak (errekek garraiatu ahalekoak: buztinak, hareak, harkazkarrak) geruzatuak azaltzen dira. Hala ere, inguru glaziarra oso aldakorra denez geruzapen horrek aldaketa asko izaten ditu distantzia txikian.

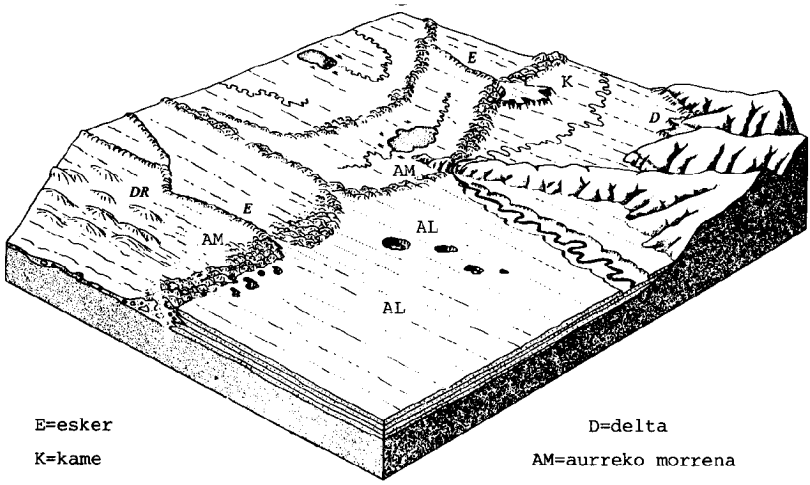
(Oharra: autore batzuk "drift" izena erabiltzen dute termino orokorra moduan, materiale ibaiglaziarrak "drift geruzatua" deitzen duten bitartean).

Till glaziarrak:

Talde honetako estruktura tipikoa "drumlin" izenekoa daukagu. Izan ere, drumlin-a alderantziz jarritako goilare baten antza hartzen duten tillitak dira (14.eta 15.irudiak). Uste denez, izotz-masak ibiltzen duen bidea ez da guztiz leuna izaten gorabehera asko baitaude; hauek gainditzen energia galtzen duenez, hortxe bertan gertatzen da deposizioa, hau da, zenbait materiale uzten ditu (tillitak, beraz) atzetik datorren izotz-masak moldatu egingo dituenak (drumlin). Hauxe da, ustez, drumlin-en jatorria. Kontutan hartu behar da drumlin-ak izotzak atzera jotzen duenean (urtzea) baino lehenago ez di-



A.- Izotz-masak dirauen bitartean urtze-urek (U.U.) deposizio-estrukturak eratzen dituzte. Oso gutxi zaigu nabari.

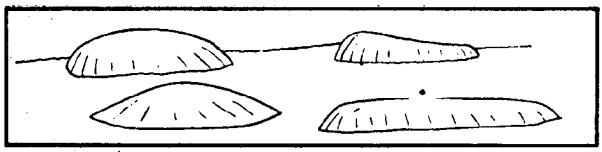


E=esker
K=kame
Dr=drumlin
D=delta
AM=aurreko morrena
AL=ablazio-lautada

B.- Izotz-masa desagertuta beraren azpian gertatutako estrukturak azaltzen zaizkigu begibistan.

15. irudia: Glaziare batek utzitako estrukturak.

rela nabari gertatzen, izozpean daude eta. Bestetik, drumlin-ak taldean agertzen dira (drumlin-zelaia) denak paralelotsuak izanik eta izotz-masaren norabidea seinalatzen dutela (15. irudia).



14. irudia: Drumlin-mota desberdinak.

Materiale ibaiglaziarrak:

Hauetatik ondokoak baino ez ditugu hemen aipatzen (izendegia oso aldakorra gertatzen da idazleen arabera):

- Esker (E): izotz-masaren azpitik abiatzen diren uharre azpiglaziarrek (ikus 6. irudia) garraiatu eta depositatutako materialeak (buztinak, hareak, harkazkarrak). Beraz, izotz-masa atzeratu aurretik (15-A irudia) ez dira nabari gertatzen. Gero bai (15-B irudia). Nahiko luzeak izaten dira, kilometro batzutakoak.

- Kame (K): materiale ibaiglaziarrez eratutako muino isolatuak. Glaziareen bazterretan azaltzen dira, beraz kanpoan eta ez barruan (esker).

- Ablazio-lautada (AL): izotz-masaren aurrealdean dagoen malda moteleko lautada. Honen jatorria urtze-urek garraiatu eta depositatzen dituzten materialeetan datza. Hau honela, "alubioi glaziarra" antzeko zerbait izan daiteke.

IZOZTEEN KAUSAK

Lurraren historia geologikoan zehar zenbait izotzaro gertatuak dira. Kuaternariokoak ez ziren lehenengoak izan eta, seguruen, azkenak izango ere. Orain 300 milioi urte ere ba ziren honelakoak, baina pasatu egin ziren, beraz, ezin esan dezakegu Lurra hoztuz joan denik. *Gaurreguneko kontua bestelakoa da, agian, baldintza klimatologikoak aldatzen ari dira (hotzago ala beroago ?) gizakiak atmosferara botatako gauzen ondorioz.*

Zelan gerta daiteke izoztea?. Kausa posible bat Lurreraino heltzen

den eguzki-erradiazioaren gutximena izan daiteke; era honetan gehitu egingo litzateke izotz bihurtzen den elurraren kantitatea eta glaziareak hedatu egingo lirateke. Beste kausa bat, aurrekoarekin batera hartu behar dena, lurralde kontinental askoren igotze isostatikoa (ikus Tektonika) da, Pliozeno-Pleistozenon zehar gertatua, batez ere, Orogenia Alpetarraren azken esfortzuen ondorioz. Eguzkitiko energiaren gutxitzeak eta kontinenteetako altueraren gehitze horrek klima hotzagoak ekarriko lituzkete, hau da, glaziareen hedapena.

Beste teoria batek dioenez, izozteen kausa atmosferako CO_2-ren gutximenean topatu behar da. Izan ere (ikus Atmosfera), CO_2 horrek uhin-luzera handiko erradiazioak xurgatzen ditu atmosfera berotuz. Egun, anhidrido karbonikoaren edukia atmosferan, bolumenez, 0.03 %-a da; uste denez, kantitate hori erditzekotan atmosferako batezbesteko tenperatura 4°C-tan beheratuko litzateke. Azken hau kausa bakarra ez balitz ere, aurrekoekin batera kontsideratu behar da.

Ba daude egon teoria gehiago. Batzuren ustez, jaurtikaldi bolkanikoetan troposferara botatako hautsa, gero eta gehiago, bera izan daiteke kausa, hauts-partikulek oso ondo isladatzen baitute eguzki-energia tenperatura beheratu eraziz. Honetaz gainera, hauts-partikulok gune edo nukleo bezala egin dezakete prezipitazioa ugarituz. Beste batzuren eritziz, itsas-korronteen direzio-aldaketak (korronte beroen desbideratzea, esaterako) izan daitezke zenbait lurraldetako klima hotzen kausa. Eta azkenik, izozteen kausa Lurrak ibiltzen duen orbitaren gorabeheretan ikusten duenik ere ba dago.

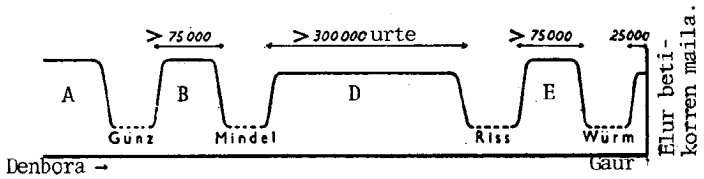
KUATERNARIOKO IZOTZAROAK

Izotzaro hauek Kuaternarioko lehenengo aldian gertatu izan dira, hau da, Pleistozenon zehar (orain 10.000-15.000 urte arte). Europan zein Amerikan lau izozte nagusitu dira:

EUROPAN	DENBORALDIA (urtetan)	AMERIKAN	DENBORALDIA (urtetan)
GUNZ	?	NEBRASKA	?
Gunz-Mindel	75000	Afton	200000
MINDEL	?	KANSAS	?
Mindel-Riss	300000	Yarmouth	300000

RISS	?	ILLINOIS	?
Riss-Wurm	75000	Sangamon	120000
WURM	?	WISCONSIN	30000
Post-Wurm	25000	Post-Wisconsin	25000

Minuskulaz daudenak Izotzaroen arteko garaiak dira.



16. irudia: Pleistozenon zehar Alpes-etan gertatuak diren izotzaroen eskema.
A.- Pliozeno-azkena.
B.- Gunz-Mindel izotzaroen arteko garai beroa.
D.- Mindel-Riss izotzaroen arteko garai hotza.
E.- Riss-Würm izotzaroen arteko garai beroa.

GLAZIARISMOA EUSKAL HERRIAN

Ez dago asko hortaz idatzita eta, gainera, dagoen apurra ere ez dator batera.

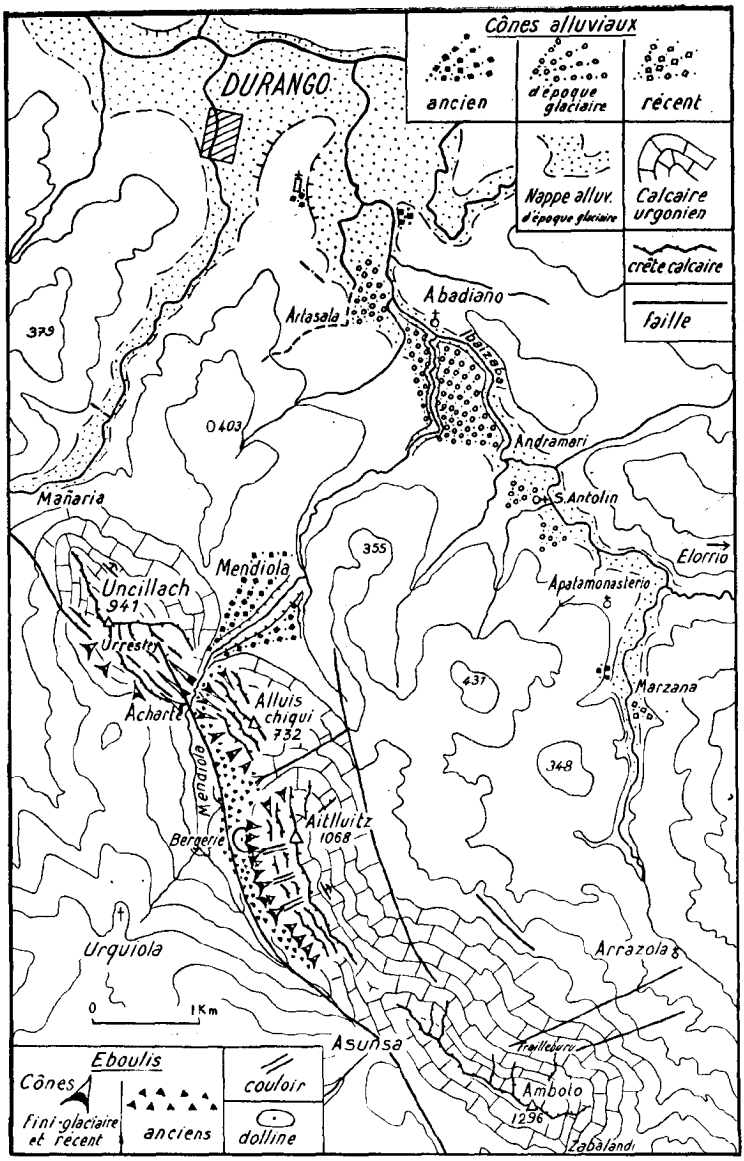
GOMEZ DE LLARENA, J. (1948).- "¿Huellas de glaciarismo cuaternario en la Sierra de Aralar?". Bolletin R.S.E. de Historia Natural. Madrid.

HAZERA. J. (1968).- "La région de Bilbao et son arrière-pays. Etude Géomorphologique". Doktoretza-Tesia. Bordeaux-eko Unibertsitatean. MUNIBE, XX. urtea. Donostia.

KOPP, K.O. (1965).- "Límite de las nieves perpetuas y clima de la época glaciar wurmiense en la Sierra de Aralar". MUNIBE, XVII. urtea. Donostia.

SANTANA, R. (1966).- "Géomorphologie des bassins de le Bidasoa et de l´Urumea". Institut de Géographie. Université de Bordeaux.

VIERS, G. (1960).- "Le relief des Pyrenées Occidentales et de leur piémont". E. Privat, editeur. Toulouse.



17. irudia: Durangoaldeko mapa morfologikoa (Hazera-tik)

Dudarik gabe, Piriniotan kokatu da glaziar-ekintzarik garrantzitsuena. Horren lekuko dauzkagu hainbat glaziar-forma (Zuberoan, Iratin, Orreagan, Aralarren ere...). Bestetik, eta Hazera-k (1968) dioenez, garai klimatiko bi edo nabari omen dira Kuaternarion zehar. Bata, lehenengoa,"garai erdi-lehorra eta beroa", eta bestea, gerotxoago, "garai glaziarra", nahiz eta azken honek "paraît plus discret". Garai erdi-lehorraren ondorioz sortuko ziren sakongune batzu (Elorrio, Durangoko kubetak...) hauetako erreken base-maila bertan egongo zen eta. Garai glaziarrean, ostera, hainbat tokitan aurkitzen diren alubioi-glaziarrak (17. irudia).

ERANTZUTEKOAK (*hurrengo orriko mapaz*):

A.- *ZEIN da kartografian azaltzen diren sestra-kurben urrunkidetasuna?*

B.- *ZEIN da mapako punturik altuenari dagozkion koordenadak?. Eta gutxi gorabeherako altuera?.*

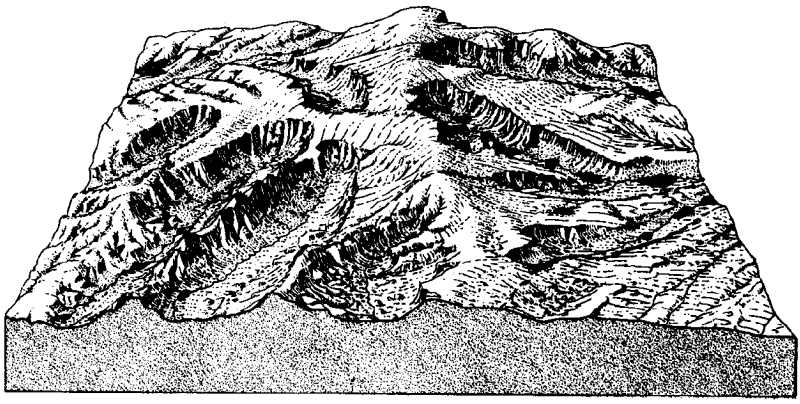
D.- *ZEIN da 3.1(X)-2.3(Y) koordenadetako zirkoaren sakontasuna 2.9-2.0-etako mendi-tontorrarekiko?.*

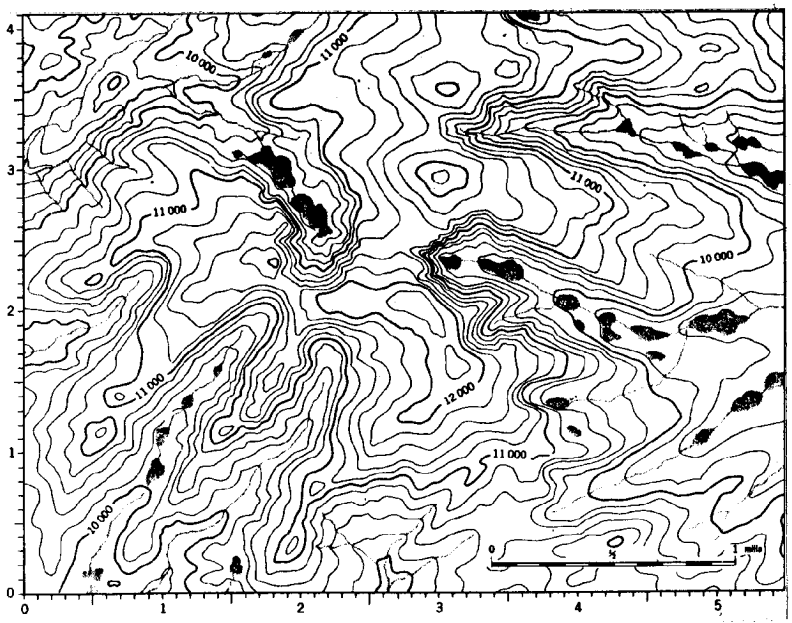
E.- *Seinala itzazu ertzak, horn-ak, eta mihi glaziarren norabidea. NON azalduko dira erdiko morrenak (EM)?.*

F.- *Seinala ezazu biderik "egokiena" 5.5-2.3 puntutik 0.0-1.5 puntura joateko. Jausi gabe, gero ¡¡*

G.- *Altza ezazu zehartebaki topografikoa nahi duzun tokitik nahi duzun tokira.*

MAPA AZTERTUTA USTE AL DUZU HIGADURA GLAZIARRA HANDIA IZAN DELA? ALA "ERLIEBE GLAZIAR GAZTEA" DA?.




10 000
11 000
11 000
11 000
10 000
11 000
12 000
11 000
10 000
0
½
1 mile
0
1
2
3
4
5
0
1
2
3
4

HIZTEGIA

ELUR BETIKOR: nieve perpetua, neige perpétuelle.
GLAZIAR: glacial, glacial (izenlaguna).
GLAZIARE: glaciar, glacier (izena).
HIGA(TU): erosionar, éroder.
HIGADURA: erosión, érosion.
HIGAKERA: modo de erosión, facon d´érosion.
HIGAKIN: derrubio, éboulis.
HIGATZAILE: agente de erosión, agent d´érosion.
HILDASKA: estría, strie.
IBAIGLAZIAR: fluvioglacial, fluvio-glaciaire.
IZOTZ-TAPAKI: casquete, calotte.
IZOZTE(=IZOTZARO): glaciación, glaciation.
MOLDA(TU): modelar, modeler.
MUINO: cerro, butte.
SESTRA-KURBA: curva de nivel, courbe de niveau.
UHARRE: torrente, torrent.
URRAGARRI: abrasivo, abrasif.

BIBLIOGRAFIA

DERRUAU, M. (1966).-"Geomorfología". Ariel argitaletxea. Barcelona. 442 orr.
LLIBOUTRY, L. (1964).- "Traité de Glaciologie". 2 tomo. Masson argitaletxea. Paris. 1040 orr.
STRAHLER, A.N. (1975).- "Geografía Física". Omega argitaletxea. Barcelona. 767 orr.
VIERS, G. (1973).- "Geomorfología". Oikos-tau argitaletxea. Barcelona. 320 orr.

(Oharra: Geologiazko edozein liburutan ere aurkituko duzue zerbait hontaz).

5.7. ITSASOAREN HIGAKERA. KOSTEN GARAPENA

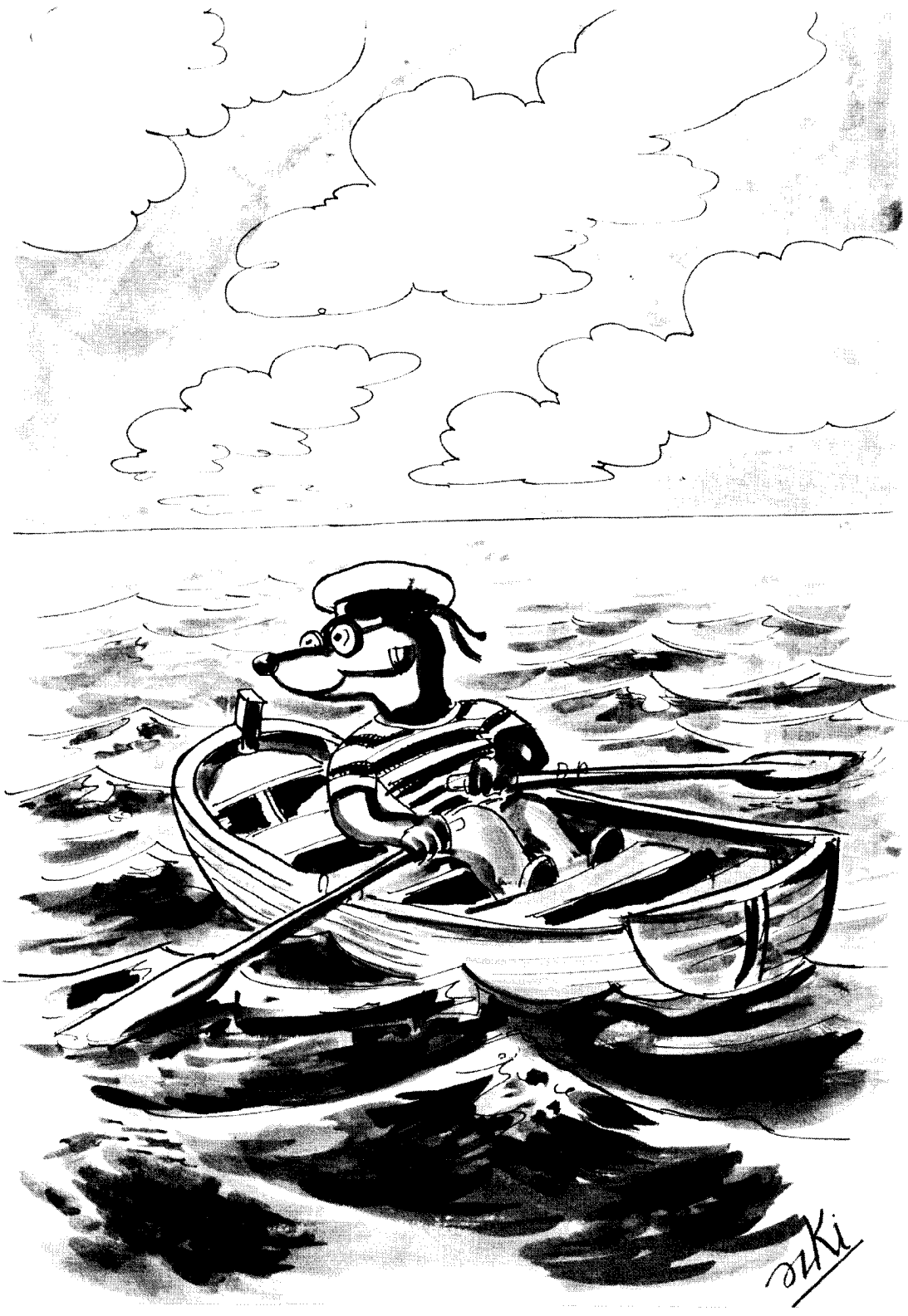
Itsas dinamika
- Olatuak
- Mareak
- Itsas korronteak

Itsas-higakera: faktoreak

Itsas-garraioa

Itsas-depositoa

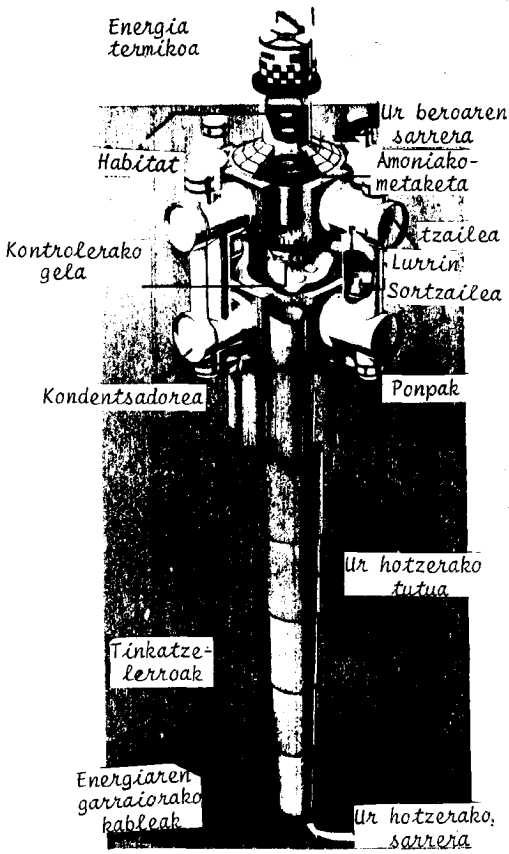
Kosten sailkapena



ITSASOAREN HIGAKERA. KOSTEN GARAPENA.

Ozeanoetako urek lurrazalaren 72% betetzen dute. Ur horiek ez dira estatikoak, guztiz dinamikoak baizik. Dinamikotasun hori olatuek, korronteek eta mareek sortzen dute.

ITSAS-DINAMIKA



Itsas-dinamikan uren mugimendu-mota bi bereizten dugu:

- uren mugimendu erritmikoa, besterik ez. Beraz, hor ez dago uren aurreratzerik, ez atzeratzerik ere. Kasu hau dugu olatuek eta mareek eragiten duten mugimendua.

- uren desplazamendua. Beraz, ura batetik bestera doa: korronteak.

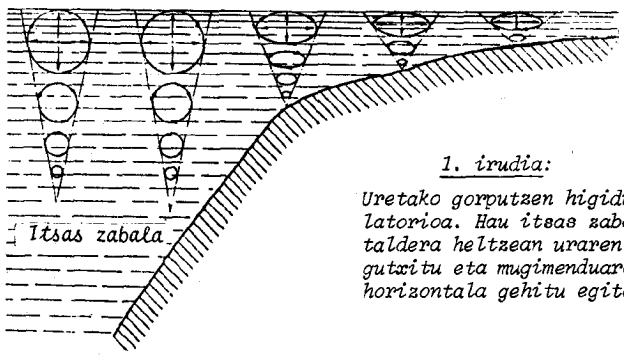
Banan-banan aztertzen dugu hemen.

a) OLATUAK

Olatuen jatorria haizean, jaurtipen bolkanikoetan, lurrikaretan... dago, hala ere, eta azken biak batzutan gertatu arren, haizea dugu olatuen eragilerik handiena, bai hedapenaz (mundu osoan), bai etengabeko ekintza delako.

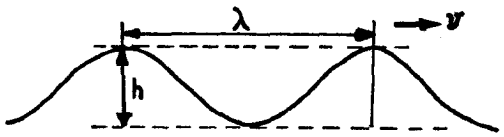
Olatu sismikoak: itsas-hondoaren bapateko mugimenduz (lurrikarak, bolkanketa, failak...) sortzen diren olatuak. Hauen abiadura itzela izaten da (≈600 km/orduko) eta sakonera txikiko aldeetara heltzean "altxatu" egiten dira izugarriro (≈30 metrotako olatuak): TSUNANI esaten ditugu horiek.

Olatuen jokabidea ez da berdina gertatzen itsas zabalean eta itsasertzean. Itsas zabalean olatuek higidura oszilatorioa duten uhin askeak dira. Hauek propagatu egiten dira uretan zehar, honetan mugimendu oszilatorioa (1. irudia) sortuz. Energia (olatuak=uhinak) da uretan zehar aurreratzen dena, ez ura bera. Izan ere, flotatzen dagoen gorputz baten higidura ikusita, hau gora eta behera doala ikusiko dugu, gorputzaren mugimendua zirkularra eta osoa izanik.



1. irudia:
Uretako gorputzen higidura oszilatorioa. Hau itsas zabalean; kostaldera heltzean uraren sakonera gutxitu eta mugimenduaren osagai horizontala gehitu egiten da.

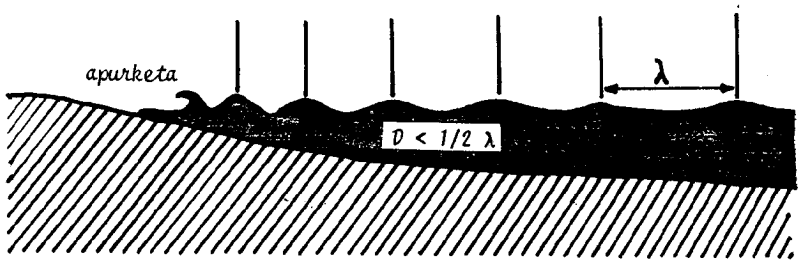
Olatu batetan ondoko parte hauek bereizten ditugu:



2. irudia: Olatu baten elementuak:

SENOA = alderik baxuena
GAILURRA = alderik altuena
h = gailurretik senorainoko distantzia(m)
v = uhinaren abiadura (m/sg).
λ = uhin-luzera: bi senoren arteko distantzia.

Itsas-ertzera heltzean hondoarekin topo egin eta errefraktatu egiten dira. Hau sakonera < 1/2 λ denean gertatzen da.



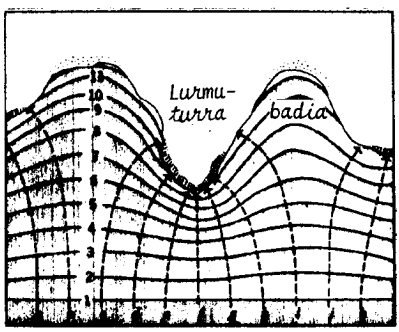
3. irudia: uhinak itsas-ertzera heltzean olatuen altura handitu eta APURKETA gertatzen da.

4. irudia:

Olatuen apurketaren ondorioz ura hondartzan barrena sartzen da, geroago, grabitatez berriro itsasoratzeko.



Errefrakzio horren ondorioz olatuak desbideratu egiten dira eta kosta-lerroaren parada paralelotsua hartu ere .

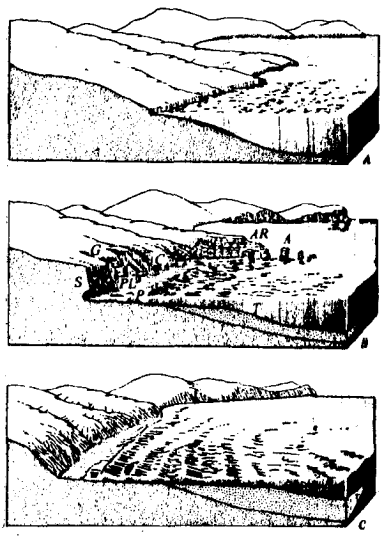


5. irudia:

Olatuen errefrakzioz berauen energia lurmuturretan metatzen da, batez ere, bertan higalan mekaniko gogorrena delarik. Lerro zenbakituek (1,2,3...) olatu baten segidako paradak seinalatzen dituzte. Ikusten denez, kosta-lerroaren parada paralelotsua doa hartuz olatua. Marrazko lerroek (a,b,c...), ostera, olatuaren banaketa energetikoa seinalatzen dute. 1. paradan energia hori uniformeki hedatuta egon arren, geroko paradetan sakabanatzen da alde batzutan, beste batzutan (lurmuturretan) biltzen den artean.

Lurmuturretan da higalana gogorragoa. Ondorioz, lurmuturrak atzerantza do-

az, gero eta gehiago, eta garapen honen azken etapa bezala kosta-lerro errektoa lortuko litzateke. Hala ere, kosten garapenean, eta denbora luzea kontsideratuta, olatuen higalana ezezik beste gertaera batzu ere hartu behar ditugu kontutan: ozeano-mailaren gorabeherak (arazo klimatikoei lotuta) - MUGIMENDU EUSTATIKOAK -; kontinenteen egokitze isostatikoak (lurbarneko arazoei lotuta) - MUGIMENDU EPIROGENIKOAK -; kostaldeko estruktura, litologia... Beraz, kosten garapenak ez du, normalean, azkenik izaten, eta etengabe ari da dinamismo horren menpe.



6. irudia:

Kosta baten garapena:

A.- Olatuen higalanaz itsaslabar txikia eratzen da.

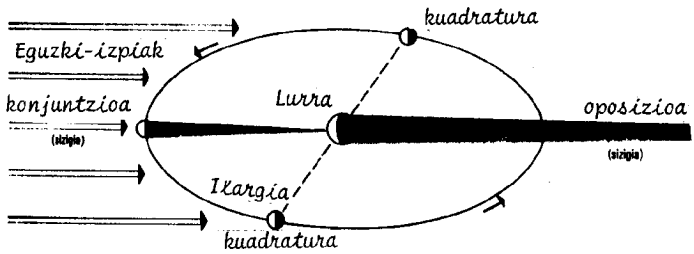
B.- Itsaslabarra atzeratuz doan bitartean zati batzu uzten ditu hor (arkuak, kobak...).

C.- Kosta-lerroa atzeratu egin da. Nolabaiteko oreka lortu da.

Ohar zaitez itsas-hondoko morfologiaz eta bertan diren sedimentuetaz.

b) MAREAK

Ilargiak (batez ere) eta Eguzkiak (gutxiago) eragindako erakarpen grabitatorioagatik gertatzen diren ozeano-mailaren gorabeherak esaten ditugu MAREAK. Itsasgora batetik hurrengo itsasgorara 12 1/2 ordu pasatzen dira, eta itsasgoratik itsasbeherara horren erdia, hots, 6 1/4 ordu. Bestetik, mareen gehieneko intentsitatea hilabetean bitan gertatzen da, hiru astroak (Eguzkia, Lurra eta Ilargia) lerrotuak diren unean; SIZIGIA posizioan daudela esaten dugu orduan. Parada honetan Eguzkia eta Ilargiaren erakarpenak batu egiten dira (7. irudia).



7. irudia: Hiru astroen parada erlatiboak: Sizigia eta Kuadratura.

Era berean, gutxieneko intentsitatea hilabetean bitan ere izaten da, Eguzkia eta Ilargiaren erakarpenak kontrakoak diren uneetan, eta hau KOADRATURA posizioan gertatzen da.

* *Egia esan, ba dira intentsitate handiagoko mareak, eta txikiagokoak ere, denbora luzean behin edo gertatzen direnak. Hemen aipatu ditugun bakarrak hilabetean zehar gertatzen direnak baino ez dira.*

d) ITSAS-KORRONTEAK

Ozeanoetan diren ur-masen desplazamenduak. Beste modu batez esanda, uraren mugimendua Ozeanoaren altzoan. Hauen kausak desberdinak dira:

Ba dira ozeanoetan *GAINAZALEKO KORRONTEAK* esaten ditugunak, hots, azaletik mugitzen direnak. GULF STREAM dugu hauetarikoa. Hauen kausa munduan diren haize nagusien eraginean datza. Beraz, haize nagusien zirkulazioa eta itsas-korronteena batera dator. Hauek beroa eramaten duten Ekuador aldetik latitude altuko aldeetarantza.

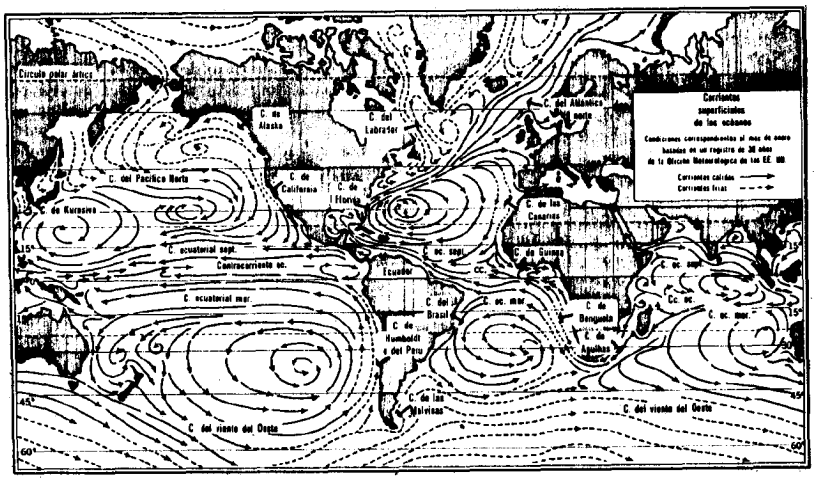
Beste korronte nagusiak *HONDOKOAK* dira. Hauen mugimendua termohalinoa da, hots, ur-masen tenperatura (termo) eta dentsitate (halinoa) desberdinak dira batetik besterako desplazamenduaren sortzaileak. Korronte hauek hotzak izaten dira eta gainazalekoen aurkako zentzuan mugitzen dira (latitude altuko aldeetatik Ekuador alderantza), era honetan nolabaiteko oreka mantenitzen dela ozeanoetan.

Korronte nagusi hauekin batera, kostaldeetako *LEKUKO KORRONTEAK* ere kontsideratu behar ditugu, normalean, horiek baino higadura gehiago sortzen baitute.

Hona hemen kasu bi:

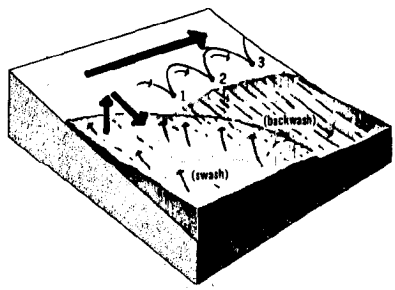
Hondartza-korrontea:

Olatuak hondartzara zeiharrean heltzen direnean, uraren aurrera-atzera



8. irudia: Ozeanoetako gainazaleko korronteak (URTARRILA).

