



ARRATIA HIBAIAREN ARROKO
AZTERKETA HIDROGEOLOGIKOA

IRUINEA 1980



Banco de Vizcayak

BABESTUTAKO ARGITARAPENA

EDICION PATROCINADA POR EL

Banco de Vizcaya

EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA. ZIENTZI FAKULTATEA

ARRATIA HIBAIAREN ARROKO

AZTERKETA HIDROGEOLOGIKOA

IÑAKI ANTIGÜEDAD AUZMENDI-k

ZIENTZI GEOLOGIKOETAN LIZENTZIATURAREN

GRADUA LORTZEKO AURKEZTEN DUEN TXOSTENA.

EKINE

eta

IKERNE-ri

EUSKALDUNOK AURKITZEN GARA
ZIENTZIA ARLOAN NAHIKO MOTZ.
GEURE BIHOTZA DAUKAGU BERO
TA OSTERA BURUA HOTZ.
IKAS DEZAGUN EGIN TA JARRAI
BIZITZEKO GARELAKOTZ
ZAINDU DEZAGUN GEURE ARRATIA
BAI ETA GEURE ARAMOTZ.

Arratiako harri guztiei,
Arratiako landare guztiei,
Arratiako animalia guztiei,
Arratiako ia pertsona guztiei
opa egiten deuteset lan hau.

AURKIBIDEA

1.- SARRERA	3
1.1.- SARRERA GISA	3
1.2.- METODOAK	3
1.2.1.- Baso-metodoak	3
1.2.2.- Bulegoko metodoak	4
1.2.3.- Laborategiko metodoak	4
1.3.- KOKAPEN GEOGRAFIKOA	4
1.4.- ESKERRAK EMANEZ	7
2.- EZAUGARRI GEOLOGIKOAK.....	8
2.1.- EUSKAL-KANTABRIALDEKO EZAUGARRI GEOLOGIKOAK	8
2.2.- AZTERTUTAKO ARROKO EZAUGARRI GEOLOGIKOAK	10
2.2.1.- Estratigrafia	10
2.2.2.- Tektonika	11
3.- KLIMATOLOGIA	15
3.1.- PLUBIOMETRIA	15
3.1.1.- Arratia hibaiaren arroko plubiometria	21
3.1.2.- Aramotzeko mazizo karstikoaren plubiometria	25
3.2.- TERMOMETRIA	28
3.2.1.- Arratia arroaren termometria	29
3.2.2.- Aramotzeko mazizo karstikoaren termometria	30
3.3.- IZERDI-LURRUNKETA	31
3.3.1.- Aramotzeko karsterako izerdi-lurrunketaren kalkuloa	31
3.3.1.1.- Turc-en metodoa	31
3.3.1.2.- Thornthwaite-ren metodoa	32
3.3.1.3.- Becerril-en metodoa	36
3.3.1.4.- Ondorio gisa	36

3.4.- SAILKAPEN KLIMATIKOA	37
3.4.1.- Indize klimatikoak	37
3.4.1.1.- De Martonne-ren lehortasun-indizeak	37
3.4.1.2.- Kurba onbrotermikoa	38
3.4.2.- SAILKAPEN KLIMATIKOA	39
3.4.2.1.- Koppen-en sailkapena	39
3.4.2.2.- Emberger-en sailkapena	40
4.- ARRATIA HIBAIAREN ARROKO EZAUGARRI DEOMORFOLOGIKOAK.....	41
4.1.- ARRATIA ARROKO AZTERKETA MORFOMETRIKOA	41
4.1.1.- Formazko ezaugarriak	42
4.1.1.1.- Gravelius-en trinkotasun-indizea	43
4.1.1.2.- Caquot-en batezbesteko luzangamendua	43
4.1.2.-Erliebezko ezaugarriak	44
4.1.2.1.- Maiztasun altimetrikoen histograma eta kurba hipsometrikoa	46
4.1.2.2.- Ehunekobesteen kurba hipsometrikoa : integral hipsometrikoa	49
4.1.2.3.- Errektangelu baliokidea	51
4.1.2.4.- Aldapa-indizeak	53
4.2.- ARRATIA HIBAIAREN DRENAIA-SAREAREN ANALISI KUANTI- TATIBOA	60
4.2.1.- Sarrera gisa	60
4.2.2.- Hibai-sarearen eraketa	61
4.2.3.- Datuen analisisa	65
4.2.3.1.- Ibilguen kopuruaren legea	66
4.2.3.2.- Ibilguen luzeraren legea	71
4.2.3.3.- Arroen azaleren legea	73
4.2.3.4.- Hazkuntza alometrikoaren legea	75

4.2.4.- Lortutako beste parametro batzu	76
4.2.4.1.- Drenaia-dentsitatea	78
4.2.4.2.- Ibilgu-iraunpenaren konstantea	84
4.2.4.3.- Ibilguen maiztasuna	85
4.2.5.- Arratia hibaiaaren luzerazko perfila	86
5.- ARRATIA HIBAIAREN ARROKO EZAUGARRI HIDROGEOLOGIKOAK.....	88
5.1.- KAREHARRI URGONIARRAK	88
5.1.1.- Konplexu urgoniarrari buruzko ezaugarri batzu	88
5.1.2.- Aztertutako arroko kareharri urgoniarrak	89
5.2.- ARRATIA ARROKO MULTZO AKUIFEROAK	89
5.2.1.- Multzo akuifero desberdinen determinazioa	91
5.2.1.1.- Aramotzeko multzo akuiferoa	91
5.2.1.2.- Eskubaratzeko multzo akuiferoa	98
5.2.1.3.- Indusiko multzo akuiferoa	101
5.2.1.4.- Ilunbeko multzo akuiferoa	105
5.3.- ONDORIOAK	107
1.GEHIGARRIA	108
2.GEHIGARRIA	109
3.GEHIGARRIA	111
6.- ARRATIA HIBAIAREN ARROKO EZAUGARRI HIDROKIMIKOAK.....	113
6.1.- LAGINEN JAGOTEA ETA METODO ANALITIKOAK	116
6.2.- EMAITZA ANALITIKOAK. FAZIE HIDROKIMIKOAK	118
6.3.- BESTE DETERMINAZIO BATZU	122
6.4.- KONTSUMORAKO UREN KALITATEA	125
6.5.- GATZ-EDUKIA — EROANKORTASUNA ERLAZIOA	127
7.- ONDORIOAK.....	130
8.- BIBLIOGRAFIA.....	134
9.- EUSKAL HIZTEGIA.....	139



JAKINDURIA BERA BAINO GIZARTE HONEN
ALDAKUNTZARAKO JAKINDURIAZ EGITEN DEN
ERABILPENA DA GARRANTZIZKOENA.

1. SARRERA

1.1. SARRERA GISAN

Lizentziaturazko Tesi hau, Euskal Herriko Unibertsitateko Geomorfolo-
gia eta Geotektonikazko Departamentua burutzen ari den Bizkaiko oina-
rrizko azterketa hidrogeologikoaren zati bat baino ez da.

Azterketa hau Nerbioi eta Ibaizabal hibiaren goiko arroetan hasia
da. Tesi hau Arratia hibiaren arroari dagokio, beronen burualdetik,
Gorbeia inguruan, Lemoaraino, azken puntu honetan hibiai daraman u-
ra Ibaizabalera husten duelarik.

Askotan entzun ahal izan dugunez, ur-problema arazo latzak ditugu
geure Herrian. Hau dela eta, argi eta garbi azaltzen zaigu azterketa hi-
drogeologiko sakon eta oso baten beharra, beronek hidrokimika kontutan
hartu behar lukeelarik, hau da, lurgaineko zein lurrazpiko uretan "pro-
gresuak" sortutako kutsaduraren eragina.

Benetako irtenbideak aplikatzerakoan, kutsadura horren kausa sako-
nak ezagutu behar ditugu eta berorien funtzioan lanari ekin.

Orain arte, lurrazpiko ura, eskualde honetan oso gutxi erabili den
baliabidea izan da, herri txiki batzuetan salbu. Derrigorrezkoa dugu, ba,
benetako plangintza razional bat egitea, lurgaineko eta lurrazpiko urak
batera kontsideratuz, eta dagoenaren funtzioan lanari ekin, eta ez alde-
rantziz, plangintza egin ondoren aurrera nola aterako dugun pentsatzen
hasi.

NATURAREKIKO ARMONIAZ BIZI BEHAR GARELAKO :

1.2. METODOAK

1.2.1. BASO-METODOAK.

Arratia arroaren mapa geologikoa burutzeko, Instituto Geografiko eta
Katastralaren Zuzendaritza Orokorrak ateratako 1:50.000 eskalatako mapak

erabili ditugu ; 62 (Durango) eta 87 (Elorrio) zenbakietakoak hain zuzen ere.

Era berean, Hegaldi Fotogrametrikoko Estatalaren B serieko argazki aereoak ere erabili ditugu, berak, gutxi gorabehera, 1:33.000 eskala-takoak direlarik.

Eta jakina, orain arte argitaratutako informazioa ere geureganatutugu, P. Rat-ek (1.959) emandakoa batez ere.

Iturburuetan eta gainazaleko ibilguetan egindako neurketak (kaudalenak), SEBA D-895 tipotako molinete batez burutu ditugu.

1.2.2. BULEGOKO METODOAK.

Bai arroaren morfometria eta bai drenaiaren sarearen analisi kuantitatiboa ere, formula empirikoko batzuren bitartez determinatu ditugu.

Bai ibilguen luzeraren neurketak eta bai ordena desberdinetako arroen perimetroak ere, kurbimetro arrunt baten bidez burutu ditugu.

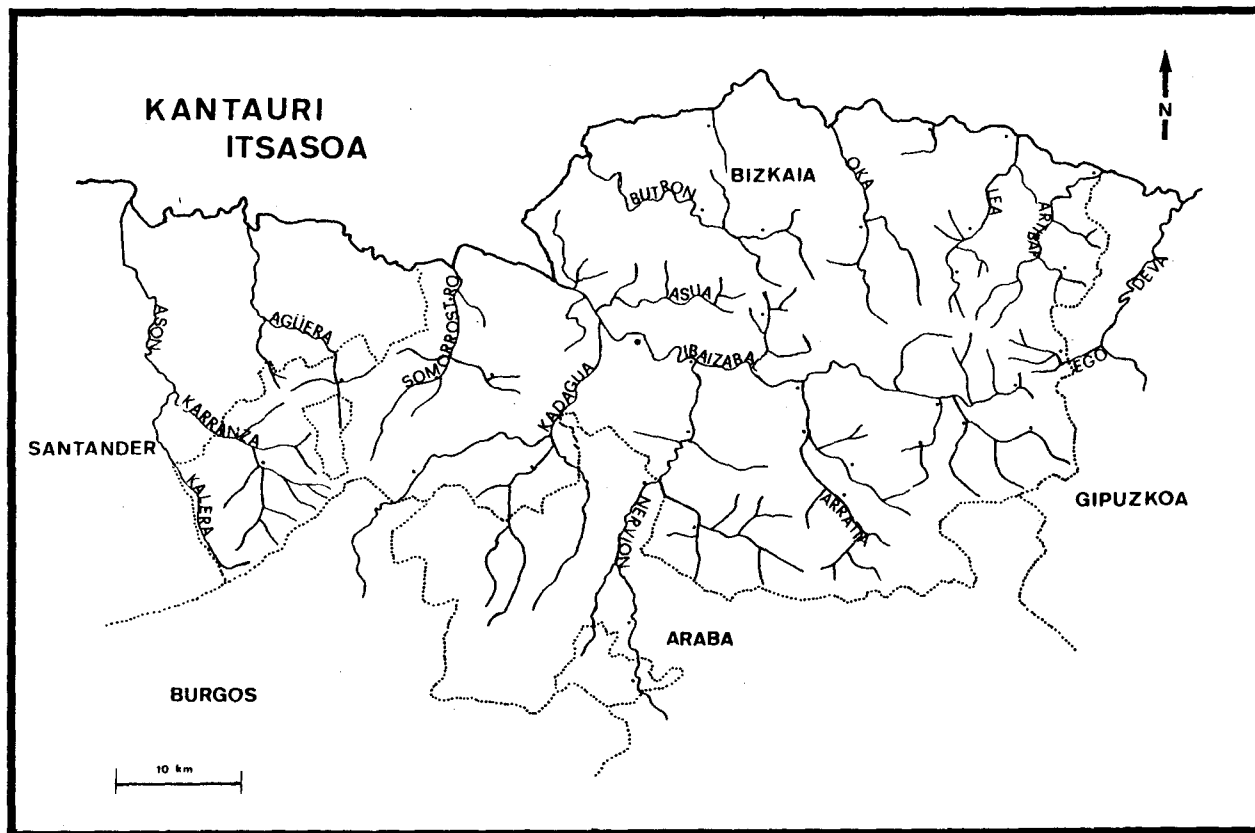
Azalaren neurketak ARI ST0 11002 tipotako planimetro baten bitartez burutu ditugu.

1.2.3. LABORATEGIKO METODOAK.

Arro honetan hartutako laginen analisiak, Bilboko Ingeniariaren Industrialeen Goi-Eskola Teknikoan egin dira, Geomorfologia eta Geotektonikazko Departamentuarekin elkarlanean.

1.3. KOKAPEN GEOGRAFIKOA

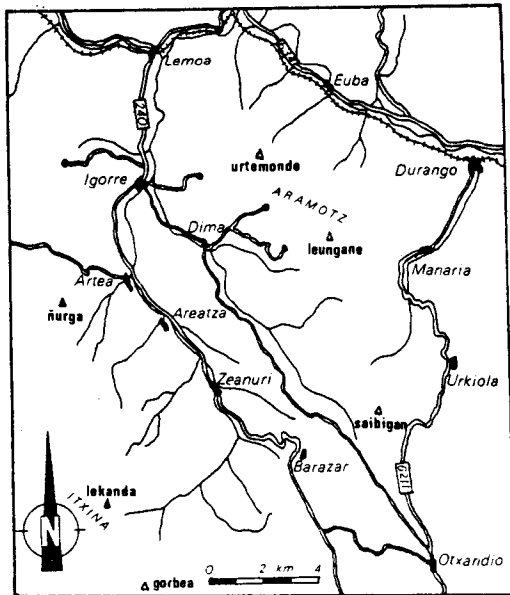
1-1 irudian Bizkaiko hiba guztien eraketa azaltzen da, bertan aztertutako arroa ikusten delarik. Arro honen azalera $136,30 \text{ Km}^2$ -takoa da eta Ekialdean (E) Ibaizabal hibaia goiko arroak mugatzen du, bertatik Aramotz mazizoko goruneek separatzen dutelarik. Mendebaldean (W), berriz, Nerbioi hibaia goiko arroak mugatzen du, bertatik Itxina mazizoa separa-



1-1 irudia : Bizkaiko hibaiei eraketa orokorra.

tzen duelarik. Hegoaldetik (S), Barazar mendiateko puntaraino hedatzen da, bertan Arabako lautada hasten delarik, eta Iparraldetik (N) Lemoaraino, non Arratia hibaiak daraman ura Ibaizabalera husten duen.