9. irudia:
Hondartza-korrontea.



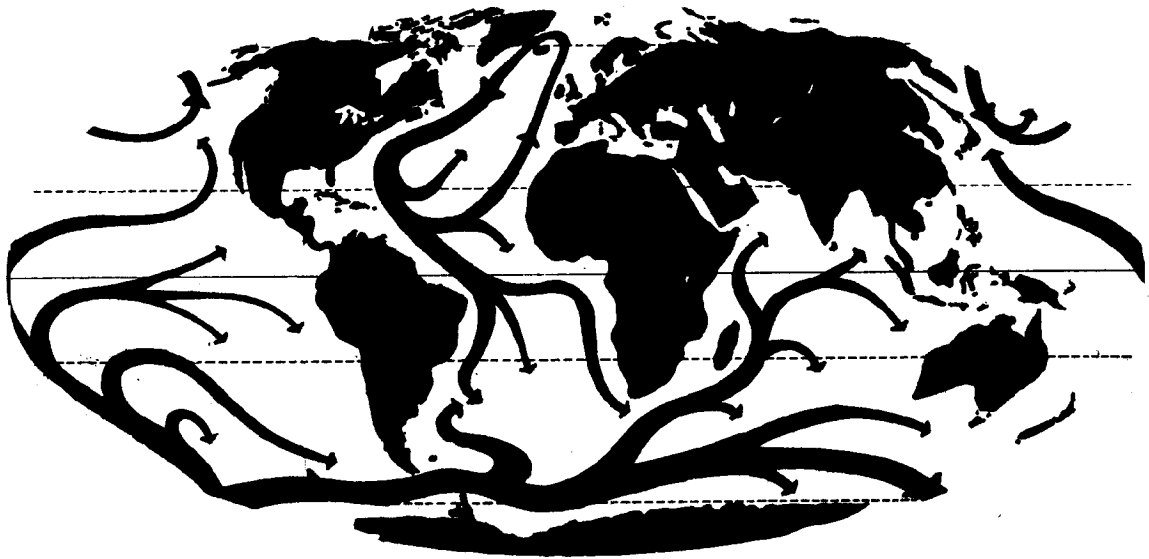
horrek hare-partikulak mugitzen ditu hondartzan luze:

Swash = uraren aurreratzea; indarrez dator eta partikulak bultzatzen ditu zentzu berean.

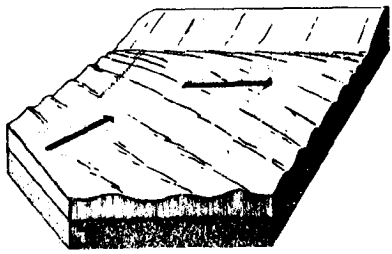
Backwash = uraren atzeratzea; energia desagertuta urak atzerantza jotzen du askeki, hots, grabitatez, hondartzako gehieneko maldatik behera.

Kosta-korrontea:

Aurrekoarekin lotuta. Oso haize gogorrak jotako olatuak kostaldera heltzean, kostaren paralelotsu korronte bat azaltzen da (kosta-korrontea), partikula asko mugitueraz dezakeena (**11**. irudia).



10. irudia: Ozeanoetan diren HONDOKO KORRONTEen zirkulazio orokorra.



11. irudia:
Kosta-korrontea.

ITSAS-HIGAKERA: FAKTOREAK

Kosta baten garapenean, jakina, ez dute olatuek beraiek bakarrik parte hartzen, kostan diren materialeen jitea (hauskorrak edo hauskaitzak) eta estruktura (zartadurak, tolesturak...) ere kontutan hartu behar ditugu eta.

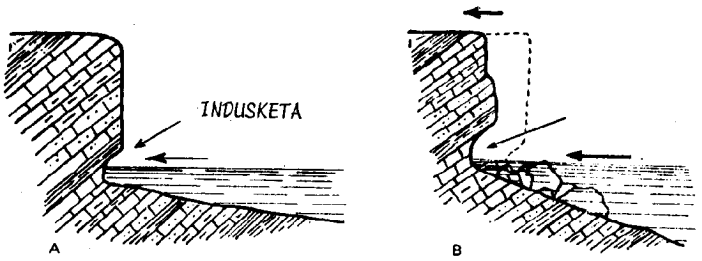
a) OLATUAK: Olatuen etengabeko jotze hori kostaldeko harriak higatuz doa; baina, ez da bakarrik uraren energia lan hori egiten duena, olatuak garraiatzen dituen partikulen jotze-energia ere oso kontutan hartzekoa da.

b) HARRIEN LITOLOGIA: Olatuen higalana litologiaren araberakoa ere izaten da. Izan ere, harriak oso bigunak direnean, oso arin ere izaten dira higatuak, eta , ondorioz, kostaren atzerapena ere arin gertatzen da.

Harriak oso gogorrak direnean, olatuek beheko aldea industen dute eta, batzutan, beheko euskarria kenduta goiko partea jausi eta bloketan apurtzen da. Harriak apurtuz eta txikituz doazen neurrian olatuek berenganatu eta urragarri moduan erabiltzen dituzte ondorengo higalanean. (12. irudia).

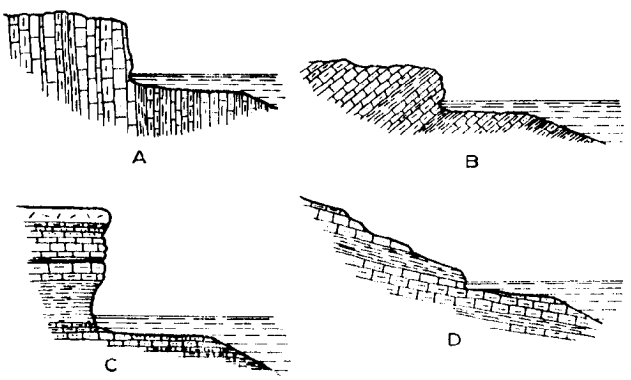
Materialeak disolbakorrak (kararriak, igeltsoak...) direnean karstifikazio-prozesuak gerta daitezke, kostak oso itxura berezia hartzen duelarik: Berau izan daiteke Euskal Herriko zenbait tokitan gertatzen dena.

d) ESTRUKTURA GEOLOGIKOA: Zer esanik ez, kostaldeko materialeen estrukturak (antiklinaleak, sinklinaleak, failak...) bertako higaduraren jitea baldintzatzen du. Materialeak oso zartatu-



12. irudia: Itsaslabar baten atzerapena. Beheko materialeak higatuz goikoak jausi eta kosta atzerantza doa.

ta, apurtuta, daudenean higaterrezagoak izaten dira. Harri sedimentarioen geruzapenak batzutan lagundu eta bestetan oztopatu egiten du kostaren atzerapena.



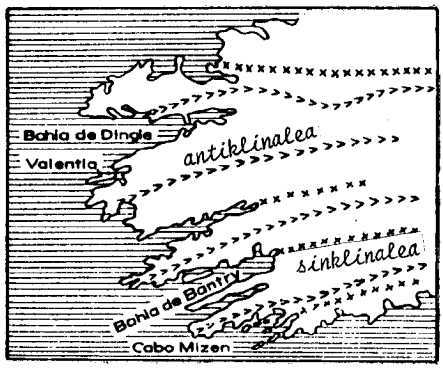
13. irudia: Geruzapenaren eragina kostaldeko moldapenean. A eta B kasuetan geruzen eraketak oztopatu egiten du kostaren atzerapena. C eta D kasuetan, berriz, lagundu, olatuen higalana geruzapena probetxatuz gertatzen da eta.

ITSAS-GARRAIOA

Itsasoa materiale-garraiatzailea dugu. Izan ere, lehorraldean gertatu-

riko higaduraren ondorioz, asko eta asko dira ozeanoetaraino garraiatuak izaten diren materialeak. Ozeanoetarainoko garraiobideak hauexek izaten dira:

.- *Glaziareak:* Latitude altuko aldeetan nagusi gertatzen da garraiobide hau. Izan ere, hango glaziareak etengabe ari dira itsasoratzen (iceberg) eta garraiatzen dituzten materialeak (morrenak) kostaldeko itsasoan edota itsas zabalean (icebergak urtzean) uzten.



14. irudia:
Kostaldeko estruktura geologikoaren eragina nabarmena gertatzen da Irlandako kosta honetan.

.- *Haizeak:* Haizeen garraioa nagusi gertatzen da munduko zenbait toki konkretutan: kostaldetik hurbilean basamortuak direnean, hain zuzen ere (Saharako W-aldea, esaterako). Kasu hauetan haizeak materiale fin-finak garraiatu eta ozeanora ailegatzean depositatzen ditu, bertako hezetasuna dela kausa.

.- *Ibaiak:* Hauxe dugu, inolako zalantzarik gabe, ozeanoetarainoko garraiobide nagusi-nagusia, bai hedapenaz (munduko leku gehienetan), bai kantitatez ere. Autore batzuren ustez (Strahler), ibaiek ozeanoetaraino urtero garraiatzen dituzten materialeen pisua 30.10^{15} gramotakoa da, gutxi gorabehera.

Edozein modutan ere, materialeok ozeanora heldu eta depositatuak izaten dira, kostaldetik hurbilean edo urrunean, tamainaren arabera (arazo energetikoa). Baina ez dira berton geratzen; izan ere, ozeanoan itsas-korronte desberdinak azaltzen dira materialeok hartu eta ozeanoaren barruan batetik bestera

garraiatzen dituztenak. Honelako korronte batzuk jotzen dute kostako harrien kontra, eta, beraz, higalana ez dagokio soil-soilik olatuen energiari, urak daramazkien partikulen jotzeari ere dagokio eta. Higalan honen ondorioz kostaldeko harriak apurtuak (lehen) eta txikituak (gero) izaten dira, modu honetan olatuek materiale gehiago izanik higalanari berriro eusteko.

ITSAS-DEPOSITOA

Itsasoak materialeak garraiatu eta nonbait (arazo energetikoa hau ere) depositatzen ditu. Honelako depositorik nabarmenena, beharbada, *hondartza* dugu:

HONDARTZA: *itsasoak kostaldean utzitako materialeen metaketa.*

Materialeok itsasoak garraiatuak izaten dira, bai berak kostaldeko harrietan eragindako higalanaz askatuak, bai ibaiek ozeanoetaraino garraiatuak ere. Beraz, hondartzako materiale horiek detritikoak izaten dira, nagusiro.

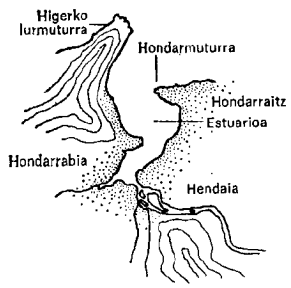
Hondartza metaketa dinamikoa da. Izan ere, bertako bikorrak (hareak, harkazkarrak...) batetik bestera mugituak izaten dira, lehenago aipatu dugun *hondartza-korronte* horrengatik, eta, sarri askotan, haizeak ere hartzen du parte bikorren desplazamendu horretan: *kostaldeko dunak.*

Ba dira beste deposito batzu:

* *Delta:* ibai batek garraiatu dituen materialeak bere bokalean pilatzen dituenean (hau ere arazo energetikoa da, itsasoak garraiatu ahala baino materiale gehiago ekartzen duenean) delta eratzen da.



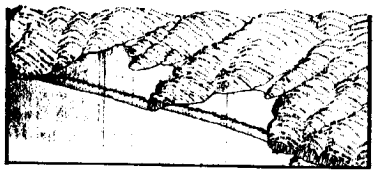
* *Estuarioa:* Ibai-bokalean itsasoak bere gorabeherak sentierazten dituen mendebarrutiari esaten zaio (Jakin-Natur Zientziak Hiztegian). Barruti honetan pilatzen dira batetik ibaiak eta bestetik itsasoak garraiatzen dituzten materiale finak.



15. irudia: (goian) Nilo-ko delta.

16. irudia: (behean) Bidasoako estuarioa.

* *Tonboloa:* Lehorrea eta inguruko irla bat batzen dituen hare-barra. Donostian dago adibide bikaina, Urgull-ekoa, alegia. Hare-barra hauek *kosta-korronteek* sortzen dituzte, hare-partikulak leku batetarantza eramanez (18. irudia).

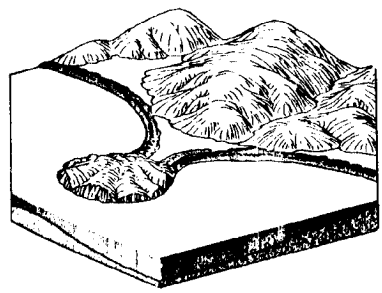


17. irudia:

Kosta batetako hare-barrak, kosta-korronteek sortuta.

18. irudia:

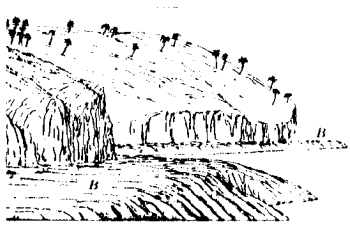
Tonbolo bik batu dute irla hori eta lehorrea.



KOSTEN SAILKAPENA

Kostak genesiaren arabera sailkatzen dira. Hona hemen bereizten ditugun bost taldeak:

1.- *HONDORATZE-KOSTAK:* Honen kausa kontinentearen hondoratzean (mugimendu epirogeniko negatiboa) edota itsas-mailaren igotzean (mugimendu eustatiko positiboa) datza.



19. irudia:

Samoa irletako kasua. Ikusten denez, kosta honetako materialeak higatuak izan dira (B). Hala ere, B-plataforma altxatuta agertzen zaigu: ALTXATZE-*KOSTA dugu hau.*

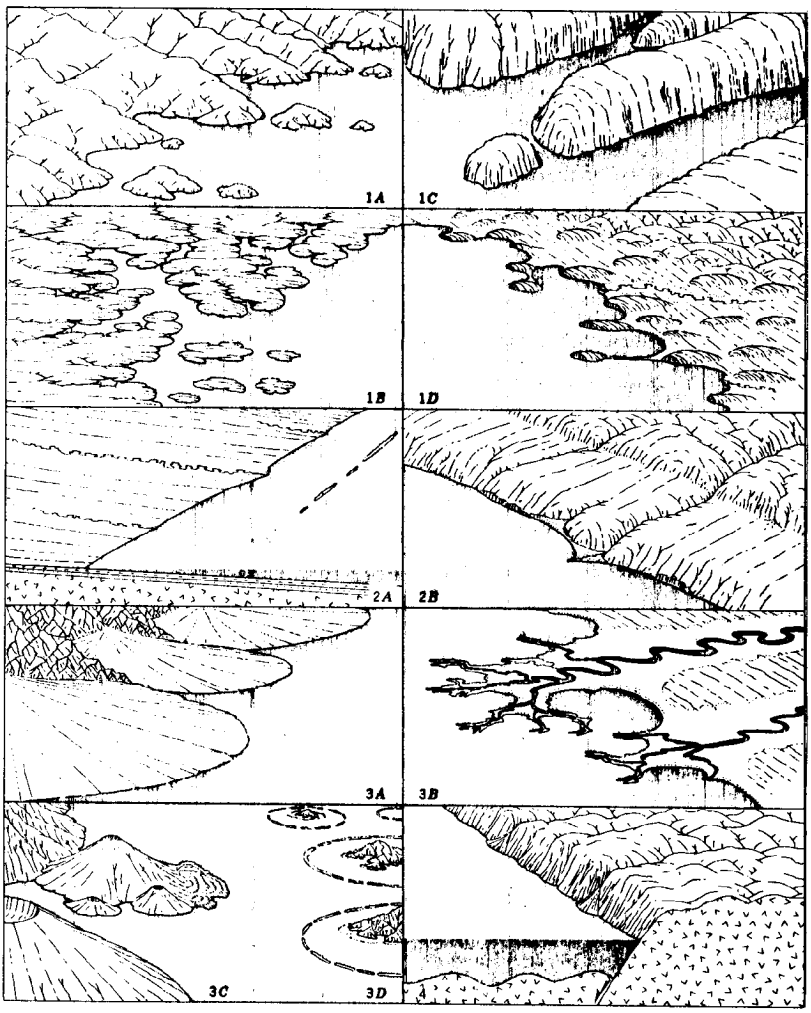
Kasu hauetan kostak hartzen duen itxura, lehendik zeukan morfologiaren araberakoa izaten da. Lehengo morfologia menditsua bazen (20. irudian 1.A), hots, mendiak eta aranak ondo garatuak, hondoratzea gertatzean itxura berezia hartzen du kostak: *itsasadarrak* (berau da Galiziako kostaren kasua). Honen antzeko zerbait gertatzen da glaziareek landutako paisaian (1.C), hondoratzea gertatzean *fiordoak* eratzen dira hor. *FIORDOA: itsasoko urez beteriko aran glaziarra.* 20. irudian beste kasu bi ageri dira, lehengo kosta erliebe motelakoa izanda, bata (1.B), eta deposito glaziarrez (drumlins) beteriko erliebe leun batetakoa bestea (1.D).

2.- *ALTXATZE-KOSTAK:* Mugimendu epirogeniko positiboa edota mugimendu eustatiko negatiboa gertatu behar izan da. Hau gertatzen denean kostak hartzen duen itxura berri hori, lehen, urpean, olatuen higalana jaso duen lurra izaten da, hots, oraingo kosta *lautada altxatu* bat izango da. Berau da, gure kostako zenbait tokitan susmatzen duguna; Bermioko lautadak, esaterako, lehen urpean izandako lurra dela susmatu erazten digu. 20. irudian altxatutako kosta bi ageri dira, kostako lautada, bata (2.A) eta kosta zorroztua bestea (2.B).

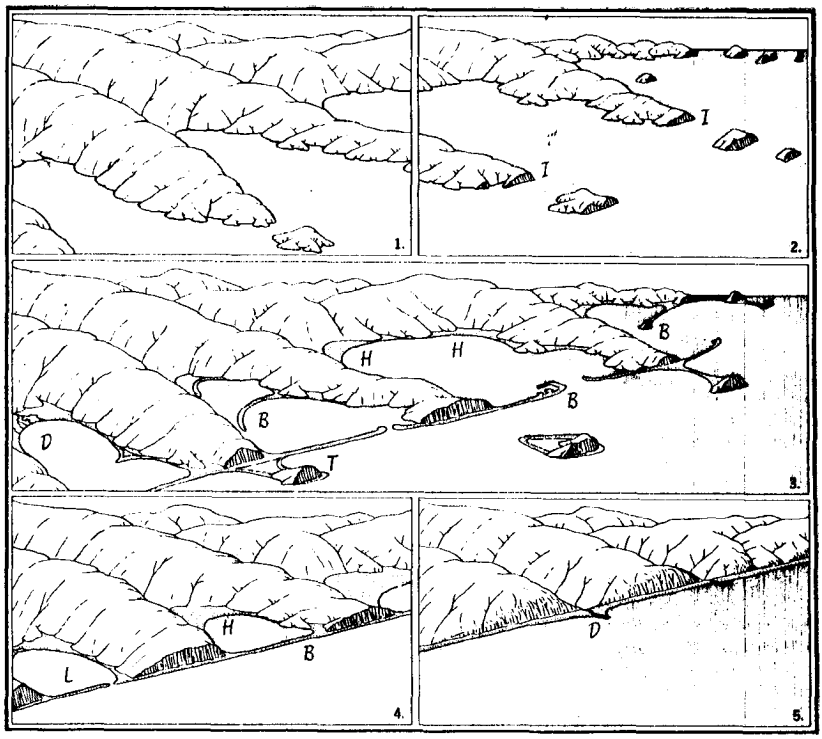
3.- *KOSTA NEUTROAK:* Materialeen ekarpenez eratu direnak ur/lur aldaketa erlatiborik izan gabe. Materiale horiek ibaiek garraiatutako materialeak izan daitezke (3.A), edo delta batetakoak (3.B), edo bolkanketaz sortuak (3.C) edo errezifeak (3.D).

4.- *KOSTA ESTRUKTURALAK:* Kostaldeko harrien estrukturak mugatuta. Normalean, failek izaten dute hortan eragina (4).

5.- *Kosta konposatuak:* aurreko gertaera bat baino gehiago jasan dituzten kostak.



20. irudia: Kosten sailkapena. Azalpena textuan.



21. irudia: *Hondoratze-kosta baten garapena.*

I = itsaslabarra

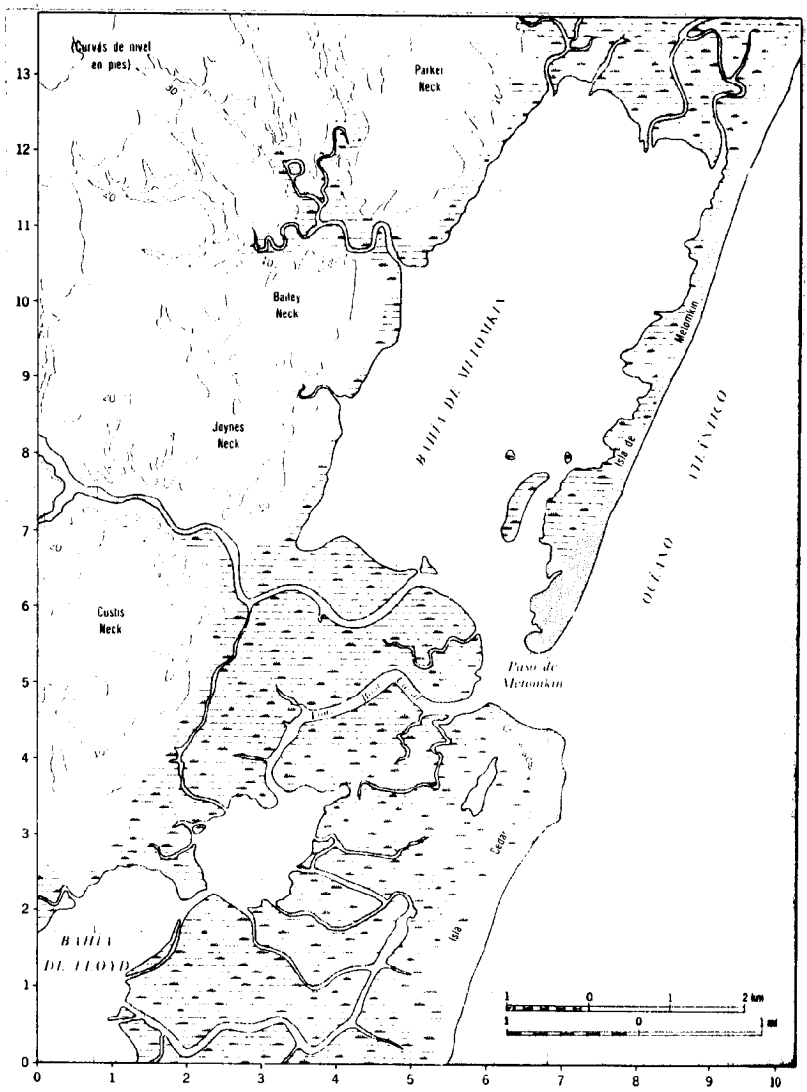
H = hondartza

D = delta

B = barra

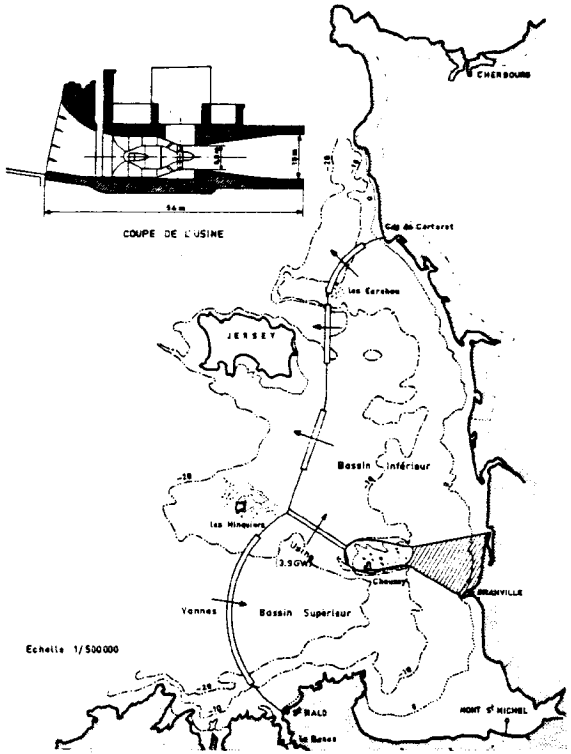
T = tonboloa

L = laku litorala



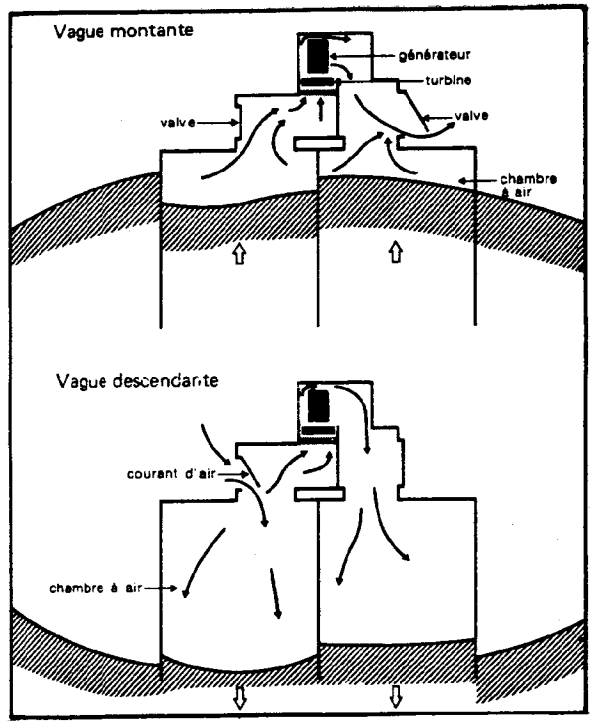
22. irudia: VIRGINIA estadoko altxatze-kosta gaztea.

Bila itzazu hor altxatze horren frogak izan daitezkeenak.



23. irudia:

Olatuen energiaz baliatzeko projektua, Bretaña aldean. Ba dago hemen zentrale bat martxan (La Rance), energia maremotriza baliagarria dela frogatzen duena.



24. irudia:

Olatuen energiaz baliatzeko asmatuak izan diren horietariko tresna bat. Urak pistoi bezala egiten du barruko airea hestutuz, eta turbinari eraginez.

HIZTEGIA

ALTXATZE: emersión, émersion.
BADIA: bahía, baie.
GERUZAPEN: estratificación, stratification.
HAUSKAITZ: resistente, ductile.
HAUSKOR: frágil, cassant.
HIGIDURA: movimiento, mouvement.
HONDORATZE: inmersión, immersion.
IGELTSO: yeso, gypse.
ITSASADAR: ría, ria.
ITSASLABAR: acantilado, falaise.
LAUTADA: llanura, plaine.
LURMUTUR: promontorio, promontoire.
OSAGAI: componente, composant.
TOLESTURA: pliegue, pli.
ZARTADURA: fractura, fracture.

BIBLIOGRAFIA

DERRUAU, M. (1966).- "Geomorfología". Ariel argitaletxea. Barcelona. 442 orr.

GUILCHER, A. (1957).- "Morfología litoral y submarina". Omega argitaletxea. Barcelona.

LAMBERT, D. (1980).- "Los océanos". Fontalba argitaletxea. Barcelona. 93 orr.

SALVAT G.T. (Grandes Temas) 39. zenbakia (1974).- "Los océanos". Barcelona.

SCIENTIFIC AMERICAN (1975).- "Oceanografía". Blume argitaletxea. Madrid.

SKINNER, B.J. eta TUREKIAN, K.K. (1976).- "El hombre y el océano". Omega argitaletxea, "Fundamentos de las Ciencias de la Tierra" bilduman. Barcelona. 150 orr.

STRAHLER, A.N. (1979).- Geografía Física". Omega argitaletxea. Barcelona. 767 orr.

TUREKIAN, K.K. (1974).- "Los océanos". Omega argitaletxea, "Fundamentos de las Ciencias de la Tierra" bilduman. Barcelona. 120 orr.

5.8. EDAFOLOGIA: LURTZORUEN AZTERKETA

Sarrera

Lurtzorua: zerbait dinamikoa

Lurtzoruen ezaugarri fisiko-kimikoak

Lurtzoruen eraketako faktoreak

Erregimen pedogenikoak

Alterazio-materiale ezberdinak


ozki

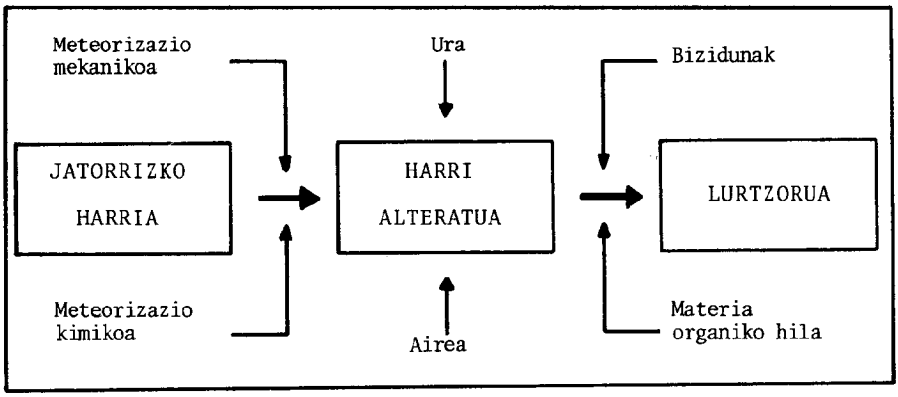
LURTZORUEN AZTERKETA (Edafologia = Pedologia)

LURTZORUAK BEHAR-BEHARREZKOAK DAUZKAGU BERAIETATIK ATERA BAITEZAKEGU BIZITZARAKO BEHAR DUGUN BESTE: nekazaritza, abeltzantza, basagintza.

Edafologia (edo Pedologia): Lurtzoruak aztertzen dituen zientzia.

LURTZORUA: ZERBAIT DINAMIKOA

Lurtzorua ez da denboraldi luze batetan metatuz joan diren hondarren kapa pasiboa. Askoz konplexuagoa da lurtzorua. Bertan prozesu ugari gertatzen dira (fisiko-kimiko-biologikoak) landareen hazkuntza posibilitatzen dutenak. Hortik datorkio dinamikotasuna.



Lurtzorua ondorioa da, faktore batzuren eraginaren ondorioa, hain zuzen. Lurtzorua baldintzatzen duten faktoreok hauxek dira:

- klima
- topografia
- landaretza
- litologia
- faktore antropikoak*

* "Faktore antropiko" izenaz gizakiak probokatutako eskusartzeak ezagutzen ditugu. Erraz uler daiteke era honetako faktoreek gaurregun har dezaketen nagusitasuna (geologia soziala).

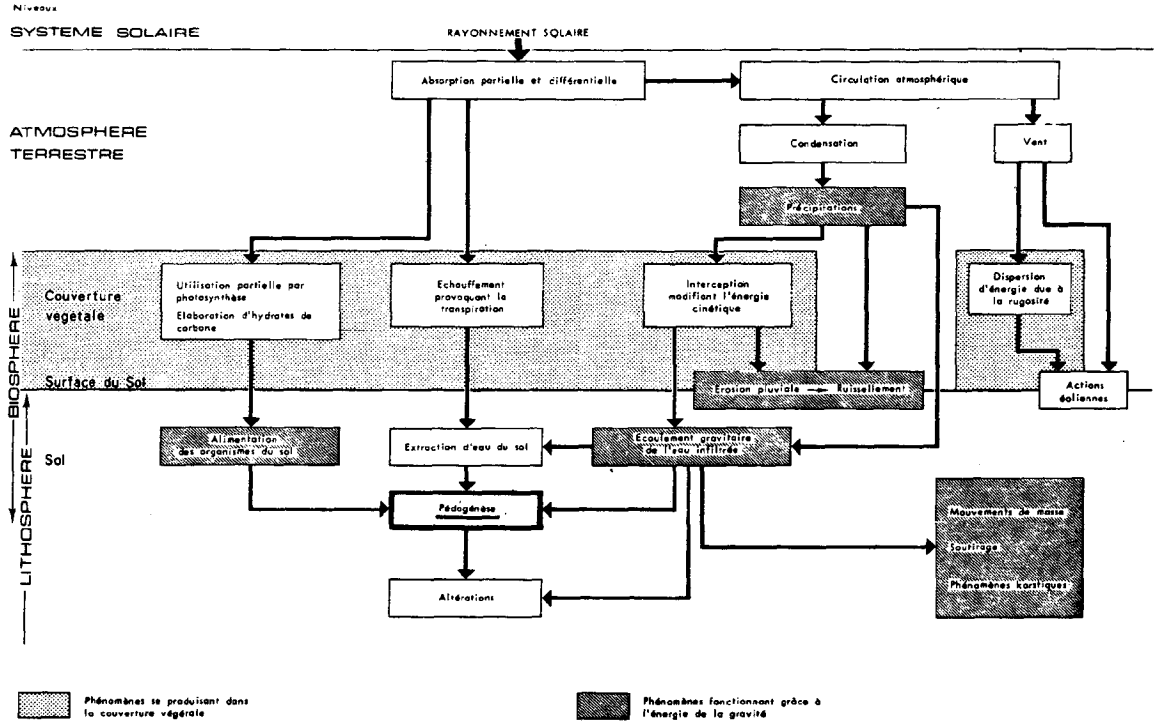
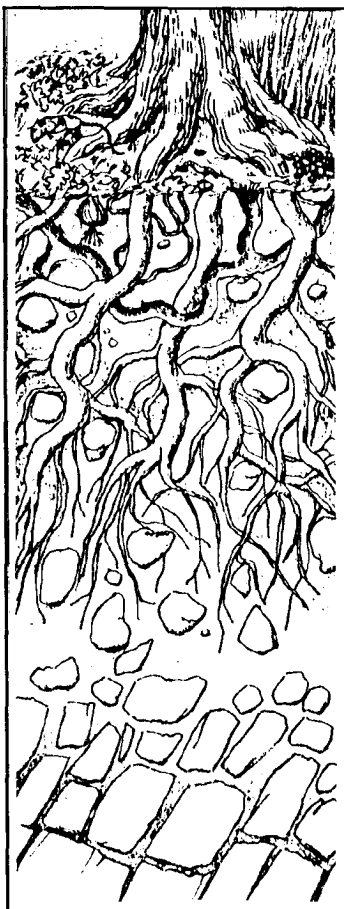


FIG. 1. – *Flux d'énergie dans l'environnement écologique*

INGURUNE EKOLOGIKOAREN ELKARRALDATZE ENERGETIKOA

Baina, nola definitu lurtzorua?

Lurtzorua: Denboraldi luzea pasatuta kapatan agertzen den alterazio-materialea. Kapa horiek "horizonte" izenaz ezagutzen ditugu. Lehen esan dugunez lurtzoruan bizitza dago, eta hau berau da beheko sustratotik, hau da, harri ez-alteratutik, desberdintzen duena.



Alterazio-materiale baten eskema

→ BENETAKO LURTZORUA
(edo lurtzoru edafikoa)

materia minerala: sustratoko harrien alterazioaren bidez sortua.

materia organikoa: animalia eta landareen egintzen hondarrak.

→ ERREGOLITA — Alterazioa bai baina bizitzarik ez

→ SUSTRATOA — Alterazioriz ez, bizitzarik ez

materia minerala bakarrik

Erregolita lurtzoru bihur daiteke (EDAFIZAZIOA).

Lurtzoruan diren sustantziak hiru egoeratan aurkitzen dira:

- solidoa: jatorriz organikoak (organismoak eta berauen hondarrak) eta inorganikoak (materialeen alterazioz sortuak). Jatorri bietako partikula koloidalek (diametroa <0.002 mm) oso garrantzi handia daukate lurtzoruen kimismorako.
- likidoa: soluzio konplexuak izaten dira, konposaturik nagusiena ura izanik. Urik gabe ez da erreakziorik gertatzen eta ondorioz bizitzarik ez.
- gaseosoa: lurtzoruko hutsuneetan (poroetan) aurkitzen den airea. Aire hau atmosferakoa bada ere, bizitzaren egintza kimiko-biologikoetatik sortutako beste konposatu batzurekin dago nahastuta.

Lurtzoruen azterketarako ondoko hau behar da kontutan hartu:

a) konposaketa fisiko-kimikoak.
b) lurtzoruen eraketan parte hartzen duten faktoreak.