Arroaren gutxieneko altituddea 80 m-takoa da Lemoako hustupuntuan, hain zuzen ere, eta gehienekoa 1.360 m-takoa arroaren goiko aldean, Gorbaiatik hurbil.



1-2 irudia : Arroaren kokapen geografikoa.

Mendirik nabarmenenak hauek dira :

Upo (605), Urrekoatxa (582), Bargondia (536), Dibalei (576) arro barnean, eta

Urtemondo (789), Leungane (1009), Arrietabaso (1022), Saibigain (932), Altune (765), Arralde (941), Aldamin (1.362), Lekanda (1.302), Nurga (608), Arrano (381), arroaren ertzeetan, arroa mugatuz.

Arro honetan ondoko munizipio hauk daude : Zeanuri, Areatza, Artea, Igorre, Dima eta Lemoa.

Komunikabiderik nagusienak hauek dira : N-240 kaminoa (Bilbo -Gasteiz) arro osoa iparraldetik hegoaldera zeharkatzen duena eta bestetik Igorretik Otxandiora abiatzen dena, Indusi hibaia (Arratiaren hibaia-darra) haranean zehar.

1.4. ESKERRAK EMANEZ

- J. Javier Cruz-Sanjulián jaunari Euskal Herriko Unibertsitateko Geomorfologia eta Geotektonikazko Departamentuaren zuzendaria, Tesi honen zuzendaritzan erakusitako interesarengatik.

- J.I. Aspuru jaunari (Iberduero S.A.koa) azterketa klimatologikoa eta arroaren balantze hidrikoa burutzeko behar izan ditugun datu pluviometrikoak eta termometrikoak berak eskaini dizkigulako.

- Orueta jaunari (Iparraldeko Konfederakuntza Hidrografikokoa) emandako datu pluviometrikoengatik.

- G. Gomez jaunari (Bilboko Injinadore Industrialen ETSkoa) laginen analisiak egin zituelako, bere Lizentziaturazko Tesi bezala, eta I. Grazia jaunari Tesi honen zuzendaria izanik.

- J.Ramon Etxebarria adiskideari, azterlan hau euskaratzean emandako laguntzarengatik.

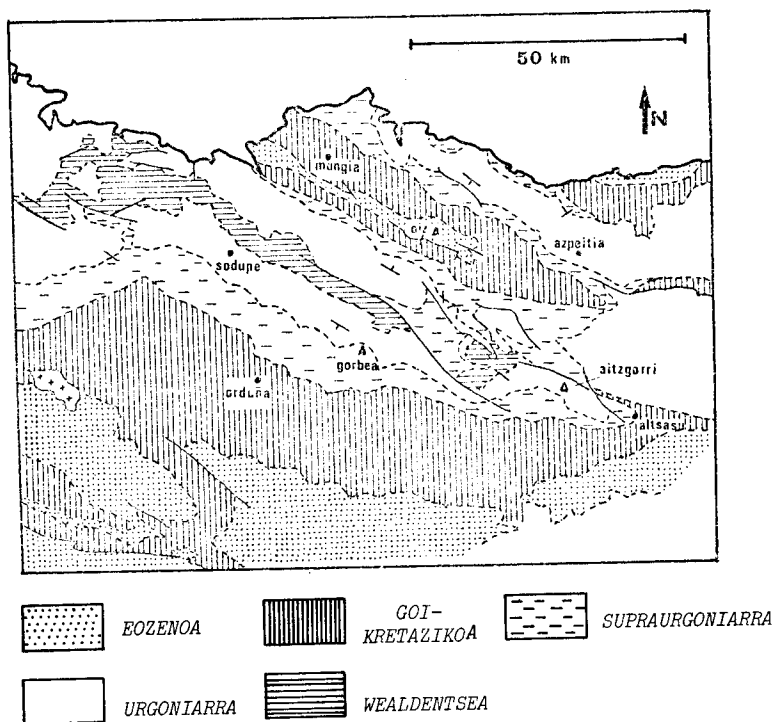
- F. Saenz de Etxenike adiskideari elkarlanean aritu garelako.

- Zeanuri, Areatza, Artea, Dima eta batez ere, Igorre eta Lemoako udalei, azterlan hau burutzeko emandako erraztasunengatik.

2. EZAUGARRI GEOLOGIKOAK

2.1. EUSKAL-KANTAUrialDEKO EZAUGARRI GEOLOGIKOAK

Lurralde honetan egindako azterlanen artean, osoenetariko bat P. Rat-ena (1.959) dugu, berton lurralde honetako ezaugarri geologikoak azaltzen direlarik. 2-1 irudian, Rat-en lanetik hartua (op. cit.), Euskal-Kantaurialdeko marka geologikorik aipagarrienak ikus ditzakegu.



2-1 irudia : Euskal-Kantaurialdeko eraketa tektoniko orokorra. (Rat-en lanetik hartua).

Somatu ahal denez lurralde honetako lerrokapen tektoniko orokorrek NW-SE direkzioa dute eta Bilboko antiklinorioa eta bai apur bat iparralde-
ragoa dagoen Bizkaiko sinklinorioa ere definitzen dizkigute.

Euskal-Kantaurialdean agertzen diren materialerik zaharrenak (Dipiroetako triasikoa eta Gernikaldeko Jurasikoa, aparte utzirik), wealdientse faziekoak dira, hau da, Neokomientsea-Barremientsea denboratarte-koak (Behe-Kretazikoa). Ikus gehigarrietan Unitate Kronoestratigrafiko-en taula.

Materiale hauk Bi lboko antiklinorioko nukleoan agertzen dira, Laredo aldetik Aiskorri mazizoraino. Materiale hauen litologia hau da : garau finetako hareharriak eta argilita beltzak (harbelak deiturikoak), -askotan piritarekin- elkarren txandan (flysch). Rat-ek fazie beltza deitzen dio flysch honi .

Fazie honen gainetik konplexu urgoniarra dago (Aptientsea - behe-Albientsea), jatorriz arrezifala den kareharri-multzo batez eraturik, berau formazio detritiko baten barruan dagoelarik. Albotako fazie-aldaketak ugari dira konplexu honetan. Kareharri-multzo horri dagozkio, hain zuzen, erliebeko gailurrik nabarmenenak; hala nola : Anboto eta Aizkorri kateak, Itxina eta Aramotz mazizoak,.....
Formazio detritikoan hareharri karetsuak eta kareharri tupatsuak ugari dira.

Aipaturiko materialeen gain konplexu supraurgoniarra (goi-Albientsea - behe-Zenomanientsea) dago., batez ere, hareharritz eraturik dagoena. Hareharri hauekin batera eta flysch fazietan eraturik, burdinezko noduluak dauzkaten argilita horritsuak agertzen ohi dira. Konplexu honetan kareharri-multzo batzu ere ba daude.

Goi-Kretazikoko materialeak (Zenomanientsetik Maestrichtienserraino) tupaz, hareharritz (batzutan flysch fazietan) eta kareharri masiboz eraturiko sekuentzia handi batetan daude adierazita.

Behe-Eozenoari dagozkion materialeak flysch fazietan dauden tupak eta hareharriak dira eta berauen gain Erdi-Eozenoko kareharri-multzoak eta hareharriak agertzen dira.

Azken materiale hauk (Erdi-Eozenokoak) dira, hain zuzen, Euskal-Kantaurialdean agertzen diren berrienak, gainazaleko formazioak (alubioiak, kolubioiak....) kanpo utzita, eta Bizkaiko sinklinorioko nukleoan azaltzen dira, bertan kareharri-multzoek gorunerik nabarmenenak eragiten dituztelarik : Oiz mendia (1.026 m.).

2.2. AZTERTUTAKO ARROKO EZAUGARRI GEOLOGIKOAK

Esan beharra dago, arro honetako azterketa geologikoa ez dela izan azterlan honen helburua. Hala eta guztiz ere, beharrezkoa dugu beste era bateko ezaugarriak (akuiferoak non dauden, uraren zirkulazioa zein den..) finkatzerakoan, ezaugarri geologikoak ezagutzea. Horregatik, orain arte egon den eskualde honetako geologiari buruzko informazioa batuz, eta guk geuk egindako azterketa geologikoa ere kontutan hartuz, eskualde honetako eraketa tektonikoa finkatu dugu, orain arte egon dena zehaztatuz.

2.2.1. ESTRATIGRAFIA

Aztertutako arroa, Bilboko antiklinarioko ertaldean dago.

Arro honetan agertzen diren materialerik zaharrenak Neokomientsea - Behe-Aptientsea bitartekoak dira eta wealdientse fazie izenez ezagutzen ditugu. Batez ere detritikoa den sekuentzia handi batetan dago errepresentatuta, bertan argilita beltzak-askotan piritarekin- agertzen direlarik. Argilita hauen koloreagatik, Rat-ek " fazie beltza " deitzen dio sekuentzia honi. Argilitaz gainera garau finetako hareharriak ere badaude, eta bai igeltsu-kapa batzu ere.

Materiale hauk arro honetako leku bitan agertzen dira : Dimako antiklinalean, nukleoan hain zuzen, eta Zeanuri-Barazar aldean, non Bilboko antiklinarioko txarnela eta SW mazela eratzen dituzten. Azken alde honetan, NW-SE direkzioko fazie-aldaketa bat nabarmena da.

Aptientsea - Behe-Albientsea denborataratean, jatorriz arrezifal eta

pararrezifal diren Polípero eta Rudistak dauzkaten kareharrak garatzen dira (Toukasiadun kareharriak), berauk formazio detritiko baten barruan kokatzen direlarik. Multzo heterogeneo hori "konplexu urgoniarra" ize-nez ezagutzen dugu. Konplexu honetan albotako fazie-aldaketak ugari dira, zehatzean ikusiz, eraketa nahiko konplikatuak emanez; esate baterako, Lemoako SE aldean agertzen dena. Konplexu honetako beheko partean kareharri tupatsuak, hareharri karetsuak eta hondar ikatzuak dauzkaten tupa haretsu beltzak daude, goiko partean ehundaka metrotako kareharri-multzoak (kareharri urgoniarrak: Aramotz, Eskubaratz, Urrikoatxa, Itxina....) dauden bitartean (Aramotzen eta Rat-en ustez -1.959, 238. or.-, 500 metrotaraino heltzen da kareharrion lodiera).

Kareharri-multzo hauen azpitik lodiera txikiago beste kareharri-multzo batzu nabaritzen dira (Zanburu, Ilunbe, Bargondia..).

Goi-Albientsea - Behe-Zenomanientsea denboratarteko materialeak, "konplexu supraurgoniarra" izenez ezagutzen ditugu eta, batez ere, hareharri ikatzu eta mikatsuz eraturik dago, lokalki, argilitekin txandaka (flysch) agertzen direlarik, wealdientse fazie antzeko fazie bat emanez.

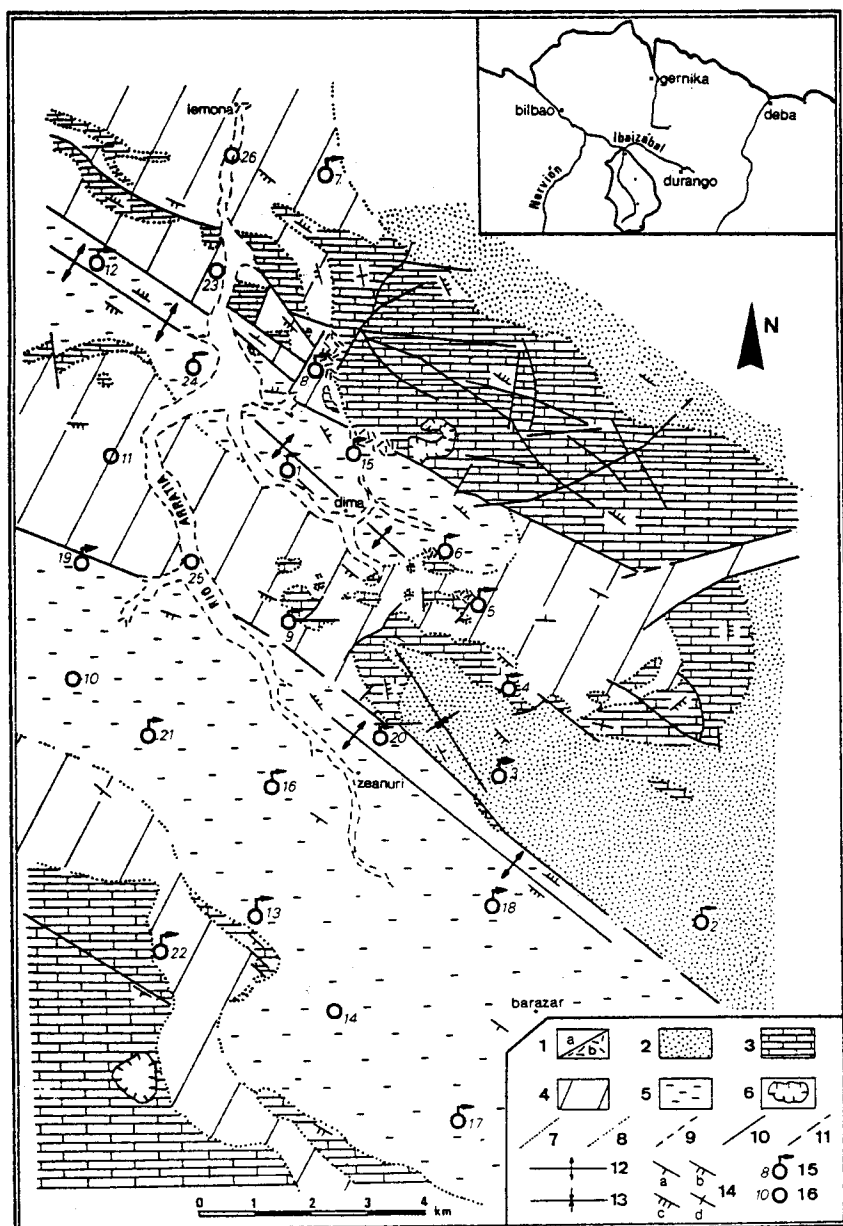
Arro honetan ez Goi-Kretazikoko materialeak eta ez Tertziariokoak ere ez dira agertzen.

2.2.2. TEKTONIKA

Lehen aipatutako Euskal-Kantaurialdeko direkzio estruktural nagusia (NW-SE) hemen ere nabaritu egiten da.

Arro honetako tektonika, hau da, materialeen eraketa, aztertzean, antiklinaleak eta sinklinaleak elkarren txandan agertzen direla konturatzen gara, NW-SE gutxi gorabeherako direkzioa kontserbatuz. Tolestura hauk (antiklinale-sinklinaleok) segidan aztertuko ditugu.

Dinako antiklinalea : beronen nukleoan Wealdentsearen materialeak agertzen zaizkigu. Antiklinale honetako NE mazela, Lemoako SW aldean dagoen Man



2-2 irudia : Arratia arroan egindako kartografia.

ARRATIA HIBAIAREN ARROKO MAPA GEOLOGIKOAREN GEHIGARRIA :

(2-2 irudia).

1 = Depositu modernoak.

a = alubioiak.

b = mendi-oinak.

2 = Konplexu supraurgoniarra (hareharri ikatzu eta mikatsuak).

3 = Kareharri urgoniarrak.

4 = Konplexu urgoniarreko baseko sekuentzia (hareharri karetsuak, kareharri tupatsuak, tupa haretsu beltzak).

5 = Argilita beltzak, askotan piritadunak, garau finetako hareharriak, igeltsu-kapa batzu ere (wealdientse faziea).

6 = Dolinak.

7 = Kontaktu normala.

8 = Gutxi gorabeherako kontaktu normala.

9 = Kontaktu diskordentea.

10 = Kontaktu mekanikoa.

11 = Kontaktu mekanikoa (gutxi gorabeherakoa).

12 = Ardatz antiklinala.

13 = Ardatz s inklinala.

14 = Geruzen direkzio eta okermendua (a $\leq 30^\circ$; b = $30-59^\circ$; c = $60-89^\circ$; d = 90°).

15 = Iturburua eta berorren zenbakia.

16 = Lurgaineko ibilgutuan hartutako lagina eta berorren zenbakia.

doiaraino luzatzen den Artauneko apurtuneak moztuta dago. Apurtune honek Wealdentseko materialeak eta konplexu urgoniarreko kareharri-multzoak elkarren ondoan jartzen ditu. Eskeinitako kartografian (2-2 irudian) ikus daitekeenez, Dimako antiklinalea itxi egiten da hertsipen periklinal gisan. Antiklinale honen ardatza kurbatu egiten da, Arratia hibaia pasatzearan, Aramotzeko kareharriek fazie-aldaketa duteneko aldean, hain zuzen ere.

Dimako antiklinalearen hegoaldean, eta Eskubaratzeko hertsipen periklinalari jarraituz, *Indusiko sinklinalea* dugu, beronek hertsipen periklinal bat eratzen duelarik, kareharri-multzo batzu NW alderaino luzatzen ba dira ere. Sinklinale honetako SW mazela, Areatzako apurtuneak moztuta dago, berau Ugaotik Barazar mendiateko puntaraino luzatzen delarik. (Apurtune hau Rat-ek (1.959) seinalaturik dago).

Apurtune honek, Indusiko sinklinalea eratzen duten konplexu urgoniar eta supraurgoniarreko materialeak eta *Arratiako antiklinaleko* nukleoa (Bilboko antiklinorioaren ardatzean) eratzen duten wealdientseko materialeak elkarren ondoan jartzen ditu, azken antiklinale honetako NE mazela arinki mozten duelarik. Arratiako antiklinaleko SW mazela, ostera, serie monoklinal batetan dago adierazita, non wealdentseko materialetaz gainera, konplexu urgoniarrak ere osorik azaltzen den, bertako kareharri-multzoek Itxina mazizoa eratzen dutelarik. Itxina eta Aramotz mazizotako kareharriak, estratigrafikoki, parekoak dira.

Esan beharra dago ere, Aramotzeko kareharri-multzoan sinklinale bat dagoela, motela bada ere, zeren eta horrela justifika baitaikete pixka bat ekialderago eta arro honetatik kanpo agertzen den Mugarrako antiklinalea.

3. KLIMATOLOGIA

Eskualde honetako klimatologia lan honen funtsezko helburua ez bada ere, azterketa hidrogeologikoa egiterakoan guztiz beharrezkoa dugu prezipitazio eta tenperaturaren karakteristikak ezagutzea eta bai beraien banaketa ere espazioan zein denboran. Honela egin genezake eskualde horri dagokion ur-baliabideen estimazioa.

Kapitulu honen helburuak, ba, ondoko hauk ditugu :

- karakteristika horik (P eta T) finkatzea.
- eskualde honetako benetako izerdi-lurrunketa (ETR) determinatzea, hau da, lurrunketa eta landaretzak eragindako izerdiketaren bitartez atmosferara itzultzen den prezipitazioaren zati horren determinazioa.

Azkenez, eta ondorio gisan, sailkatu egin dugu eskualde hau, norma-lean erabiltzen diren sailkapen klimatologiko batzuren bidez.

3.1. PLUBIOMETRIA

Sail hau burutzeko orduan , kontutan izan ditugu Euskal-Kantaurialdeko hurrengo mapetan (1) dauden neurtokietako datuak (3-1 irudia).

Lurralde honetan, Zerbitzu Meteorologiko Estatalaren arauera 66 neurtoki daude. Hauetarik 45 Ipar Arroan eta 21 Ebroaren Arroan. Neurtoki guztiok 3-1 taulan agertzen dira non beste gauza batzu ere azaltzen diren; hala nola :

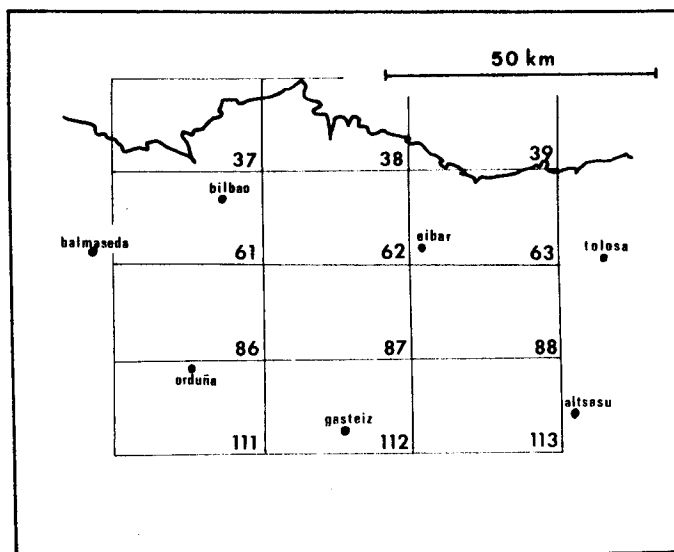
- bakoitzaren adierazgarria, aipaturiko Zerbitzuaren arauera.
- agertzen deneko maparen zenbakia (1 : 50.000 eskalatakoa).
- dagoeneko kota (metrotan).

.....

(1) Instituto Geografiko eta Katastralaren Zuzendaritza Orokorrak ateratakoak. Eskala 1 : 50.000 da.

- hartutako denboratartea (izan ditugun datuen funtzioan).(1).
- denboratarre horretako urteko batezbesteko prezipitazioa (milimetrotan).

Hala eta guztiz ere, 66 neurtoki hoietatik, 28 baztertu egin ditugu, bertako datuak, daudenean, fidagarriak ez direlako. Beste 38 neurto-kietako datuekin Euskal-Kantaurialdeko isojeten mapa eraiki dugu, non isojeten urrunkidetasuna 100 mm. den (3-2 irudia).



3-1 irudia : Azterketa pluviometrikoa burutzeko hartutako mapak.

(1) : Euritako datuen tratamenduan, ondoko informazio-iturriak erabili ditugu :

- 1.951 - 1.961 denboratarrean : Aurrekoetxea - Aspuru (1.961).
- 1.961 - 1.973 denboratarrean : Boletín Meteorológico Nacional.
- 1.967 - 1.976 denboratarrean : INGEBA (1.978).

IPAR ARROA

ZENBAKIA (1)	NEURTOKIA (1)	HORRIA (2)	KOTA (3)	PREZIPITAZIOA (4)	DENBORATARTEA
025	*Zerain	88	338	1.237	1.951 - 1.961
026	*Beasain	88	171	1.450	1.960 - 1.976
037	*Legazpia	88	402	1.500	1.951 - 1.973
039	*Azpeitia	63	84	1.595	1.972 - 1.973
043	Salinas de Leniz	112	458	---	-----
044	*Escoriaza	87	279	1.156	1.951 - 1.966
044A	Escoriaza Tesa	87	279	1.156	1.951 - 1.966
044E	Aretxabaleta	87	279	---	-----
045	*Mondragon	88	216	1.357	1.951 - 1.966
046	*Aranzazu (Ntr. Sra.)	113	770	1.632	1.951 - 1.976
047	*Oñate	88	231	1.296	1.963 - 1.973
047A	Oñate instituto	88	231	1.160	1.968 - 1.969
050	*Eibar	63	121	1.482	1.951 - 1.976
050A	Eibar instituto	63	121	---	-----
050I	Elgoibar	63	121	---	-----
051	*Deba	63	5	1.118	1.951 - 1.961
052	*Motriko	63	49	1.335	1.951 - 1.966
053	*Etxebarria	63	105	1.550	1.960 - 1.976
054	*Markina	63	85	1.541	1.951 - 1.973
055	*Lekeitio	39	12	1.438	1.951 - 1.961
056	*Mendata	62	245	1.642	1.970 - 1.973
056E	*Arrazua	62	84	1.614	1.967 - 1.976
057	Mungia	38	28	---	-----
058	*San Lorenzo Maruri	37	60	1.575	1.970 - 1.973
059	*Punta Galea	37	20	1.053	1.951 - 1.961

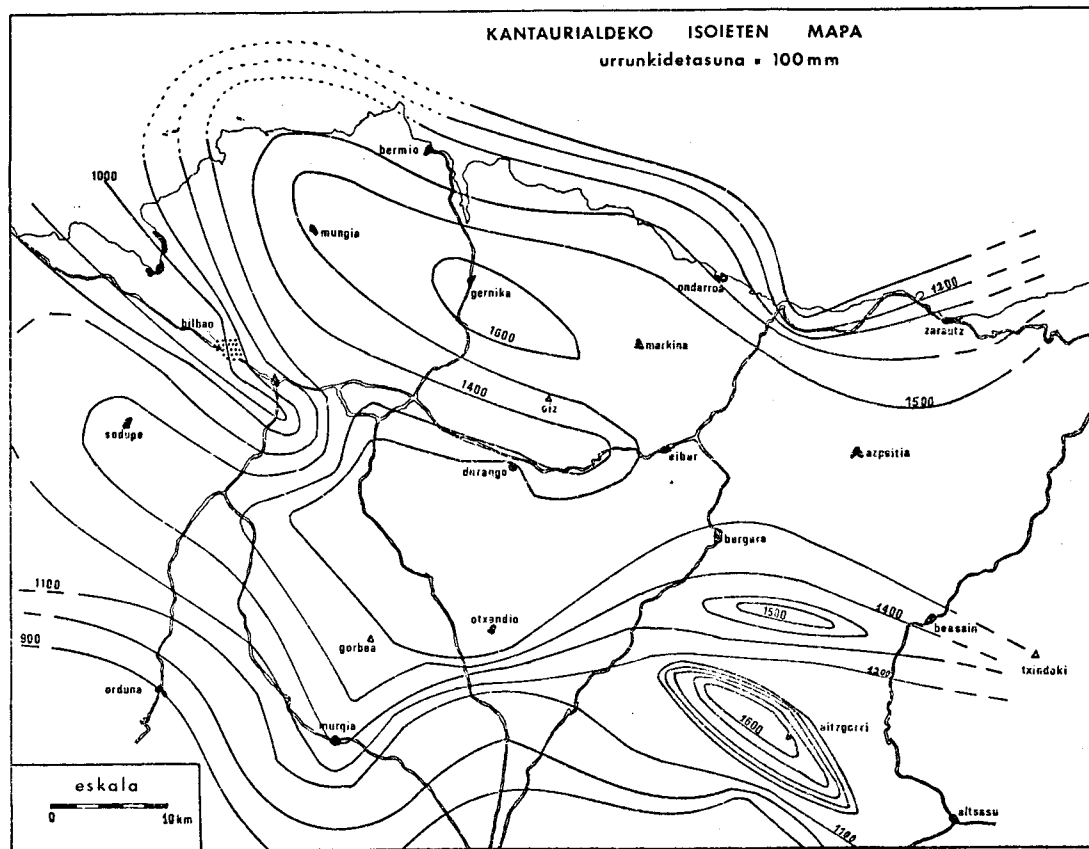
3-1 taula.- Isojeten mapa burutseko erabilitako neurtoki pluviometricoak.
 (1) Zenbitsu Meteorologikoren arauera.
 (2) Instituto Geografikoren 1:50.000 eskalako horriak.
 (3) metrotan
 (4) milimetrotan.

IPAR ARROA (jarr.)