A.- LURTZORUEN EZAUGARRI FISIKO-KIMIKOAK

— Kolorea: hauxe da ezaugarririk ikusgarriena, normalean horizonteek kolore desberdinak izaten baitituzte. Koloreak lurtzoruaren berri ematen digu: zenbat eta humus gehiago egon, kolorea ilunagoa izango da.

HUMUSA: "materia organikoa erdi ustelduta eta fineki zatituta"

Honen ugaritasuna landaretzak eta mikrobioen egintzak kontrolatzen dute. Horrexegatik, oso bilakatuta dauden lurtzoruetako koloreak ez du zerikusirik izaten hasierako kolorearekin.

— Ehundura: lurtzoruko partikula solidoen tamainari eta berorien banaketari dagokie. Honen arabera sailkapen bat egin da.

$\phi >$	1 mm	HARKAZKARRAK
$1 > \phi >$	0,05 mm	HAREAK
$0,05 > \phi >$	0,002 mm	LIMOAK
$0.002 > \phi$	.....	BUZTINAK

(U.S. Department of Agriculture. Hau da edafologian erabili ohi dena).

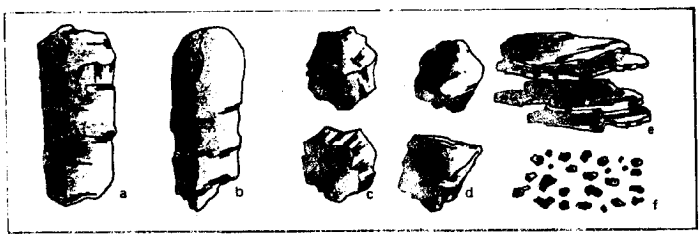
Limo eta buztinek (materiale finak) oso handia izaten dute Azalera/Bolumena erlazioa. Hortikxe datorkie hainbat ezaugarri: trinkotasuna, eransketa, ura adsorbitzeko ahalmena, ioiak elkarraldatzekoa, ... Materiale finok dira, neurri handi batean behintzat, uraren pasatzea edota frenatzea mugatzen dutenak.

Lurtzoru baten ehunduraren azterketa laborategian egiten da, harri sedimentarioekin egiten den bezalaxe, hau da, mazeen bidez harkazkar eta hareen kasuan eta sedimentazio-abiaduraren bidez frakzio finaren kasurako.

— Estruktura (Egitura): lehen esan dugunez koloideak ($\phi < 0{,}002$ mm) garrantzi handikoak dira. Izan ere, eta horiei esker lurtzoruko partikulak batu egiten dira elkarren artean "agregatu" izeneko batzu ematen. Batzeko tankerari dagokio "estruktura".

Era batzutako estrukturak daude: laminarrak, granularrak, kolumnatan, prismatikoak, etab.

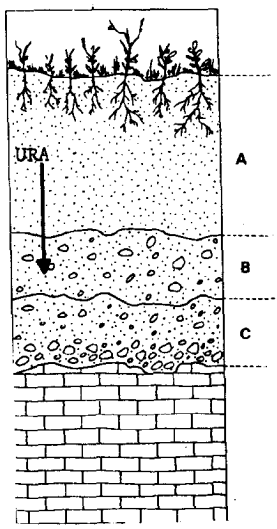
(a) (e) (f) (b)



EHUNDURAK ETA ESTRUKTURAK LURTZORUAN GERTATZEN DIREN ZENBAIT GERTAERA BALDINTZATZEN DUTE: UR ETA AIREAREN ZIRKULAZIOA, hots, permeabilitatea (porositatea); LURTZORUKO TRINKOTASUNA; HIGADURAREN AURREKO BABESA; LANDARETZAREN GARAPENA; ...

— Lurtzoruaren soslaia: lurtzoru batek kolore-ehundura-estruktura desberdinetako horizontetan agertzeko daukan gertutasunari dagokio soslaia.

Generalean hiru alde azaltzen dira lurtzoru batetan:



Orbela erdi usteldua

Garbiketa-aldea: humusa ugari (kolorez iluna). Ura goitik behera doanez narraztu egiten ditu materiale batzu (koloideak eta zati mineral finak).

Prezipitazio-aldea: ia ez dago humusik (kolorez argiagoa). Bertan depositatzen dira urak goitik ekarritako materialeak.

Jatorrizko harria baina alteratua (erregolita).

Jatorrizko harria, alteratu gabe (sustratoa).

Soslaia aldatu egiten da lurralde klimatikoen arabera. Hemen laburki azaldutako goiko soslai hori lurralde heze bati dagokiona da.

B.- LURTZORUEN ERAKETAN PARTE HARTZEN DUTEN FAKTOREAK

Faktore nagusiak hauxek dira:

1.- LITOLOGIA
2.- TOPOGRAFIA
3.- DENBORA
4.- KLIMA
5.- EGINTZA BIOLOGIKOA

P A S I B O A K A K T I B O A K

Kontutan hartu faktoreok batera iharduten dutela.

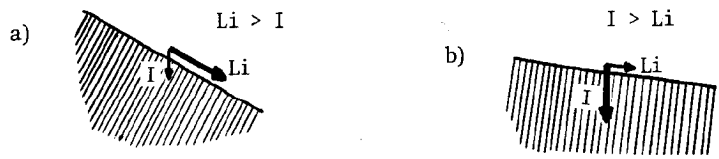
FAKTORE PASIBOAK

1.- LITOLOGIA: lurtzoruak harrien gainean bilakatuko dira harriok ahuldu (kimikoki) eta apurtu (fisikoki) egiten dituzten fenomenoak agertuz doazen neu-

rrian. Fenomeno hauek faktore aktiboak izango dira, litologia bera pasiboa izanik. Honela, harri berak lurtzoru ezberdinak eman ditzake klimaren arabera, eta lurtzoru berdinak sor daitezke harri ezberdinetatik kausa beragatik. Honetan azaltzen zaigu klimaren aktibotasuna.

Hala ere, Litologia pasiboa izan arren lurtzoruen eraketan parte hartzen du, harri guztiak ez baitira berdin ahultzen eta apurtzen.

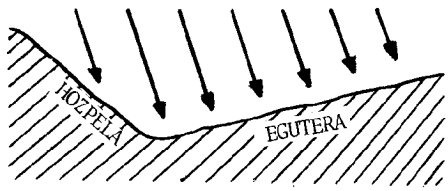
2.- TOPOGRAFIA (erliebea): Faktore honek prezipitazioaren ura zelan banatzen den kontrolatzen du.



Lehenengo kasuan (a) lurgaineko isurketa (Li) haundiagoa gertatuko da iragazketa (I) baino, eta ondorioz lurtzorua meheagoa. Bigarrenean, ostera, kontrakoa gertatzen da eta lurtzorua lodiagoa.

Lekurik aproposenak lurtzorua era dadin "aldapa leunak" izaten dira, bertan lixibiazio ona, hau da, garbiketa ona (I ugari), eta higadura gutxi (Li txikia) gertatzen baita.

Topografiaren beste gauza garrantzitsu bat zera da: eguzkiztapena, leku batzutan hezetasuna hobeago kontserbatuko baita beste batzutan baino.



3.- DENBORA: Zenbat urte behar dira lurtzoru bat era dadin, hots, horizon tetan azal dadin?. Generalean milaka urte behar dira lurtzoru batek bere hel dutasuna lor dezan. Hala ere, beste faktoreak (pasibo zein aktiboak) aldekoak badira arinago era daiteke lurtzorua (100 urte edo gutxiago).

FAKTORE AKTIBOAK

4.- KLIMA: Hauxe da faktorerik garrantzitsuena, aktiboena.
Kliman ondoko elementu hauek hartzen dute parte:

- Hezetasuna: Hemen prezipitazioa, beronen intentsitatea, lurrunketa eta hezetasun erlatiboa sartzen ditugu.
  Lurtzoru baten eraketan gertatu behar diren erreakzioetarako ura prezipitazioaren bidez heltzen da lurreraino. Uretan elementu kimikoak ionizatu egiten dira eta elkarraldatu modu konplexutan. Gehiegizko urak koloideak eta baseak narraztuko ditu (elubiazioa) eta beste nonbait depositatu (ilubiazioa). Hezetasuna desberdina izango da batetik bestera. Demagun bi klima desberdin: hezea eta lehorra (kasu generalak):

KLIMA HEZEA	KLIMA LEHORRA
Prezipitazioa > Lurrunketa	Prezipitazioa < Lurrunketa
P > L	P < L
Ura beherantza doa	Ura gorantza doa



1.- jatorrizko harria.
2.- prezipitazio-aldea (ilubiazioa). Hemen gertatzen da depositoa.
3.- garbiketa-aldea (elubiazioa).

Zer esanik ez, landareen bizitzarako klima hezea lehorra baino egokiagoa dela, azken honetan gatz asko aurkitzen baitute azalean.

- Tenperatura: Egintza kimikoa (erreakzionatzeko erreztasuna) gehitu egiten da tenperatura gehitzen denean (ba dago salbuespenik). Hau dela eta:
  - tropiko aldean: alterazio kimiko handia.
  - tundra aldean: apurketa mekanikoa da nagusi.

  Egintza biologikoa ere, bakteriena batez ere, gehitu egiten da tenperaturarekin batera:
  - tropiko aldean: bakterien egintza handia. Humus gutxi.
  - tundra aldean: bakterien egintza txikia. Humus ugari.

- Haizea: Haizearen garrantzia txikiagoa da:
  - lurrunketa (L) gehi dezake.
  - lurreko materiale finak narraz ditzake landaretzaren euskarria faltatzen bada.
  - hala ere, haizeak garraiatutako materiale fin hori (hautsa) ugari metatzen bada bertan sor daiteke lurtzoru bat. (E.b. Txina aldean 100 metro izan dezakeen loess-a).

5.- EGINTZA BIOLOGIKOA: Bai landareek eta bai animaliek ere eragin handia izaten dute lurtzoruen eraketan. Landareen artean bi talde egin daitezke:

- Makroflora: Zuhaitzak, zuhaixkak, belarrak
- Mikroflorak: Bakteriak eta onddoak

Landareak hiltzean usteltzen hasten dira. Hondarren oxidazioz humusa sortzen da (humifikazioa). Prozesu honetan azido organikoak askatzen dira, harrien mineraleen deskonposaketa errezten dutenak.

Bakteriak humusjaleak direnez zenbat eta gehiago egon humus gutxiago. Hauxe da tropikoetan gertatzen dena, alde hotzetan kontrakoa gertatzen den bitartean.

Humusen produkzioa (P) eta bakterien bidezko deskonposaketa (D) tenperaturarekin konparatuta, zera daukagu:

- Urteko batezbesteko tenperatura > 25° P < D humus gutxi
- Urteko batezbesteko tenperatura < 25° P > D humus asko

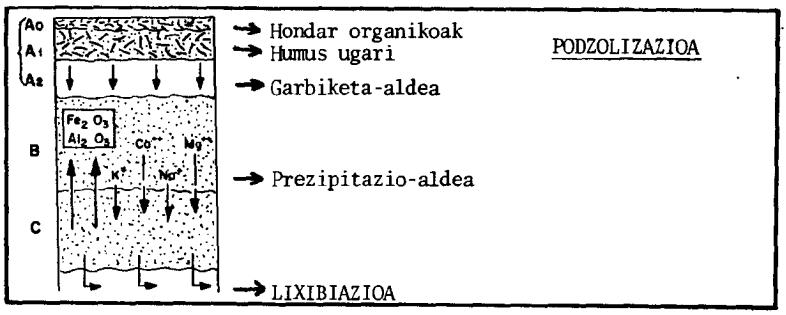
Animalien egintza, ostera, mekanikoa da eta, normalean, garrantzi gutxikoa:

- lurra mugitu eta horizonte batetik bestera pasa (lurra zulatzean).
- aldaketa kimikorik ere egon daiteke irensten duten materialean (aparatu digestiboan).

ERREGIMEN PEDOGENIKOAK

Izen honen bidez munduko lurralde klimatiko ezberdinetan eratzen diren lurtzoru-talde nagusiak ezagutzen dira. Hemen hiru erregimen baino ez ditugu aipatuko:

- PODZOLIZAZIOA: Oso klima konkretuan nagusitzen da:
  - batetik, nahiko hotza izan behar da bakterien egintza galerazteko.
  - bestetik, nahiko hezetasuna egon behar da tamaina handiko landare berdeak (makroflora) agertzeko.



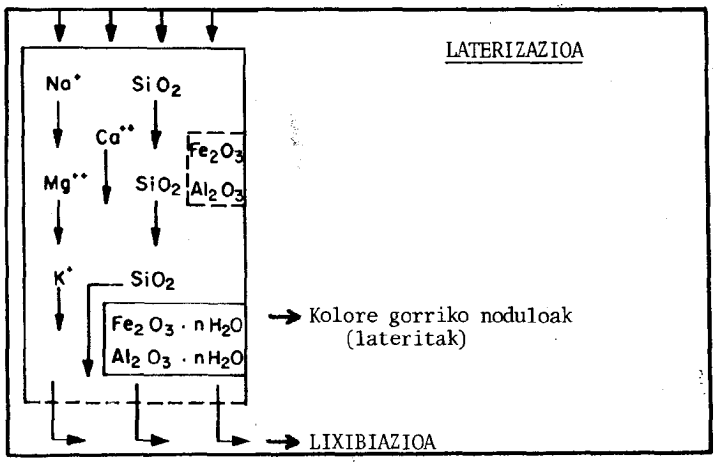
Honelako baldintzak, 40°-ko latitudetik gorako lurraldeetan egoten dira.

Sarritan podzolizazio-prozesua koniferei lotuta dago. Izan ere, koniferek ez dute baserik (Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+}) behar, eta horregatik urak eramaten ditu beheko alderantza (lixibiazioa). Azido humikoen eraginez Fe- eta Al-oxidoak beherantza garraiatuak izaten dira eta B horizontean depositatu.

- LATERIZAZIOA: Nolabait esatekotan, podzolizazioaren antzekoa da baina klima epeletan:

- prezipitazio ugari eta urtean zehar banatua.
- urteko batezbesteko tenperatura altua.
- negu gorririk eza.

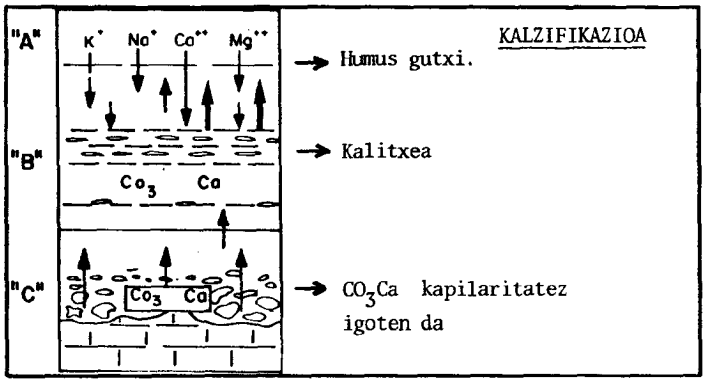
Era honetan, landareak hil eta berehalaxe desegiten ditu bakterien egintzak. Ondorioz, oso humus gutxi.



Fe- eta Al-oxido hidratatuak bultzatuak izaten dira eta behekaldean depositatuak kolore gorriko noduloetan (laterita). Modu berean SiO_2 eta baseak (Mg^{++}, Ca^{++}, Na^{+}, K^{+}) ere garbituak izaten dira eta urak eramaten ditu (lixibiazioa).

Aluminio eta burdinaren edukiak hain altuak direnez, ekonomikoki hustiragarri gerta daitezke lurtzoru hauek (laterita), aluminioaren kasuan (bauxita) batez ere.

- KALZIFIKAZIOA: Klima lehorretan gertatu ohi dena. Horrelako lurraldeetan urteko batezbesteko prezipitazioa txikiagoa izaten da batezbesteko lurrunketa baino (P < L) eta uraren mugimendua behetik gorakoa izaten da, generalean. Hau dela kausa, baseak goikaldean geratzen dira. Batzutan beherantza bultzatuak iza



ten badira ere, landareek azaleratzen dituzte berriro. CO_3Ca kapilaritatez igon eta B horizontean prezipitatzen da kapa gogorra ematen, "kalitxe" izenekoa.

Ba daude egon beste lurtzoru-talde batzu :

.- Chernozem (lur beltzak) : lurtzoru gutxi bilakatua. Podzol antzekoa baina klima erdilehorretan eratzen dena. Hau dela kausa, lixibiazioa txikiagoa izaten da podzoletan baino. Jatorrizko harriak karbonatodunak izaten direnez, B horizontean metatzen da CO_3Ca, azken hau nahiko disolbagarri gertatzen baita.

.- Gley : klima heze-hotzetako lurralde txarto drenaiatuetan eratzen da. Humusa ugari metatzen da goikaldean (turba), behekaldean giro erreduzitzailea den bitartean.

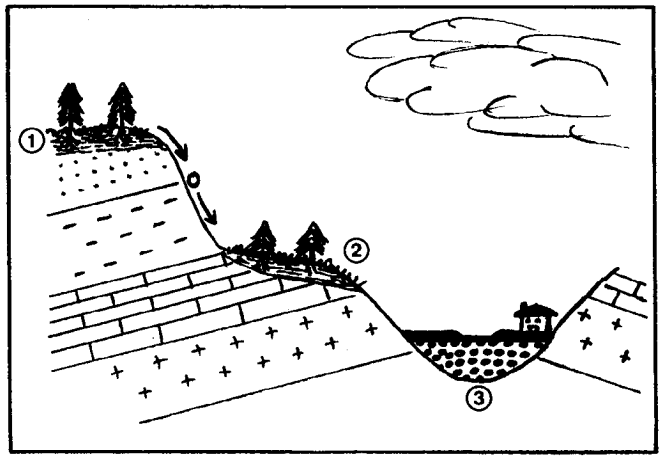
.- Ranker, Rendzina, Brunizem, Sierozem...

ALTERAZIO-MATERIALE EZBERDINAK

Lehen esan dugunez lurtzorua alterazio-materiale batetik bilakatzen da. Baina alterazio-materiale hori ez da zertan "autoktonoa" izan behar, "aloktonoa" ere izan daiteke :

.- autoktonoa : harriak alteratu eta bertan geratzen den alterazio-materialea (elubioia).

.- aloktonoa : harrien alterazioz askatutako harkoskoak garraiatuak izatean beste nonbait depositatzen den alterazio-materialea (kolubioiak eta alubioiak).



1.- ELUBIOIA : bertan gertatutako alterazio-materialea (autoktonoa).

2.- KOLUBIOIA : grabitatez garraiatutako materialea (aloktonoa).

3.- ALUBIOIA : eragile batek (errekek, haizeak...) garraiatutako materialea (aloktonoa).

HIZTEGIA

EGUZKIZTAPEN: radiación solar, rayonnement solaire.

EHUNDURA: textura, texture.

ERANSKETA: adherencia, adhérence.

GARAPEN: desarrollo, développement.

HARKAZKAR: graba, gravier.

HEZETASUN: humedad, humidité.

IRAGAZKETA: infiltración, infiltration.

ISURKETA: escorrentía, écoulement.

JATORRIZKO HARRI: roca madre, roche mère.

LURGAINEKO ISURKETA: escorrentía superficial, écoulement de surface.

LURRUNKETA: evaporación, évaporation.

LURTZORU: suelo, sol.

SOSLAI: perfil, profil.

TRINKOTASUN: cohesión, cohésion.

BIBLIOGRAFIA

ANTIGUEDAD, I. (1981).- "Gizakia, basoa eta basamortua". Elhuyar, 7, 2. 133-154 orr.

ARABAko diputazioa (1980).- "Mapa de suelos de Alava".

AZPIROZ, P. (1978).- "Lurtzorua". (Euskal Herriko lurtzoruen azalpena dator hemen). Udako Euskal Unibertsitatean. 24 orr.

DUCHAUFOUR, Ph. (1977).- "Pédologie: Pédogenèse et clasification". Masson argitaletxea. 477 orr.

HUDSON, N. (1982).- "Conservación del suelo". Reverté argitaletxea. 335 orr.

TRICART, J. (1965).- "Principles et méthodes de la géomorphologie". Masson Argitaletxea. 477 orr.

TRICART, J. (1981).- "La Tierra, planeta viviente". Akal/Universitaria. z° 13, 171 orr.

STRAHLER, A.N. (1979).- "Gecgrafía Física". Omega Argitaletxea. 767 orr.

Hauetaz aparte, Araba eta Nafarroako Diputazioek lan batzu argitaratu dituzte, bertako lurtzoru eta landaretzari buruzkoak.

(Oharra: Geologia orokorra azaltzen duten guztietan ere agertu ohi da edafologiari buruzko gairik).

6.0. BIZITZAREN JATORRIA ETA GEROKO GARAPENA

Bizitzaren sorrera eta hasierako hazkundea
Bizitza itsasoan
Lehorralderako iragapena
Lehorraldeko landareak
Narrazti eta ugaztunak

BIZITZAREN JATORRIA ETA GEROKO GARAPENA

1. BIZITZAREN SORRERA ETA HASIERAKO HAZKUNDEA

Paleontologia etimologiaz zera da: Paleo (hasierakoa, zaharra), ontos (izakia), logos (ikaskizuna).

Beste denbora batzutan Lurran bizi izan ziren organismo biziak eta berauen hondar eta arrastoak (zantzuak) ikasten dituen zientzia dugu Paleontologia.

Bizigabe-sistematik bizidun-sistemarako iragapena

Gutariko askok zerbait nahasi eta desberdin bezala ikusten dugu bizidunen mundua. Hala ere, kimikoki, bizidun guztiak sei osagai nagusien era askotako multzoketa baino ez dira: ura, gluzidoak, lipidoak, adenosinazko fosfatoak, proteinak eta azido nukleikoak (begira 1.taula). Ikusten denez, osagai kimiko hauetan sei elementu ageri dira nagusiro: hidrogenoa, nitrogenoa, oxigenoa, karbonoa, fosforoa, sufrea.

BIZITZAREN OSAGAI KIMIKO NAGUSIAK (1.taula)

Konposatuak	Eginkizunak	Konposaketa
Ura	Disolbatzaile unibertsala..	Hidrogenoa, oxigenoa
Gluzidoak	Energi iturriak	Hidrogenoa, Oxigenoa, karbonoa
Lipidoak	Energi biltegiak	Hidrogenoa, Oxigenoa, Karbonoa
Adenosinazko fosfatoak (ATP, ADP)	Energi transferentziak ...	Hidrogenoa, Oxigenoa, Karbonoa nitrogenoa, fosforoa
Proteinak	Estrukturalak, erreakzio kimikoen erreztasuna.... gehitzeko.	Hidrogenoa, Oxigenoa, Nitrogenoa, karbonoa, fosforoa, sufrea (20 aminoazidotan antolatuta).
Azido nukleikoak.....	Sintesi proteikorako moldeak	Hidrogenoa, Oxigenoa, Nitrogenoa, karbonoa, fosforoa (5 nukleotidotan antolatuta).

Hasierako Lurraren giroa

Eguzki eta beste astroetatik Lurrera heltzen den argiaren azterketa espektroskopikoak, meteoritoen azterketa kimikoz batera, eguzki-sistemako elementu kimikoen ugaritasun erlatiboa kalkulatzeko bide egokia dira. Kalkulo hauek bizitzarako oinarrizkoak diren sei elementuak ugarienetarikoen artean daudela frogatzen dute (2.taula).

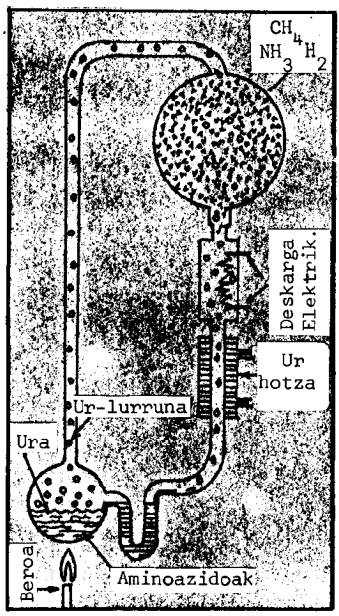
EGUZKI-SISTEMAN ELEMENTU KIMIKOEN UGARITASUNA (2. taula)

Ordena	Elementua	(Sinboloa)	Ugaritasun erlatiboa (silizioa=100)
1	*Hidrogenoa	(H)	2.500.000
2	Helioa	(He)	380.000
3	*Oxigenoa	(O)	2.500
4	*Karbonoa	(C)	930
5	*Nitrogenoa	(N)	240
6	Silizioa	(Si)	100
7	Magnesioa	(Mg)	91
8	Neoia	(Ne)	80
9	*Sufrea	(S)	38
10	Argoia	(A)	15
11	Aluminioa	(Al)	9
12	Burdina	(Fe)	8
13	Kaltzioa	(Ca)	5
14	Sodioa	(Na)	4
15	Nikela	(Ni)	3
16	*Fosforoa	(P)	1
17	Kromoa	(Cr)	0,8
18	Manganesoa	(Mn)	0,7
19	Potasioa	(K)	0,3
20	Kloroa	(Cl)	0,25

* Organismoetako sei elementu nagusiak

Honek,beharbada,hasierako atmosfera hidrogenoz,helioz,metanoz eta amoniakoz osotuta egon zela adierazten digu,eta beraz gaurko atmosfera(Nitrogeno eta oxigenoa,nagusiro), hasierako horretatik bilakatu zela ere.Metanoz eta amoniakoz oso

tutako atmosfera eta sistema bizidun sinpleenaren artean alde handia dago, baina froga atmosferikoek orain organismoetan dauden elementu gehienak hasierako Lurran ere ugariak zirela baieztatzen dute. Suposaketa hau 1953. urterarte mantendu zen. Urte hartan S.L. Miller-ek, orduan Chicago-ko unibertsitateko graduatua, bizitzaren jatorriari buruz orain klasikoa den experimentu bat egin zuen.Miller-ek amoniako, metano eta hidrogenozko nahaste batetan zehar urlurruna zirkularazten zuen tresna bat eraiki zuen (Ikus 1.irudia). Ur-lurruna gasetan eta deskarga elektrikoetan zehar zirkulatzen aste betea egon ezkero, tresnako ur kondentsatua itxuraz uherra eta gorri gorria jartzen zen. Ura bukatu zenean aminoazidozko nahasketa konplexu bat zeukala aurkitu zuen. Miller-en experimentuaren deskarga elektrikoak, amoniakoz, metanoz eta hidrogenoz osotutako hasierako atmosferako tximistak bezalaxe, beharbada sistema bizien molekula konplexu batzuren kausa izango zirela frogatu zuen, eta aurkikuntza honek ikerketari bide berria ireki zion: Lur primigenioaren baldintzen peko konposatu kimikoen sistesi experimentala, alegia. 1953.urtetik aurrera, hauen arteko experimentu asko Lurraren hasierako momentuetan zeuden gasen nahasturaz eta energi iturriaz egin ziren. Aipatutako experimentuek, sistema bizien osagai nagusi bakoitza sintetisatzea lortu dute.



1. irudia: Miller-en experimentua.

Lehen organismoak

Gaurko bizitza ikusiz lehen organismoak landare berdeak izan zirela pentsa genezake, fotosintesiaren bidez eguzkitiko energia hartzen baitute CO_2 atmosferikoa gluzido bihurtuz. Gluzido hauek proteinen ekoizpenerako energia ematen dute. Baina biokimikarien ustez fotosintesiaren kimika oso konplexua da hasierako sistema bizian sortzeko. Orain uste dugunez, substantzia organikoak CO_2

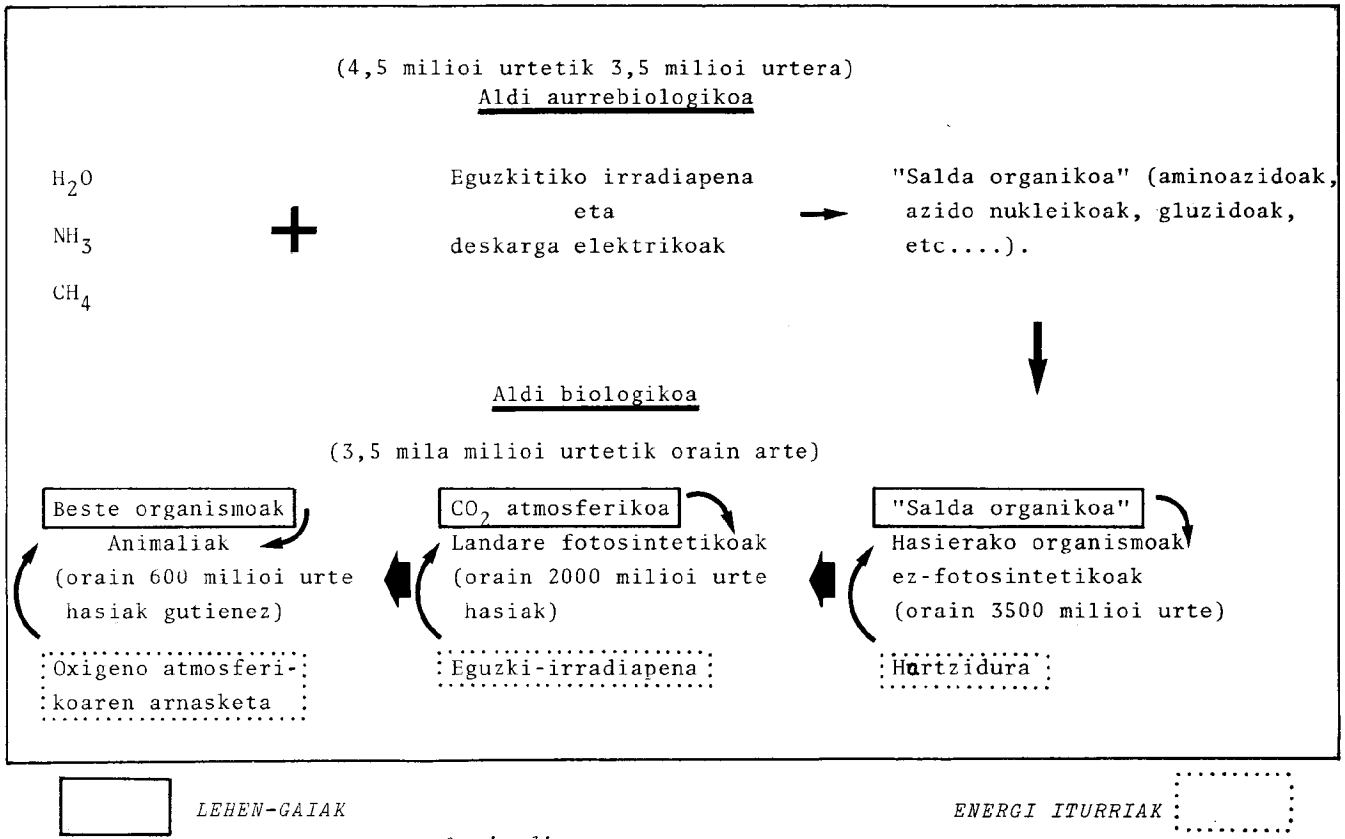
eta eguzki-energiatik zuzenki sintetizatuta egon beharrean, lehen organismoak karbonoaren konposatu ez-biologikoen mendean zeuden, beren energia eta elikapenari zegokienez. Baina, eratuz bide zihoazen konposatu berriak, salda organikora erantsiak izango zirenez, salda bera kontsumitua izan baino astiroago, hasierako bizia molekula konplexua zuzenki produzitzera indarpetua izango zen. Bestela, substantzia elikagarri ez-biologikoak agortzean bizia bukatu egingo zen.

Atmosferak ere eboluzionatu egin behar zuen, bai hasierako bizitzaren eragin metabolikoengatik, bai eguzkiaren irradiapenengatik (horrexegatik apurtzen dira metanoa, amoniakoa eta ura) eta bai Lurraren arlo grabitatoriotik hidrogenoaren ihesagatik ere. Prozedura guzti hauek N_2 askatu eta CO_2 atmosferikoa ugaritu egingo zuten.

Aldi aurrebiologikoan aminoazido, azido nukleiko eta gluzikoak pilatzen ziren salda organikoan, hau da, Lurreko uretan, eguzki-energiak eta energia elektrikoak atmosferako NH_3 eta CH_4-ren gain eraginda. Hasierako organismoak molekula hauetatik sortu ziren eta beraietaz baliatzen ziren metabolismoa garatzeko. Atmosferan oxigenorik ez zegoenez, organismo haiek hartzidur prozeduretik lortu bide zuten energia. Poliki-poliki hasierako organismoek konposatu sinpletatik molekula konplexuak sintetizatzeko ahalmena eskuratu zuten, eta azkenean, lehenengo landare berdeak sortu ziren. Hauek lehengai bezala CO_2 eta energi iturri gisa eguzkitiko argia behar zituzten, oxigenoa hondakin moduan utziz. Landareek askaturiko oxigenoaren metatzearekin animalien bizitza posibletu zen, azken hauek landareak lehengai bezala eta oxigenoa energi iturri bezala erabiltzen zituzten eta (2.irudia).

Bizitza Aurrekanbrikon

Meteoritoen datazio erradiaktiboak (segurki Lurrarekin batera formatuak) eta Lurrazalean isotopo eradaktiboen datuek adierazten dutenez, gure planeta orain 4500 milioi urte sendortu zen gutxienez. Orain arte aurkitutako harri aurrekanbriko zaharrenek 3800 milioi urte dituzte. Hasierako landareen zantzuak 2000 milioi urtetako baino harri zaharragoetan topatu direnez, oso arraro da fosilak ez aurkitzea kanbrikora heldu arte, orain dela 600 milioi urterarte. Eta oraindik ikaragarriena dena, Kanbrikoko lehen animalia fosilak ez ziren hastapenetako formak, baizik eta fosil aurreratu horiek (animaliak zein lan-



2. irudia:
Bizitzaren garapena sistema ez-bizitik hasita.

dareak) historia luzea izan behar zuten Aurrekanbrikon zehar aurrerapen hori lortzeko; baina hori baieztatzeko oso fosil aurrekanbriko gutxi atera dira momentuz.

Bizitza aurrekanbrikoaren arrasto kimiko ugarienak estromatolitoak dira. Egitura adarkatutan, eta silikato kaltziko edo karbonatozko geruzetan zabalki banatuta daude 2000 milioi urte baino gutxiago duten Aurrekanbrikoko harri sedimentarioetan. Gaur egun ere, alga zianofizeei eta fotosintetikoei esker eratzen ari dira.

Bigarren motatako arrasto kimikoak harri sedimentario aurrekanbrikoetatik ateratako karbonoaren konposatu konplexuek eskeintzen dituzte. Konposatu hauek argiaren polariztapen-planoa desbideratu egiten dute polariztapen-mikroskopioan ikusten direnean, eta "optikoki aktiboak" deituak izaten dira. Karbono ez-biologikozko konposatuek, ostera, polariztapen-planoa ez dute desbideratzen eta "optikoki ez-aktiboak" dira. Beraz, karbono-konposatu haiek biologikoak direla pentsatu behar.

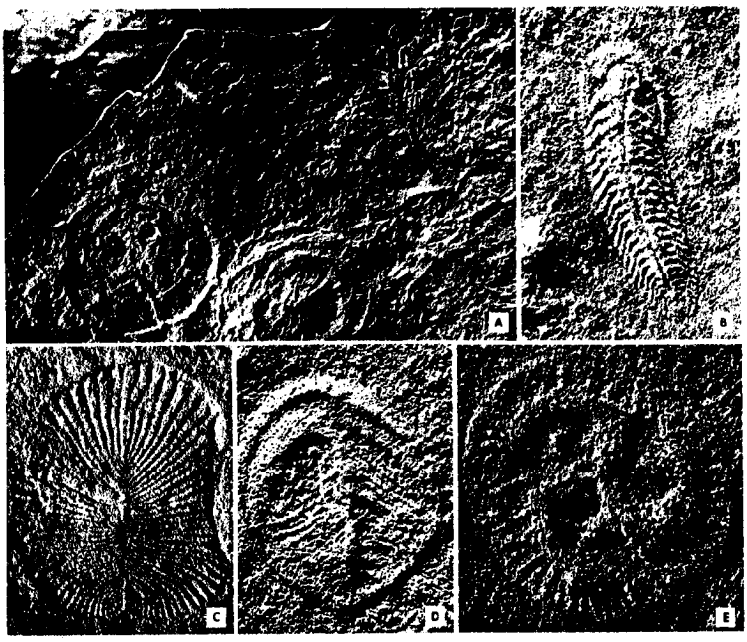
Ondo kontserbatutako organismoen bi ordezkari garrantzitsu daude harri aurrekanbrikoetan. Bata Gunflint Chert-en landaredia (Minesota): honek hasierako landaretzaren bizitza erakusten du, orain dela 2000 milioi urtetakoa. Bestea Ediacara-ko fauna (Australia): Kanbrikotik aurreko animalien bizitza (600 milioi urtetik atzerantz) erakusten du (3. eta 4. irudiak).