ZENBAKIA	NEURTOKIA	HORRIA	KOTA	PREZIPITAZIOA	DENBORATARTEA
060	* Amurrio instituto	86	219	1.070	1.951 - 1.976
060A	Amurrio colegio	86	219	1.070	1.951 - 1.976
062	* Llodio	86	126	1.375	1.951 - 1.961
066	Zollo	61	316	---	-----
0670	Arrigorriaga	61	59	1.307	1.972 -1.973
067I	Miravalles	61	70	---	-----
068	* Basauri	61	81	1.062	1.951 - 1.976
069I	Elorrio	87	182	---	-----
070	* Abadiano - Mendiola	87	130	1.497	1.967 - 1.976
071	* Durango	62	114	1.511	1.951 - 1.961 / 1.967 - 1.976
071A	Durango Villa	62	114	---	-----
074I	Villaro	87	141	1.076	1.972 - 1.973
075	* Dima	87	130	1.586	1.967 - 1.976
075E	* Aranzazu	87	98	1.520	1.967 - 1.976
076	La Cruz de Galdakano	62	70	1.363	1.970
077	(Larraskitu)	-	-	---	-----
0780	Sodupe	61	40	---	-----
079I	Gordejuela	61	50	1.290	1.973
082	* Sondika	61	45	1.268	1.947 - 1.979
083G	Onton	37	40	1.266	1.973

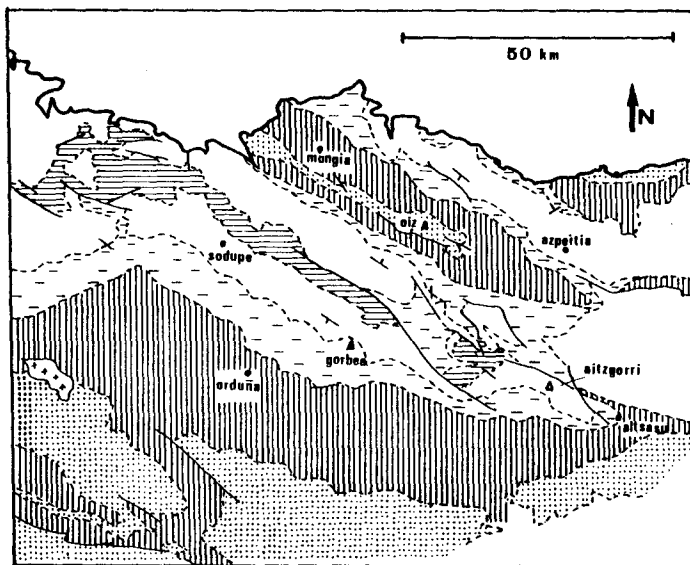
EBROAREN ARROA

ZENBAKIA	NEURTOKIA	HORRIA	KOTA	PREZIPITAZIOA	DENBORATARTEA
072	* Zuya "Murguia"	112	618	1.360	1.951 - 1.961
072E	* Cuartango "Anda"	111	606	1.071	1.951 - 1.961
074	* Salvatierra	113	605	614	1.968 - 1.970
0740	* Arriola	113	638	870	1.951 - 1.961
074E	* San Millán "Narvaja"	113	594	1.053	1.951 - 1.961
075	Landa	112	546	---	-----
076	* Ullibarri Gamboa	112	559	969	1.951 - 1.961
076E	Arroyabe	112	520	976	1.972 - 1.973
076I	Zeanuri "Zubizabal"	87	590	---	-----
077	Ubidea	87	574	---	-----
077E	* Otxandiano	87	559	1.572	1.951 - 1.961
078	* Villarreal Alava	112	575	1.056	1.968 - 1.973
080	* Urrunaga	112	529	1.048	1.951 - 1.961 / 1.967 - 1.973
083	* Alegría "Gaceta"	113	567	823	1.967 - 1.973
084	Estíbaliz	112	617	---	-----
086	* Arcaute	112	515	799	1.967 - 1.973
087	* Vitoria aeropuerto	112	550	859	1.951 - 1.973
087A	Vitoria instituto	112	550	932	1.967 - 1.968
089	Zigoitia Gopegi	112	599	---	-----
091	Zigoitia Letona	112	689	---	-----
0910	Vitoria Antezana	112	550	---	-----



3-2 irudia : Euskal-Kantaurialdeko isojeten mapa.

Mapa honetan agertzen diren isojeten eraketak ba du zerikusirik lurralde honetako direkzio tektoniko nagusiarekin; berau ondoko irudian azaltzen da, Rat-en (1.959) lanetik hartutako datuekin eginda.



3-3 irudia : Lurraldeko eraketa tektonikoa.

Seguruen, erlazio honen jatorria lerrokapen topografiko netuen existentzian bilatu behar da, berorik direkzio estrukturaiek kontrolatzen dituztelarik eta azken hauen eragina prezipitazioen banaketan argiro markatzen delarik.

3.1.1. ARRATIA HIBAIAREN ARROKO PLUBIOMETRIA

Arro honetan ondoko neurtokiak agertzen dira :

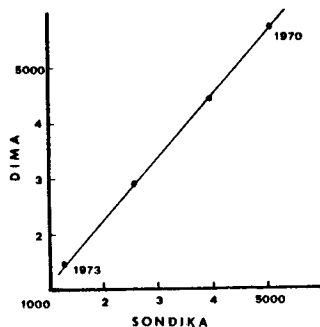
<u>Seinalagarria</u>	<u>Izena</u>	<u>Kota(m)</u>	<u>Denboratartea</u>	<u>Urteko batezb.P(mm)</u>
075	Dima	130	1.967 - 1.976	1.586
075E	Aranzazu	98	1.967 - 1.976	1.520
074I	Areatza	141	1.972 - 1.973	1.076

Aurreko hauei beste bat gehitu behar diegu, Zerbitzu Meteorologikoan agertzen ez dena : Undurraga; honi dagokio urteko batezbesteko prezipitazioa 1.405 mm-takoa da 1.977 - 1.979 denboratarterako, kota 150 m-takoa izanik. Datu hauk " Penintsulako Iparraldeko Konfederakunde Hidrografikoa " delako erakundean hartuak ditugu.

Hau guztiau kontutan harturik, ondo eritzi diogu Dima eta Arantzazu neurtokiak Arratia arroaren errepresentagarritzat hartzeari, serie pluviometrikorik luzeenak dauzkatelako.

Beste aldetik, eta datu hoiien fidegarritasuna frogatu nahirik, "masa bikoitzak" izeneko koerlazioa egiteko beharrean aurkitu gara. 3-1 taulan agertzen diren datuak direla eta, Sondika hartu dugu standar bezala, bertako datuak fidagarriak eta denboratarate luze batetakoak (1.947 - 1.979) direlako.

Koerlazio honen emaitza ondoko irudian azaltzen da.



3-4 irudia : Dima eta Sondika neurtokietako datuen koerlazioa.

Ikus daitekeenez, ez da zertan agin behar izan zuzenketarik. Horregatik, datuak dauden bezala hartu ditugu. Hala ere, esan beharra dago, Diman 1.967 - 1.976 denboratarterako batezbesteko baloreak (hileetakoak zein urtekoak) izan baditugu ere, ez ditugula izan denboratarate horretako urte bakoitzari dagozkionak, 1.970.etik 1.973.erakoak salbu. Berauekin egin da beraz,

goiko grafikoa.

Arantzazuko kasuan, berriz, bi urtetako (1.972 - 1.973) baloreak soilik izan ditugunez, ezina izan dugu holakorik egitea.

Hona hemen, ba , Dima eta Arantzazurako, 1.967 - 1.976 denboratar-
teko batezbesteko datuak. Datu hauk mm-tan emanak dira.

DIMA

Urtarrila = 156	Maiatza = 118	Iraila = 82
Otsaila = 170	Ekaina = 79	Urria = 136
Martxoa = 170	Uztaila = 40	Azaroa = 198
Apirila = 162	Abuztua = 90	Abendua = 185

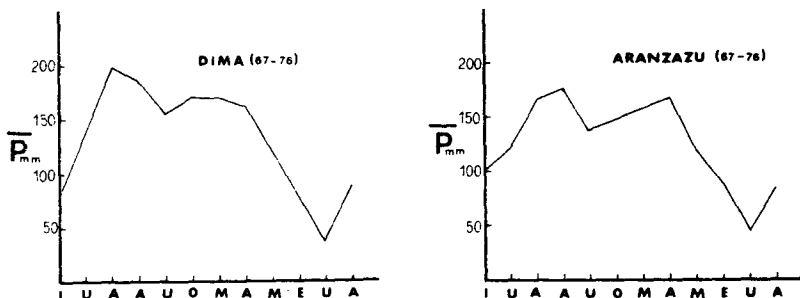
Urteko batezbesteko prezipitazioa = 1.586

ARANTZAZU

Urtarrila = 138	Maiatza = 117	Iraila = 103
Otsaila = 149	Ekaina = 89	Urria = 120
Martxoa = 159	Uztaila = 47	Azaroa = 165
Apirila = 169	Abuztua = 87	Abendua = 177

Urteko batezbesteko prezipitazioa = 1.520

eta grafikoki jarrita :



3-5 irudia : Prezipitazioaren hileetako banaketa
Diman eta Arantzazun, seinalatzen
den denboratarterako.

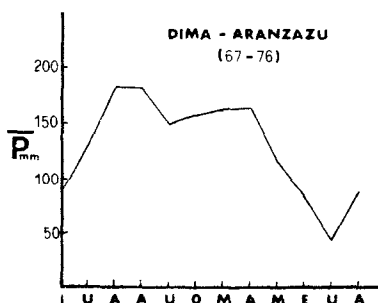
Grafikoen antzekotasuna nabarmena denez gero, ontzat jo dugu balore
hauen batezbestekoak hartzea, Arratia arro osorako.

ARRATIA (mm-tan).

Urtarrila = 147	Maiatza = 117,5	Iraila = 92,5
Otsaila = 159,5	Ekaina = 84	Urria = 128
Martxoa = 164,5	Uztaila = 43,5	Azaroa = 181,5
Apirila = 165,5	Abuztua = 88,5	Abendua = 181

Urteko batezbesteko prezipitazioa = 1.553

eta era grafikoan :



3-6 irudia : *Prezipitazioaren hileetako banaketa*
Arratian, seinalaturiko denboratarterako.

Irudi honetan ikusten denez, hilabeterik euritsuenak Azaroa eta Abendua dira (180 mm-tik gora), eta lehorrena Uztaila (45 mm-tik behera).

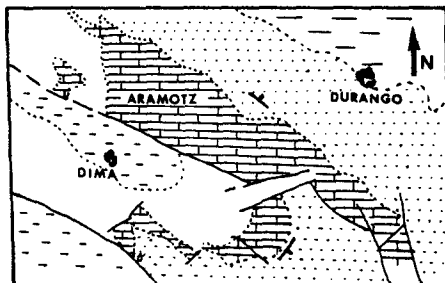
Horrela, ba, Arratia osorako irteten zaigun urteko batezbesteko prezipitazioa 1.553 mm-takoa da, berau ados dagoelarik 3-2 irudian agertzen den isojeten eraketarekin. Arratiaren azalera 136,30 km² dela kontutan harturik, 211,67 Hm³ da arro honetan urtero jausitako ur-bolumena (ekarpen plubiometrika).

Hona heldu garelarik, komenigarria litzateke puntu batzu berresatea: atera ditugun balore hauk, Dima eta Arantzazuko neurtokietako 10 urtetako denboratartereko datuen funtzioan daude. Hala ere, oraindik berriak diren beste neurtoki batzu ere ba daude (Areatza eta Undurraga), eta beste batzu ipini beharko dira epe laburrean. Hauek guztiok epe luzean emango dizkiguten datuekin posiblea izango dugu parametro hauk finkatzea, errua ahalik eta txikiena izanik. Hori espero dugu, behintzat.

3.1.2. ARAMOTZEKO MAZIZO KARSTIKOAREN PLUBIOMETRIA

Arratiako plubiometria ikusia denez, oraingo honetan Aramotzeko karstekoa ikustera pasatuko gara. Kontutan hartu behar da geroago egingo den eskualde honetako ur-balantzerako, datu hau guztiz derrigorrezkoa daukagula.

Hona hemen karst honen kokapena :



3-7 irudia : Aramotzeko mazizoaren kokapena eta inguruko neurtokiak.

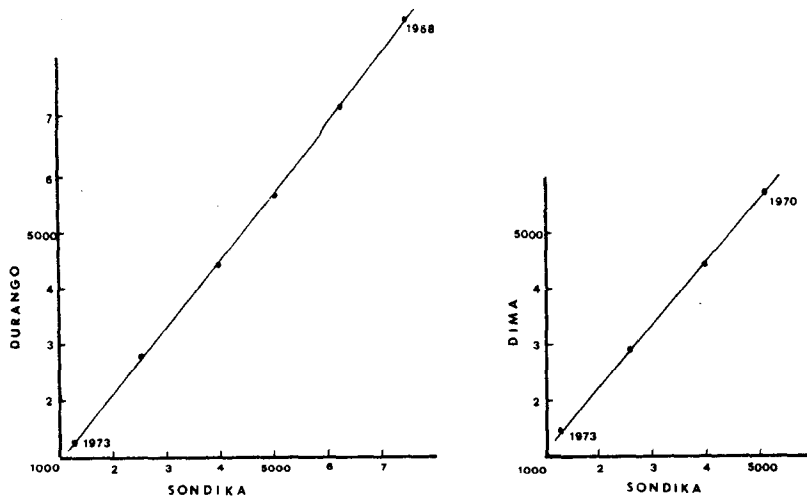
Mazizo hau lerrokapen tektoniko orokorrarekin batera etortzen den kararri urgoniarrezko agermendua da. Honen inguruan neurtoki bi aurkitzen dira : Dima, W mazelan eta Durango , E mazelan.

Hauen baloreak, 1.967 - 1.976 denborataratean, ondokoak ditugu :

<u>Seinalagarria</u>	<u>Izena</u>	<u>Kota (m)</u>	<u>Denborataratea</u>	<u>Urteko bb.ko P (mm)</u>
071	Durango	114	1.967 - 1.976	1.511
075	Dima	130	1.967 - 1.976	1.586

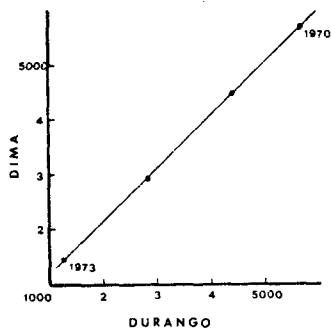
Lehen egin dugun moduan, orain ere erroreak detektatzeko "masa bikoi-tzak" izeneko metodoa erabili dugu, Sondika standar bezala hartuz.

Koerlazio hori hurrengo irudian agertzen da :



3-8 irudia : *Dima-Sondika eta Durango-Sondika*
neurtokietako datuen koerlazioa,
seinalaturiko denboratarterako.

Era berean, metodo hori Dima eta Durangoko neurtokietako datuen artean ere aplikatu dugu, ondoko grafikoan ikus daitekeenez :



3-9 irudia : *Durango-Dima* neurtokietako datuen
koerlazioa.

Hau dela eta, ez dugu zuzenketarik egin, eta datuak dauden moduan erabili ditugu.

Bi neurtoki hauetako prezipitazioaren hileetako banaketa, 1.976 -
1.976 denboratarterako, ondoko taula eta grafikoetan azaltzen da :

DIMA (mm-tan).

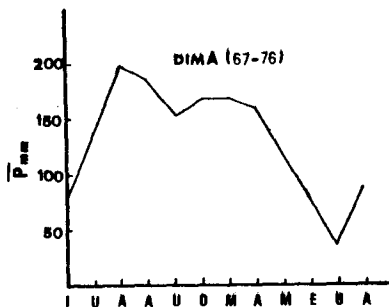
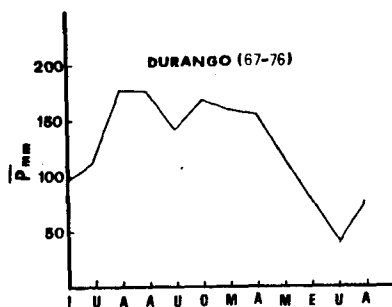
Urtarrila = 156	Maiatza = 118	Iraila = 82
Otsaila = 170	Ekaina = 79	Urria = 136
Martxoa = 170	Uztaila = 40	Azaroa = 198
Apirila = 162	Abuztua = 90	Abendua = 185

Urteko batezbesteko prezipitazioa = 1.586

DURANGO (mm-tan).

Urtarrila = 143	Maiatza = 116	Iraila = 98
Otsaila = 169	Ekaina = 77	Urria = 114
Martxoa = 160	Uztaila = 41	Azaroa = 180
Apirila = 155	Abuztua = 79	Abendua = 179

Urteko batezbesteko prezipitazioa = 1.511



3-10 irudia : Prezipitazioaren hileetako banaketa
Durangon eta Diman, seinalaturiko
denboratarterako.

Hauen antzekotasuna dela medio, ondo eritzi diogu balore hauen batezbestekoak hartzeari, gero Aramotzeko mazizoan aplikatzeko.

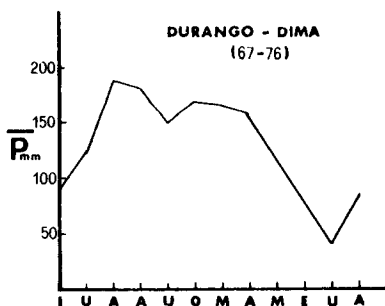
Hona hemen balore hauk :

ARAMOTZ (mm-tan).

Urtarrila = 149,5	Maiatza = 117	Iraila = 90
Otsaila = 169,5	Ekaina = 78	Urria = 125
Martxoa = 165	Uztaila = 40,5	Azaroa = 189
Apirila = 158,5	Abuztua = 84,5	Abendua = 182

Urteko batezbesteko prezipitazioa = 1.548,5

eta grafikoki :



3-11 irudia : *Prezipitazioaren hileetako banaketa*

Aramotzen, seinalaturiko denboratar-tean.

Hemen ere, lehen gertatu den bezala (3.1.1.), hilabeterik euritsu-enak Azaroa eta Abendua ditugu (180 mm-tik gora) eta lehorrena Uztaila (45 mm-tik behera).

Aramotzeko karstaren kasuan irtendako urteko batezbesteko prezipitazioa 1.548,5 mm da eta kontutan harturik agermendu horren azalera 21,8 km² dela, 33,75 Hm³-takoa da karst horretan urtero jausitako ur-bolumena.

3.2. TERMOMETRIA

Izan ditugun serie termometrikoak oso urri gertatu dira. 3-1 taulan agertzen diren 66 neurtokietatik 29-tan baino ez daude datuak (22 I-par Arroan eta 7 Eb-roaren Arroan). Hauen seinalagarriak ondoko taulan agertzen dira :

Ipar Arroan :

037	050A	058	070	082
044	053	059	071	083G
046	054	060	075	
047A	056	067I	075E	
050	056E	068	076	

Ebroaren Arroan :

076	087A
076E	0910
076I	
080	
087	

Hala eta guztiz ere, bai Arratia arroan eta bai Aramotzeko karstean ere, saiatu gara hileetako zein urteko batezbesteko baloreak definituz. Epe laburrean datu hauen kopurua handiago izango dela espero dugu, horrela soilik atera bait genitzake balore fidagarriago.

3.2.1. ARRATIA ARROAREN TERMOMETRIA

Arro honetan Dima eta Arantzazuko neurtokietako serie termometrikoak, 1.970 - 1.973 eta 1.972 - 1.973 denboratarteei dagokienez, errespektiboki, baino ez ditugu ezagunak.

Hona hemen neurtoki bi horietako batezbesteko datuak ($^{\circ}\text{C}$ -tan) :

DIMA

Urtarrila = 3,23	Maiatza = 10,78	Iraila = 14,38
Otsaila = 3,78	Ekaina = 13,68	Urria = 10,85
Martxoa = 5,23	Uztaila = 16,88	Azaroa = 7,15
Apirila = 7,23	Abuztua = 17,03	Abendua = 3,30

Urteko batezbesteko tenperatura = 9,46

ARANTZAZU

Urtarrila = 6,35	Maiatza = 14,30	Iraila = 16,75
Otsaila = 7,35	Ekaina = 16,95	Urria = 14,45
Martxoa = 10,00	Uztaila = 18,70	Azaroa = 12,00
Apirila = 9,20	Abuztua = 17,20	Abendua = 7,50

Urteko batezbesteko tenperatura = 12,57

Datu hauk direla medio, arro osorako har daitekeen urteko batezbesteko tenperaturaren balorea 11°C -takoa da, gutxi gorabehera. Balore hauk behin-behinekoak dira, dauden serie termometrikoak oso eskas baitira, Arantzazun batez ere. Hala ere, momentu honetan ezina dugu balore horik

gehiago konkretatzea.

3.2.2. ARAMOTZEKO MAZIZO KARSTIKOAREN TERMOMETRIA

Lehen aipatu dugunez (3.1.2.), mazizo hau Durango eta Dimako neurtoki-en artean aurkitzen da, bertako 1.970 - 1.973 denboratarterako serie termometrikoak ditugularik.

DURANGO

Urtarrila = 6,43	Maiatza = 13,00	Iraila = 17,08
Otsaila = 6,03	Ekaina = 15,58	Urria = 13,55
Martxoa = 6,88	Uztaila = 18,55	Azaroa = 9,88
Apirila = 9,40	Abuztua = 18,93	Abendua = 6,05

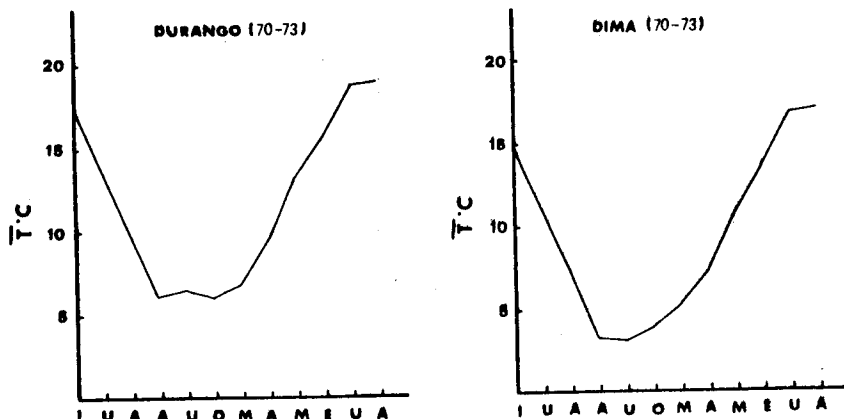
Urteko batezbesteko tenperatura = 11,78

DIMA

Urtarrila = 3,23	Maiatza = 10,78	Iraila = 14,38
Otsaila = 3,78	Ekaina = 13,68	Urria = 10,85
Martxoa = 5,23	Uztaila = 16,88	Azaroa = 7,15
Apirila = 7,23	Abuztua = 17,03	Abendua = 3,30

Urteko batezbesteko tenperatura = 9,46

eta grafikoki honela ageri zaigu :



3-12 irudia : Tenperaturaren hileetako banaketa
Diman eta Durangon.

Bi neurtokiotako kota berdintsua denez gero eta agermendutik distantzia berdintsura daudenez gero, ondo eritzi diogu hauen batezbesteko baloreak Aramotzeko karstean aplikatzeari. Hala eta guztiz ere, balore hauk gutxi gorabeherako baloreak ditugu, eta momentuz ezin ahal izan dugu datu trinkoagorik ematea.

Hona hemen datuok :

ARAMOTZ (°C-tan).

Urtarrila = 4,83	Maiatza = 11,89	Iraila = 15,73
Otsaila = 4,90	Ekaina = 14,63	Urria = 12,20
Martxoa = 6,10	Uztaila = 17,72	Azaroa = 8,52
Apirila = 8,31	Abuztua = 17,98	Abendua = 4,68

Urteko batezbesteko tenperatura = 10,62

3.3. IZERDI-LURRUNKETA

Arro bateko azterketa hidrogeologikoan, guztiz derrigorrezkoa dugu benetako izerdi-lurrunketaren (ETR) balorea edukitzea, beronek lurrunketan eta landaretzak eragindako izerdiketan galdutako prezipitazioaren portzentaia seinalatzen digularik.

Benetako izerdi-lurrunketaren balorea kalkulatzeko, bi autore hauen metodoak erabili ditugu : Turc eta Thornthwaite. Ondoren, hauen arteko konparaketa egin dugu eta bai Becerril-en metodoa ere azken hau konprobatu gisan.

3.3.1. ARAMOTZEKO KARSTERAKO IZERDI-LURRUNKETAREN KALKULOA

3.3.1.1. Turc-en metodoa.

Turc-ek benetako izerdi-lurrunketa, prezipitazioaren eta tenperaturaren funtzioan kalkulatzeko ondoko formula hau eman zuen :

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

non :

ETR = benetako izerdilurrunketa (mm).

P = urteko batezbesteko prezipitazioa (mm).

L = konstante berezia, beronen balorea hau delarik

$$L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$$

T = urteko batezbesteko tenperatura (°C).

Formula hau Aramotzeko karstean aplikatzean, mazizo honetako balore-ak (prezipitazioarenak zein tenperaturarenak) kontutan hartu behar ditugu (ikus 3.1.2. eta 3.2.2.):

$$P = 1548 \text{ mm.}$$

$$T = 10,62 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

eta hemendik :

$$L = 625,39$$

$$\text{ETR} = 584 \text{ mm.}$$

hau da, prezipitazioaren 37,7 %.

3.3.1.2. Thornthwaite-ren metodoa.

Metodo honen bidez benetako izerdi-lurrunketa kalkulatzeko(ETR), derri gorrezkoa dugu aurretik izerdi-lurrunketa potentziala (ETP) ezagutzea.

Thornthwaite-k ETP hori latitude eta tenperaturarekin erlazionatzen du, ondoko formularen bitartez :

$$\text{ETP} = 16 \left(\frac{10 t}{I} \right)^a \quad (\text{A})$$

non :

ETP = hileetako izerdi-lurrunketa potentziala (mm).

t = hileetako batezbesteko tenperatura (°C).

I = bero-indize (i) guztien batura

"i" hau formula honen bidez kalkulatzen da :

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514} \quad (\text{B})$$

a = I-ren funtzioa

$$a = 0,000000675 \cdot I^3 - 0,0000771 \cdot I^2 + 0,01792 \cdot I + 0,49239$$

Horrela ateratako hileetako ETP (egokitu gabekoa) egokitu beharra dago, hileetako argitasun-indizeak aplikatuz. Indize hauk latitudearen funtzioan daude.

Aramotzeko datuak ondoko hauk izanik :

Prezipitazioa (mm).

Urtarrila = 149,5	Maiatza = 117	Iraila = 90
Otsaila = 169,5	Ekaina = 78	Urria = 125
Martxoa = 165	Uztaila = 40,5	Azaroa = 189
Apirila = 158,5	Abuztua = 84,5	Abendua = 182

Urteko batezbesteko prezipitazioa = 1.548,5

Temperatura (°C).

Urtarrila = 4,83	Maiatza = 11,89	Iraila = 15,73
Otsaila = 4,90	Ekaina = 14,63	Urria = 12,20
Martxoa = 6,10	Uztaila = 17,72	Azaroa = 8,52
Apirila = 8,31	Abuztua = 17,98	Abendua = 4,68

Urteko batezbesteko tenperatura = 10,62

ondoko bero-indizeak (i) irteten zaizkigu (B) formula aplikatuz:

Bero-indizeak

Urtarrila = 0,95	Maiatza = 3,71	Iraila = 5,67
Otsaila = 0,97	Ekaina = 5,08	Urria = 3,86
Martxoa = 1,35	Uztaila = 6,79	Azaroa = 2,24
Apirila = 2,16	Abuztua = 6,94	Abendua = 0,90

eta hemendik :

$$I = 40,62$$

eta $a = 1,138$

Hau guztiau dela eta, hilabete bakoitzeko egokitu gabeko ETPa, hau xe da, (A) formula aplikatuz :

Hilabete bakoitzeko egokitu gabeko ETPa (mm).

Urtarrila = 19,49	Maiatza = 54,32	Iraila = 74,69
Otsaila = 19,81	Ekaina = 68,77	Urria = 55,93
Martxoa = 25,41	Uztaila = 85,53	Azaroa = 37,17
Apirila = 36,13	Abuztua = 86,96	Abendua = 18,80

Balore hauk egokitzeko taulatuta dauden hileetako argitasun-indizeak ezagutu behar ditugu. Aramotzeko latitudea $43^{\circ}10'$ dela kontutan harturik, indize hauk ondokoak dira (Elias-Gimenez 1.965) :

Argitasun-indizeak

Urtarrila = 0,81	Maiatza = 1,26	Iraila = 1,04
Otsaila = 0,82	Ekaina = 1,28	Urria = 0,95
Martxoa = 1,02	Uztaila = 1,29	Azaroa = 0,81
Apirila = 1,12	Abuztua = 1,20	Abendua = 0,77

eta ETP egokituak :

Hilabete bakoitzeko ETP egokitua (mm).

Urtarrila = 15,79	Maiatza = 68,44	Iraila = 77,67
Otsaila = 16,24	Ekaina = 88,03	Urria = 53,13
Martxoa = 25,92	Uztaila = 110,33	Azaroa = 30,11
Apirila = 40,47	Abuztua = 104,35	Abendua = 14,48

Hileetako ETPak ezagutuz gero, posiblea dugu hilabete bakoitzeko ETRa (eta urtekoa ere bai, jakina) ezagutzea lurtzoru-balantzea eginez. Honetarako erabili ditugun kanpo-ahalmenak(20, 40 eta 75 mm.) karstifikazio-graduaren eta landaretza eskasaren funtzioan daude.

Lurtzoru-balantze desberdinak ondoko taulan azaltzen dira :

20 mm-tako KANPO-AHALMENERAKO ARAMOTZEKO LURTZORU-BALANTZEA

	<u>Pmm.</u>	<u>ETPmm.</u>	<u>P-ETP</u>	<u>Ur bildua</u>	<u>ETRmm.</u>	<u>Soberakina</u>
Iraila	90	77,67	12,33	12,33	77,67	0
Urria	125	53,13	71,87	20	53,13	64,2
Azaroa	189	30,11	158,89	20	30,11	158,89
Abendua	182	14,48	167,52	20	14,48	167,52
Urtarrila	149,5	15,79	133,71	20	15,79	133,71
Otsaila	169,5	16,24	153,26	20	16,24	153,26
Martxoa	165	25,92	139,08	20	25,92	139,08
Apirila	158,5	40,47	118,03	20	40,47	118,03
Maiatza	117	68,44	48,56	20	68,44	48,56
Ekaina	78	88,03	- 10,03	9,97	88,03	0
Uztaila	40,5	110,33	- 69,83	0	50,47	0
Abuztua	84,5	104,35	- 19,85	0	84,50	0

Urteko ETRa = 565,25 mm.