2. BIZITZA ITSASOAN

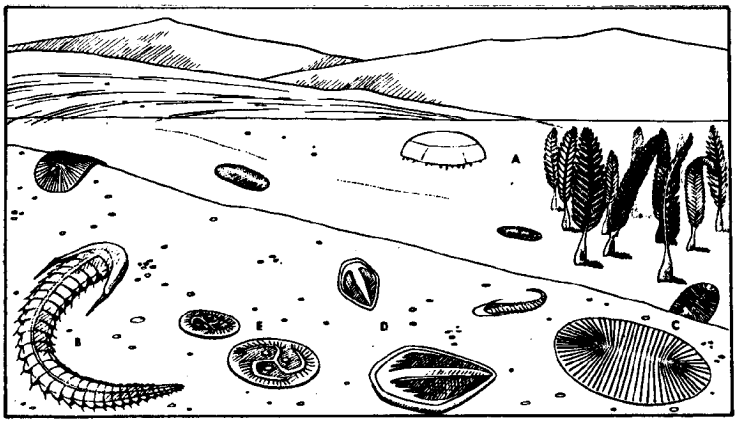
Atalburu honetan azken 600 milioi urteetan gertatu diren itzelezko aldaketa ebolutiboak ikusiko ditugu. Itsasoko animalia eta landareak garrantzi handikoak dira bizitzaren historia aztertzerakoan, organismo gehienak itsasoan sortu baitziren. Beranduago, Siluriko eta Debonikon zehar, gertatzen dira lehorralderanzko lehenengo urratsak.

Itsasoko bizi-motak

Itsasoan bizi diren animalia eta landareek hiru aukera dauzkate. Uretan pasiboki flotatu, bertan aktiboki igeri edo itsas hondoko sedimentuetan bizi. Honen arabera hiru taldetan sailka daitezke itsas organismoak: PLANKTONA (flotatzen duten organismoak), NEKTONA (igeri egiten duten organismoak), BENTOSA (hondoan bizi diren organismoak). Organismo planktonikoak, beren aldetik, bitan

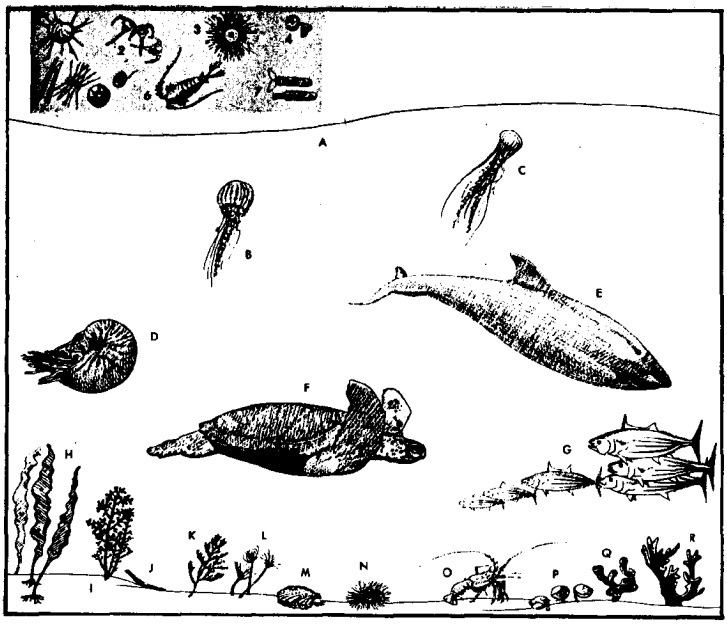


3. irudia : *EDIACARA-n (Australia) aurkitutako fauna.*



4. irudia: Aurrekanbrikon izan bide ziren organismoak. Azaltzen diren letrak aurreko irudiari dagozkio.

banatzen dira: fitoplanktonikoak (flotatzen duten landareak) eta zooplanktonikoak (flotatzen duten animaliak) (5. irudia).



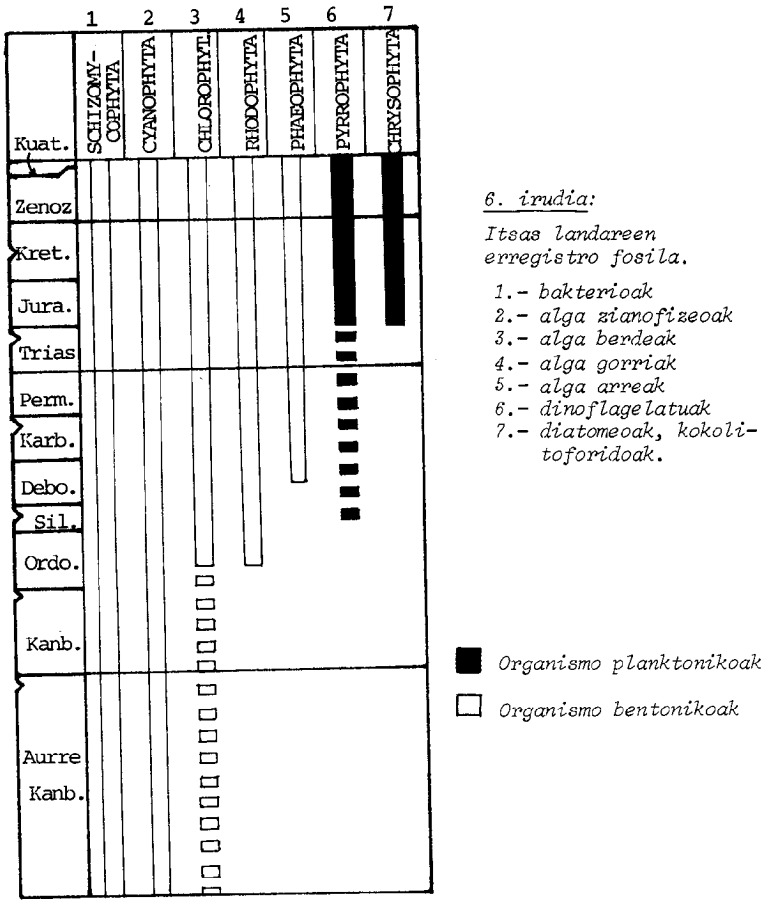
5. irudia: Itsas organismoen bizi-motak. PLANKTONA.- (A) Mikroskopikoak: 1) foraminiferoak. 2) dinoflagelatuak. 3) erradiolarioak. 4) kokolitoforidoak. 5) diatomeoak. 6) kopepodoak. 7) pteropodoak. (B eta C) Medusak. NEKTONA.- (D) zefalopodoak. (E) ugaztunak. (F) narraztiak. (G) arrainak. BENTOSA.- (H) alga arreak. (I) alga gorriak. (J) anfioxoa. (K) briozooak. (L) harrak. (M) kuskubikoak. (N) itsastrikuak. (O) oskoldunak. (P) brakiopodoak. (Q) belakiak. (R) koralak.

Fosilizazioa

Animalia eta landareak beraien zati gogorrak egiteko ondoko substantziok erabiltzen dituzte nagusiro: karbonato kaltzikoa CO_3Ca (kaltzita zein aragonito bezala), fosfato kaltzikoa $(PO_4)_3\ Ca_5OH$ eta silizea SiO_2. Pirita eta beste batzu ere agertzen dira baina kopuru txikiagotan. Batzutan substantzia hauek, aldakuntza handirik gabe topatzen dira, baina, birkristalketak eta substituzioak ugariak izan daitezke. Materia organikoa, fosil bezala aurki daiteke, ikaztun prozesuetan (landarerен zatiak, arrainak), anbarean (insektuak). eta izotzean ere (mamutak). Moldeak, maskorren "inpresioak" sedimentuan, organismo beraien bezalako garrantzia hartzen du. Fosil modu:an hobeto kontserbatzen direnak BENTOSekoak dira, gero PLANKTONekoak eta gaitzenak NEKTONekoak.

Itsas-landareak

Dakigunez, bai bakterioak eta bai alga zianofizeoak ere ugari ziren Aurrekanbrikon. Alga berde eta gorriak, kaltzio-karbonatozko depositoak ematen dituztenak, ugari gertatu dira Ordobizikotik aurrera. Batzuk esan berri dute Gunflint Chert-en aurkitutako landare-haritxo batzu alga berdeenak izan daitezkeela; horregatik, ba liteke talde hau Aurrekanbrikon zehar bizitzea eta bakterio eta alga zianofizeoak baino estrukturalki aurreratuagoak izatea. Alga arreak harri debonikoetan agertzen dira lehenbizikoz, baina zalantza asko dago honetaz oso seinale makalak baitira.



6. irudia:

Itsas landareen erregistro fosila.

1.- bakterioak
2.- alga zianofizeoak
3.- alga berdeak
4.- alga gorriak
5.- alga arreak
6.- dinoflagelatuak
7.- diatomeoak, kokolitoforidoak.

Orain arte aipatutako taldeak bentonikoak dira eta hauekin konparatuz planktonikoak beranduago azaltzen dira. Diatomeo eta kokolitoforido fosilak harri jurasikoetan aurkitzen dira lehenengoz, baina Kretaziko arte ez dira ugariak. Dinoflagelatuak gutxiago dira, eta lehenengoz Jurasikon agertzen dira; hala ere, ba liteke zaharragoak (silurikoak?) izatea. Dinoflagelatuak, diatomeoak eta kokolitoforidoak dira gaur egun itsasoan nagusitzen diren landare planktonikoak, eta horiek lortzen dituzte fotosintesiaren bitartez, itsas-animaliak bizitzeko behar ainako elikagaiak. Horregatik, hain zuzen, da harrigarria hauek (planktonikoak) beranduago agertzea, zeren eta, itsas-animaliak, gaurkoen antzerakoak, ugari izan baitziren Paleozoikoren hasieran. Ba liteke, bada, animalia horiek beren elikagaiak beste nonbaitetik ateratzea.

Paleozoikoren hasierako ornogabeen bizitza

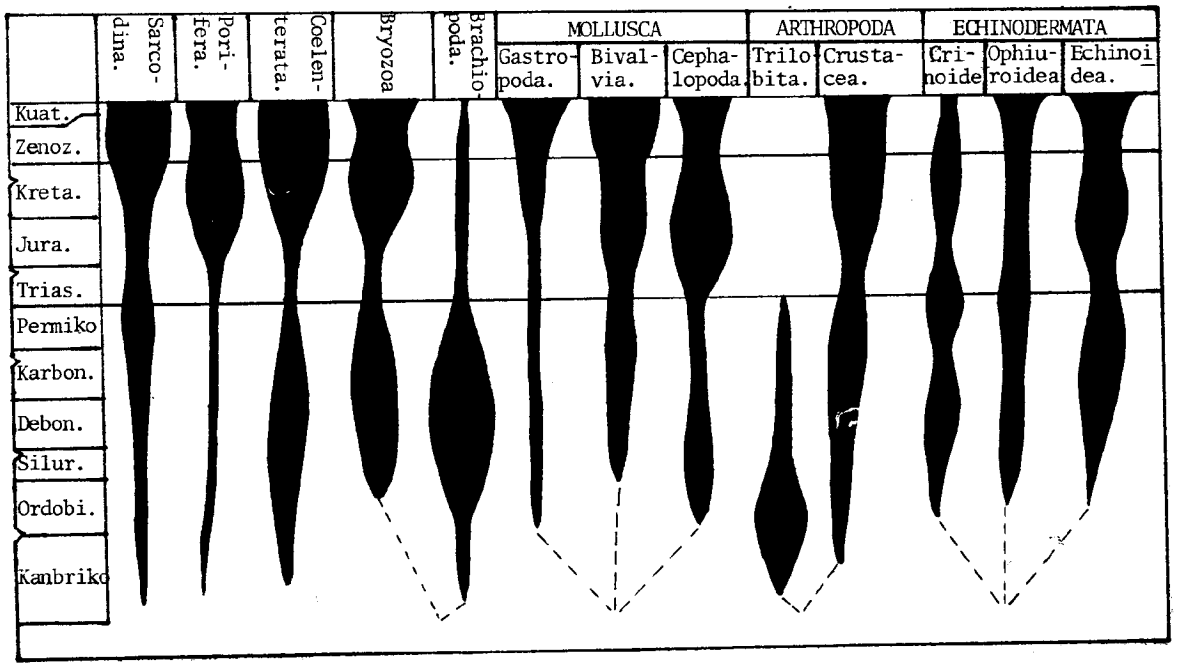
Itsas-animalien erregistro geologikoa eta itsas-landareena zeharo desberdinak dira. Azken hauek oso denbora zabalean (Aurrekanbrikotik Jurasiko arte) agertzen diren bitartean, haien talde guztiak (alde gogorrak utzi dituztenak, talde bat izan ezik) bateratsu azaltzen dira Aurrekanbriko-Kanbriko mugan. Salbuespena Bryozooa izeneko taldea da, Ordobizikon zehar agertzen dena. Ornogabeak jaio zirenetik aurrera bilakatuz joan dira, eboluzionatuz, baina talde berririk agertu gabe.

Ornogabeen talde nagusiak

Ornogabeen artean ba daude zortzi talde: Sarcodina, Porífera, Coelenterata, Bryozooa, Brachiopoda, Mollusca, Arthropoda eta Echinodermata. Hauek oso erregistro fosil on eta zabala dute, eta gainera, gaurko itsasoetan ongi ikusten dira. Hauekin batera, Annelida taldea ere hartu behar da kontuan. Izan ere, gorputz biguneko ornogabeak izan arren, garrantzia handia izan zuten aurreko garaietan eta egun ere, itsasoetako bizitzaren partea dira. Beraz, bederatzi talde hauek izan dira itsasoetako organismo nagusiak, Paleozoikoren hasieratik aurrera (7. irudia).

Ornogabeen klaseen jatorria

Jakin denez, fosil kanbrikoen artean 60% trilobitak (Arthropoda) dira eta 30% brakiopodoak; gainerakoa, hau da, 10% beste taldeak dira: moluskuak, ekinodermoak, artropodoak eta beste.



7. irudia: *Itsas ornogabe-talde nagusien erregistro fosila. Alde beltzen lodierak talde bakoitzaren ugaritasuna seinalatzen du. Marra-lerroek, ostera, taldeen arteko lotura posibleenak.*

Trilobiten arteko asko belarjaleak edo sarraskijaleak bide ziren, itsas hondoko gainazalean mugitzen zirenak. Seguru asko ez ziren harrapakari aktiboak; honek, horien elikadura ziren alga bentonikoak eta gorputz biguneko ornogabeak ugari izan behar zirela esan nahi du, fosil moduan kontserbatu ez arren. Trilobiten desagerpena Permikon gertatu zen. Brakiopodoak gaur egun aurki daitezke.

Ikusten denez, bizitzaren kategorien historian gauza arrunta gertatzen da hau: hasiera batetan ba dago estadio experimental bat, non bizitza laburreko animalia asko sortzen diren, baina, arrakasta ekologiko gutxikoa. Animalia hauen arteko "gogorrenek" eboluzionatu egin dute, bizitza luzeago eta arrakasta ekologiko handiagoa dauzkaten animalietan bihurtuz. Ordobiziko eta Silurikon habitat desberdinak agertzen dira: koralak, itsasertzean; graptolitoak (plaktona), ... Gainera beste batzuk ere garrantzia dute: Ekinodermoak, Moluskuak eta Brakiopodoak (7. irudia).

Ornogabeen talde nagusien artean Kanbriko izan zen experimentatzeko garaia eta Behe-Ordobiziko bilakatzekoa. Gaurko itsasoetan nagusitzen diren ornogabeen klase asko Ordobizikoren azkenerako ondo finkatuta zeuden. Ordutik hona ornogabeetan gertatutako aldaketa ebolutiboak motelagoak izan dira, hots, eskala txikikoak, klase batzutan suntsidurak izan badira ere. Bizitzaren historian zehar oso gutxi izan dira, erlatiboki, suntsitu diren klaseak. Honen salbuespenak, Behe-Kanbrikon sortu eta Paleozoikoren azkenean suntsitu ziren ornogabeen klase asko dira.

Suntsidura zabalen kausa posibleak

Paleozoikoren azkena (Karbonifero eta Permiko), biologikoki, krisi garaia da, ornogabeen krisi handiena ematen baita. Krisi orokor honi azalpen asko eman zaio, baina, bat ere ez guztiz onartuta. Dirudienez, suntsidurak ugariak izan ziren, itsas-maila beherago eta ondorioz sedimentazio gutxiago zegoenean. Une hauetan lehorraldeko itsasoak, bizitza ugarienetakoak, txikitu edota desagertu egingo ziren. Itsas organismoen suntsidurak habitat-en desagertzearen ondorioak izango ziren. Geroago itsas-mailaren goratzeak oso une egoki izango ziren experientzia ebolutibo berrirako.

Suntsidura zabalen kausa posibleak

Historian zehar gertatu diren suntsidura handiek haroen (Paleozoiko, Mesozoiko, Zenozoiko eta Kuaternario) arteko mugak seinalatzen dituzte eta txikiek aldien (...Karbonifero, Permiko, Triasiko, Jurasiko...) artekoak. Baina arazo bat datorkigu: suntsidura eta ondorengo irradiazio ebolutiboen kausak.

Suntsiduren ondorengo hedakunde ebolutiboak logikoak gertatzen dira, zeren eta suntsiduraren ondorioz geratutako hutsuneak experimentazio berrietarako bideak diren, hau da, hedakunde ebolutiborako.

Baina zein da suntsiduren kausa?. Arazoa ez da bakarrik itsas ornogabeetan planteatzen, lehorraldeko ornodunak ere ukituak izan baitira, neurri txikiagoan izan bada ere. Horrela ikusita, bada, kausak sakonak izan behar dira bi talde horiek ukitzeko.

Azalpen asko eman dira, baina bat ere ez totalean onartuta. Egia esan, erantzuna ingurugiroan izandako aldaketetan eta berauetara egokitzeko organismoen ez-gaitasunean egon zitekeen, baina aldaketok ez ditugu ezagutzen. Hona hemen azaldu diren hainbat hipotesi: atmosferako oxigeno-edukiaren aldaketak; espazioranzko erradiazio gehiegizkoa; organismo patogenoak bilakatzea; beharrezkoak izan zitezkeen elementu batzuren falta (behar zen neurrian behintzat); klima-aldaketak. Azken hau probableena izanik. Aldaketa klimatikoak egitan gertatuak dira eta zalantza gabe organismoak ukitu dituzte, baina hipotesi iluna da. Izan ere, landareak, tenperatur aldaketen aurrean animaliak baino sentikorragoak izaten direnak, ez daude epoka berean ukituta suntsidurengatik. Ba dago egon beste hipotesi interesgarri bat: itsas-mailen gorabeherak. Geologoek aspaldidanik esana dutenez animalien suntsidurak ugariago izan ziren itsas-maila beherago eta ondorioz sedimentazio gutxiago zegoenean. Une hauetan lehorraldeko itsasoak, bizitza ugarienetakoak, txikitu edota desagertu egingo ziren. Itsas organismoen suntsidurak "habitat"-en desagertzearen ondorioak izango ziren. Geroago itsas-mailaren goratzeak oso une egoki izango ziren esperientzia ebolutibo berrirako. Hipotesi hau ornogabe bentonikoen kausan izan zitekeen. Dena dela, kontutan hartu behar faktore batek baino gehiagok hartu izan dutela parte suntsidurretan.

3. LEHORRALDERAKO IRAGAPENA

Lehorraldeko lehen organismo biziak landareak izan ziren Silurikoren azkenean. Hauek jarri zituzten baldintzak lehorraldean bizitza posible izateko. Iragapen hau, segurki, mailaz-maila izan zen.

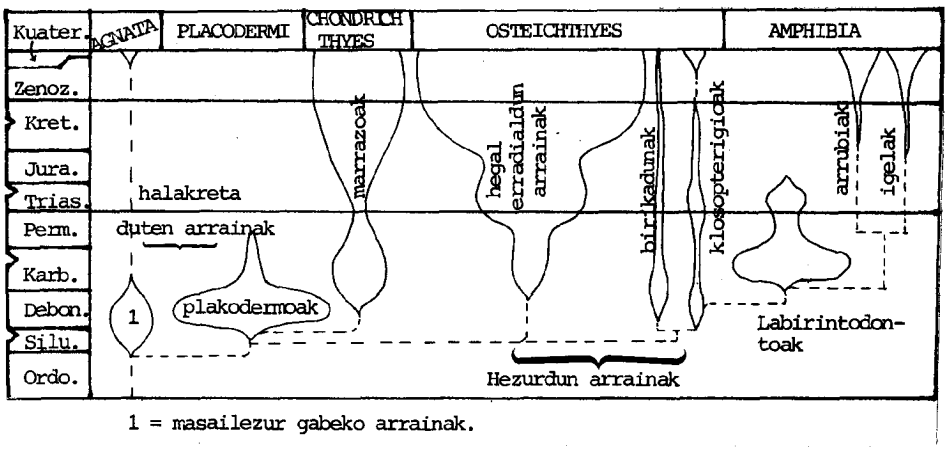
Lehorraldeko ornogabeak

Talde askok lortu zuen erreketara pasatzea, baina oso gutxi lehorraldera. Protozoo, lamelibrankio, gasteropodo, oskoldun, anelido, zelentereo eta brio-

zooek itsasoa utzi zuten ur gezara pasatzeko, baina ez zefalopodo, brakiopodo eta ekinodermoek. Lehorraldera artropodoak eta gasteropodoak bakarrik pasatu ziren. Arnasketaren problema konpontzeko gasteropodoek birikak desarroilatu zituzten, araknidoek eta miriapodoek trakeak desarroilatu zituzten bitartean. Beste alde batetik, Debonikon insektuek hegoak lortu zituzten.

Ornodunen jatorria eta arrainen eboluzioa

Itsas ornodunen agerpena ez da ondo ezagutzen; fosilak Ordobizikoren erditik topatu arren, ez digute argibiderik ematen eboluzionatuak azaltzen dira eta. Organismo hauek notokordio bat dute gorputz barruan; eboluzioan ikusten denez, notokordioa ornoz estaliko da, eta azkenean desagertuko. Hasierako ornodunak arrainak ziren (8. irudia). Ezagutzen diren arrain zaharrenak Agna-

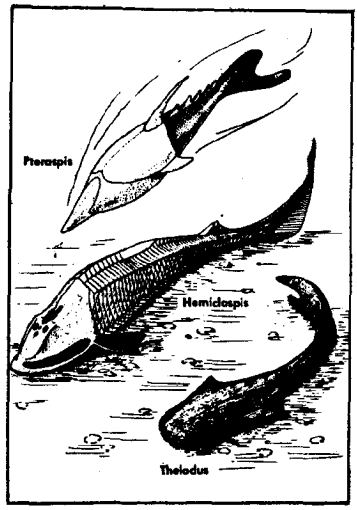


8. irudia: *Arrain eta anfibioen historia ebolutiboa. Marra-lerroek taldeen arteko lotura posibleenak seinalatzen dituzte. Zonen zabalera, ostera, talde bakoitzaren gutxi gorabeherako ugaritasunaren arabera dago.*

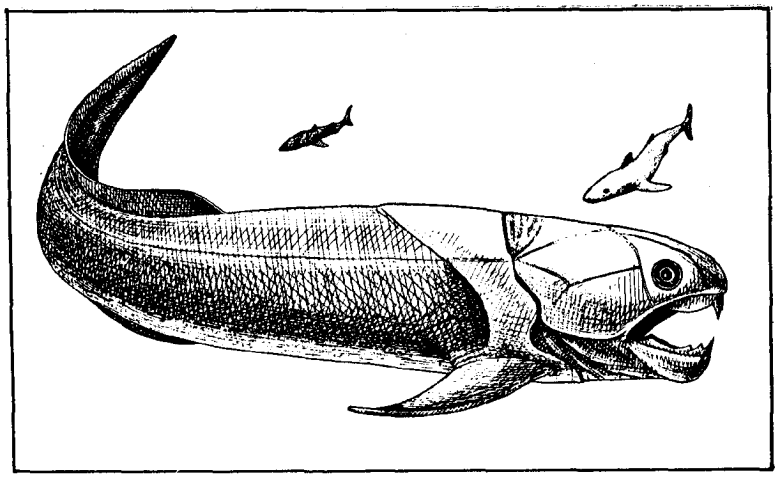
toak dira (9. irudia), masailezur gabeak eta halakret bat burua estaliz. Fosilok Ordobiziko eta Silurikon aurkitzen dira, Debonikon Plakodermoak (masailezurdunak) agertuz. Plakodermoek ere halakreta dute; Permikon desagertzen dira (10. irudia).

Iragapeneko anfibio ornodunak

Deboniko aldia krisi garaia izan zen arrainen eboluzioan (ikus 8. irudia). Bestetik, aldi horretantxe hasten dira ornodunak lehorraldera iragaten: anfibioak. Lehorreko bizitzara moldatzeko, lehenagoko landare eta ornogabeek konponduta zeuzkaten problemak konpondu beharrean aurkitu ziren ornodunak ere: ugalketa, ur-gordetzea, arnasketa. Hauetaz gainera, beste arazo bat ere ba zuten ornodunek: lehorretik ibiltzearena. Oztopo hau gainditzeko hegal lobularrak garatu zituzten, honela mugimenduak hobeto kontrolatzeko. Arnasketarako, birikak lortu zituzten, urik ezean oxigenoa atmosferatik zuzen-zuzenean hartzen zutela. Aldaketa hauek guztiek posibletu zuten lehorralderako iragapena. Baina, zergatik iragapen hori ?. Seguruen, arrazoi bat baino gehiago izan zen; batetik, lehorrean elikagai gehiago izan zitekeen,



9. irudia: Ordobiziko-Siluriko bizi ziren Agnatha taldeko arrainak. Hemen azaltzen diren hauek 30 zentimetrotako luzera lortu zuten.



10 irudia: Debonikoko plakodermoa. Dinichthys izeneko honek 9 metrotako luzera lortu zuen. Haragijalea izanda beste plakodermo txikiagoak hartzen zituen elikatzeko.

itsasoan baino; bestetik, etsaietatik alde egiteko beharra ere. Dena dela, anfibioak oso arin desberdindu eta hedatu ziren lehorraldetik (ikusi 8. irudia) karboniferon zehar. Arnasketaren oztopoa gainditu arren anfibioek ez zuten ugalketarena lortu, eta itsasora itzuli behar izaten zuten (gaur ere, salbuespen gutxi batzu izan ezik) ugalketarako. Hauen ondorengoek, narraztiak, aurkituko zuten horretarako bide egokia.

4. LEHORRALDEKO LANDAREAK

Tracheophyta tipoko lehorraldeko landareak (Goi-Silurikon azaltzen dira lehendabiziko fosilak) alga berdeetatik sortu ziren ondoko berezitasun hauk garatu eta gero:

a) Elikagaiak eta ura lurretik lortzeko sustrai-sistema bat.

b) Airean fotosintetizatzeko hostoak.

c) Sustrai eta hostoen arteko zurtoina eta sistema baskularizatu bat ura eta elikagaiak garraiatzeko.

Hala ere, Bryophita taldekoak (goroldio eta hepatitak) sistema baskularizaturik gabe moldatu ziren lehorrean, oso giro hestuetan (inguru hezeak) kokaturik.

Hiru hedakunde ebolutibo handiak egon dira, hiru talde eman dituztenak, eta berauek ugalketa moduaren bidez desberdintzen dira elkarren artean:

1.- Garoak eta beraiekin ahaidetutako landareak.

2.- "Gimnospermoak": Koniferoak eta beste talde batzu.

3.- Fanerogamoak.

Lehorraldeko landareen fosilizazioa

Beste animalia eta landare askok bezala (batez ere algak), landare baskularizatuek ez dute karbonato kaltzikorik uzten, ez eta fosiletan agertzen den beste mineralik ere. Gainera landare asko leku garaietan bizi dira eta bertan higadura handiagoa da sedimentazioa baino.

Fosilizazioa era honetakoa izan daiteke:

- Konpresioa: landareen likidoak kanporatuak izaten dira goiko sedimentuen pisuari esker eta landare-ehunak ikatz moduan geratzen dira. Horrela kontserbatzen dira landare fosil gehienak.

- Harrikuntza: landare-egitura porotsuak, egurrezko zurtoinak batez ere, anhidrido silizikoz, karbonato kaltzikoz edo beste mineralez inpregnatzen badira kontserba daitezke. "Harrizko basoak" ezagunak dira. Harrikuntza hauetan, jatorrizko landareen egituraren oso xehetasun finak ikus daitezke batzutan.

- Espora eta polen fosilak harbel eta beste harri sedimentario ager daitezke batzutan, oso gogorrak eta iraunkorrak baitira.

Paleozoiko aroko hazigabeko landaredia

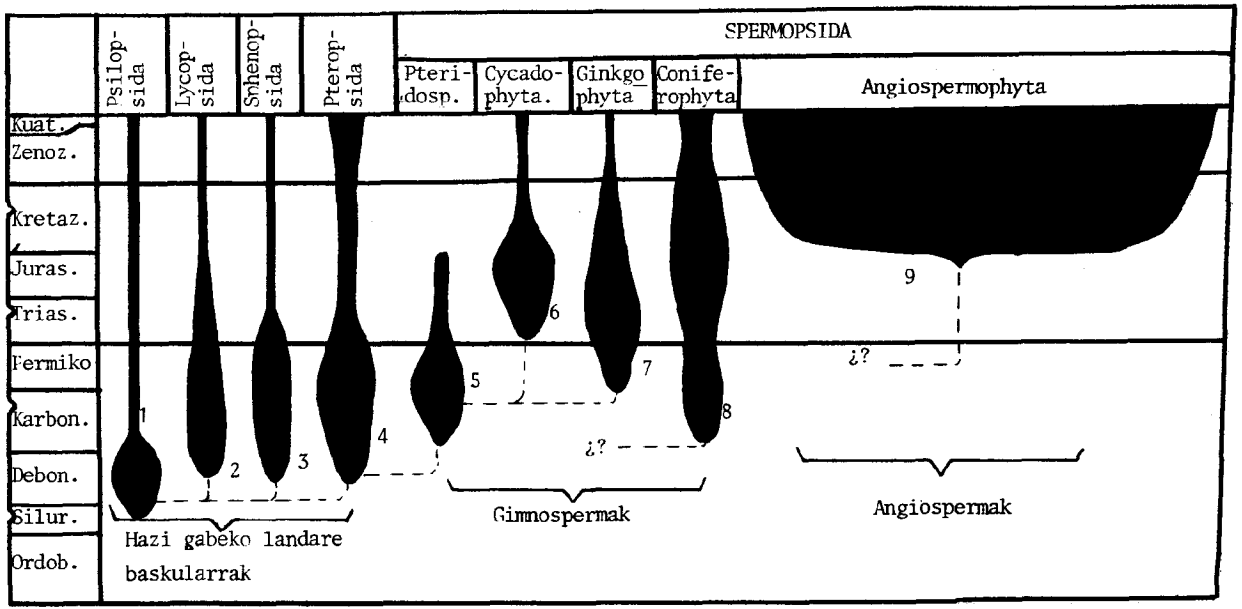
Goi-Silurikon sortu eta Debonikon zehar nagusitzen dira. Tracheophyta tipoa bost azpitipotan banatzen da:

- Lehenengo laurak hazigabeko landare baskularizatuak dira. Psilopsida, Licopsida eta Sphenopsida arin itzaltzen dira Paleozoiko amaitzean; hala eta guztiz ere, gaur egun ordezkari batzu dauzkate. Pteropsida delakoak, gaur egungo garoak, Paleozoiko amaitzean garrantzia galdu zuen, baina gaur egun nahiko arruntak izaten jarraitzen dute. Psilopsida hazirik gabeko landareen azpitiporik primitiboena da. Algen berezitasun asko azaltzen ditu eta landare baskularizatu bakunenak dira. Askok ez hostorik ez sustrairik. Fotosintesia, zurtoinan eta honen puxka horizontaletan (sustraien funtzioa dute) egiten da. Sistema baskularizatu bakun bat edukitzeagatik desberdintzen dira algetatik. Goi-Silurikon agertzen dira lehendabiziz. Oso ugariak Debonikon. Gaur egun psilopsida gutxi batzuk irauten dute bizirik.

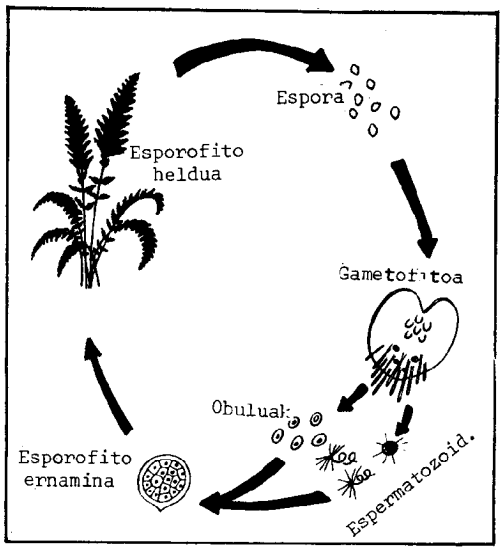
- Bostgarrenak hazidun landare guztiak batzen ditu, Spermopsida azpitipoa izanik (11. irudia).

Hazirik gabeko landareen ugalketa

Hazirik gabeko landare baskularizatuen lau azpitipoek anatomiako zenbait puntutan desberdindu arren (zurtoinak, hostoak...), ugalketarako mekanismo berdin-berdina daukate (12. irudia). Gametofito izeneko hostorik gabeko landare txiki batek obulu eta espermatozoideak sortzen ditu. Espermatozoideak obuluak ernaltu (leku hezetan gertatzen da hau espermatozoideak igerian mugitzen dira eta) eta landare handia ematen dute: esporofitoa. Honek esporak sortzen ditu. Esporak ugalketarako zelula bereziak dira eta leku hezean erortzean garatu egiten dira gametofitoa berriak emanez. Zikloa berriro hasten da.



11. irudia: Landare baskularren garapena. 1.- Psilopsidak. 2.- Likopsidak. 3.- Esfenopsidak. 4.- Garoak. 5.- Garo hazidunak. 6.- Zikadak. 7.- Ginkgoak. 8.- Koniferak. 9.- Fanerogamak.



12. irudia:

Hazirik gabeko landare baskularizatu baten ziklo biologikoa.

Hasierako landare hazidunak.

Paleozoikoko hazirik gabeko landareak itzaliz zihoazen bitartean Spermopsida azpitipoko landare hazidunak nagusituz zihoazen. Espermatopsidoak bost klasetan banatzen dira (ikus 11. irudia):

.- Lehenengo laurak (hazidun garoak, zikadak, ginkgoak eta koniferak) Goi-Paleozoiko eta Behe-Mesozoikon garatu ziren.

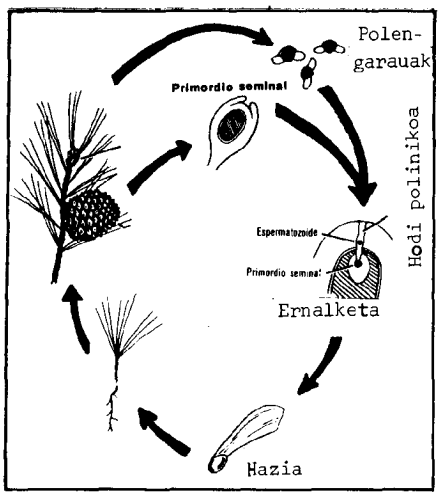
.- Bostgarren taldea, Angiospermophyta delakoa, Kretazikon garatu zen nagusia izanik. Talde honetako landareak "loredunak" ziren.

Hazirik duten landareen ugalketa.

Lorerik gabeko landare hazidunen lau klaseak oso desberdinak dira elkarren artean forma eta egituraren aldetik, baina ugalketa moduan antz handiak azaltzen dituzte. Lauretan hazia ez dago ehun lodi batez estalita (fanerogama guztietan bezalaxe) desestalita baizik. Arrazoi honegatik, lau klaseok "GIMNOSPERMA" izenpean sartzen ditugu (gimnosperma=hazi biluzia). Hala eta guztiz ere, lau talde hauek ez daude oso ahaidetuta, eta hobe da klase desberdinetan banatzea.