40 mm-tako KANPO-AHALMENERAKO ARAMOTZEKO LURTZORU-BALANTZEA

	<u>Pmm.</u>	<u>ETPmm.</u>	<u>P-ETP</u>	<u>Ur bil.</u>	<u>ETRmm.</u>	<u>Soberak.</u>
Iraila	90	77,67	12,33	12,33	77,67	0
Urria	125	53,13	71,87	40	53,13	44,2
Azaroa	189	30,11	158,89	40	30,11	158,89
Abendua	182	14,48	167,52	40	14,48	167,52
Urtarrila	149,5	15,79	133,71	40	15,79	133,71
Otsaila	169,5	16,24	153,26	40	16,24	153,26
Martxoa	165	25,92	139,08	40	25,92	139,08
Apirila	158,5	40,47	118,03	40	40,47	118,03
Maiatza	117	68,44	48,56	40	68,44	48,56
Ekaina	78	88,03	- 10,03	29,97	88,03	0
Uztaila	40,5	110,33	- 69,83	0	70,47	0
Abuztua	84,5	104,35	- 19,85	0	84,50	0

Urteko ETRa = 585,25 mm.

75 mm-tako KANPO-AHALMENERAKO ARAMOTZEKO LURTZORU-BALANTZEA

	<u>Pmm.</u>	<u>ETPmm.</u>	<u>P-ETP</u>	<u>Ur bil.</u>	<u>ETRmm.</u>	<u>Soberak.</u>
Iraila	90	77,67	12,33	12,33	77,67	0
Urria	125	53,13	71,87	75	53,13	9,2
Azaroa	189	30,11	158,89	75	30,11	158,89
Abendua	182	14,48	167,52	75	14,48	167,52
Urtarrila	149,5	15,79	133,71	75	15,79	133,71
Otsaila	169,5	16,24	153,26	75	16,24	153,26
Martxoa	165	25,92	139,08	75	25,92	139,08
Apirila	158,5	40,47	118,03	75	40,47	118,03
Maiatza	117	68,44	48,56	75	68,44	48,56
Ekaina	78	88,03	- 10,03	64,97	88,03	0
Uztaila	40,5	110,33	- 69,83	0	105,47	0
Abuztua	84,5	104,35	- 19,85	0	84,50	0

Urteko ETRa = 620,25 mm.

Soma daitekeenez, kanpo-ahalmena 40 mm-takoa denean, Thornthwaite-ren metodoz eta Turc-en metodoz irtendako benetako izerdi-lurrunketaren baloreak (ETR) antzekoak dira.

3.3.1.3. Becerril-en metodoa.

Becerril-ek ondoko formula hau proposatu zuen " isurpen orokorra "
(Lu) (izerdi-lurruntzen ez den prezipitazioaren parte) kalkulatzeko :

$$Lu = \varnothing P^{3/2}$$

non : Lu = isurpen orokorra (P-ETR) mm-tan.
 P = urteko batezbesteko prezipitazioa mm-tan.
 $\varnothing$ = ezaugarri klimatikoen funtzioan dagoen parametroa.

Parametro honen baloreak, autorearen arauera, hauek dira :

Eskualde oso lehorrak :	0,005	---	0,010
Eskualde lehorrak :	0,010	----	0,012
Eskualde bitartekoak :	0,012	---	0,014
Eskualde hezeak :	0,014	---	0,018
Eskualde oso hezeak :	0,018	---	0,025

Aztertzen ari garen eskualdea hezea kontsideratuz (3.4. kapitulan
ikusiko dugunez) balore hauk ditugu :

$$\varnothing = 0,014 \qquad Lu = 853,1 \text{ mm.}$$

$$\varnothing = 0,018 \qquad Lu = 1096,8 \text{ mm.}$$

eta batezbesteko balorea :

$$Lu = 975 \text{ mm.}$$

hau da;

$$Lu = P - ETR = 975 \text{ mm.}$$

$$ETR = P - Lu = 1548,5 - 975 = 573,5 \text{ mm.}$$

Era honetan atera dugun balorea, Turc eta Thornthwaite-ren metodoe-
tan ateratakoen antzekoa dugu.

3.3.1.4. Ondorio gisan.

Orain arte ikusi dugunetik, zera atera dezakegu :

Aramotzeko mazizoan dagoen benetako izerdi-lurrunketa (ETR) 590 mm-
takoa da, gutxi gorabehera, hau da, prezipitazioaren 38 %.

3.4. SAILKAPEN KLIMATIKOA

Azterlan honen helburua ez bada ere, interesgarritzat jo dugu Arratia arrorako, indize klimatiko batzu definitzea (lehortasun-indizeak eta kurba onbrotermikoa) eta bai ondorioz, eskualde hau egun erabiltzen diren sailkapen klimatiko batzuren barnean sartzea ere. Batez ere, sail hau, nekazaritzaren plangintzari begira eginik dago.

3.4.1. INDIZE KLIMATIKOAK.

3.4.1.1. De Martonne-ren lehortasun-indizeak.

Indize hauk prezipitazio eta tenperaturaren baloreetatik atera ditzakegu ondoko formularen bitartez (De Martonne-k emandakoa) :

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

non :

I = urteko lehortasun-indizea

P = urteko batezbesteko prezipitazioa (mm).(ikus 3.1.1.)

T = urteko batezbesteko tenperatura (°C).(ikus 3.2.1.)

Eta formula hau Arratiako baldintzetara egokituz :

P = 1.553 mm. (3.1.1.)

T = 9,46 °C. (3.2.1.)

I = 79,80 (urteko lehortasun-indizea)

Era berean, hileetako lehortasun-indizeak ere kalkula ditzakegu, formula hau aplikatuz :

$$i = \frac{12 p}{t + 10}$$

non :

i = hileetako lehortasun-indizea.

p = hileetako batezbesteko prezipitazioa (mm).(3.1.1.)

t = hileetako batezbesteko tenperatura (°C). (3.2.1.)

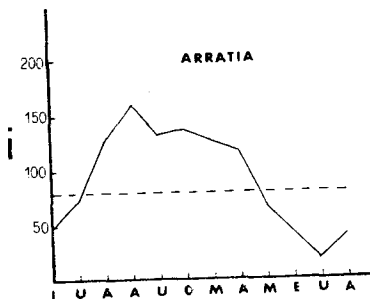
((Esan beharra dago, Arratiako hileetako batezbesteko tenperaturak hartzeko orduan, Dimako neurtokiari dagozkionak erabili ditugula.))

Arratiaren kasuan ondoko lehortasun-indizeak ditugu :

Lehortasun-indizeak.

Urtarrila = 133,33	Maiatza = 67,85	Iraila = 45,53
Otsaila = 138,90	Ekaina = 42,57	Urria = 73,67
Martxoa = 129,61	Uztaila = 19,42	Azaroa = 127,00
Apirila = 115,26	Abuztua = 39,29	Abendua = 163,31

eta grafikoki :

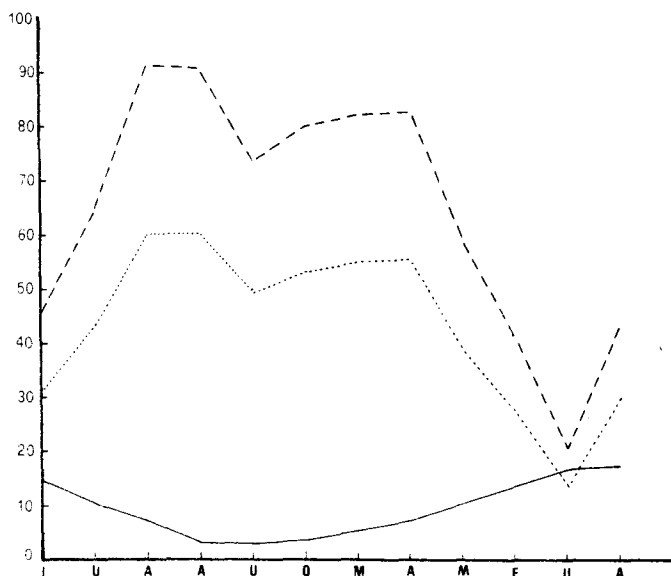


3-13 irudia : *Lehortasun-indizeen hileetako banaketa Arratian.*

Ikus daitekeenez, urtean, 6 hilabete (Azarotik Apirileraino) urteko lehortasun-indizeti k gora aurkitzen dira. Hauk, prezipitazio handienak eta tenperatura txikienak dituzten hilabeteak dira, hain zuzen ere.

3.4.1.2. Kurba onbrotermikoa.

Gausse-en diagrama onbrotermikoan(3-14 irudia) prezipitazioaren eta tenperaturaren hileetako batezbesteko baloreen eboluzioa batera azaltzen da. Tenperaturaren hileetako baloreak ($^{\circ}\text{C}$) errepresentatuz gero (lerro jarraia), prezipitazioarenak bi eskala desberdinetan errepresentatzen dira : bikoitza bata (lerro desjarraia) non $1^{\circ}\text{C} = 2\text{mm}$, eta hirukoitza beste (puntu-zuko lerroa) non $1^{\circ}\text{C} = 3\text{mm}$.



3-14 irudia : Arratiarako kurba onbrotermikoa.

Diagrama honen arauera, Uztaila kenduz, gainerako hilabeteak hezeak dira zeren eta hauei dagozkien prezipitazioak (mm-tan) tenperaturaren balorearen hirukoitzaz goitik aurkitzen baitira. Uztailean, berriz, tenperaturaren baloreareb bikoitz eta hirukoitzaren tartean aurkitzen da prezipitazioa.

3.4.2. SAILKAPEN KLIMATIKOA

3.4.2.1. Koppen-en sailkapena.

* Hilabeterik hotzena Urtarrila da ($3,23^{\circ}\text{C}$). Urteko batezbesteko prezipitazioa zentimetrotan 153,3-takoa da eta tenperatura $9,46^{\circ}\text{C}$.

Hau dela eta :

- hilabeterik hotzenaren tenperatura 18°C eta -3°C bitartean dago.
- urteko batezbesteko prezipitazioa (cm-tan), urteko batezbesteko tenperaturaren balorearen bikoitzetik gora dago

Orduan, Koppen-en ustez, (C) letra jartzen dugu "klima epela" dela adierazteko.

* Beste alde batetik, eskualde honetan "udako lehorte nabarmena" dago zeren eta hilabeterik eüritsuenaren prezipitazioaren balorea (Azaroa = 181~5mm), lehorrenaren prezipitazioaren balorearen hirukoitzetik gora baitago. (Uztaila = 43,5mm). Orduan, (s) erantsi behar diogu aurrekoari.

* 3-6 irudian agertzen den Arratiarako prezipitazioaren banaketa-ari begiratzuz, bi maximo daudela esan dezakegu (azaroa-abendua eta martxoa-apirila). Hau dela eta, (") eranstean diogu aurrekoari.

* Bestetik, hilabeterik beroena (Abuztua = 17,03°C). Honen temperatura 22°C-tik behera dago. Orduan, (b) irentsi behar aurrekoari.

Hau guztiau kontutan harturik eta Koppen-ek egindako sailkapenaren arauera, eskualde honi dagokion seinalagarria hau dugu :

C s " b.

3.4.2.2. Emberger-en sailkapena.

Sailkapen hau, autoreak berak definitu zuen lehortasun-indizearen funtzioan dago. Indize hau ondoko formularen bidez lortzen da :

$$Q = \frac{P \cdot 100}{(M+m)(M-m)}$$

non :

Q = urteko lehortasun-indizea (Emberger-en ustez).

P = urteko batezbesteko prezipitazioa (mm.)

M = hilabeterik beroenaren maximoen batezbestekoa (°C).

m = hilabeterik hotzenaren minimoen batezbestekoa (°C).

Hortik egin da Penintsulako lehortasun-mapa (Galvez Cañero, A. ; Porrás Martín, J. ; Llorente Herrero, L. 1.967), bertan aztertu dugun eskualdea maila heze eta oso hezean aurkitzen delarik.

4. ARRATIA HIBAIAREN ARROKO EZAUGARRI GEOMORFOLOGIKOAK.

Arro honetako azterketa geomorfologikoa burutzea, ez da azterlan honen helbururik nagusia (Bilbo eskualdeko azterketa geomorfologikoa Jean HAZERA-k egin dago 1.968. urtean). Hala eta guztiz ere, arro honetako beste era batetako datu hidrologikoak eskasak izanik, guztiz derrigorrezkoa dugu ezaugarri geomorfologikoetatik ateratako parametroak erabiltzea. Berauek, beste arro batzurekiko konparaketak egitea eta bide batez, ezaugarri hidrologikoak ateratzea posibletuko digute.

Ikuspuntu honetatik, hain zuzen ere, burutu ditugu kapitulu honetan biltzen diren azterketak : Arratia arroko azterketa morfometrikoa, bata, bertan forma eta erliebezko ezaugarriak aztertzen direlarik, eta arro berbereko drenaia-sarearen analisi kuantitatiboa bestea, non gaurko metodorik erabilienak aplikatzen baititugu.

4.1. ARRATIA ARROKO AZTERKETA MORFOMETRIKOA.

CLARKE-k (1.966) honela definitu zuen morfometria :

" Lur-gainazalaren eraketaren neurketa eta analisi matematikoa, eta bai erliebearen forma eta dimentsioena ere ".

Arro honetan aztertzen diren gauzak hauek dira : azalera, garaiera, bolumena, aldapa, perfila eta textura eta bai hibaiei eta drenaia-sareen ezaugarriak ere.

Morfometria, batez ere, erliebearen ezaugarri bereziak kuantitatiboki azaltzeko izan da erabilia (GARDINER, 1.974). Beste aldetik, metodo hau praktikan jarri izan dira, higadur-sistema batzuren jatorria eta garapena argi ikusteko : adibide bikaina daukagu, esate baterako, hiba-perfilek bertako higaduraz emandako informazioa.

Baina DUBREUIL-ek (1.974) baieztatzen duenez, azterketa hidrologikoak egitean, ez da nahikoa, arro desberdinetako behapen isolatuak aztertzea; beharrezkoa da, gainera, behapen isolatu horien arteko konparaketak egitea

zeren horrela ezaugarri hidrologikoen aldaketen kausak, ezaugarri geomorfologikoen funtzioan aztertu ahal izango baititugu eta honetarako ingurune fisikoa, termino matematikotan azaldu beharko baitugu.

Kontutan hartu behar dira, bestalde, azterlan hauen aplikapenak arlo askotan : baliabideen administrazioan (KRUSKA and LAMARRA, 1.973), uholdeen aurrikuspenerako. Datu hidrologikoak eskasak direneko eskualdeetan, gurea kasu, SCHUMM-en (1.977) ustez, arro desberdinen arteko konparaketak burutze-ko, beharrezkoa da, ezaugarri geomorfologikoak zenbakitan ematea; horrela erlazio kuantitatiboak egin ahal izango ditugu aldakari geomorfologiko eta hidrologikoen artean.

4.1.1. FORMAZKO EZAUGARRIAK.

Ezaugarri hauk, arroaren forma (erliebea aparte utzirik) determinatzen duten parametroetan oinarritzen dira. Parametrook mapan egindako neurketetatik atera ditzakegu zuzenean eta hauek dira:

S = arroaren azalera.