Angiospermek eta gimnospermek bere aurrekoekin gonbaratuz abantail handi bat eduki zuten, zeren kanpoko hezetasunik gabe ugal baitzitezkeen. Hauek gametofitoa mantentzen dute, baina ez lur hezean bizi den landare independiente

gisa. Honen ordez, gametofito txiki batzu (arra eta emea) garatzen dira esporofito handiaren ehun hezeen barruan. Emea hazia ematen duten organoen barruan garatzen da, eta polen-garau batetan arra. Itzelezko egitura honek ez du uzten esperma lehortzen ernalketa den bitartean. Polen-garau hauek haizeak edota animaliek garraiatzen dituzte beste landareen ugal-organoetaraino. Han hodi heze bat bilakatzen da obulua daukan gametofito emearen egiturarainо iristen dena. Espermatozoidea hodian zehar pasatzen da obulua ernaltzeko, eta horrela lortzen da beti giro hezea egotea. Ernaldu eta gero, arraultzak hazi bat ematen du. Giro egoki batetara garraiatuak direnean haziek ernamuindu egiten dute esporofito berria emateko (13. irudia).



13. irudia:
Gimnosperma konifera baten ziklo biologikoa.

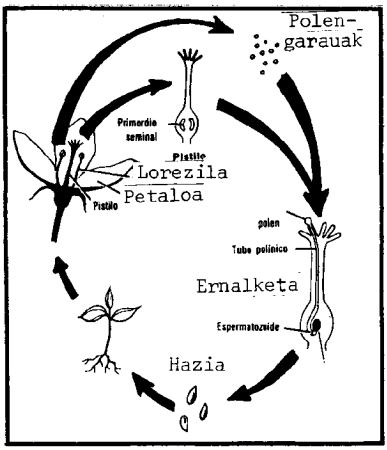
Angiospermen jaiotza eta nagusitasuna

Angiospermak nagusi bihurtu dira Kretazikotik aurrera. Gaur diren landare baskularizatuen espezieen % 95 edo angiospermak dira. Hauen eboluzio garrantzitsua lore eta hazi babestuaren garapenari esker izan ohi da. Loreek, hazia eta polena ematen dituzten organoak eratzen dituzte; bestetik, animaliak erakartzeko (eta horrela polena garraiatu ahal izateko) mekanismo egokiak izaten dituzte (hosto koloretsuak, etab.). Honek ernalketa segurtatzen du intsektuak eta hegaztiak, polena garraiatzen dutenak, erakarriz. Angiospermen hazi babestuak azal haragitsu eta jangarrien (frutua) garapena permititzen du, eta horrela hazien barreiapena gertatzen da animaliek frutu horiek jatean.

Angiospermen jatorria

Angiospermak izan daitezkeen zati fosil banatuak Triasiko eta Jurasikoko harrietan aurkitu dira, baina taldearen benetako erregistroa Behe-Kretazikon hasten da. Erregistro fosilean lehendabiziz agertzen diren angiospermen azpitaldeak guztiz diferentziaturik azaltzen dira. Dirudienez, Kretaziko aurretik ere historia luzea izan du talde honek, nahiz eta, zoritxarrez, erregistro fosilean kontserbatu ez (ikus 11. irudia). Beharbada, hasierako angiosperma hauek ez dira ezagutzen oso urriak zirelako edo leku garaietan (higadura bortitza eta fosilizazio zaila) bizi zirelako.

Segur aski, hazidun garoetatik edo gimnospermen beste talderen batetik sortu ziren angiospermak; baina, botanikari batzuren ustez, hazirik gabeko aurrekoetatik eboluzionatu behar izan zuten. Bata zein bestea izan, Kretazikon zehar itzelezko eboluzio arina izan zuten, aldi horren bukaeran gimnospermak baztertu eta nagusitasuna lortu zutelarik. Garapen honek Zenozoikon zehar ere jarraitu zuen, gaur arte.



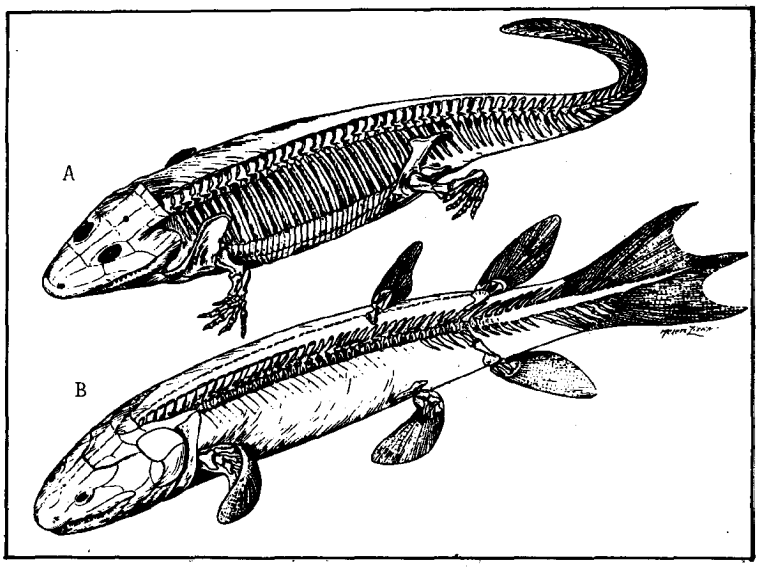
14. irudia:

Angiosperma baten ziklo biologikoa. Polena lorezileten sortzen da, haziak, ostera, pistiloan. Polen-garau bat pistiloraino garraiatua denean ernalketa gertatzen da horretarako dagoen hodi poliniko hezearen bidez.

5. NARRAZTI ETA UGAZTUNAK

Lehorraldeko lehenengo ornodunak (hasierako anfibioak) arrainetatik datoz, aire askean arnasa hartu eta hegal lobularrak zeuzkaten arrainetatik, hain zuzen ere (15. irudia). Anfibioak sekulan ez ziren lehorreko bizitzara moldatu, lehorketatik umekiak babesteko giro egokia ez zeukatelako, eta horregatik erru-

terako uretara itzuli behar izaten zuten. Narraztiek ebatzi zuten arazo hau.



15. irudia: (B).- hegal lobularrak zeuzkaten Debonikoko arrainak.
(A).- aurrekoetatik bilakatutako anfibio labirinto-dontoak.

Narraztiak izan ziren lehorraldeko ornodunen talde garrantzitsu bien aurrekoak: hegazti eta ugaztunak. Hegaztiek ornodunen mota guztietatik erregistro fosil urriena daukate. Izan ere, narrazti eta ugaztunen eboluziozko erregistroarekin (nahiko osoa) konparatuz ia ez daukagu hegaztien eboluzioaren ezaguera zuzenik. Hegazti fosilen urritasunak, fosiltzeko beharrezko diren eskakizun garrantzitsu bi gogoratzen dizkigu berriz: lehendabiziz, animalia edo landare batek irauteko gauza diren zati gogorrak eduki behar izan ditu, eta bigarrenez, hil eta gero laster lurperatua izateko aukera oneko ingurunean bizi behar izan du. Horregatik, lehorreko ornodunen artean hobeto fosildu zutenak zingira eta paduretan bizi zirenak izan dira. Bereziki, hortzak dira ugariak, oso gogorrak eta higatze-usteltzeko iraunkorrak direlako, hezurrak baino askoz gehiago izan ere. Urriagoak dira ornodun hegalarien fosilak; diren gutxiak itsaso edo lakutako gordailuetan aurkitu dira gehienetan.

Hasierako narraztiak

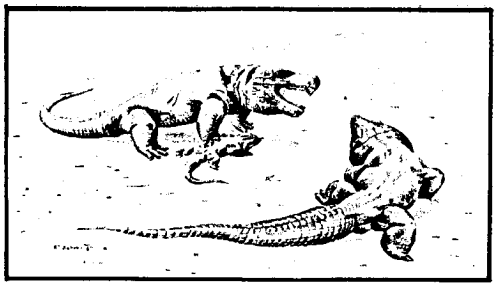
Hasierako anfibioak oso erraz berezi daitezke beren aurrekoetatik, arrainetatik alegia, egitura eskeletiko berriak, gorputz adarrak hain zuzen, lortu zituztelako. Narraztiak lehorraldeko ugalketaren arazoa gainditu zuten oskolez estalitako arraultzak errunez; moldaketa honek umekiari bere bizigiroan hazten uzten dio, likidoetan murgilduta. Hazkundea bukatzen denean animaliak oskola hausten du eta izaki txikia, baina guztiz eratua, agertzen da.

Anfibioak narraztietatik bereizten dituzten desberdintasun eskeletiko batzu ba dira, burhezurraren parakuntzan eta ornoen erakuntzan, batez ere. Seinale hauek egokiak dira bi taldeon fosil adierazgarriak bereizteko.

Karboniferoren bukaeran, aurreko oso anfibio antzekoetatik (labirintodontoak) bilakatu ziren lehenengo narraztiak (ikus 16. irudia). Hurrengo aldian zehar, Permikon, narraztiek eboluziozko irradiazio itzela jasan zuten, Lurgaineko bere domeinuak Mesozoiko aroaren bukaeraraino iraun zuelarik. Triasiko aldiaren bukaeran anfibio labirintodontoak suntsitu ziren.

Kotilosaurioak eta ugaztunen antzeko narraztiak.

Lehenengo narraztiak, kotilosaurioak, labirintodontoetatik garatu ziren. Geroago kotilosaurioek (17. irudia) narraztien talde guztiak eman zituzten.

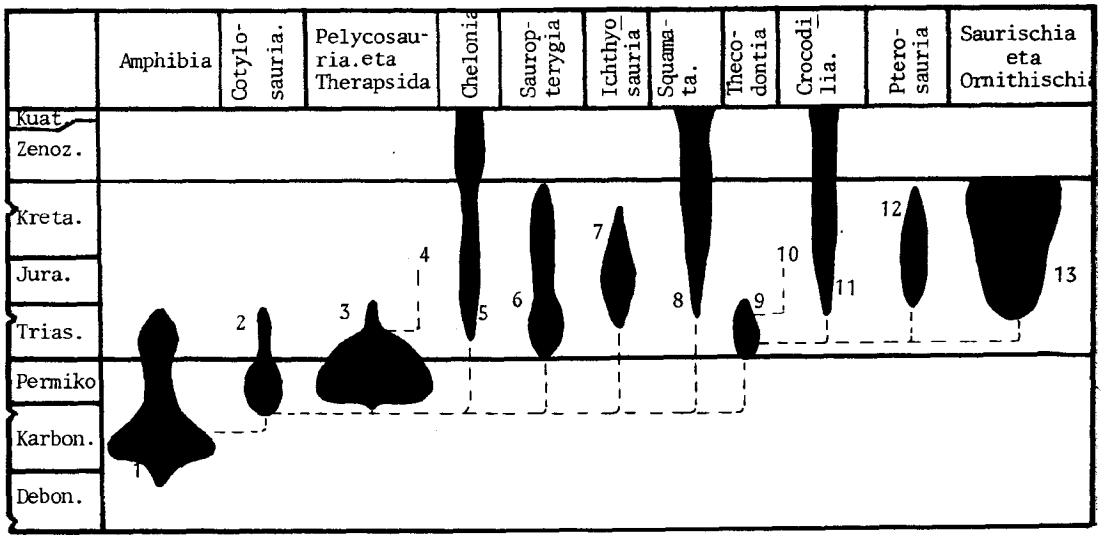


17. irudia:

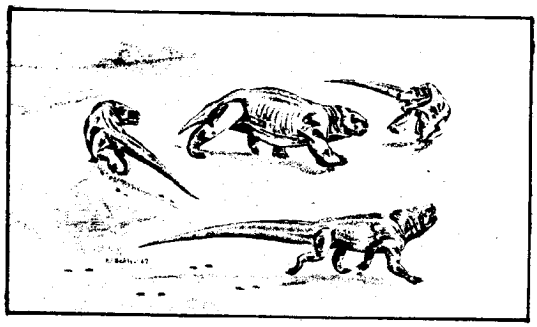
Permikon bizi izan ziren kotilosaurio horietariko bat. Limnoscelis izeneko honek 1.5 metro luze lortu zuen.

Permikon eta Triasikoren parte handian zehar ere, ugaztunen antzeko narraztiak izan ziren lehorreko ornodun nagusiak; geroago, narrazti hauetatik ugaztunak sortuko ziren. Goi-Triasikon ugaztunen antzeko narrazti horiek ordeztuak izan ziren lehorreko narraztien beste talde batez, dinosaurioez hain zuzen ere, berauek Jurasiko eta Kretazikon zehar nagusitu zirelarik.

Izen hau izan arren, ugaztunen antzeko narrazti askok ez zeukaten hainbeste antzik (18. irudia). Gehienak animalia gorputzuak ziren, buru handikoak,bost memetrotako luzeraraino hazten zirenak, higitzen nahiko baldarrak omen zirenak,



16. irudia: Narraztien garapen ebolutiboa. Marra-lerroek taldeen arteko lotura posibleenak seinalatzen dituzte. Alde beltzen lodierak, ostera, talbaloitzaren ugaritasuna.
1.- Labirintodontoak. 2.- Kotilosaurioak. 3.- Ugaztunen antzeko narraztiak. 4.- UGAZTUNAK. 5.- Dortokak. 6.- Plesiosaurioak. 7.- Iktiosaurioak. 8.- Muskerrak eta sugeak. 9.- Tekodontoak. 10.- HEGAZTIAK. 11.- Krokodriloak. 12.- Pterosaurioak. 13.- Dinosaurioak.



18. irudia:

Ugaztunen antzeko narraztiak, Permikon. Batzu belarjaleak, haragijaleak besteak.

gorputzadarrak ez baitzeuzkaten zuzenki gorputzaren azpian, alboetan baizik. Bai belarjaleak eta bai harrapakariak ere zirela frogatzen dute beren burhezur eta hortzek.

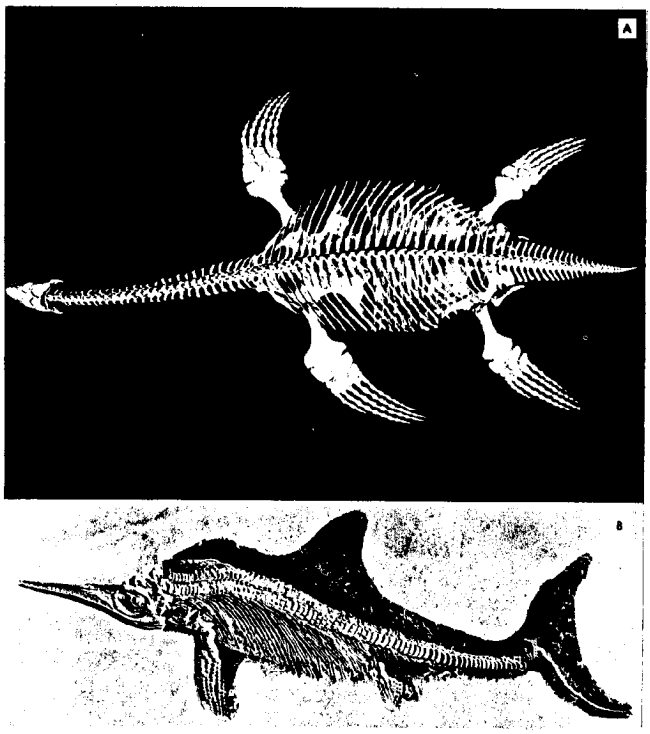
Beste narrazti-mota batzu

Triasikoren hasieran kotilosaurioen enborratik narrazti talde berezi batzu sortu ziren. Horietariko bat dortokena (CHELONIA). Behe-Triasikon sortu zirenetik dortokak oso gutxi aldatu dira (ikus 16. irudia). Goi-Triasikoren harrietan aurkitzen dira lehenengo musker fosilak (SQUAMATA); sugeak geroko eboluzioaren adarra dira, muskerretatik garatuak, lehendabiziko aldiz Kretazikoko gordailuetan ezagunak.

Iktiosaurioak (ICHTHYOSAURIA) eta plesiosaurioak (SAUROPTERYGIA), kotilosaurioetatik sortu ziren beste bi taldeak, itsasora itzuli ziren, non itzelezko tamainuko narrazti igerilari izan ziren (19. irudia). Iktiosaurioek 3,5 metrotako luzera zuten, baina Kretazikoko plesiosaurio batzu, lepo luzekoak, 15 metrotako luzerakoak ziren. Bi talde hauek harrapakari ziren, eta batez ere arrainez elikatzen ziren; Triasikon sortu eta Kretaziko arte aurkitzen dira.

Dinosaurioak eta beste narrazti nagusiak. Tekodontoak.

Kotilosaurioetatik sortu zen beste talde honek, tekodontoena hain zuzen (THECODONTIA), garrantzia ebolutibo handia izan zuen, talde honetatik gertatu baitzen narraztien bigarren irradiazioa, narrazti nagusiena. Tekodontoak Triasikoren hasieran azaldu ziren lehenbizikoz (20. irudia). Gehienak tamainu txikikoak ziren; askok gorputz pean zeuzkaten gorputzadarrak, honek gorputz astunaren euskarri hobeagoa ematen zien eta horrela hobeto higitzen ziren. Jarrera egokiago honek, gehienetan, tekodontoetatik sortu ziren hiru narrazti-taldeen

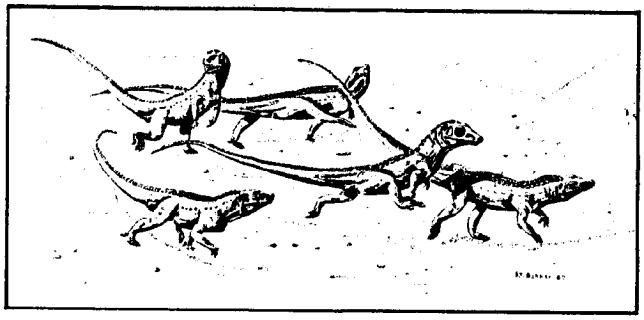


19. irudia: Mesozoikon bizi izan ziren plesiosaurio eta iktiosaurioak. Goikoak 6 metrotako luzera lortu zuen, eta behekoak 3 metrotakoa.

garapen handia mugatu zuen: pterosaurioak (PTEROSAURIA), narrazti hegalariak izan ziren, gaur egun iraungiak; krokodiloak (CROCODILIA), hauekin ezagutu diren animalia handienak eta ankerrenak ere sartzen dira; eta hegaztiak, tekodontoen ondoko zuzenak direlarik.

Hegaztiak

Ugaztunek bezala, hegaztiek ere "odol beroa" dute. Hala eta guztiz ere, ugalketa moduaz eta anatomiaz, hegaztiak " narrazti lumadunak " izenda genitzake. Aurkitu diren hegazti fosil nagusienen artean, Hego Alemaniako Jurasikoko karearrietan eskeletu batzu daude (21. irudia), eta hauek, zalantzarik gabe, iragapen-formak dira, hegaztien eta beren aurrekoen (tekodontoak) artean. Eskeletu hauek hortzak eta beste seinale batzu ere ba dituzte tekodontoen antzera-



20. irudia: Euparkeria izeneko narrazti tekodontoa. (Behe-Triasiko). Hauetatik garatuko ziren geroko dinosaurio eta hegaztiak.

koak, baina, isatsean eta aurreko gorputzadar luzeetan ere, lumen marka argiak azaltzen dira.

Pterosaurioak eta krokodiloak

Hegaztietan hego lumadunak garatu eta apur bat geroxeago, benetako narraztien talde batek, pterosaurioek hain zuzen, hegalada experimentatu zuen beste bide batzuetaz baliatuz. Izan ere, beraietan oso hatzamar luze bat bilakatu zen, eta beroni lotuta larruzko mintz mehea ere, benetako hegoa bailitzen jokatzen zuena. Dinosaurioek bezala, pterosaurioek ere tamainu erraldoiak lortu zituzten. Itzelezko pterosaurio hauen gorputza, ostera, oso txikia zen. Seguru asko, goranzko aire korronteen gainetik planeatuko zuten, gaurko itsas hegaztiek egiten duten moduan. Mota asko garatu ziren Jurasiko eta Kretazikon, eta azken fosilak Goi-Kretazikon aurkitu dira.

Tekodontoetatik sortu zen beste taldea, krokodiloena, beti haragijale semiakuatiko berezituak izan dira.

Dinosaurioak

"Dinosaurio" berbak lehorraldeko narrazti handien bi orden ez-erlazionatu (SAURISCHIA eta ORNITISCHIA) batzen ditu (ikus 16. irudia); bi orden hauek beren egitura eskeletikoaren seinale batzuetaz desberdintzen dira (23. irudia).

Dinosaurioen artean sei talde nagusi izan ziren. Burhezur eta hortz fosilen azterketak, talde horietako bost belarjale izan zirela adierazten du: ornitopodoak, estegosaurioak, ankilosaurioak, zeratopsidoak (dinosaurio adardunak)



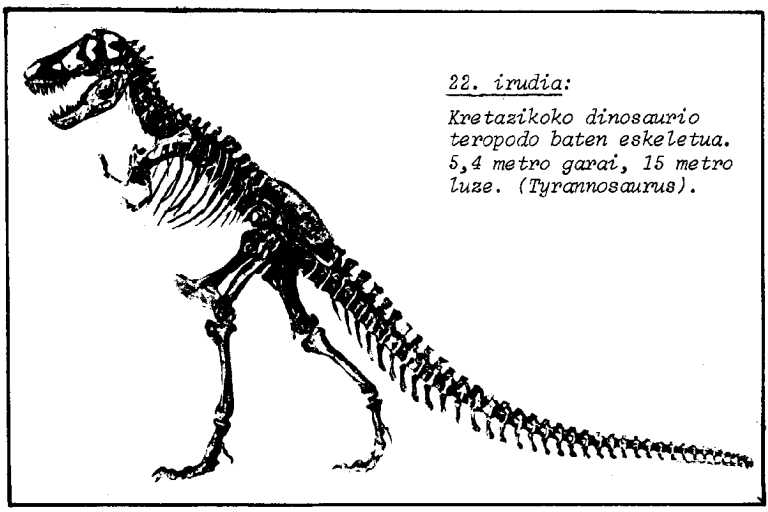
21. irudia: Archaeopteryx izeneko hegaztia (30 cm).

eta sauropodoak. Seigarren taldekoak, teropodoak, haragijaleak izan ziren (22. irudia).

Sei hauetariko bakoitzak garapen ebolutibo bat azaltzen du, erlatiboki bereziturik gabeko forma txikietatik (Goi-Triasiko eta Behe-Jurasikoko harrietan agertzen direnak) Goi-Jurasiko eta Kretazikoko itzelezko animalia ezagunetaraino. Belarjaleen bost taldeetako bakoitzak teropodoen aurkako babeserako medio egokiak garatu zituen.

Teropodo haragijale guztiak animalia higikor eta ankabikoak ziren; eta belarjale talde batek ere, ornitopodoena, bizimodu hau zuen. Bi talde erlazionatutan babes-modu bezala hezur harmadurak bilakatu ziren: estegosaurioetan eta ankilosaurioetan. Babes-harmaduraz gainera, bi talde hauek arma bereziak garatu zituzten isatsaren muturrean: buruska luzeak estegosaurioetan eta hezur-egitura astunak, gabiko baten antzekoak, ankilosaurioetan.

Zeratopsidoek itzelezko burhezurra zeukaten, adar gogor eta luzeekin teropodoen aurkako defentsan, zalantzarik gabe, oso arma egokiak izan zirenak. Dinosaurio belarjaleen bostgarren taldea, lepo luzeko sauropodoak, inoiz izan diren lehorraldeko animalia handienak izan ziren. Beren eskeletuetan sauropodoek ez dute babeserako seinalerik azaltzen, baina segurua da beren uretako ohiturek eta tamainu itzelak teropodoen aurka behar zuten babesa ematen zietela.



22. irudia:
Kretazikoko dinosaurio teropodo baten eskeletua. 5,4 metro garai, 15 metro luze. (Tyrannosaurus).

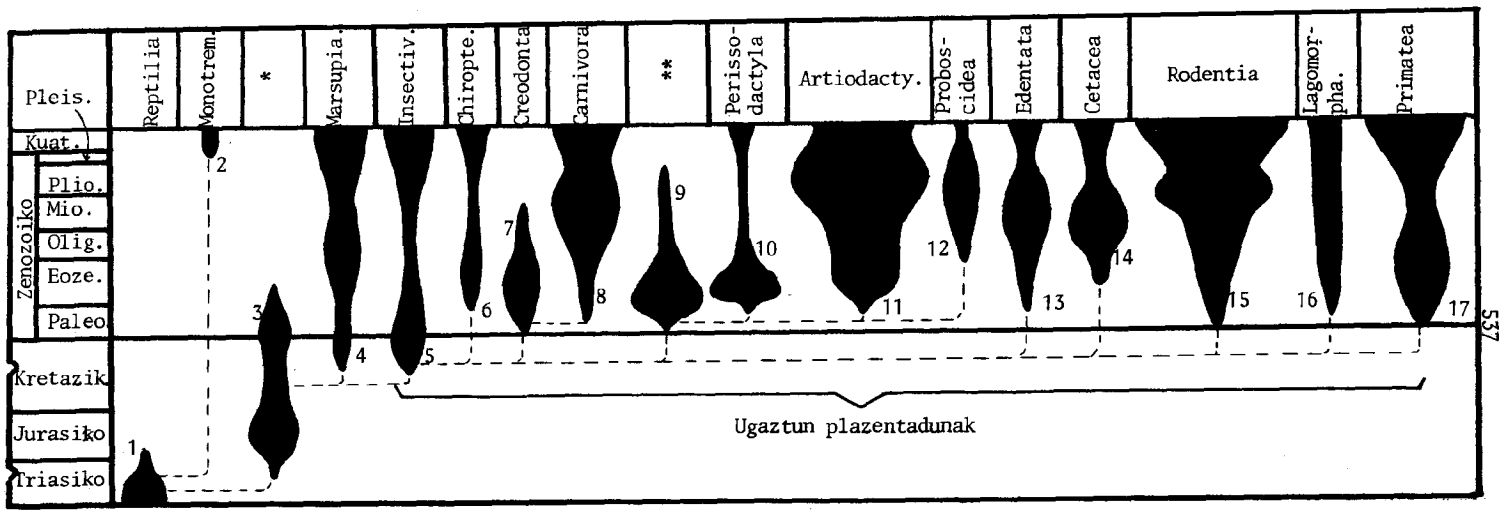
Sauropodo, teropodo, ornitopodo eta estegosaurioak Goi-Triasiko eta Behe-Jurasikon eboluzionatu zuten, eta ankilosaurio eta zeratopsidoak Goi-Jurasiko eta Kretazikon. Baina, ia dinosaurioen lerro guztiek Kretazikoren bukaeraino iraun zuten, eta orduan bat-batean iraungi ziren. Arrazoiak ilun eta zalantzazkoak dira. Seguru asko, inguruneko faktoreren bat edo batzu hain arin aldatu ziren, non animalia hauen eboluziozko erritmoak ezin baitzuen mantendu. Dinosaurioen suntsidurak lehorraldeko parte handi bat hutsik utzi zuen, eta, horrela, bide berria zabaldu zion ugaztunen eboluziozko hedakundeari.

Ugaztunen jatorria

Narraztien eta ugaztunen artean desberdintasun garrantzitsuenak fisiologikoak eta ugalketari dagozkionak dira, eskeletikoak baino. Ugaztunek gorputzaren tenperatura iraunkor mantentzen dute.

Ugaztunetan zenbait seinale anatomiko eta fisiologiko, aktibitate gehipenarekin eta tenperaturaren erregularizazioarekin erlazionaturik daude. Beraietan ile isolagarria garatu zen gorputz-azalaren gainean, gorputz tenperatura mantentzeko medio bezala, eta bihotza eta birikak ere egokiak ziren odola hobeto oxigenatzeko.

Ugaztun guztiek, eta beren aurreko narrazti batzuk ere, hortz-mota desberdinak garatu zituzten; narrazti askotan, ostera, hortzak oso antzekoak dira, tamainuan izan ezik. Narraztietan baraila hezur banatu batzuz (generalean zazpi)



23. irudia: Ugaztunen historia ebolutiboa. Marra-lerroek taldeen arteko lotura posibleenak seinalatzen dituzte. Zonen lodiera, ostera, talde bakoitzaren ugaritasunaren arabera dator.

** MESOZOIKOKO UGAZTUNAK: Docodonta, Triconodonta, Multituberculata, Symmetrodonta, Panthotheria.*

*** UNGULATU ZAHARRAK: Condylarthra, Amblypoda, Notoungulata, Litopterna.*

1.- Ugaztunen antzeko narraztiak. 2.-Monotremak. 3.- Mesozoikoko ugaztunak. 4.- Martsupialak. 5.- Intsektujaleak. 6.- Saguzarrak. 7.- Hasierako haragijaleak. 8.- Haragijale aurreratuak. 9.- Ungulatu zaharrak. 10.- Ungulatu aurreratuak. 11.- Ungulatu aurreratuak ere. 12.- Elefanteak. 13.- Nagiak, armadiloak. 14.- Baleak, martsopak. 15.- Karraskariak. 16.- Untxiak. 17.- Primateak.

eratuta dago; baina ugaztunetan hezur bakar bat baino ez dago. Narraztiek "entzun-hezur" bat dute bakarrik, ugaztunek, ostera, hiru dauzkate. Ugaztunek ez zuten kanpo-arraultza erabiltzen. Honen ordez, arraultza emearen barruan gorde eta bertan garatzen da umekia.

Narrazti eta ugaztun fosilen arteko muga zehaztea zaila da. Hala ere, narrazti intsektujaleen lerro txiki batek benetako ugaztun guztiak eman ahal izan dituela pentsatzen da gaur egun.

Mesozoikoko ugaztunak

Ugaztunen fosilik zaharrenak Goi-Triasikon aurkitu dira. Baina Mesozoikon zehar ugaztunak animalia txikiak izango ziren. Nahiz eta egungo karraskariekin guztiz erlazionaturik ez egon, generalean sagu antzeko animaliak ziren; katu baten tamainukoak, gutxi gorabehera, ziren handienak. Ugaztun asko lerro ebolutiboen azken maila izan ziren, eta ez zuten talde aurreratuagorik sortu; baina Kretazikon zehar bi talde azaldu ziren ugaztun askoren aintzindariak izan zirenak: martsupialak eta plazentadunak (ikus 23. irudia).

Monotremak

Ugaztunen "monotrema" izeneko ordeneko kide bakarrak ornitorrinkoa eta inhur-kirikinoa dira. Hauek odol beroa, ilea eta guruin mamarioak dauzkate, baina ez dituzte beren kumeak bizirik erditzen, arraultzak errutzen baitituzte. Kumea arraultzatik ateratzen denean ditia edoskitzen du, eta gurasoek zaindu egiten dute beste ugaztun guztien antzera. Monotremak gorputzadarren jarrera ez-efizientea azaltzen dute. Ez da monotrema fosilik ezagutzen eta ugaztunen antzeko narraztietatik zuzenki garatutako ugaztunen adar bakarra da. Australian iraun dute bizirik Mesozoikotik aurrera.

Ugaztunen desberdintzapena

Martsupialak gutxien garatu zirenak izan ziren, eta plazentadunetatik ugalketa moduan desberdintzen dira. Martsupialetan kumea bizirik jaiotzen da, baina bilakaeraren oso estadio gutxi aurreratu batetan; geroago kume txiki eta helgabeak amak sabelaldean daukan boltsa bateraino narraztatzen dira, bular-ditiburu bati heldu eta horrela bilakatuz doazelarik. Era honetan gertatzen da ugaztun martsupial bizi guztietan (kanguro eta opossum-ak) eta, seguru asko, martsupial fosilen ezaugarria ere izan zen. Ugaztun plazentadunek, ostera, emearen uteroaren barruan egitura berezi bat, plazenta izenekoa, bilakatu zuten, honek kumeei amaren gorputzaren fluidoetaz zuzenki elikatzea uzten die eta horrela jaiotza

atzeratu egiten da kumea erlatiboki heldua eta independientea izan arte.

Eskeletu fosilak ikusita, ezina da martsupialen ugaltzeko era hortik iradokitzea, baina ugaztun martsupial eta plazentadunak eskeletu eta burhezurraren egituran desberdintzen direnez, posible izan da bi taldeon eskeletu fosilak bereiztea.

Ugaztun martsupialak

Martsupialek itzelezko garrantzia ebolutiboa izan dute Hego Amerika eta Australian. Kontinente bi hauek beste kontinenteetatik isolaturik egon ziren, Zenozoikoren aldi handi batetan zehar, behinik behin. Zenozoikoren hasieran martsupialak Australiara iritsi ziren. Australiako martsupialek Zenozoikon zehar hedakuntza ebolutibo desberdina izan zuten, beste kontinenteetan plazentadunek izan zutenaren antzekoa. Aurreko animalia batzuetatik belarjale eta haragijale martsupialak sortu ziren. Hego Amerikako ugaztunen historia ez da hain sinple, Ipar Amerikarekiko birlotura Zenozoikoren azken aldian lortu baitzen. Honen kausaz, batera agertzen dira hasierako ugaztunak eta aurreratuagoak. Bai martsupialak eta bai plazentadunak ere Zenozoikoren hasieran heldu ziren Hego Amerikara. Hauetariko talde askok ezin izan zuten Ipar Amerikatik zetozen ugaztun plazentadunen azken migrapenarekin lehiatu eta, horrexegatik, iraungi egin ziren Zenozoikoren azken aldian.

Ugaztun plazentadunak

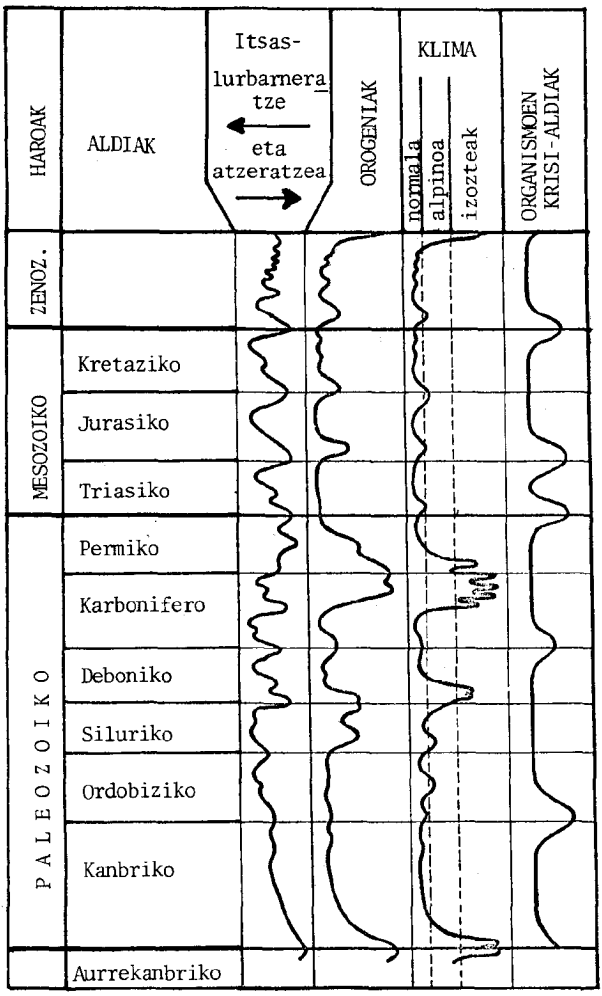
Dinosaurioen suntsiduraren ondoren, Goi-Kretazikon sortu zen plazentadun talde primitiboak itzelezko irradiazio ebolutiboa garatu zuen, bizirik irauten duten eta iraungita dauden plazentadunen orden asko sortu zituena.

Aintzinako ugaztun plazentadunak txikiak izan ziren, eta intsektujaleen ordenen ordezkariak. Paleozeno eta Eozenon zehar intsektujaleek oso zabalkuntza ebolutibo arina izan zuten, ugaztun zeharo desberdinak eman zituena.

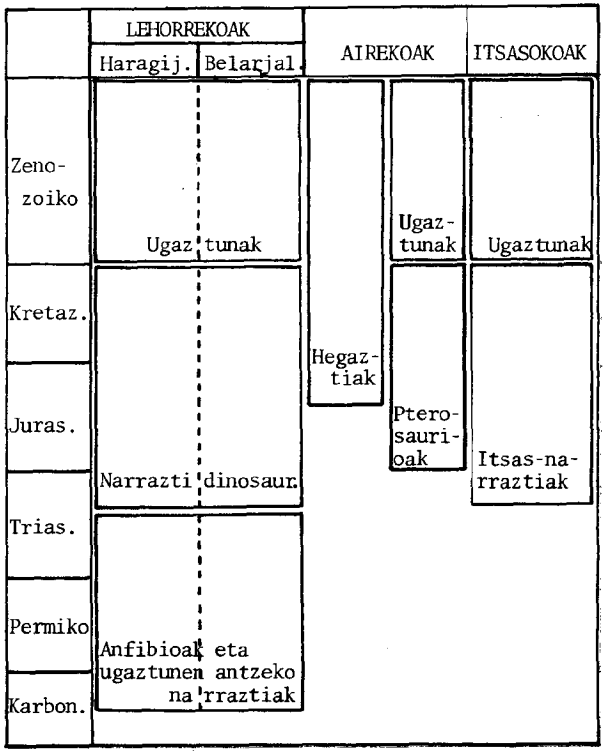
Oligozeno eta Miozenon zehar orden bakoitzaren kide batzuk beren tamaina handitzeko joera, eta gero eta berezituago ziren taldetan banatzekoa ere agertu zituzten. Orden batzuk beren klimax ebolutiboa Zenozoikoren hasieran lortu zuten, eta gaur egun, bai kopuruan eta bai aniztasunean ere urrituta daude. Beste orden batzu, dirudienez, astiro gehitu dira aniztasunean gaur egun arte. Bizirik irauten duten ugaztun ezagunen taldeetaz gainera, iraungi ziren beste orden batzu ere ba dira: antzinako ungulatuak eta haragijale primitiboak (kreodontoak).

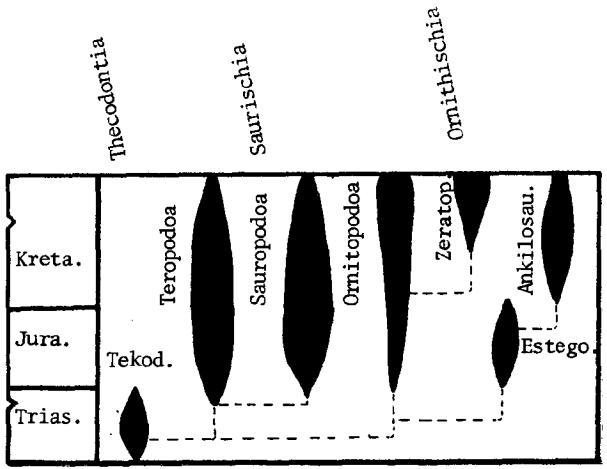
Kreodonto eta antzinako ungulatuen ordenetatik aparte, plazentadunen orden gutxi batzu ere iraungi dira; beraz, ugaztunen historia orokorra, Zenozoikoren

erditik aurrera, modernizazio aurreragarria izan da. Hala ere, orain gutxi, espezie eta orden batzuren iraungipen nabariak gertatu dira. Ehuneko urte batzu direla, elefanteen senide okaztagarriak (mamutak eta mastodonteak), hortz zorrotzetako katuki handiak, armadilo eta nagiak Ipar Amerikan bizi ziren, baina guztiok bat-batean desagertu dira, beharbada, hasierako gizonak egindako ehizaren ondorioz.



24. irudia: Eskema honetan, bizitzaren krisi-aldiekin zerikusirik bide duten gertaera geologikoak azaldu dira. Hala nola, mendikateen sorrera, itsasoaren lurbarneratze-atzeratzeak eta aurrekoen ondorio diren aldaketa klimatikoak.





25. irudia:

Ezkerreko eskeman ornogabe-talde nagusien nagusitasuna NOIZ gertatu zen adierazten da. Arrainak ez dira azaltzen.

Eskuinekoan, dinosaurioen garapen ebolutiboa.

Marra-lerroek taldeen arteko lotura posibleak, eta alde beltzen lodierak talde bakoitzaren ugaritasuna seinalatzen dituzte, hurrunez hurrun.



HIZTEGIA

Baraila: mandíbula, mandibule
Belaki: esponja, éponge
Elikagai: alimento, aliment.
Ernal (du): fecundar, féconder.
Gorputzadar: extremidad, extrémité
Halakret: coraza, cuirasse.
Har: gusano, ver.
Harrapakari: depredador, dŏrédateur.
Harrikuntza: petrificación, pétrification.
Hartzidur prozedura: proceso de fermentación, proces de fermentation
Hastapenetako forma: forma inicial, forme primitif.
Hondar: resto, reste.
Karraskari: roedor, rongeur.
Kuskubiko: bivalvo, bivalve.
Landaretza: vegetación, végétation.
Masailezur: maxilar, maxillaire.
Narrazti: reptil, reptil.

Ornodun: vertebrado, vertébré.
Ornogabe: invertebradl, invertébré.
Oskol: concha, conche.
Padura: marisma, marais.
Sarraskijale: carroñero, que se nourrit de carogne.
Suntsidura: extinción, extinction.
Ugaztun: mamífero, mamifere.
Zantzu: señal, signal.
Zingira: pantano, barrage.

BIBLIOGRAFIA

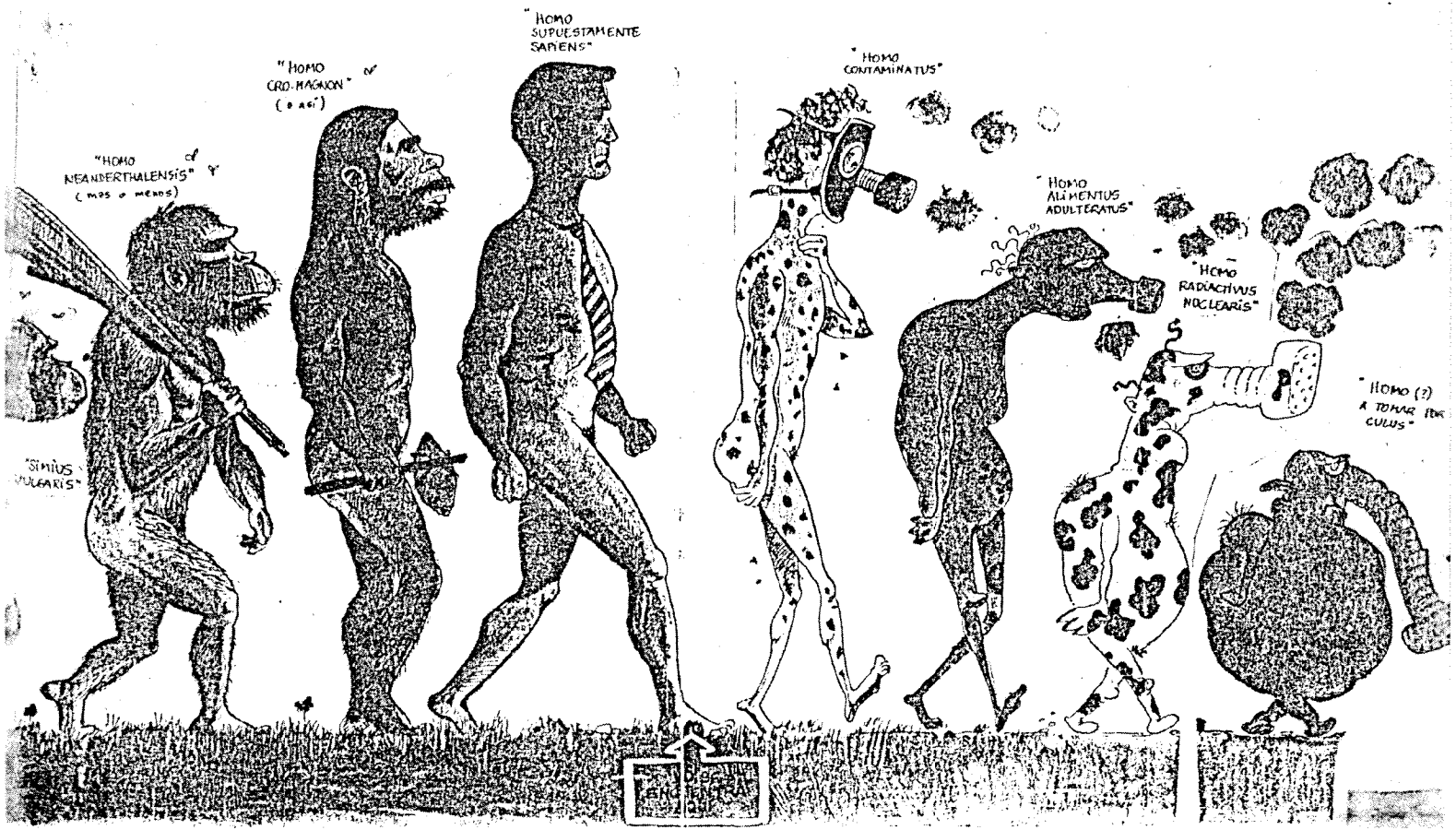
McALESTER, A. Lee (1973).- "La historia de la vida". Omega argitaletxea. Barcelona. 152 or. "Fundamentos de las Ciencias de la Tierra". izeneko bilduman.

ELHUYAR aldizkaria (1982).- 8 tomoaren 4.alea. Eboluzioari buruzkoa.

SCOTT, J. (197?).- "Introducción a la paleontología". Paraninfo argitaletxea. Madrid. 192 orr.

GASS, I.G.; SMITH, P.S. eta WILSON, R.C.C. (1978).- "Introducción a las ciencias de la Tierra". Reverté argitaletxea. Barcelona. 413 orr.

KAZIKEEN BOTEREAREN AURREAN HERRIAREN INDARRAK GARAITUKO DU



7.0. GEOLOGIA SOZIALA: BALIAKIZUN NATURALAK

Sarrera

Baliakizun naturala: kontzeptua

Baliakizun naturalen ugaritasun eta eskuragarritasuna

Baliakizunen eraketa

Baliakizunen kontsumoa

Birziklapena

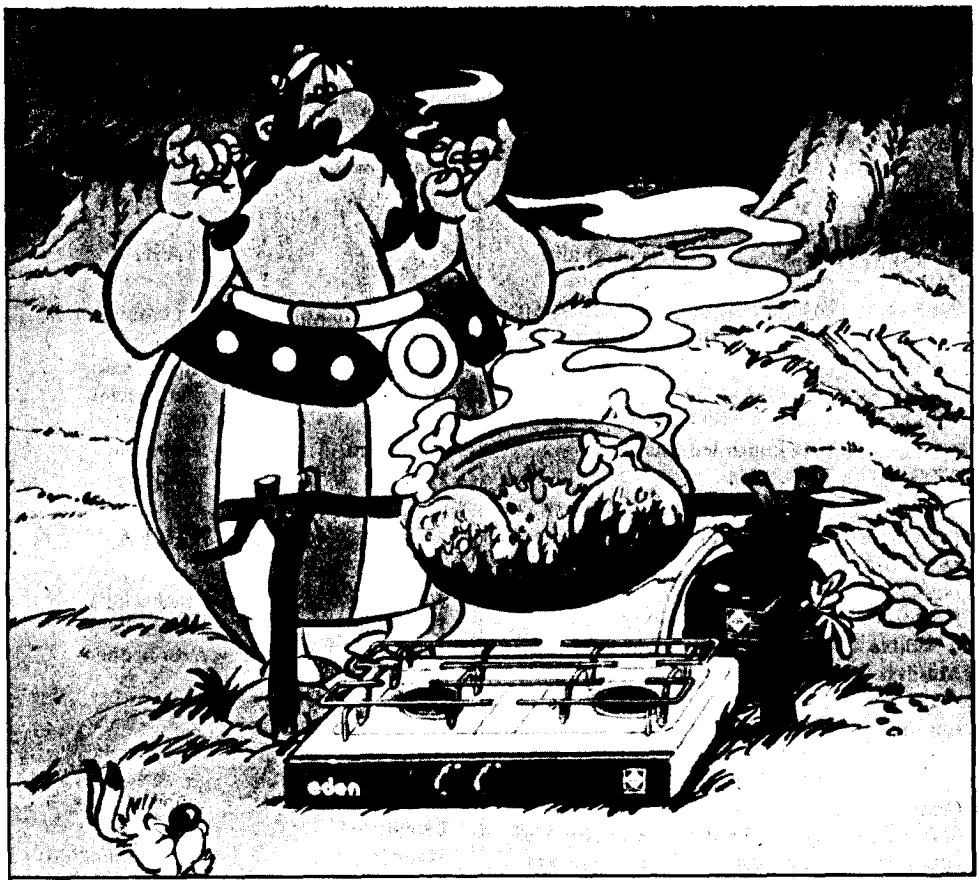
Baliakizun berriztakorrak

Baliakizun berriztezinak

Ondorio sozialak

BALIAKIZUN NATURALAK : UGARITASUNA ETA ESKURAGARRITASUNA

Lurreko baliakizunen kokapen, balioztapen eta hustirakuntzaren ikerkuntza Geologiaren beste adar bat daukagu. Izan ere, gaurko gizarte zarrastel honek oinarritzat jotzen dituen gai mineral eta energetiko guztien jatorria naturingurua bera da. Hau dela eta, ezagupen geologikoak erabili behar dira, ez bakarrik baliakizun horien banaketa (metalikoak, ez-metalikoak, energetikoak...) eta ugaritasuna jakiteko, baizik eta gure bizitzaren euskarria den inguru fisikoa bera ere hobeto ezagutu eta zaindu ahal izateko (Lurraldeko antolakizuna).



1. irudia: Batzuren ustez baliakizun naturalen hornidura mantentzea da Gizartearen gaurko problemarik latzena. BUKA BITEZ *!!!*

BALIAKIZUN NATURALA : kontzeptua

Gizakiak bere onurako erabiltzen duen edozein gai lurtar. Hala ere, zentzu zabalago batetan hartuta, atmosfera-hidrosfera-litosferako gaiak (ura, elikagaiak, metaleak, erregaiak...) ezezik, inguru fisikoak eta beronen aldaketek gure osasunean eta intelektoan daukaten zeregina ere sartu beharko genuke kontzeptu honetan.

Hau honela, naturako gai batek gizakiarentzat interes eta balioa daukan momentuantxe hasten da gai hori *baliakizuna* izaten. Baina, bestetik, interes eta balioa dinogunean ekonomiaz ari gara, hau da, gai natural batek balioa izango du ekonomikoki hustiragarria denean, bestela ez; eta horretarako teknologia egokia behar da. Beraz, katea da eta kate honetan garrantzi handia hartzen du zientziak, azken finean berau baita teknologia egokia lortzeko kapaz dena. Hau dela eta, *baliakizun* kontzeptua aldakorra gertatzen zaigu eta egun guretzat baliorik ez duen gai bat (beraz, *baliakizuna* ez dena) bihar balio handikoa izan daiteke horren hustirakuntza ekonomikoki posible egingo duen teknologia bilakatzekotan. Adibidez, hasierako petrolioa kriseiluetan eta labanerazgai bezala baino ez zuten erabiltzen; makina konplexuagoak asmatu behar izan zituzten, gasolinaz ibiltzekoak, petrolioa baliakizun nagusi bilaka zedin. Era berean, hiri industrialetako zikinkeriak leku txukun eta baketsuen bila bialdu du jendea, eta lekuok baliakizun bihurtu dira. Eta berdin ura eta beste asko.

BALIAKIZUN NATURALEN UGARITASUN ETA ESKURAGARRITASUNA

Gizakiak bere onurako erabiltzen dituen gaiak ezin ditu edonondik atera, non eta zenbat dauden jakin arren. Muga bat aurkitzen du: Lurra bera. Goiko azaletik (atmosfera, hidrosfera eta litosferako gainazala) baino ezin ditu baliakizunak lortu, eta horrek planetaren masa osoaren 0.40 %-a baino ez da.

Atmosferako behekaldeak (Homosfera) konposaketa ezaguna eta eraberdinekoa dauka: N(78%), O(21%), Ar(0.9%), beste batzu(0.1%). Hauetariko batzuren erabilpenak ez luke aldaketa handirik ekarriko, beraz, potentzialki, baliakizun-iturri mugagabetzat jo genezake atmosfera.

Hidrosferak uraz aparte beste baliakizun garrantzizkoak dauzka: Sodioa (Na), Kloroa(Cl), Magnesioa(Mg), Sufrea(S), Kaltzioa(Ca), Potasioa(K)...elementu hauek, eta erreka-ibaien bidez, disolbatuta heltzen dira ozeanoetaraino. Hor aipatutakoen artean (6 elementu) ozeanoetako uretan disolbaturiko solidoen 99.5%-a osotzen dute. Nahiz eta ozeanoetan elementu batzuren ugaritasuna handia

izan (12 tonelada zink, 3.5 tonelada zilar uretako km^3/ko) Kloroa eta Sodioa dauzkagu, bakar-bakarrik, berreskuratu ahalezkoak. Besteak ez dira hustiragarriak gertatzen, egun behintzat.

Baliakizun natural gehienak Lurraren gainazalean aurkitzen ditugu, baina atmosfera-hidrosferakoekin konparatuta alde handia dago: gainazalekoak leku konkretutan kontzentratuta daude (*HOBI MINERALAK*). Jakina, harri askotan aurkitzen dira gaurreguneko Merkatuetako balio handieneko elementuak (urrea, zilarra, uranio famatua...) baina hauen "*legea*" (harri batetan elementu batek daukan edukia da *legea*) oso txikia izaten denez ez dira hustiragarriak gertatzen (etorkizunean eta teknologia berriak aplikatuz izan litezke). Beste batzutan, ostera, kontzentratuta aurkitzen ditugu elementuok ("*legea*" handia da), hala ere, kasu hauetan guztietan ez dira hustiragarriak izaten, *ugaritasuna* ezezik *eskuragarritasuna* ere (teknologia egokia, gertutasuna...) kontutan hartu behar delako. Beraz, kontzeptu bi erabili beharrean gaude:

.- *BALIAKIZUNA : natur-ingurutik atera dezakeguna, ekonomikoki hustiragarri.*

.- *ERRESERBA : balioa izan arren ekonomikoki hustiragarria ez dena.*

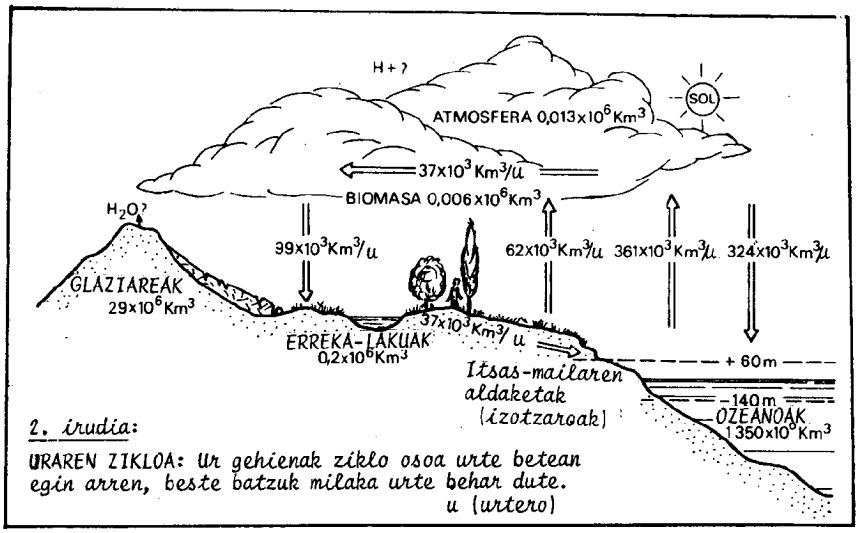
Zer esanik ez, egun erreserba dena bihar baliakizuna izan liteke.

BALIAKIZUNEN ERAKETA

Lurra (planeta) sistema dinamiko itxia denez, konposagai bakoitzak "ziklo" desberdinetan hartzen du parte, gainera ziklo horiek elkarlotuta daude era konplexuan. Ziklo-kontzeptua gertaera geologikoen txandaketan dautza: plaken tektonika, harrien sorrera, higadur prozesuak, bolkanketa... prozesu hauek etengabe ari direnez, Lurreko elementuak ere etengabe ari dira martxan, ziklo desberdinetan parte hartuz (2. eta 3. irudia).

BALIAKIZUNEN KONTSUMOA

Gertaera geologikoek elementu naturalak batu arren, kontsumoak sakabanatu egiten ditu. Baliakizun baten erauzketak bera zegoeneko zikloaren alterazioa dakar. Jakina, zikloak jarraitu egiten du eta, beharbada, gainditu egingo du erauzketak utzitako hutsunea. Esaterako, ikatzaren erreduraz askatutako anhidrido karbonikoa (CO_2) atmosferara doa eta handik denbora luzera berriro egon daiteke ikatz moduan hortarako behar diren prozesuak gertatzekotan. Era berean, hondartzan egonda uretara bota genuen lata egunen batetan itsas-hondora helduko da eta geroztik helduko diren materialek estali egingo dute, gero eta gehia-



2. *irudia:*

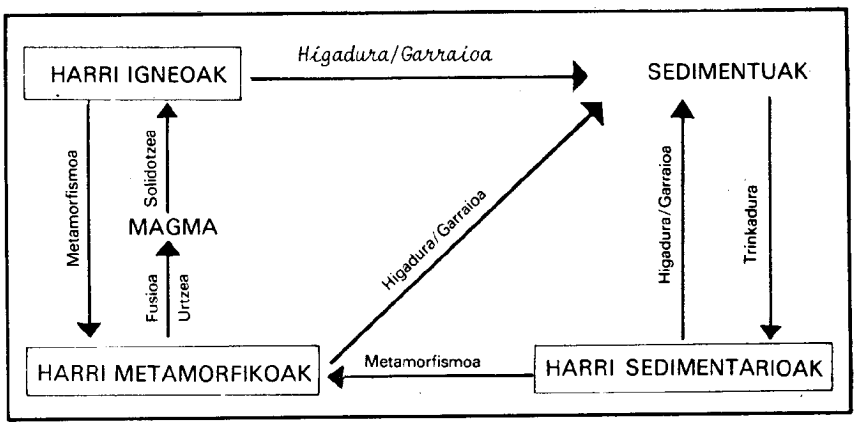
URAREN ZIKLOA: *Ur gehienak ziklo osoa urte betean egin arren, beste batzuk milaka urte behar dute.*
u (urtero)

Lurraren eboluzioa (7e)	
Harrien zikloa (2e)	
Petrolioa (6o 40m)	
Ikatza (8o 24m)	
Lignitoa (19m)	e = egun
Turba (2m 5s)	o = ordu
Lurtzorua (0.2s)	m = minutu
Gizakia (0.009s)	s = segundu

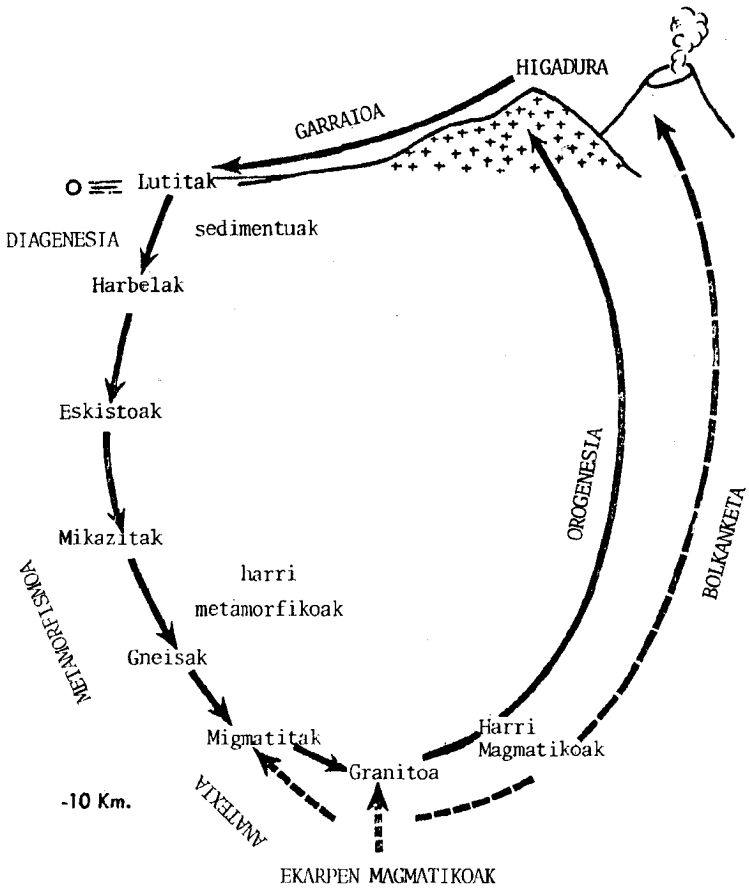
3. *irudia: Zenbait baliakizunen eraketa-beta, Lurrarenarekiko (4.500 milioi urte=aste bete).*

go, gero eta sakonagc[1], gero eta beroago, metamorfismoa gertatuko da, magmatismoa ere, eta azkenean (zenbait milioi urte pasata) latak zeuzkan elementuak beste modu batez (harri desberdinetan) agertuko dira gainazalean. Izan liteke.

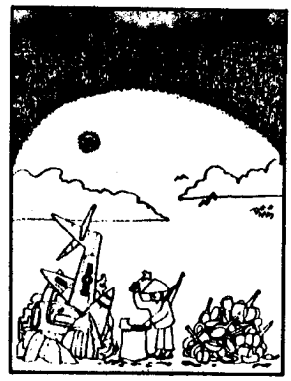
Gakoa, ordez, hauxe da: *Zenbat denboratan gertatzen da hori? Zenbat denboratan berrizta liteke guk erabili eta gero botatako produktua?*. Berriztapen hori egokia izateko, gizakien bizi-denbora (100 urte gehien jota) hartu beharko luke gehientzat. Horrela, belaunaldi batetan beteko lirateke aurrekoan utzitako hutsuneak, eta baliakizunak betirako lirateke. Baina, *hori ez da horrela gertatzen*, eta hurrik eman ere ez, uraren zikloa kenduta (honen aldizkatasuna urte betekoa izaten da), beste ziklo guztiak (petrolioa, ikatza, metalak...) gertaera geologiko luze-luzeen ondorioak izanik (higadura, sedimentazioa, hondorapena, metamorfismoa, magmatismoa...), horiei dagozkien eraketa-denborak 100 milioi urtetan neurtzen baitira. Eta zenbait kasutan ere, aurreko garaietan eratutako gai batzu (Fe-ren kasua da hau) ez dira sekulan berreratuko, garai hartako baldintza fisiko-kimikoak ez baitira berriro gertatuko (atmosfera zeharo aldatu da ordutik hona).



4. irudia: HARRIEN ZIKLOA, milioi urtetan neurtzen dira bertan azaltzen diren prozesuak.



HARRIEN ZIKLOA : *ziklo honetan zehar gertatzen diren prozesu guztietan eratzen dira "baliakizun" izango direnak. Baina batetik bestera milioi urteak pasako dira.*



BIRZIKLAPENA: *gertaera geologikoen erritmoa gure bizitzaren erritmoarekin batera ez datorrenez alternatiba serioa eskaini behar diogu gaurko hustirakuntza irrazionalari, hots, gaurko zarrastelkeriari: produktu eta azpiprodukturen guztien birziklapena ezezik, kontsumo errazionalagoa ere lortu beharrean gaude. Bestela, kaput ¡¡.*

Energiaren kontsumo indibidu-ala (Kcal/egun)	Janaria	Etxeko lana eta zerbitzuak	Industria eta Nekazaritza	Komunikabideak (garraioak)	Guztira
Gizon primitiboa	2				2
Ehiztaria	3	2			5
Nekazari primitiboa	4	4	4		12
Nekazari desarroilatua	6	12	7	1	26
Gizon "Industriala"	7	32	24	14	77
Gizon "Teknologikoa"	10	66	91	63	230
Gizon "Automata"	?	?	?	?	????

(azkena ez da Unesco-koa)
(Zerbitzuetan bulego-lanak, komertzioa, irakaskuntza, etab sartzen da)

(UNESCOren datuak dira)

5. irudia: Energiaren kontsumo indibidualaren aldaketa mendeetan zehar.

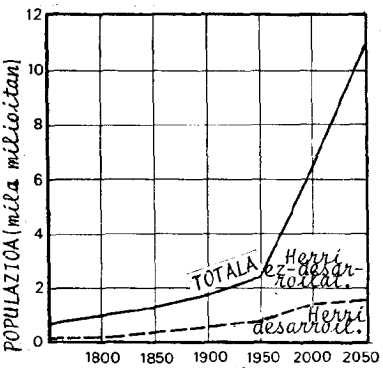
Hau honela, eta gizakien bizi-denbora mugatzat hartuta, bi sailetan banatzen ditugu baliakizun naturalak :

.- *BALIAKIZUN BERRIZTAKORRAK*: oso denbora gutxitan berriztatzekoak

.- *BALIAKIZUN BERRIZTEZINAK* : oso denbora luzetan berriztatzekoak

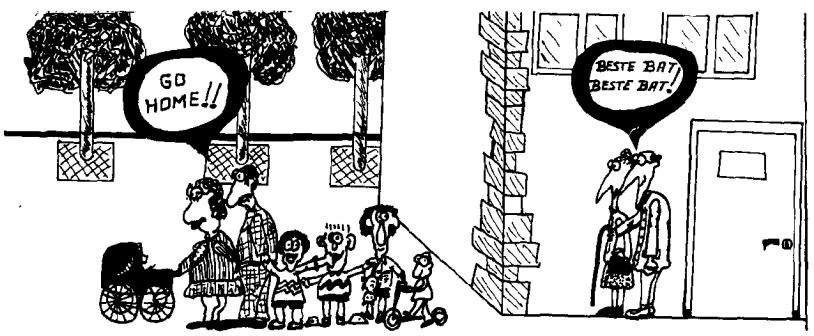
BALIAKIZUN BERRIZTAKORRAK.- Oihargaiak, elikagaiak, ura, airea.... hauxek dira baliakizun berriztakor nagusiak. Izan ere, gure inguruko basoak, baratzak, airea eta errekak hortxe daude urtez urte bizitzarako behar den adina emateko. Baina prozesu hauek ba daukate mugarik: erreketako urak gero

eta zikinago, beraz, indabetan botatzeko direnak gero eta eskasago; hain ugari daukagun baliakizun hori urrea baino garestiagoa izan daiteke etorkizun lasterrean. Basoak eta kultiboguneak ere,berdin. Hauen hustirakuntza arin eta bortitzak basamortuen zabaltzea ekarri du planetako hainbat tokitan (Sahel,e.b.). Arazoa zera da: munduko populazioaren gehitze itzela (6. irudia). Zenbat eta jende gehiago, aho gehiago bete beharra, lur-sail gehiago landu beharra, arinago gainera, eta,azkenean,gertatu behar dena gertatzen da: lurrari trinkotasuna kendu, indargetu, higalanerako gertu utzi, higatu.....basamortua (lehengo basoa orain mortua). Horrelaxe agertu dira munduko zenbait alde idor (Bardenak, kasu). *Ekonomiaren ikuspuntutik populazioaren igoera negatiboa da, baliakizunen hustirakuntza handiagoa ekarriz berriztakortasuna desagertuko litzatekeelako.*



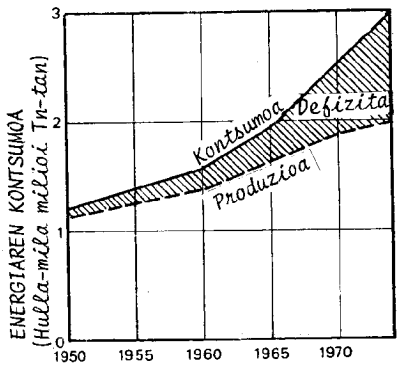
6. irudia: Munduko hazkuntza demografikoa. (Herri desarroilatuetan eta besteetan).



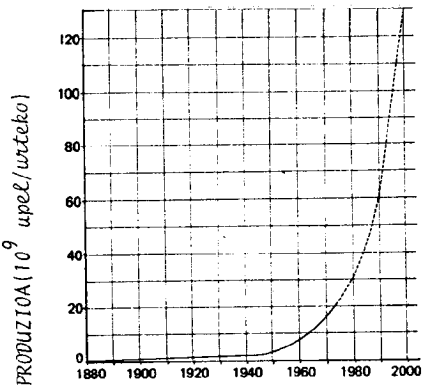


BALIAKIZUN BERRIZTEZINAK.- Baliakizun mineral metalikoak (burdina, kobrea, beruna...), baliakizun mineral ez-metalikoak(gatzak, fosfatoak, harri apaingarriak, etxagintzarakoak...), erregaiak (petrolioa, ikatza, gasa...)... baliakizun berriztezinen taldean sartzen ditugu. Baliakizun hauen gaurko kontsumoa itzela da. Batzuren ustez, Herri baten desarroilo-gradua berak erabiltzen dituen baliakizunen kantitate-barietateak ematen du, zera da, zenbat eta gehiago erabili, kontsumitu, desarroilatuagoa da Herri hori (¿?). Amen.

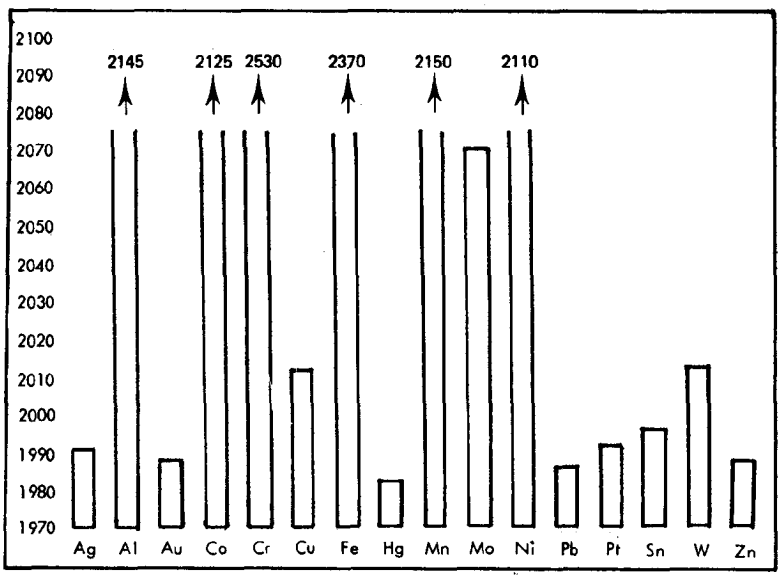
Aztertzeko gaia litzateke Ibaizabal ibaiaren ezkerraldeko (Gallarta, Somorrostro...) meatzegintzaren inguruko eragi na soziala.



7. irudia:
Herri desarroilatuetako kontsumo/produzioa, energi alorrean.



8. irudia:
Petrolioaren produzioa, orain artekoa eta gerorako joera ere. Zer esanik ez, gerokoa faktore askoren menpean dago.



9. *irudia*: *Egun gelditzen diren erreserba ezagunen iraupena (urtetan), gaurko kontsumo-erritmoak berdin jarraituko duela suposatuta.*

ONDORIO SOZIALAK

Naturaren jagotea eta baliakizun berrien zakurapena adiskidetuko al dira inoiz?. Ez dirudi, Gizarte honetan oinarrizko aldaketarik gertatzen ez deino. Eta momentuz, gertatu ez denez, bigarrena hartu dute jomugatzat. Inguru honetan sartu beharko genituzke munduan zehar gertatu eta gertatzen diren gatazkak : Ekialde Hurbila (petrolioa), Malvinak (Antartidako erreserbetarako zubia), Namibia (petrolioa, uranioa eta beste metal asko), Siberia (Reagan-ek Mosku-ri jarritako oztopoak Siberiatik Europara egiten ari diren gaseoduktoan dautza)...

BERMIOko gasa laguntza handikoa izan liteke Euskal Herriko etorkizunean, nolakoa den eta zenbat dagoen ezezik, NORK, ZELAN eta ZEIN plangintza energetikoren barruan zertuko duen ere jakin ondoren. Gakoa, beraz, hortantxe datza, plangintza energetikoan.

Baliakizun energetikoak (energi iturriak direnak) beste baliakizun guztien hustirakuntzarako giltza dira, energiarik gabe ezin egon baitaitezke erauzketarik, batzuk nahi duten erritmoz behinik behin. Gainera, hustiratzeko diren erreserbetan gero eta zailtasun gahiago sortzen dira (urrun, sakon, "lege" gutxi...), beraz, energia gehiago ere. Bestalde, orain arte erabiliak izan diren energi iturriak (baliakizun berriztezinak:ikatza, petrolioa, uranioa...) agortuz doaz, batzu arinago, beste batzu astiroago, baina agortuz. Energia nuklearra ere hor dago, batzuren pozgarri gehienen kezkagarri. Ez dirudi bide luzea izan dezakeenik, uranioa ere berriztezina baita; gainera, hondakinen arazo latza ere hortxe dago.