P = arroaren perimetro estilizatua, hau da, adierazgarri gertatzen ez diren bihurtuneak (lurgaineko isurpeneko dreñaia-talwegik inguratzen ez dutenak) kontutan hartzen ez dituen parametroa.

E = arroaren irteerara heltzeko, arroaren barruan urak egin behar duen biderik luzeena.

Arratia arroan ondoko balore hauk ditugu :

$S = 136,30 \text{ Km}^2$.

$P = 61 \text{ Km}$.

$E = 21 \text{ Km}$.

Parametro hauetatik atera ditzakegun indizeak, Gravelius eta Caquot autoreenak dira. Indize hauek, ekarpen plubiometriko konkretu baten aurrean kuantifikatu egiten dute arroaren formak bere erantzunean daukan eragina.

Eragin hau, bes te faktore guztiak aldatu gabe, ateratako hidrogramaren (denbora/kaudala) forman ohartzen da : arroa zenbat eta luzangago izan, hidrogramaren forma hainbat eta zabalago izango da, hau da, beraren punta hainbat eta motzago. Kontrakoa gertatuko litzateke, arroa zirkuluerdi bat balitz eta irteera diametroaren zentroan balego.

4.1.1.1. Gravelius-en trinkotasun-indizea edo koefizientea (K_c).

Parametro honek, arroaren zirkulutasuna adierazten digu; arroaren perimetroaren eta azalera berbereko zirkuluaren perimetroaren arteko erlazioa da. Hau da :

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}}$$

Indize hau, beraz, 1 litzateke arroa zirkulua balitz; 1,157 litzateke ($= (\pi + 2)\sqrt{2} / 2\pi$) zirkuluerdia balitz. Arroa zenbat eta luzangago izan, Gravelius-en indizea hainbat eta handiago.

Arratia arroaren kasurako lortutako balorea , hauxe da :

$$K_c = 1,47$$

beronek arro motelki luzangatua adierazten digularik.

4.1.1.2. Caquot-en batezbesteko luzangamendua (C_a).

Indize hau,arroaren barruan urak egiten duen biderik luzeenaren(E) eta azaleraren erro karratuaren arteko erlazio bezala definitzen da. Hau da :

$$C_a = \frac{E}{\sqrt{S}}$$

S azalera berbereko koadratu baten aldea izanik.

Indize honen balorea 1 izango da, arroa koadratua denean ; 1,128 izango da ($= 2\sqrt{\pi}$) arroa zirkularra denean ; 1,596 ($= 2\sqrt{2}/\sqrt{\pi}$) irteera diametroaren muturrean daukan arro erdizirkular batetan ; 0,798 ($= \sqrt{2}/\sqrt{\pi}$) irteera,

diametroaren erdian daukan arro erdizirkular batetan.

Gravelius-en indizearen kasuan gertatua, hemen ere gertatzen da : arroa zenbat eta luzangago izan, Caquot-en indizea hainbat eta handiago.

Arratiaren kasuan lortutako balorea hau da :

$$C_a = 1,80$$

beronen esannahia, K_c -renaren antzekoa delarik, hau da, arro motelki luzangatua.

Oharra : Nerbioi hibaiaren goiko arroan ateratako parametroak (Fernando Sáenz de Etxenike-ren Lizentziaturazko Tesia) ondokoak dira, Arratiakoekin konparatzeko baliagarri direnak :

$$S = 525 \text{ Km}^2. \quad P = 137 \text{ Km.} \quad E = 53 \text{ Km.}$$

$$K_c = 1.67 \quad C_a = 2,31$$

4.1.2. ERLIEBEZKO EZAUGARRIAK.

Hirugarren dimentsioa (garaiera) sartzean, parametro berri batzu azaltzen zaizkigu.

Sinpleena, erliebearen sakonera (A) delakoa da, hain zuzen ere, berau kota altuena eta baxuenaren arteko diferentzia izanik.

Arratiako baloreak ondokoak dira :

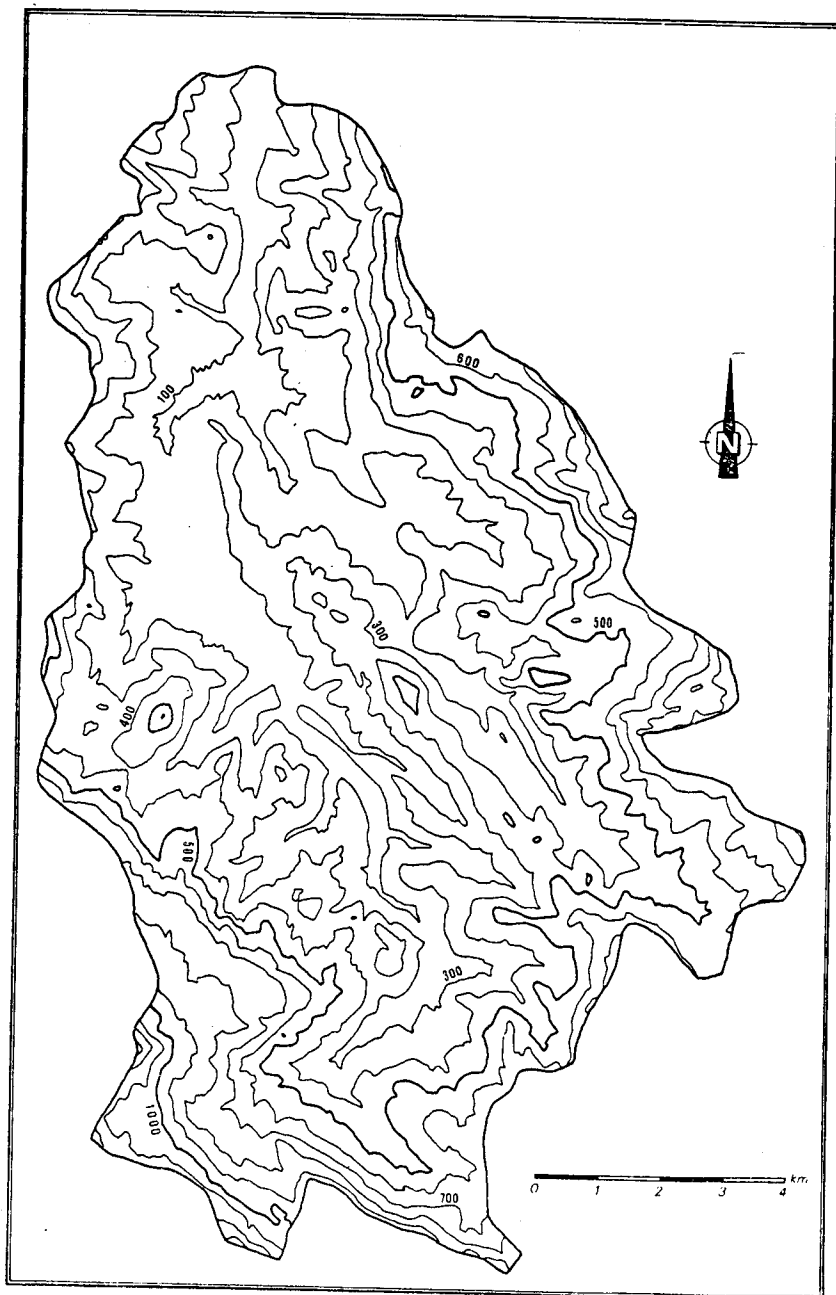
Kota altuena : 1.360 I.M.G.m. (Itxas Mailatik Gorako metroak)

Kota baxuena : 80 I.M.G.m.

(A)Erliebearen sakonera : 1280 m.

Interesgarriago azaltzen dira, ostera, analisi hipsometrikotik ateratako parametroak. Analisi honetan azalera eta altueren arteko erlazioak finkatzen dira.

Analisi hau burutzeko, 4-1 irudian agertzen den mapa hipsometrikoa



4-1 irudia : Arratia arroko mapa hipsometrika.
Urrunkidetasuna = 200 m.

(sestra-kurbak markaturik daudeneko mapa) hartu dugu oinarritzat, berton azaltzen diren sestra-kurbak 100 metroko urrunkidetasunez hartuak direlarik. Ez dugu urrunkidetasuna txikiagorik hartu, horrela asko konplikatu-ko bailitzaiguke mapa.

4.1.2.1. Maiztasun altimetrikoen histograma eta kurba hipsometrikoa.

Arratia arroan, sestra-kurba jarraituen arteko azalerak neurtzean, ondoko datuok atera ditugu :

1. taula.- Arratia arroko banaketa hipsometrikoa.

Kotatartea I.M.G.m.	Azalera Km ²	Azalera osoaren %-a
0 - 100	4,64	3,4
100 - 200	23,54	17,3
200 - 300	24,87	18,2
300 - 400	24,42	17,9
400 - 500	19,00	14,0
500 - 600	14,33	10,5
600 - 700	9,70	7,1
700 - 800	6,45	4,7
800 - 900	4,70	3,5
900 - 1000	1,93	1,4
1000 - 1100	1,61	1,2
1100 - 1200	0,80	0,6
1200 - 1300	0,28	0,2
1300 - 1400	0,03	0,0
OROTARA	136,30	100,0

Goiko balore horik ikusiz gero, sarrien agertzen den garaiera 250m-takoa dela esan dezakegu (edo hobe esanda, 200 - 300 metroen artekoa).

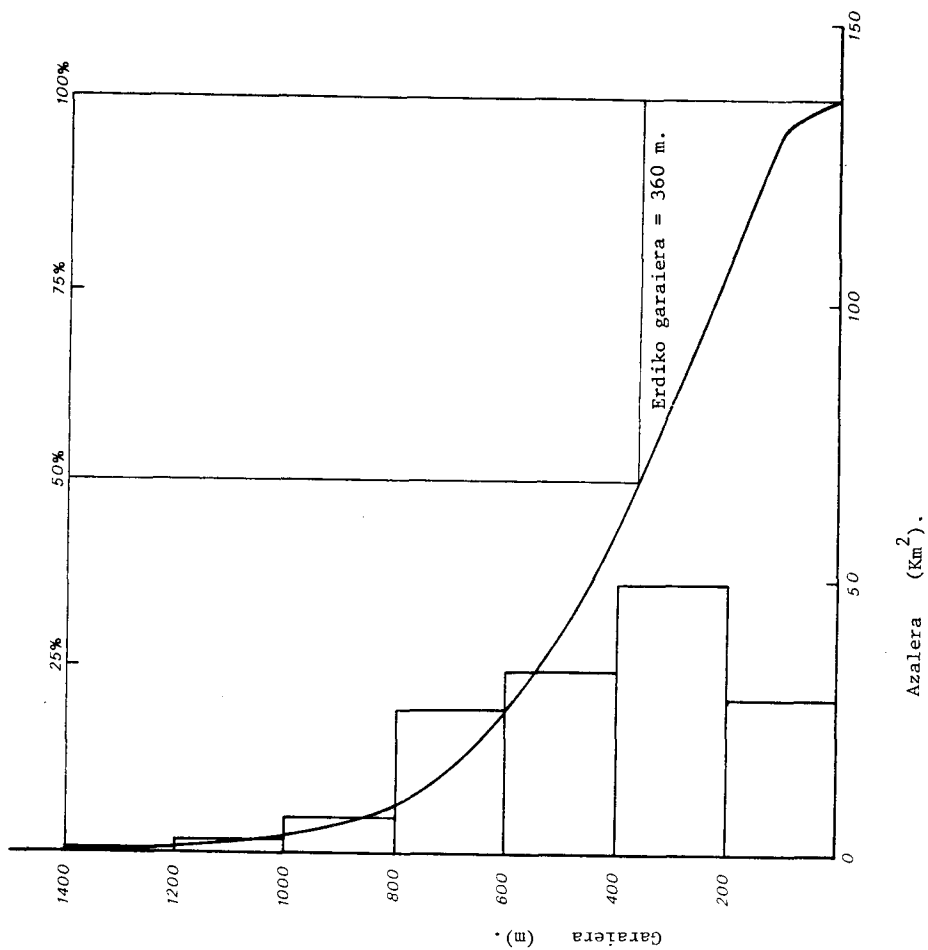
4-2 irudian, balore hauei dagokien maiztasunen histograma azaltzen da, berton 200 metrotako bitarteak erabili ditugularik.

1. taulako baloreetatik, kota ezagun batez gora dagoen azalera meta-tua ere kalkulatu dugu, azken balore hauk 2. taulan azaltzen direlarik.

2. taula.- Azalera metatuak.

Kota (h)	Kota altuenaren	Seinalaturiko kotaz	Azalera
I.M.G.m.	%-a	gora dagoen azalera	osoaren
	$(h/H) \times 100$	(S) (Km^2)	%-a
			$(s/S) \times 100$
0	0,0	136,30	100,0
100	7,1	131,66	96,6
200	14,3	108,12	79,3
300	21,4	83,25	61,1
400	28,6	58,83	43,2
500	35,7	39,83	29,2
600	42,9	25,50	18,7
700	50,0	15,80	11,6
800	57,1	9,35	6,9
900	64,3	4,65	3,4
1000	71,4	2,72	2,0
1100	78,6	1,11	0,8
1200	85,7	0,31	0,2
1300	92,9	0,03	0,0
1400	100,0	0,00	0,0

Datu hauek, 4-2 irudian azaltzen den kurba hipsometrikoa lortzea posiblez digute, beronek, autore batzuren eritziz, arroaren perfil sinplea adierazten digularik.



4-2 irudia : Maiztasun altimetrikoen histograma eta kurba hipsometrika, Arratia arroan.

Kurba honetatik arroaren azalera-erdiko garaieraren balorea atera dezakegu. Balore hau, kurba horren erdiko abzisari dagokiona da, hau da, arroaren azalera erdia kota horretatik gora dago.

Arratia arroan lortutako azalera-erdiko garaiera 360 m-takoa da.

Bestetik, kurba horrek arroaren ezaugarri morfologiko batzu ere adierazten dizkigu : beheko aldean (garaiera baxuen aldean, hain zuzen) kurbak daukan aldapa gogorrek haranen artekamendu nabarmena seinalatzen digu (ikus 4-1 irudia); goiko aldeko aldapa gogorrak, berriz, plataforma garaien eza seinalatzen digu.

4.1.2.2. Ehunekobesteen kurba hipsometrikoa : integral hipsometrikoa.

Datu berberak erabil ditzakegu, baina ehunekobestetan, beste era bate-tako grafikoa eraikitzeko; ordenatutan garaiera erlatiboa (h/H) eta abzisan azalera erlatibo metatua (s/S) jarriko ditugu. Kurba hau 4-3 irudian ikus daiteke.

Grafikoan agertzen den azalera osoa, higadura sortu aurretik zegoen harrien bolumenari dagokiona dela onartzen badugu, grafikoan dagoen kurbaz azpitiko azalerak (integral hipsometrikoa deitua), higatu gabeko harrien bolumena seinalatuko liguke; era berean, kurbaz gainetiko azalerak (integral higatzailea deitua) higaturiko harrien bolumena seinalatuko liguke (STRAHLER, 1.952).