Batzuren ustez, etorkizunerako alternatiba energetikoa fusio nuklearrean datza, honetarako ozeanoetako uraren "deuterioa" erabiliz. Beste batzuren eritziz, ostera, nuklearrean ere (^{238}U eta ^{232}Th) bertatik aterako liratekeen hondakin erradiaktiboak berriro erregai moduan erabiliak izango balira. Bata zein bestea aurrera eramateko oso teknologia energijale beharko litzateke, kristona. Beraz, energia lortzeko energia gastatu behar. *TEKNOLOGIA/ENERGIA* bikotea azaltzen da orduan. Energia Teknologia bilakatzeko, Teknologia Energia ateratzeko. Baina egun ez dirudi energia soberan dagoenik, NONDIK atera, bada?. Gainera, gero eta jende gehiago. *Hau duk,hau ¡¡* Energia berririk gabe teknologia egokirik ez, teknologia egokirik gabe energia berririk ez. Azkenean, gure arbasoak bizi izan ziren moduan bizi beharko : gainazaleko ur garbiaren energia, haize indartsuen energia, eguzkiaren energia, biomasaren energia..... eta beste gehiago Planeta honetako emakume-gizon jatorrek asmatzen ikasiko dituztenak BIZI ahal izateko. *Bizitzeko etorri garelako, ez bizirik egoteko.*




Nere herriko zelaian elkarri

HIZTEGIA

BALIAKIZUN : recurso, ressource.
BALIOZTAPEN : valorización, évaluation.
BERRIZTA(TU) : renovar, rénover.
BERRIZTAPEN : renovación, rénovation.
BERRIZTAKOR : renovable, renouvelable.
BERRIZTEZIN : no renovable, non renouvelable.
BERUN : plomo, plomb.
BIRZIKLA(TU) : reciclar, recycler.
BIRZIKLAPEN : reciclaje, recyclation.
ERAUZKETA : extracción, extraction.
ERREDURA : combustión, combustion.
ERREGAI : combustible, combustible.
ESKURAGARRITASUN : disponibilidad, disponibilité.
GAI : materia, matière.
HOBI : yacimiento, gisement.
HUSTIRA(TU) : explotar, exploiter.
HUSTIRAGARRI : explotable, exploitable.
HUSTIRAKUNTZA : explotación, exploitation.
KOKAPEN : localización, localisation.
LABANERAZGAI : lubrificante, lubrifiant.
LURRALDEKO ANTOLAKIZUN : ordenación del territorio, aménagement du territoire.
UPEL : barril, tonneau.
ZAKURAPEN : saqueo, pillage.
ZARRASTEL : despilfarrador, gaspilleur.
ZARRASTELKERIA : despilfarro, gaspillage.

BIBLIOGRAFIA

AGUEDA, J. eta beste batzu (1981).- "Geologia (13. kapitulua)". Rueda argitaletxea. Madrid. 448 orr.

ANTIGÜEDAD, I.(1981).- "Gizakia, basoa eta basamortua". Elhuyar aldizkarian 7,2,1981. 133-154 orr.

BOOKCHIN, M. (1978).- "Por una sociedad ecológica". Gustavo Gili argitaletxea. Barcelona. 172 orr.

GASS, I.G.; SMITH, P.J. eta WILSON, R.C.L. (1978).-"Introducción a las Ciencias de la Tierra" (27. kapitulua). Reverté argitaletxea. Barcelona. 413 orr.

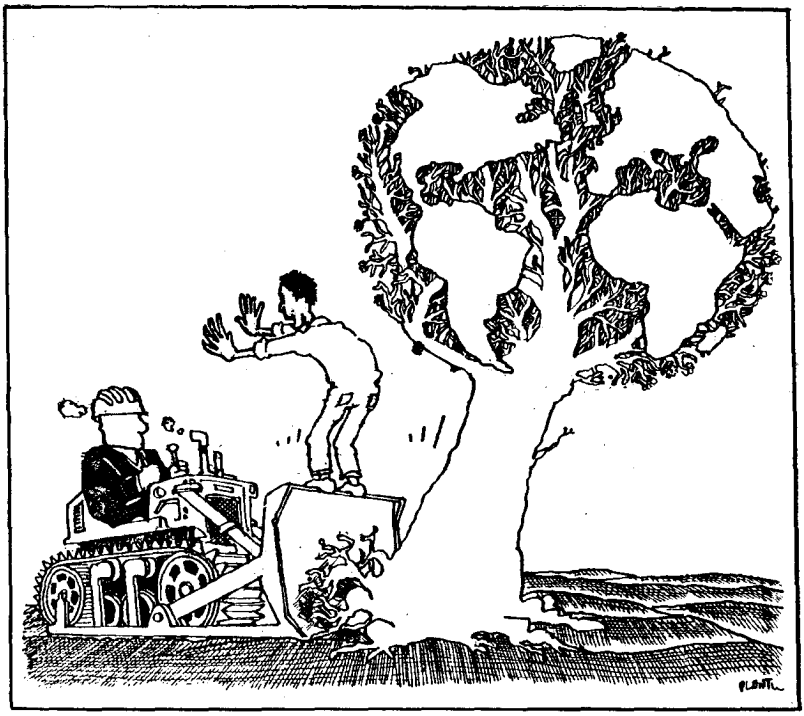
JAKIN aldizkariaren z°5 (1978).- "Ekologia Euskal Herrian".

MADIN, P. (1981).- "Nuklearraren poluzioari buruz". Elhuyar, 7,1,1981. 31-39 orr.

SCHUMACHER, E.F. (1978).- "Lo pequeño es hermoso". Blume argitaletxea. Madrid. 310 orr.

SCORER, R.S. (1980).- "El idiota espabilado. Lo verdadero y lo falso en la catástrofe ecológica". Blume argitaletxea ekologia sailean. Barcelona. 190 orr.

WAGNER, P.L. (1974).- "El uso humano de la Tierra". Instituto de Estudios de Administración local. Nuevo Urbanismo izeneko bilduman. Madrid. 359 orr.

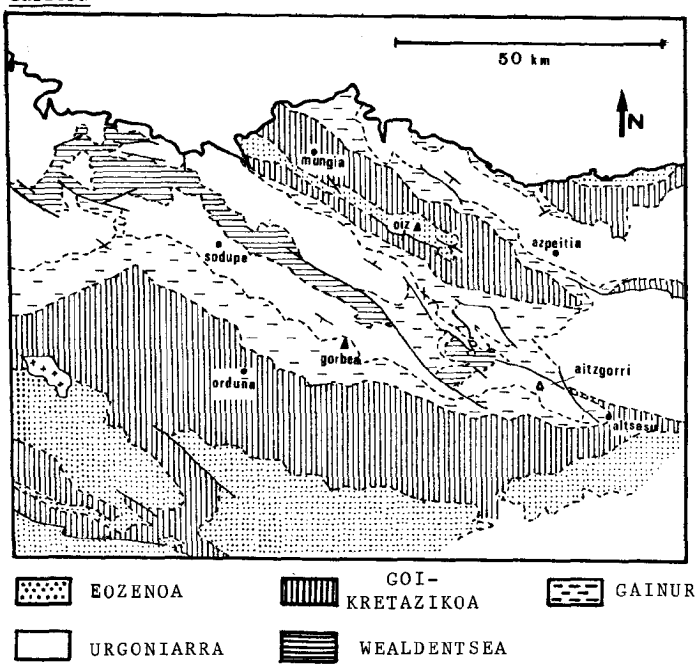


8.0. EUSKAL HERRIKO BILAKABIDE GEOLOGIKOA

Sarrera
Aurrekanbrikoa
Paleozoikoa
Mesozoikoa
Zenozoikoa
Neozoikoa

EUSKAL HERRIKO BILAKABIDE GEOLOGIKOA, MUNDUKO MARTXA OROKORRAREN ZATI BEZALA HARTUTA.

Sarrera



I.irudia: Kantaurialdeko kartografia geologikoa

Hemen daukazue, oso sinple eginda, Kantaurialdeko kartografia geologikoa, hau da, arro honetan milioi urtetan zehar izan diren gertaera geologikoek utzi duten ondorioa.

Dagoena aztertuta ez dagoena igarri behar, ondorioetatik hasita kausetaraino joateko. Zernolako gertaera izango ziren dagoen hau emateko? Munduan zehar eta ikuspuntu desberdinetatik saiatu eta saiatzen dira iraganaldia argitzen eta hobeto ulertzen, horretarako gaurkoan dagoenaz baliatuz.

Hau dela eta, Kantaurialdeko "martxa" geologikoa susmatu egin da, eta hauxe da, oso eskematikoki esanda, berehala datorkizuna.

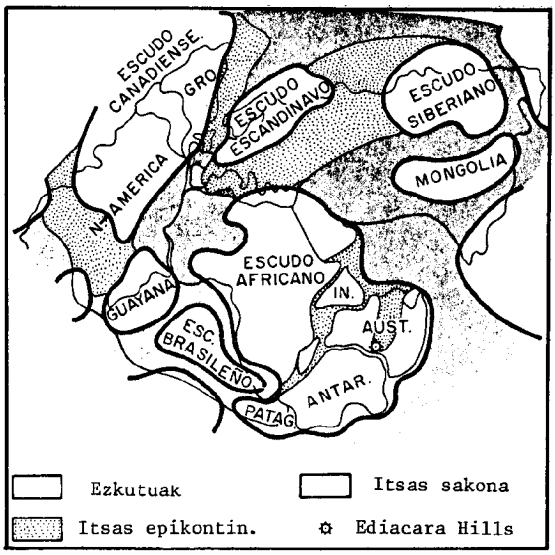
Oharra : fauna eta floraren aldetik ia ez da ezer aipatuko beste gai batean sartzen baita (Bizitzaren sorrera eta garapena).

AURREKANBRIKOA (? - 600 milioi urte)

600 ——— Algonkinoa / Arkaikoa ? ? OROGENIA HURONIARRA

Garai honetaz oso informazio gutxi dago. Aurrekanbrikon zehar (noiz ?) ziklo orogeniko bat (gehiago ?) gertatu zen HURONIARRA edo kareliarra izenekoa, geroago izandako beste orogenia batzuk ezabatu zutela. Orogenia hau Ipar Amerikan ("Huron" deritzon lakutik hartu da izena) eta Ipar Europan (Finlandia lehen "Carelia" deitzen zen eta hortik dator Europan erabiltzen den izena : Kareliarra) gertatu zen.

Epoka horretako paleogeografia, hau da, lehorralde eta itsasaldeen banaketa 2. irudian azaltzen da :



2. irudia: Aurrekanbrikon izan zen gutxi gorabeherako paleogeografia

Ikusten denez, ba zeuden lehorralde batzu, ezkutu izenekoak:

Kanadakoa: Ipar Amerika eta Groenlandia
Eskandinaviakoa: Eskandinavia
Siberiakoa: Siberia eta Mongolia
Brasilgoa: Hego Amerika
Afrikakoa: Afrika, Arabia, India, Australia, Patagonia eta Antartida.

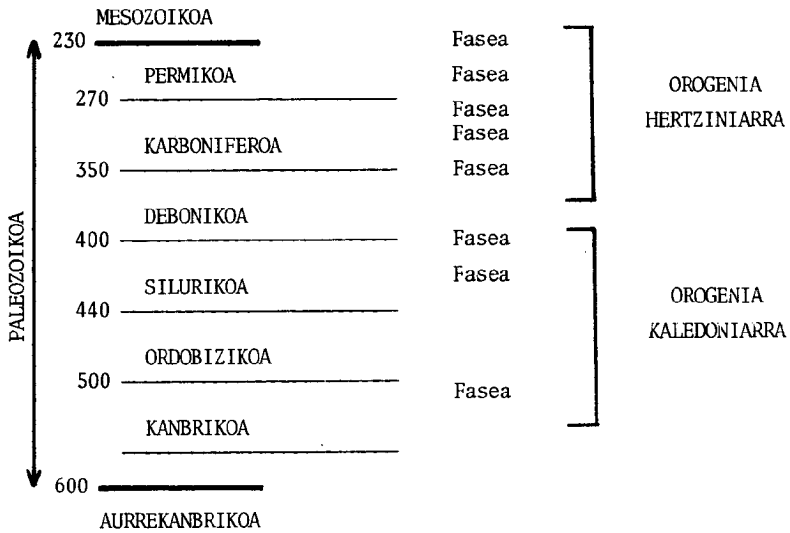
Ezkutua: Aurrekanbrikon eratu eta horrez gero benetako tolestamendurik izan ez duten lurraldeak. Hau da, tektonikoki nahiko "pasiboak" izan dira, nahiz eta lekuko fenomeno batzu gertatu: failak, altxatze-hondoratzeak, baskulamenduak.

Ezkutuen artean eta beraien barruan ere sakonera txikiko itsasoak azaltzen ziren: ITSAS EPIKONTINENTALAK, zeinetan ezkutuetatik zetozen higakinak metatu egiten baitziren.

Kantaurialdea: urpean zegoen sakonera aldakorra (handia/txikia) zeukan itsaso batean; honek esan nahi du une batzutan sakonera txikiko itsasoan zegoela eta beste batzutan, itsasoaren lurbarneratzea gertatzen zelako edo, sakonera handiagokoan, kasu bakoitzean zegokion sedimentazioa egongo zelarik. Egun Kantaurialdean ez da Aurrekanbrikoko materialerik azaltzen.

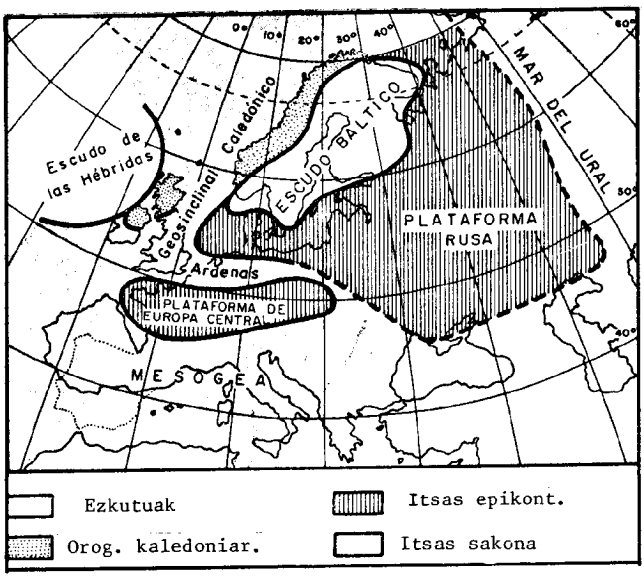
Bizitza: garai honetako fosil gutxi aurkitu badira ere (Gunflint Chert-eko flora -2.000 milioi urtekoa- Kanadan, eta Ediacara Hills-eko fauna Australian) ezin esan daiteke bizitza urri zegoenik. Hau da oraindino ilun dagoen arazoetariko bat. Izan ere, bizitza ugari gerta zitekeen baina organismo haiek gorputzean alde gogorrik ez izatekotan (uretan Ca^{++} gutxi zegoelako edota $CO_2^{=}$ asko) hiltzean oso denbora gutxitan desagertuko ziren; edo, bizitza ugari gertatuta eta fosilek irauteko moduan egonda ere, gaurregun ez dugu horrelakorik aurkitu (kontutan hartu egun den erregistro fosilak hutsune asko dauzkala, garai batzutako fosilak ez baitugu oraindik aurkitu). Hortxe dago gakoa.

PALEOZOIKOA edo lehenengo aroa (600-230 milioi urte)



(Oharra: faseen izenak gai honen azkeneko orriko taulan daude)

Bi ziklo orogeniko gertatu ziren Paleozoikon:

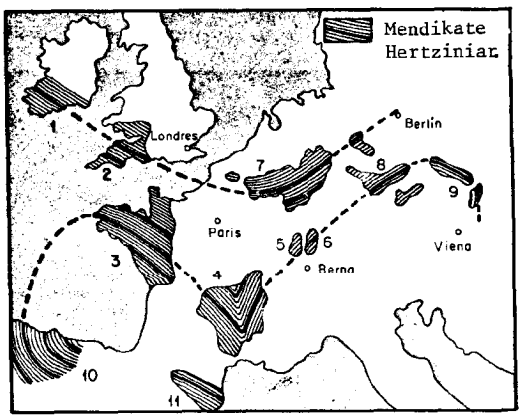


3.irudia: Europako paleogeografia Behe-Paleozoikon. Geosinklinale eta mendikate kaledoniarrak azaltzen dira.

.- OROGENIA KALEDONIARRA: Behe-Paleozoikon zehar. Hasierako geosinklinalea (geosinklinale kaledoniarra) Kanada eta Eskandinaviako ezkutuen artean kokatu zen, bertan bi ezkutu horietatik zetozen materialeak (higakinak) pilatuz zihoazelarik. Kanbrikon hasita eta Goi-Silurikoraino fase orogeniko batzu gertatu eta geosinklinale Kaledoniarreko materialeak tolestatu zituzten, mendikate batzu altxatu eraziz:Ipar Irlandan, Eskozian, Eskandinavian, Groenlandian eta NE-ko Amerikan batez ere. Goi-Silurikon gliptogenesia gertatzen da, hau da, altxatutako mendikateen higadura gogorra.

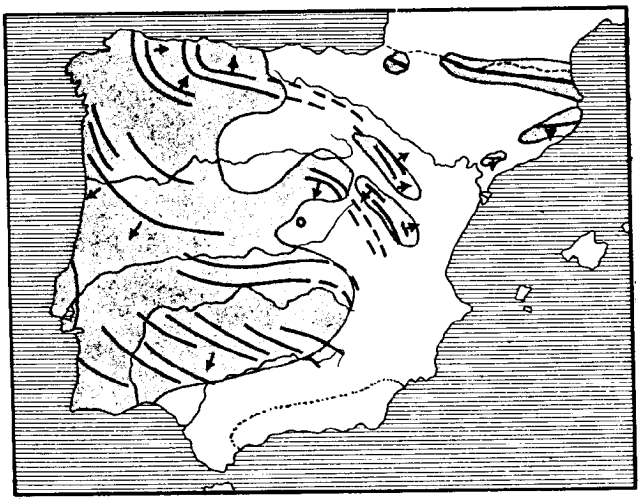
Kantaurialdea

3. irudian ikusten denez Kantauri-arroa itsas sakonean zegoen. Garai horretako materiale sedimentarioak (Ordobiziko-Silurikoa) Luzaide aldean aurkitzen dira baina geroago izan ziren gertaera geologikoek metamorfizatuak (eskistoak eta koartzitak). Ohar zaitez Bizkaiko Golkoaz. Oraindino ez zegoen zabalduta.



4.irudia:
Erteuropako mendikateak orogenia hertziniarrean sortuak

.- OROGENIA HERTZINIARRA (edo Bariskoa): Goi-Paleozoikon gertatu zen, leku bereantsu eta azaleraz garrantzitsuagoa. Orogenia honetan altxatu ziren mendikateak: Erteuropan Hego Irlandatik Alemaniaraino doan lerrokapena (4. irudia), Uralak , Apalatxeak, ...



5.irudia:
Penintsulan altxatu ziren mendikate hertziniarrak

5.irudian ikusten denez Penintsulako mendebaldea (W),"Mazizo hesperiko" izenekoa, orogenia honetan sortu zen. Berdin Pirinioetako ekialdea (E), nahiz eta beranduago (orogenia alpetarrean) hartu gaurko "itxura". Euskal Herrian Bost Hirietako mazizoa (Cinco Villas) daukagu hertziniarra, beranduago ere beste gertaera batzu pairatu arren: granitoen sartzea (materiale metamorfiko—magmatikoak).

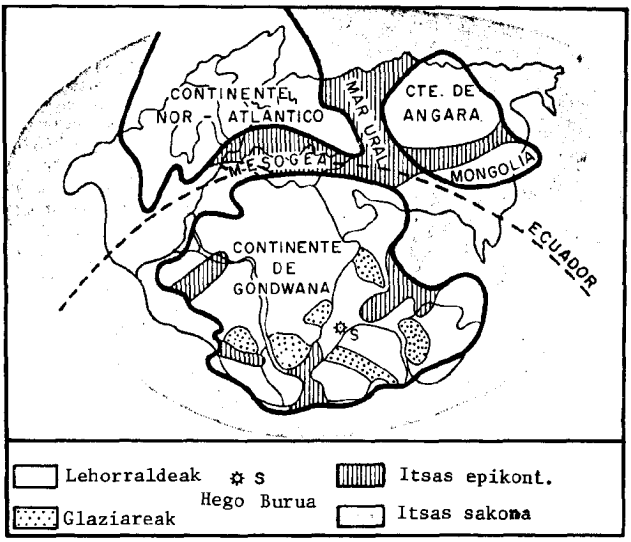
Paleogeografía

Goi-Paleozoikoko paleogeografia azaltzen da 6.irudian. Hiru lurralde nagusi azaltzen ziren:

Laurasian: Ipar Atlantikoa: Ipar Amerika eta Ipar Europa
Angara: Txina eta Mongolia

Gondwana:
Gondwana: Afrika, Hego Amerika, Arabia, India, Australia eta Antartida.

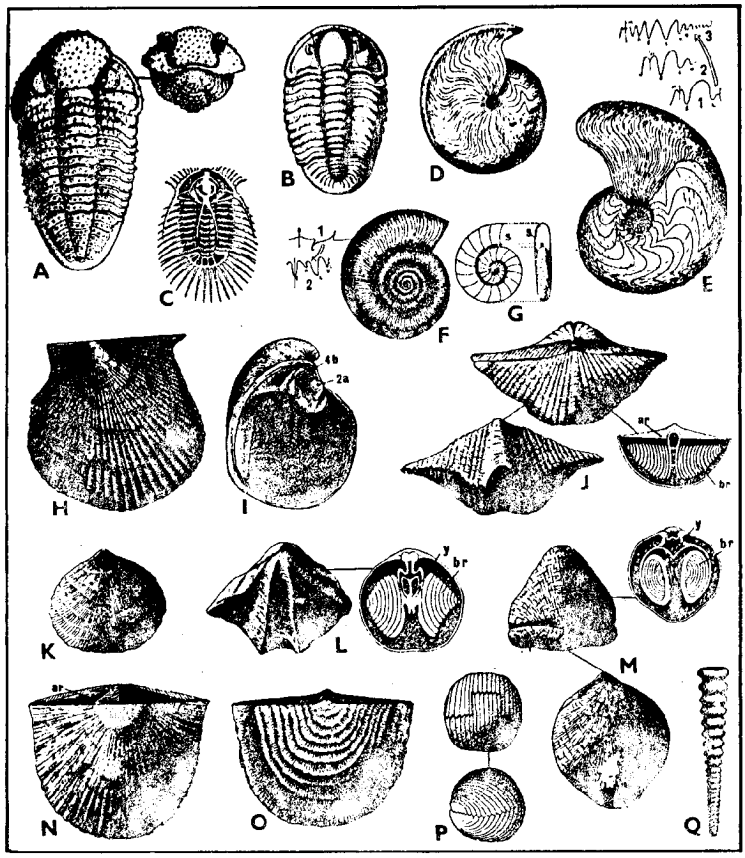
Laurasia eta Gondwana Mesogea izeneko itsasoak separatzen zituen. Lurralde hauen artean eta beraien barruan ere sakonera txikiko itsasoak agertzen ziren: epikontinentalak. Kantaurialdea horrelako batean egon zen; garai horretako materialeak Bost Hirietako mazizoaren inguruan aurkitzen ditugu, metamorfizatuak.



6.irudia: Goi-Paleozoikoko paleogeografia. Hiru lurralde nagusi. Euskal Herria itsaso epikontinentalean.

Bizitza: Kanbrikotik aurrera fosil ugari azaltzen dira, eta lehenengoak ere nahiko eboluzionatuta daude (aurretik zer?). Oso gertaera garrantzitsua azaldu zen Paleozoikon zehar, eta Siluriko-Debonikon konkretuan: bizitzaren iragapena itsasotik lehorrera, orduko baldintzek pauso hori permititu baitzuten. Zernolako organismoak ziren nolabait ikusteko 7. eta 8.irudietan Debonikon bizi ziren organismo itsastarrik ugarienak azaltzen dira.

Karboniferon zehar zenbait tokitan nagusitu ziren baldintzak (klima heze eta epela, giro pantanatsua, landare asko...) oso egokiak izanda ikatz-hobien hedakuntza gertatu zen, hortik datorkio izena garai horri, 9. irudian ikusten denez.



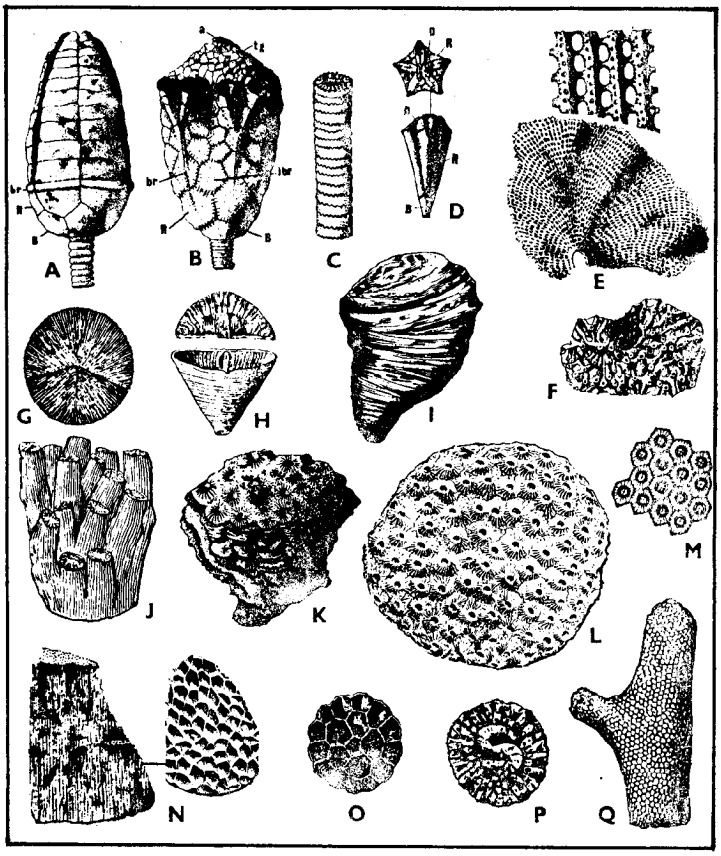
7.irudia:

ABC: TRILOBITAK (Artropodoak)

DEFG: GONIATITAK (Moluskuak)

HI: KUSKUBIKOAK (Moluskuak)

JKLMNOP: BRAKIOPODOAK (Brakiopodoak)

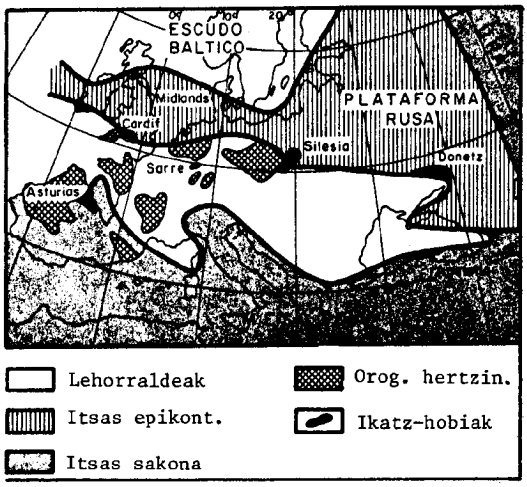


8.irudia:

ABCD: KRINOIDEAK (Ekinodermoak)

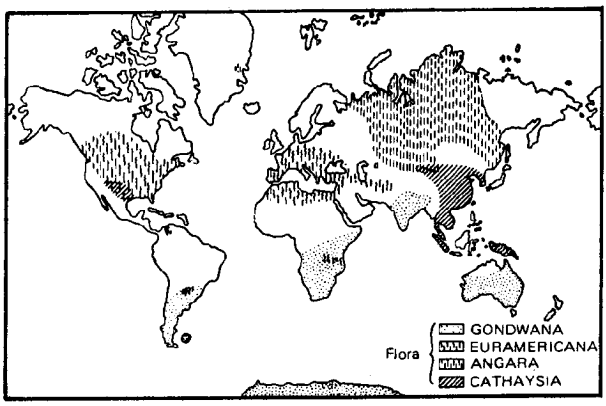
EF: BRIOZOOAK (Briozooak)

GHIJKLMNOPQ: KORALARIOAK (Cnidarioak).



9.irudia:
Erdi-Karboniferon Europan eratu ziren ikatz-hobiak. Igartzen denez hobiok lehorralde-itsasaldeen mugan azaltzen dira.

Bestetik, 10.irudian Goi-Karboniferoko floren banaketa azaltzen da:



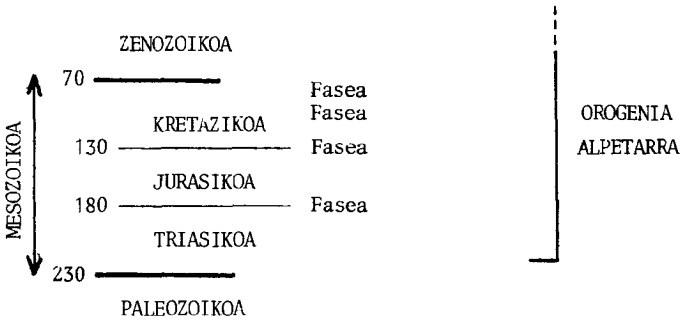
10.irudia:
Goi-Karboniferoko floren banaketa.

Euroamerikanoa: Klima tropikala
Gondwana: Klima hotza-glaziarra
Angara: Klima hotza-nordikoa
Cathaysia: Bitarteko klima.

Gondwanako klima glaziarrak utzitako deposito bereziak -morrenak- erabili zituen Wegener-ek bere "deriba-teoria" indartzeko. Izan ere, oso artekatze egokia gertatzen da Gondwanako "zatiak" batzean (Ikus "Lurraren itxura berria" izeneko atalean).

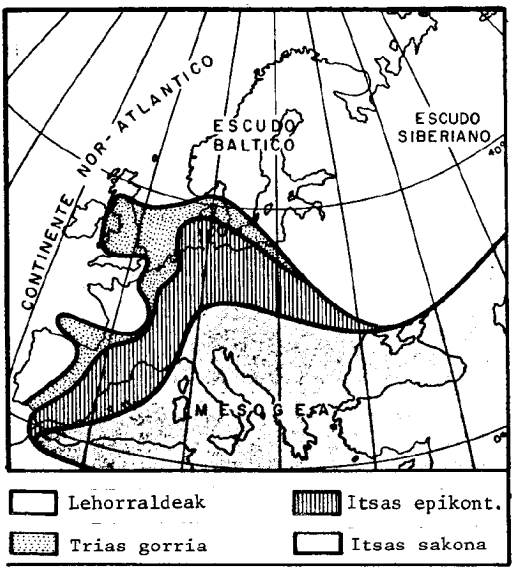
Laurasiako zenbait aldetan, ostera, klima tropikala (euroamerikanoa) azaltzen da, bertan ikatz-hobiak eratu zirela (ikus 9.irudia).

MESOZOIKOA edo bigarren aroa (230-70 milioi urte)



Mesozoikoa hasi zenean bi lurralde nagusi azaltzen ziren: Ipar Atlantikoa-Angara (Laurasian) eta Gondwanakoa. Bitartean Mesogea izeneko itsasoa (ikus 6.irudía). Itsaso hau berau izan zen geosinklinale moduan egin zuena: geosinklinale alpetarra. Zenozoikon (hirugarren aroan) nagusitu zen orogenia alpetarraren lehenengo faseak Mesozoikon gertatzen dira.

.- Triasikoa: Europan klima idorra gertatu zen, garai honetako sedimentuak, gehien bat, ebaporitikoak izanik: igeltsua, buztinak, margak. Materiale hauek ("trias") dentsitate gutxikoak izanda oso mugikorrak gertatu ziren, eta egun ere gertatzen ari dira, goiko materiale astunak zeharkatuz. Honelako gertaerak (diapiroak) sarri izan dira Euskal Herrian: Orduña, Gernika, Murgia, Estella ... hauetako materiale gorriak ikusgarriak direla.

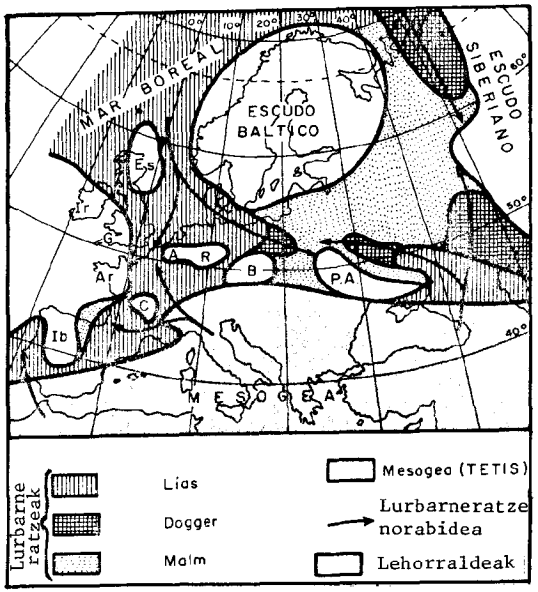


11.irudia:
Europako paleogeografia Triasikon. Euskal Herrian "trias gorria" azaltzen da.

Garai honetan bolkanketa ere ugari gertatu zen; honen froga trias-en agertzen diren "ofitak" dauzkagu, materiale bolkaniko berdeak Euskal Herrian izen ezberdinez ezagunak: suge-harriak, harri muskerrak.

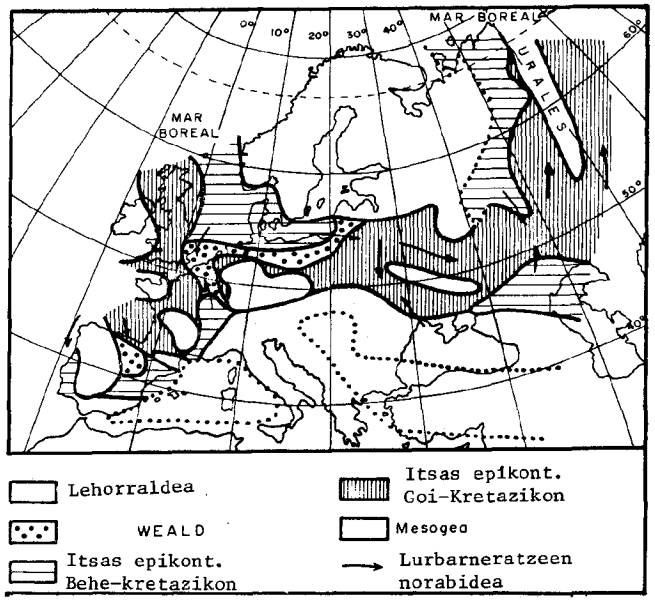
.- Jurasikoa: Europan itsasoaren lurbarneratze batzu gertatu eta ondorioz zenbait irla baino ez zeuden urgainean: Eskozia, Gales, Irlanda, Ardenak, Bohemia, Podolia, Bretaña, Frantziako Erdiko Mazizoa, Iberia.

Euskal Herrian leku gutxitan azaltzen dira Jurasikoko materialeak: Gernikan, Aralar aldean ....



12.irudia:

Europako paleogeografia Jurasikon. Irla batzu baino ez. Euskal Herria lehorralde/itsasalde mugan. (Lias, Dogger eta Malm Jurasikoko azpialdiak dira).

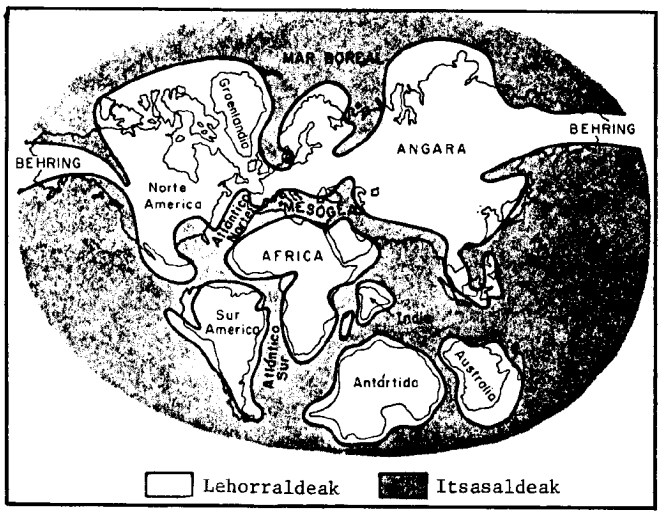


13.irudia:

Europako paleogeografia Kretazikon. Euskal Herriko kokapena aldakorra gertatu zen: lehorralde/itsasaldea.

.- Kretazikoa: Kretazikon zehar hasi ziren fase orogenikoak ugaltzen. Itsasoaren lurbarneratze-atzeratzeak garrantzi handikoak ziren garai honetan (Mesozoiko osoan).

Euskal Herriko kokapena aldakorra gertatu zen, sedimentatutako materialeak ere aldakorrak izanda: itsastarrak-kontinentalak. Kantaurialdean ugari dira Kretazikoko materialeak: Weald-koak, urgoniarrak, gainurgoniarrak, goi-kretazikoak (ikus 1.irudia).



14.irudia: Mundu osoko paleogeografia Kretazikon.

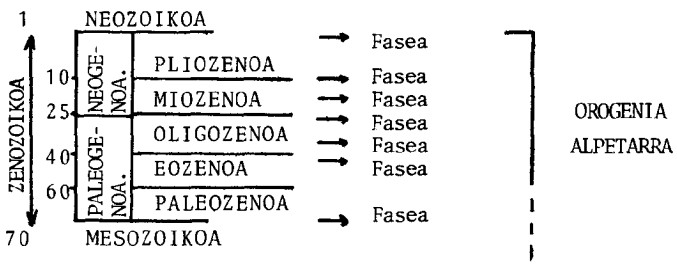
Mundu mailan egoera eboluzionatuz doa. Laurasian Angara eta Ipar Amerikako lurraldeak lotuta zeuden Behring-tik. Gondwanan, ostera, apurketa hasia zen: Hego Atlantikoa zabaltzen hasi zen Afrika-Hego Amerika separatuz, India, Australia eta Antartida beren bidea egiten hasi zirela.

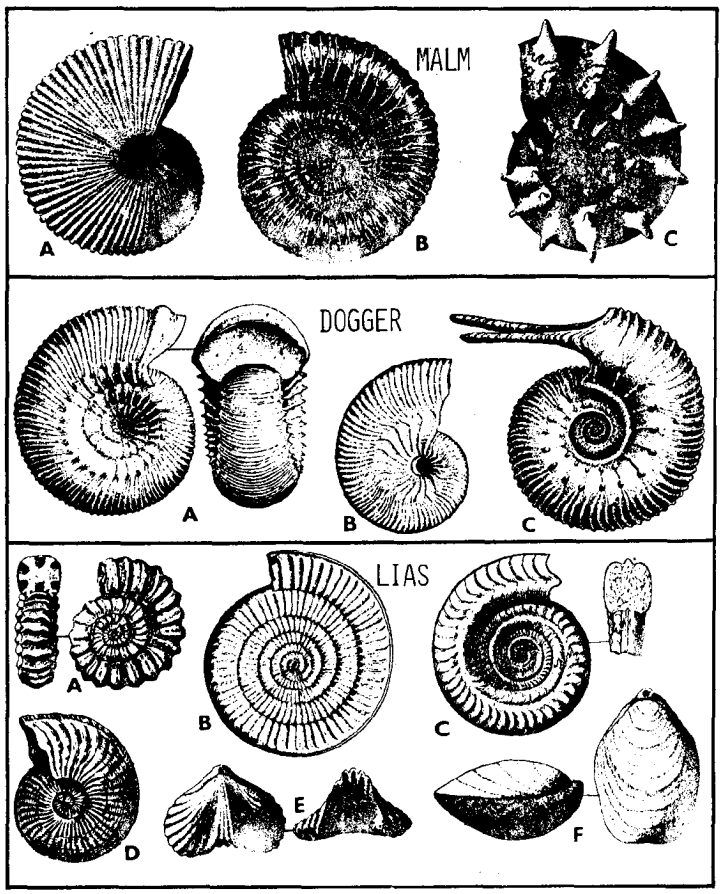
Euskal Herria: Mesozoikon zehar lurralde honek duen ezaugarririk nabarmenena itsasoaren lurbarneratze-atzeratzeak dira. Horrexegatik, aurkitzen ditugun garai horretako materialeek, askotan, lehorraldeko/itsasaldeko txandaketa izaten dute. Triasikori dagozkion materiale gorrixkak (Keuper-ekoak) zenbait diapirotan azaltzen dira Bizkaikan (Bakio, Larrauri, Gernika, Orduña ...), Gipuzkoan (Billabona, Zarautz...), Araban (Murgia...), Nabarran (Arteta, Ollo, Lizarra...). Jurasikoak, itsastarrak batez ere, ekialdean (Aralar aldean), mendebaldean (Ramales) eta ertaldean (Gernika), baina oso gutxi. Kretazikokoak, ostera, nahiko ugari gertatzen dira gurean: Weald konplexua (hareharri-lutitak); konplexu urgoniarra (karearriak nagusiro), bertan sartzen dira Euskal Herriko mendikate gehienak (Gorbeia aldea, Anboto, Aramotz, Aizkorri, Txindoki, Aralar...); konplexu gainurgoniarra (harearritsua); eta Goi-Kretazikoa (margak-harearriak-karearriak). Konplexu hauen kokapenaz ikus 1.irudia. Goiko Kretazikon bolkanketa ugari (basaltoak) gertatu zen: Fruiz, Gernika, Eibar, Zumarraga...

Bizitza: Mesozoikon zehar moluskoek nagusitasuna hartzen dute (15. eta 16. irudiak). Narraztiak ere eboluzionatuz doaz (Trias-i "narraztien garaia" esaten zaio) eta Mesozoiko azkenean lehenengo ugaztunak hasiko dira horiengandik bilakatzen. Floraren aldetik, koniferak desarroilatzen dira. Gimnospermak nagusi.

Kretaziko azkenean suntsidura handi bat gertatu eta animalia asko desagertu egin ziren (dinosaurioak e.b.) irradiazio ebolutibo berri baterako bultzada izanik.

ZENOZOIKOA edo Hirugarren aroa (70-1 milioi urte)



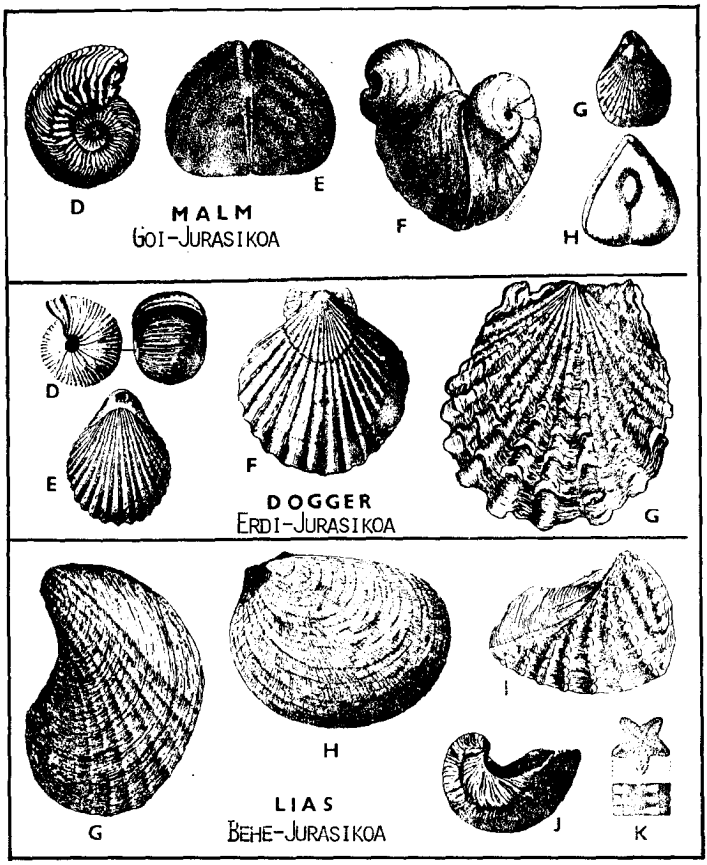


15. irudia : Jurasikoko fosil bereizgarriak

MALM : ABC = AMMONITAK (Moluskuak)

DOGGER : ABC = AMMONITAK (Moluskuak)

LIAS : ABCD = AMMONITAK (Moluskuak)
EF = BRAKIOPODOAK (Brakiopodoak)



16. irudia : Jurasikoko fosil bereizgarriak

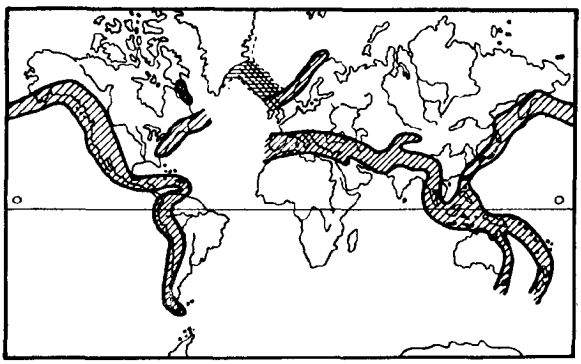
MALM : DE = AMMONITAK (Moluskuak);
F = PELEZIPODOAK (Moluskuak);
GH = BRAKIOPODOAK (Brakiopodoak).

DOGGER : D = AMMONITA; E = BRAKIOP.; FG = PELEZIP.

LIAS : GHIJ =PELEZIPODOAK (Moluskuak)
K = KRINOIDEOA (Ekinodermoak).

GAUR EGUNEKO BALDINTZEI HURBILTZE-PROZESUA GERTATZEN DA ZENOZOIKON ZEHAR.

.- OROGENIA ALPETARRA: Mesozoikon hasitako orogenia hau Zenozoikon zehar ere aritu zen, gero eta gogorrago, gainera. Fase Pirenaikon (Eozeno/Oligozenoa) Mesogeako geosinklinaleko materialeak tolestatu ziren Gondwana Laurasiaren kontrako talkaz: Pirinioak altxatu ziren hor, eta beste mendikate asko ere altxatzen hasiak ziren: Betikak, Alpeak, Apeninoak, Karpatoak, Dinarikoak, Anatolia, Iran, Kaukasoa, Himalaya... beren gehiengoa geroko faseetan lortuz.

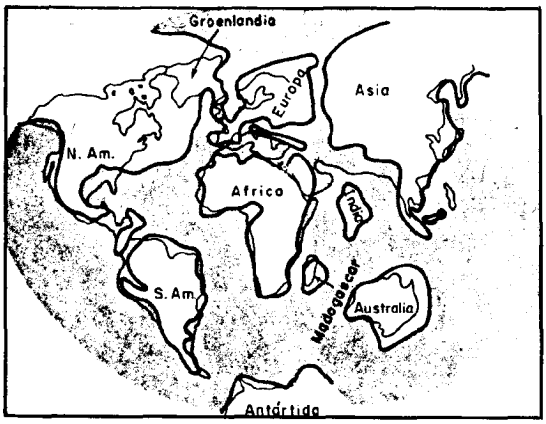


17. irudia : Orogenia Alpetarrak Zenozoikon zehar eragindako mendikateak.

Lehenago gertatutako fase Laramikon (Kretaziko/Paleozenoa) Ipar eta Hego Amerikako mendebaldeko mendikateak (Rokosak eta Andesak) eratuak ziren.

Pliozenon orogenia hau amaituz doa eta esfortzu tangentzialak desagertzean zartatune (fraktura) handiak gertatzen dira, bloke ta kubeta emanez, eta era horretan gaurko posiziora hurbilduz.

Paleogeografia: Eozeno/Oligozeno mugan (40 milioi urte) munduan zegoen gutxi gorabeherako paleogeografia 18.irudian azaltzen da. Ipar Atlantikoa zabalduta egon arren, Laurasia oraindino lotuta zegoen iparretik (Europa-Eskozia-Groenlandia). Behring-tik, berriz, askatuta.



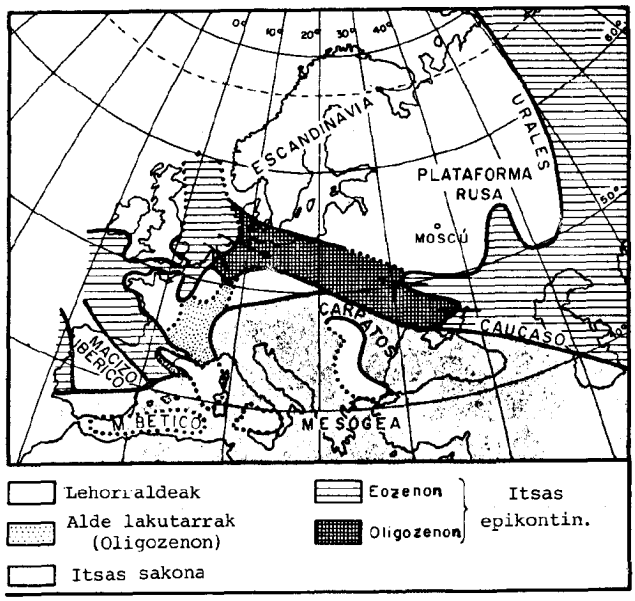
18. irudia :

Mundu osoko paleogeografia orain 40 milioi urte.

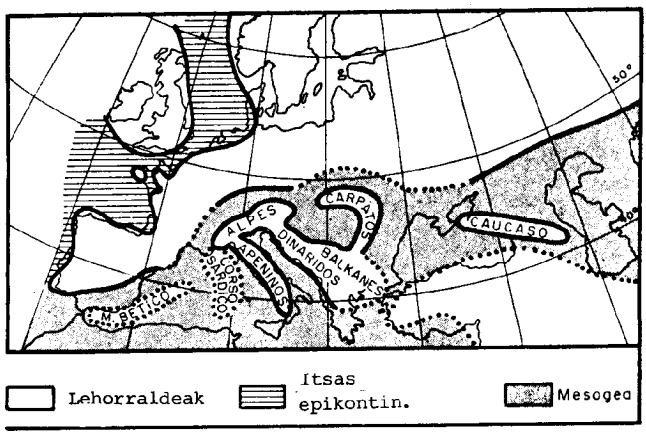
Gondwanan,Hego Atlantikoa zabalduz zihoan, gero eta gehiago. Indiak bere bidea segitzen zuen Asiaren kontra jo gabe. Itsas Gorria ez zegoen zabalduta. Ertamerikan (Panama aldea) une batzutan lehorreko zubia izan arren, Zenozoikon zehar, sarri askotan ez zegoen loturarik.

19. irudia :

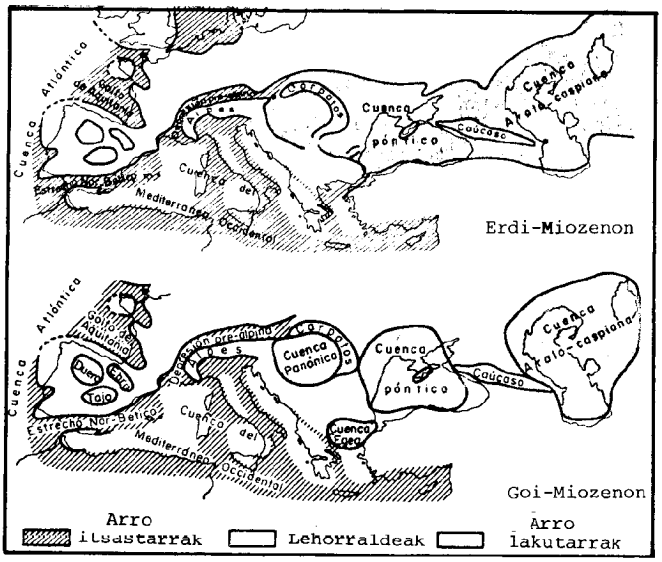
Europako paleogeografia Paleogenon zehar.



Europako paleogeografia Paleogenon zehar 19.irudian eta Miozenon zehar 20. ean agertzen da. Ikusten denez, Inglaterra-Eskozia "askatu" egin ziren jadanik, eta Erteuropako mendikate batzu "isolatuta" gelditu ere, irlak bailiren: Alpesak, Apeninoak... (20. irudia).

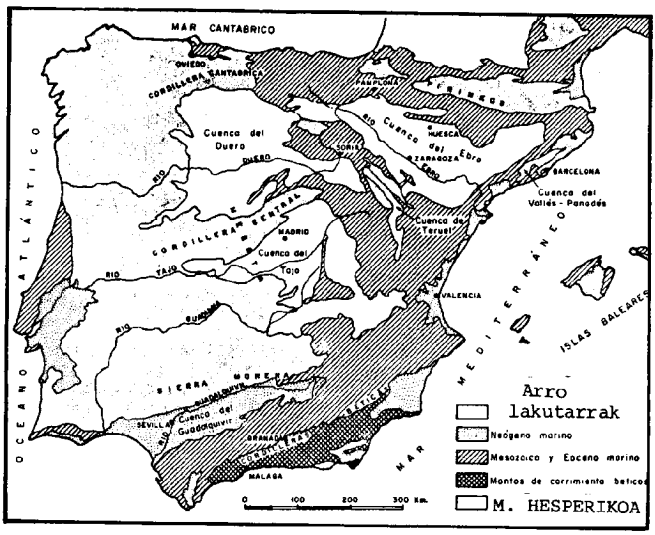


20. irudia : Europako paleogeografia Miozenon gertatutako itsas-lurbarneratze handian.



21. irudia : Hego Europako paleogeografia Erdi- eta Goi-Miozenon.

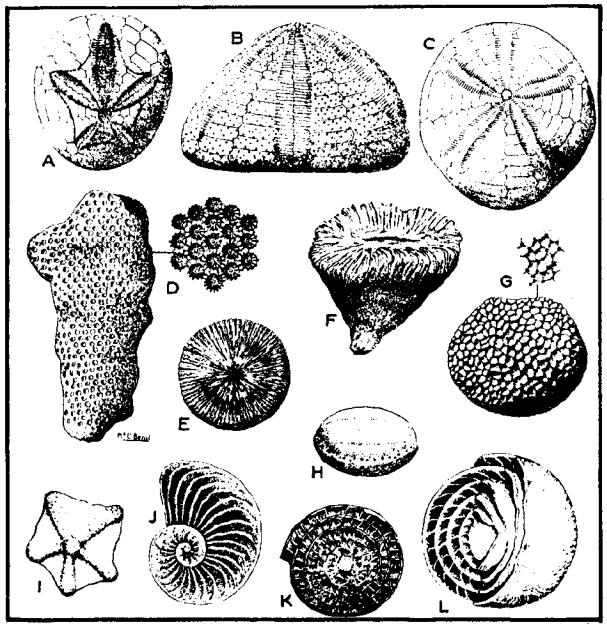
Hego Europan arro sedimentario batzu eratu ziren (21.irudia) laku-girokoak non inguruko mendikateetatik zetozen materialeak metatzen baitziren. Penintsulan ere ba zeuden honelako arro lakutarrak (22. irudia): Duero, Tajo eta Ebrokoa.



22. irudia : Penintsulako Neogenoko arro sedimentarioak.

Euskal Herria: Paleogenon (19.irudia) urpean zegoen. Garai honetakoak (Eozenoak, hain zuzen) dira Bizkaiko sinklinorioko gunean azaltzen diren materialeak (margak, harearriak, karearriak), eta berdin Zumaia-Donostia barrakoak ere (ikus 1.irudia). Neogenon urgaineratu egin zen (20.irudia). Hala ere, Nabarrako hegoaldea laku-giroko arro batean gelditu zen (Ebroko arroa) bertan gertatutako sedimentazioa lakutarra izanik (21. eta 22.irudiak).

Bizitza: Mesozoikotik Zenozoikora aurrerapen itzela. Narrazti asko desagertu eta ugaztun plazentadunak bilakatu ziren; gaurko itxura hartuz zihoazen hegaztiak desarroilatu ziren asko, bai eta arrain teleosteoak ere. Pelezipodoak, gasteropodoak, koralarioak, mikroforaminiferoak... nagusiro bilakatu ziren.

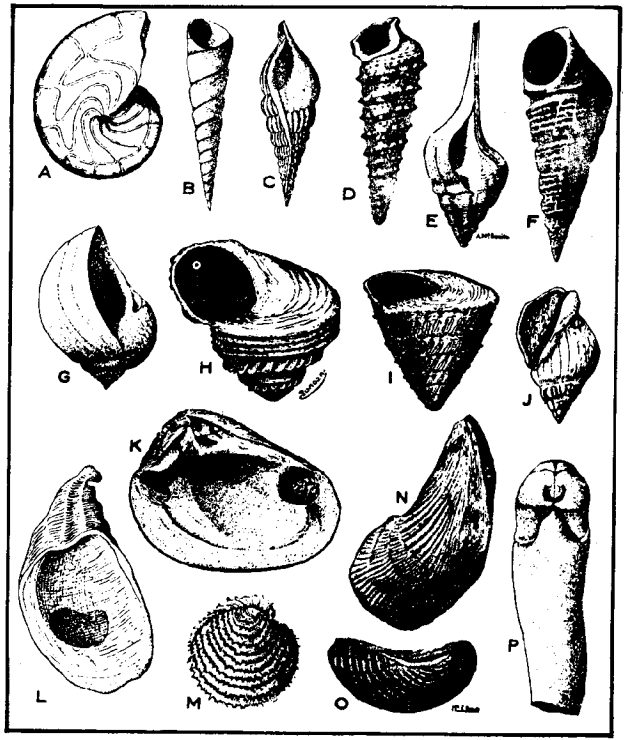


23. irudia : Paleogenoko fosil bereisgarriak (fazie neritikoak)

ABC = EKINIDOAK (Ekinodermoak)

DEFG = KORALARIOAK (Cnidarioak)

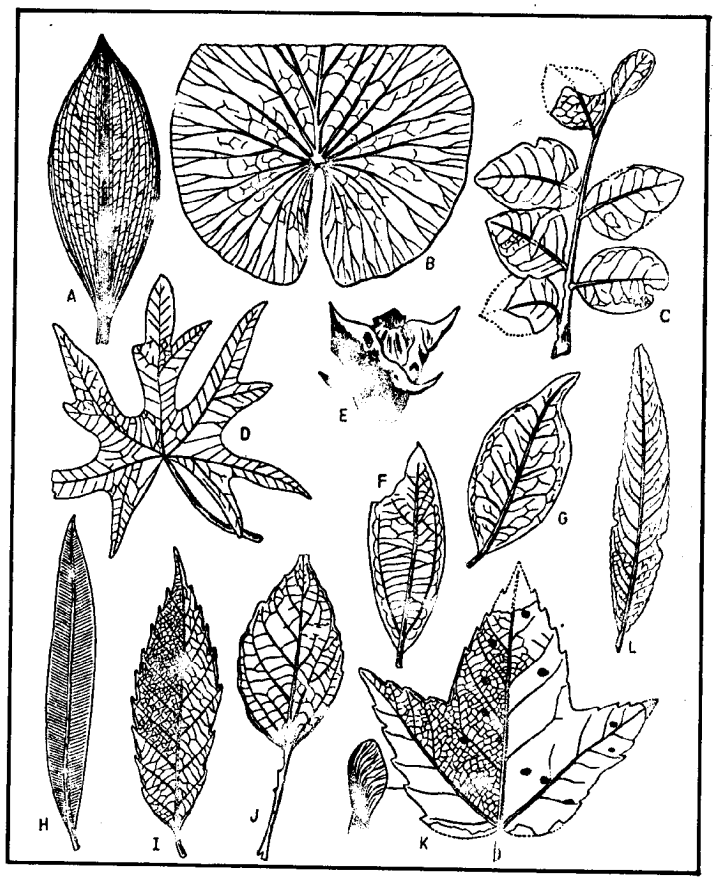
HIJKL = FORAMINIFEROAK (Protozooak)



A = ZEFALOPODOA (Moluskuak)

BCDEFGHIJ = GASTEROPODOAK (Moluskuak)

KLMNOP = PELEZIPODOAK (Moluskuak).



24. irudia : Zenozoikoko angiospermen ostoak.

Paleogenoko fauna 23. irudian azaltzen da. Floraren aldetik, landare fanerogamen nagusitasuna, angiospermak, batez ere (24.irudia). Gramineen zelaiak ere sortu ziren ugaztunen elikagaia.

NEOZOIKOA edo Kuaternarioa (azken milioi urtea)

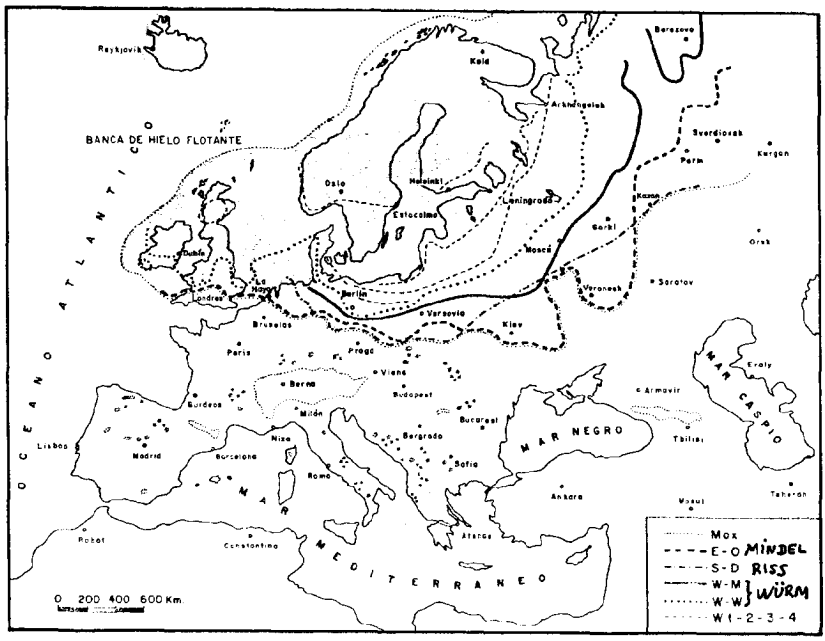
0,01 HOLOZENOA

PLEISTOZENOA

1 ZENOZOIKOA

Zenozoikotik Neozoikora aldaketa batzu gertatzen dira:

- Klimatikoak: glaziazioak (25.irudia)
- Fauna eta flora: gaurko animalia eta landare guztiak agertzen dira.
- Gizakia azaltzen da.



25. irudia : Europan izan ziren elkarren segidako glaziazioen mugak.

Paleogeografia: Gaurkoa da, gutxi gorabehera, itsas-mailako oszilapenak (glaziazioen ondorioz) kontutan harturik. Neozoikon zehar Lurraren itxura ez da ia-ia aldatu, mugitutako materialeak urri direlako, milioi bat urte oso denbora gutxi baita. Lehorraldean: morrenak, alubioiak, terrazak, dunak, loess, kolubioiak, elubioiak... Itsasertzean: hondartzak, tonboloak, barrak, estuarioak, deltak, dunak... Itsasoan: arrezifeak, atoloiak, barrerak, errekek ekarritako materialeen depositoa... Hauekin batera: materiale bolkanikoak, lehorrean zein itsasoan; lurrikarek eragindako aldaketak... eta, batez ere, aldaketa antropikoak, hau da, gizakiek eragindakoak: autobideak, urbanizazioak...

Euskal Herria: Nabarran izan ezik beste leku guztietako kuaternarioa (materialeak) ez da ugari. Nabarran, ostera, azalera handikoak gertatzen dira Erriberan diren Ebroko alubioiak eta terrazak. Morrenak ere azaltzen dira alde menditsutan glaziazioren baten proba bezala (Aralar aldean e.b.). Dunak kostaldeko habitat konkretutan (Plentzian e.b.) eta barnealdean ere (Bardeak). Elubioi-kolubioiak ugari. Aldaketa antropikoak ere gero eta ugariago, gure amona-aitonari galdetzea baino ez dago egondako aldaketaz konturatzeko. Beste era bateko prozesuak ere ari dira egun gertatzen: disoluzio-fenomenoak (karstetako kobak, leizeak ...).

Bizitza: Gaur egunekoa, nahiz eta espezie batzu iraungi orain gutxi: Mamut-ak, Rhynozero batzu ...

Klima: Europan sei izozte nagusi susmatu dira: Biber-Danubio-Gunz-Mindel-Riss-Würm. Hala ere, beste toki batzutan gehiago edo gutxiago eta izen ezberdinez ezagunak dira. Aralarreko mazizoan Würm izan liteken izozte baten frogak aurkitu dira (morrenak), dena dela, aztertzeko dago izozteen eragina Euskal Herrian.

AURREKANBRIKOTIK GEROKO ZIKLO OROGENIKOAK ETA BERAUEN FASE NAGUSIAK

AROAK	ALDIAK	SERIEAK	FASE OROGENIKOAK	ADINA x 10^6	ZIKLO OROG.
NEOZ.			pasadenianoa	- 1,5	ZIKLO ALPETARRA
ZENOZOIKOA	NEOGENOA	Pliozenoa			
		Miozenoa	rodanikoa atikoa	- 12	
	PALEOGENOA	Oligozenoa	sabikoa helbetikoa	- 26	
		Eozenoa	pirenaikoa	- 37	
		Paleozenoa			
MESOZOIKOA	KRETAZIKOA		laramikoa austrikoa	- 65	
	JURASIKOA	Malm	neomizenikoa andinoa edo nebadientsea	- 136	
		Dogger			
		Lias			
	TRIASIKOA		kimmerikoa	- 180	
PALEOZOIKOA	PERMIKOA		palatinoa	- 225	ZIKLO HERTZINIARRA
	KARBONIFEROA		saalikoa asturikoa sudetikoa	- 280	
	DEBONIKOA		bretonikoa	- 345	
	SILURIKOA		kaledonianoa	- 395	ZIKLO KALEDONIARRA
	ORDOBIZIKOA		takonikoa	- 430	
	KANBRIKOA		salikoa	- 500	
AURRE-KANBR.			asintikoa	- 570	Z. HURONIAR.

HIZTEGIA

ATZERATZE = regresión, régression.
AURREKANBRIKO = precámbrico, pre-cambrien.
BILAKABIDE = desarrollo, développement.
BOLKANKETA - volcanismo, volcanisme.
BUZTIN = arcilla, argile.
EZKUTU = escudo, écu.
GAINURGONIAR = supraurgoniano, supra-urgonien.
GERTAERA - fenómeno, phénomène.
HAREARRI = arenisca, grès.
HIGADURA = erosión, érosion.
HIGAKIN = derrubio, éboulis.
IGELTSU = yeso, gypse.
IKATZ-HOBI = yacimiento de carbón, gisement de charbon.
IRAGAPEN = transición, transition.
IZOZTE = glaciación, glaciation.
KAREARRI = caliza, calcaire.
KUSKUBIKO = bivalvo, bivalve.
LURBARNERATZE = transgresión, transgression.
LURRALDE = territorio, territoire.
LURRIKARA = terremoto, tremblement de terre.
MENDIKATE = cordillera, cordillère.
SUNTSIDURA = extinción, extinction.
URGONIAR = urgoniano, urgonien.

BIBLIOGRAFIA

AGUEDA, J. eta beste batzu (1981).- "Geologia". Rueda argitaletxea. Madrid. 448 orr.

AUBOUIN, J.;BROUSSE, R. eta LEHMAN, J.P. (1967).- "Précis de Géologie" 2.tomoa (Paléontologie.Stratigraphie). Dunod argitaletxea. Paris. 480 orr.

GASS, I.G.;SMITH, P.J. eta WILSON, R.C.L. (1978).- "Introducción a las Ciencias de la Tierra". Reverté argitaletxea. Barcelona. 413 orr.

LAPORTE, L.F. (1974).- "Los ambientes antiguos" (Fundamentos de las Ciencias de la Tierra izeneko bilduman). Omega argitaletxea. Barcelona.

McALESTER, A.L. (1973).- "La Historia de la Vida" (Fundamentos de las Ciencias de la Tierra izeneko bilduman). Omega argitaletxea. Barcelona.

MELENDEZ, B. eta FUSTER, J.M. (1978).- "Geologia". Paraninfo argitaletxea. Madrid. 911 orr.

RAT, P. (1959).- "Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne)". Dijon-go Unibertsitateko argitarapena. 525 orr.

SALVAT Entziklopedia (1973).- "Cordilleras, terremotos y volcanes". Grandes Temas (GT) izeneko bilduman z°51. Barcelona. 143 orr.

AURKIBIDE ALFABETIKOA

ablazioa 451
agnatoa 521
aireatze-aldea 365
akuiferoa 366
akuifugoa 367
akuikludoa 367
akuitardoa 367
alde freatikoa 366
alderanzketa 413
aldi aurrebiologikoa 512
aldi biologikoa 512
alga 516
alisioa 341
alubioia 504
ammonita 576
anfibioa 522
angiosperma 526
antizikloia 341, 345
arraina 521
arthropoda 517
atmosfera 329
aurkatasuna 400
aurrekanbrikoa 562
aurreketa 416

bakterioa 516
baliakizun-a 547
- berriztakorra 552
- berriztezina 552
barjan 428
basamortua 421
baseko maila 397
bauxita 502
bentosa 513
bergaztepena 409
birziklapena 552
brachiopoda 517
brunizem 503
bryophita 523
bryozooa 517

chelonia 532
chernozem 503
coelenterata 517
Coriolis-en indarra 343
crocodilia 533

Davis-en modeloa 307
debonikoa 564
deflazioa 425
delta 482
dinosaurioa 534
dolina 373
drumlin 462
duna 428

echinodermata 517
edafizazioa 494
edafologia 492
eguzkiztapena 337
ekinozioa 337
elubioia 504
energia eolikoa 439
- hidrogeotermikoa 385
- itsastarra 488
eozenoa 575
epigenesia 414
erradiazioa 335

erregolita 494
erretserba 548
esker 464
estuarioa 482
estratopausa 332
estratosfera 332
ezkutua 563

faktore antropikoa 492
fiordoa 460
fosilizazioa 515
frontea 345

gainezarmena 414
gaurkotasuna 307
geomorfologia 305
gimnosperma 526
glaziarea 450
gley 503
Gondwana 566
goniatita 568

haizea 340, 343
harrapaketa 402
hazkuntza demografikoa 321, 553
hegaztiak 533
heterosfera 330
hezetasun-a 332, 347
- absolutoa 332, 348
- erlatiboa 332, 347
- espezifikoa 348
hidrograma 380
higadur zikloa 408
hobi minerala 548
hodeia 349
homosfera 330

hondartza 482
horn 458
humusa 495

ibaia 390
ibilgua 395
iceberg 443
ichthyosauria 532
ihintz-puntua 347
inlandsia 452
ionizazioa 334
ionosfera 334
iragazketa 355
isobara 341
isoieta 351
isurketa 356
- hipodermikoa 362
- lurgainekoa 356, 362
itsas-korrontea 476
izerdi-lurrunketa 356
izerdiketa 356
izoztea 464
izpi ikuskorrak 335
infragorriak 335
ultramoreak 335
X izpiak 335
gamma-izpiak 335

jurasikoa 571

kaltzifikazioa 502
kame 464
kanbrikoa 564
karboniferoa 564
karst 370
karruskadura 425, 428

klimatologia 336
kolubioia 504
konplexu gainurgoniarra 575
konplexu urgoniarra 575
kosta 483
kotilosaurioak 530
kretazikoa 571
kuaternarioa 584

lainoa 349
laterita 502
laterizazioa 502
Laurasia 566
leizea 375
lenarra 376
loess 431
lurraldeko antolakizuna 322
lurreko hezetasuna 357
lurrunketa 355

maila freatikoa 366
maila piezometrikoa 366
marea 475
martsupiala 538
meandroa 400
mesopausa 332
mesosfera 332
mesozoikoa 571
meteorologia 336
miozenoa 575
mollusca 517
monotrema 538
morrena 456
mugimendu epirogenikoa 398, 475
mugimendu eustatikoa 399, 475
multzo karstikoa 372

narraztiak 528
nektona 513
neogenoa 575
neozoikoa 584
nunata 451

olatua 472
oligozenoa 575
ordobizikoa 564
oreka-soslaia 396
ornoduna 521
ornogabea 517
orogenia alpetarra 571, 575, 578
hertziniarra 565
huroniarra 562
kaledoniarra 565
ozonoa 336

paleogenoa 575
paleontologia 508
paleozenoa 575
paleozoikoa 564
pedologia 492
permikoa 564
plakodermoa 521
planktona 513
plazentaduna 539
plesiosaurioak 532
pliozenoa 575
podzolizazioa 501
polje 375
porifera 517
poro-indizea 363
porositatea 363
presio atmosferikoa 333
presio-gradientea 341

prezipitazioa 355
pterosauria 533

ranker 503
rendzina 503

sarcodina 517
sare hidrografikoa 404
saturazio-puntua 347
sauropterygia 532
sierozem 503
silurikoa 564
solstizioa 337
squamata 532

tarn 460
termosfera 332
terraza 412
thecodontia 532
till 462
toba 372
tonboloa 483
trabertinoa 372
tracheophyta 523
triasikoa 571
trilobita 517, 568
tropopausa 331
troposfera 330, 332
tsumani 472

ugaztunak 528, 536
uharrea 390
ur grabifikoa 364
  higroskopikoa 364
  kapilarra 364
  pelikularra 364
ur-jausia 405
urola 390
uvala 374

weald 575

zenozoikoa 575
ziklo hidrologikoa 356
zikloia 341, 345
zirkoa 454