Bestetik, ehunekobesteen kurba hipsometrikoaren tipoak, erliebearen ebakipen-graduari buruzko informazioa eman diezaguke (STRAHLER, 1.958; SCHEIDEGGER, 1.970) : Arratia arroan irteten zaigun kurba oreka-egoera bati dagokiona da eta etapa heldua edo zaharrerako iragapeneko etapa seinalatzen digu.

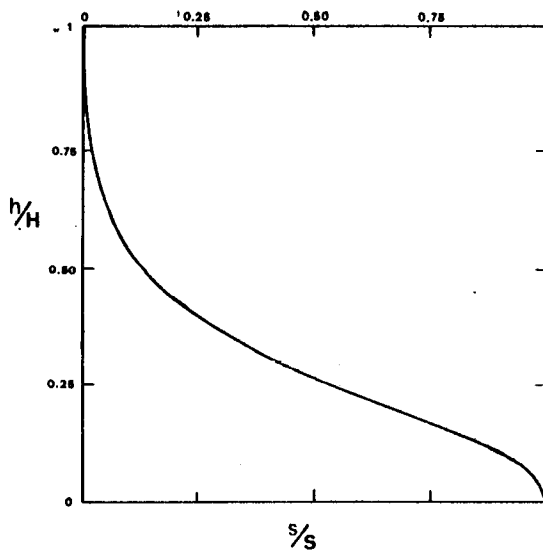
Izan ere, kurbaren azpitik eta goitik egindako nuerketek, ondoko datu hauk ematen dizkigute :

$$\begin{aligned} \text{Integral hipsometrikoa} &= 30,1 \% \\ (\text{kurbaz azpitiko azalera}) \end{aligned}$$

Integral higatzailea = 69,9 %

(kurbaz goitiko azalera)

hau da, 55,8 eta 129,6 Km³, hurrenez hurren.



4-3 irudia : *Ehunekobesteen kurba hipsometrikoa :
integral hipsometrikoa eta
integral higatzailea.*

Datu hauk aztertzean, kontuz ibili behar dugu. Dauden moduan, hartu dugun kotarik altuena higatu gabeko gainazal baten hondar izango balitz, soilik gertatuko litzaizkiguke aplikagarri; gure kasu honetan gertatzen ez dena. Horregatik atera dugun bolumen horri (129,6 Km³), gaurko kotarik altuenetik gorako higatutako bolumena ere batu beharko genioke. Hala eta guztiz ere, daukagun datu horrek, eskualde honetako ebakipen-graduaren gutxienezko balorea, behintzat, adierazten digu.

4.1.2.3. Errektangelu baliokidea.

ROCHE-k (1963) ezaugarri morfologikoek gainazaleko zirkulapenetan daukaten eragina nolabait finkatzeko, errektangelu baliokidearen ideia azaldu zuen. Honetarako, arro batetako zirkulazioa, beste faktore guztiak berdin edukiz, Gravelius-en indizearen balore berbera eta banaketa hipsometriko berbera dituen arro errektangeluarreko zirkulazioarekin parekidea dela suposatu behar da. Era honetan, arroaren mugak, errektangeluaren aldeak lirateke eta sestra-kurbak berorren alde txikiaren zuzen paraleloak lirateke.

Errektangelu honen aldeak, handia (L) eta txikia (l), kalkulatzeko, grafikoki egin dezakegu Gravelius-indizeaz baliatuz (ROCHE, 1.963 eta DUBREUIL, 1.974). Analitikoki ateratzeko, ondoko formula hauetaz baliatuko gara :

$$L = \frac{K_c \sqrt{S}}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right]$$

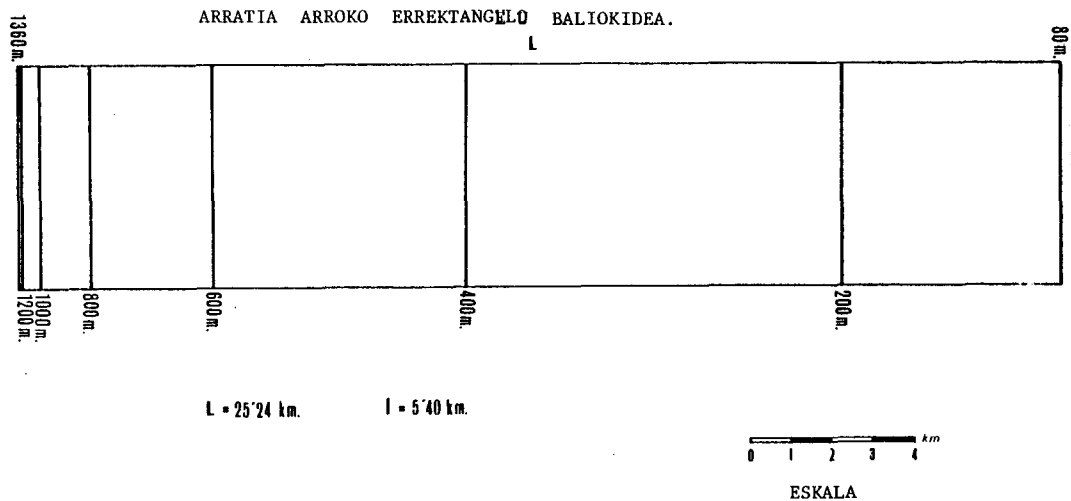
$$l = \frac{S}{L} = \frac{K_c \sqrt{S}}{1,12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right]$$

Arratia arroan ateratako baloreak hauek dira :

$$L = 25,24 \text{ Km.}$$

$$l = 5,40 \text{ Km.}$$

Arratiako errektangelu baliokidea 4-4 irudian azaltzen zaigu, bertan 1.-taulako datuetaz baliatuz ipini ditugun sestra-kurben urrunkidetasuna 200 m-takoa delarik.



4- 4 irudia : Arratia arroso errektangulu baliokidea.

4.1.2.4. Aldapa-indizeak.

Hau dugu, holako azterketa morfometriko batetan, interesatzen zaigun beste ezaugarri bat.

Ezaugarri honen arto osorako balore adierazgarri bat determinatzeko ondoko bide hau har genezake :

" Arroko batezbesteko aldapa, aldapa konstantea duten funtsezko azalera guztien batezbesteko aldapa ponderatua izango litzateke ".

e = sestra-kurbaren arteko urrunkidetasuna.

s_i = "i" sestra-kurbaren inguruko zerro baten azalera, beronen mugak "i" sestra-kurbatik eta alboetako bi sestra-kurbetatik urrunkidetasunak izanik.

a_i = zerro horren zabalera.

n_i = "i" sestra-kurbaren luzera.

p_i = zerro horretako batezbesteko aldapa, iraunkortzat hartuz.

p_m = arroko batezbesteko aldapa.

S = arroko azalera.

N = sestra-kurba guztien luzera ($\sum n_i$).

Orduan, ROCHE-k (1.963) dioenez :

$$p_i = \frac{e}{a_i} = e \cdot \frac{n_i}{s_i}$$

eta lehen emandako batezbesteko aldaparen definizioa onartuz gero :

$$p_m = \sum e \frac{n_i}{s_i} \left(\frac{s_i}{S} \right) = \frac{e}{S} \sum n_i = \frac{e N}{S}$$

hau da, arroko batezbesteko aldapa kalkulatzeko, faktore hau ezagutu beharko genituzke : sestra-kurben urrunkidetasuna, sestra-kurba guztien luzera eta arroko azalera osoa.

Arratia arroko sestra-kurben luzerak, estilizatuak, (urrunkidetasuna 100 m-takoa izanik), 3-taulan azaltzen dira :

3.- taula : Sestra-kurben luzera estilizatua.

KOTA (I.M.G.m.)	Luzera (Km).
1.300	0,35
1.200	2,10
1.100	5,60
1.000	5,20
900	10,50
800	15,80
700	18,20
600	35,80
500	46,00
400	64,80
300	69,00
200	66,00
100	20,40
OROTARA	359,75

Balore hau erabiliz, lortzen dugun batezbesteko aldapa hau da :

$$p_m = \frac{0,1 \times 359,75}{136,30} = 0,26$$

Hala eta guztiz ere, balore hau ezin dugu hartu arro honetako adierazgarri bezala, definizioan azaltzen den betebeharra ez baita gure kasuan betetzen, hau da, hartu ditugun zerroetan, aldapak ez dira konstanteak gertatzen. 4-l irudian ikus dezakegunez, jarraituetako sestra-kurben arteko zabalera ez da kontserbatzen, ez eta estilizatzen baditugu ere. Horregatik ROCHE-ren metodo hau aplikaezina dugu, kasu honetan.

Baina oraindik, metodo hau, egin dugun errektangelu baliokidean aplikatu ahal izango dugu.

Era horretan batezbesteko aldapa honela azalduko genuke :

$$p_m = \frac{1}{S} \sum h_i$$

non :

l = errektangelu baliokidearen alde txikia.

S = arroko azalera osoa.

h_i = alboz-alboko kurba biren arteko koten diferentzia.

sestra-kurbaren arteko koten diferentzia guztien batura erliebearen sakone-
ra (A) (4.1.2.) dela konturatzen bagara, horrela idatz dezakegu goiko for-
mula :

$$h_i = A$$

$A = L$ (errektangelu baliokidearen alde handia)

$$p_m = \frac{A l}{S} = \frac{A l}{L l} = \frac{A}{L}$$

$$p_m = \frac{A}{L}$$

era honetan, Arratia arroaren kasuan lortutako balorea :

$$p_m = \frac{1.280 \text{ m}}{25.240 \text{ m}} = 0,05$$

Metodo honan bidez lortutako baloreak ez du kontutan hartzen kurba hipso-
metrikoaren forma. Beronek gainazaleko isurpenean daukan eragina dela eta,
ROCHE-k (op. cit.) Aldapa-indize bat (I_p) kalkulatzeko proposatu zuen, zeinek
arroaren erregimen hidrologikoaren eragina erakutsiko lukeen. Aldapa-indize
hau (I_p), errektangelu baliokidean agertzen diren zero desberdinetako batez-
besteko aldapen sustrai koadratuen batura izango litzateke, baina zero bakoi-
tzarri dagokion azalera ponderatua. Hau da :

$$I_p = \sum \frac{s_i}{S} \sqrt{\frac{h_i}{a_i}}$$

non :

s_i = errektangelu baliokidearen alboz-alboko sestra-kurba biren arteko zerroaren azalera.

S = azalera osoa.

h_i = hartutako zerro bakoitzaren kota-diferentzia.

a_i = zerro horren zabalera.

kontutuan harturik :

$$s_i = a_i l$$

eta

$$S = L l \quad \text{direla}$$

goiko formula, horrela ipin dezakegu :

$$I_p = \sum \frac{a_i}{L} \sqrt{\frac{h_i}{a_i}}$$

edo :

$$I_p = \frac{1}{L} \sum \sqrt{a_i h_i}$$

$s_i / S = \alpha_i$ hartuz gero, horrela geratzen zigu :

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum \sqrt{\alpha_i h_i}$$

Arratia arroan, parametro honen balorea hauxe da :

$$I_p = 0,19$$

Hala eta guztiz ere, orain arte ateratako parametroek ($P_m = 0,26$ eta $I_p = 0,19$) nahiko artifizialak direla ematen dute. Kurba klinografikoetatik ateratakoak, berriz, adierazgarriago gertatzen zaizkigu. Kurba hauk sestra-kurbaren arteko batezbesteko aldapak determinatzeko erabiltzen ohi dira. Kurba hauk burutzeko, metodo desberdinak proposatu dira, autoreen arauera (CLARKE, 1.966), baina dirudienez, gehiago erabiltzen dena STRAHLER-ek (1.952) e-mandako "batezbesteko aldaparen kurba" da.

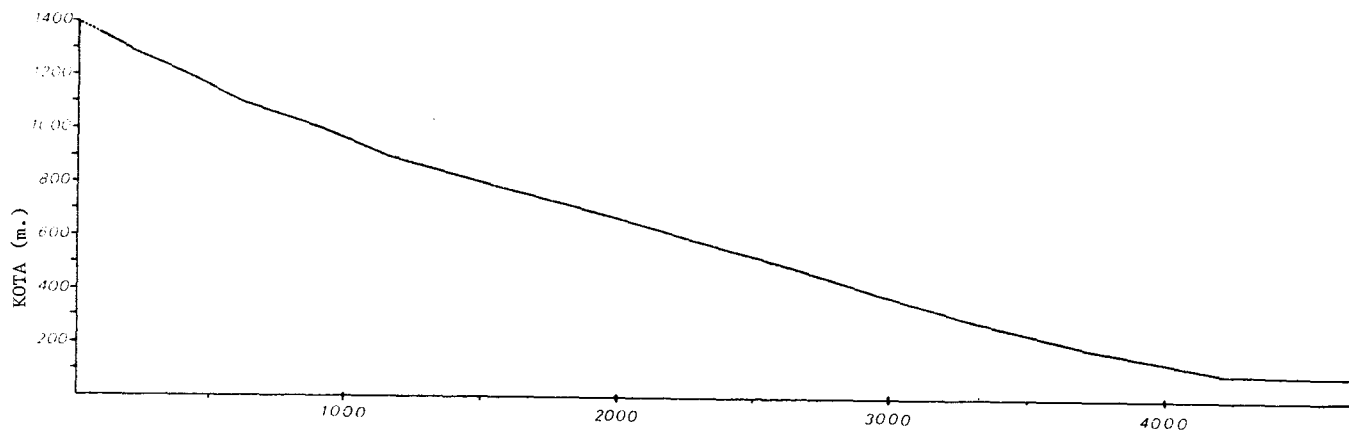
Autore honek, alboz-alboko sestra-kurba biren arteko zabalera, bertako

azalera, sestra kurba bi horien batezbesteko luzeraz zatituz lortu zuen. Honela, aldapa-angeluaren tangentea, sestra-kurbaren arteko urrunkidetasuna, berauen arteko zabaleraz zatituz lortuko genuke. Arroaren barruko sestra-kurbarik altuenetik gora dagoen azaleran, ezin izango genuke batezbesteko aldapa determinatu, kota desberdinetako gailurrak ager baitakizkiguke ; kasu honetan, gutxi gorabeherako balorea atera dezakegu, alboz-alboko kurba bien batezbesteko luzeraz zatitu beharrean, sestra-kurbarik altuenaren luzeraren erdia denominadoretzat hartuz. Sestra-kurbarik baxuenetik beherako azalera-ri dagokionez, STRAHLER-ek (op. cit.) ez du irtenbiderik ematen. Guk, 80 eta 100 metroen arteko zero edo banda batetik kalkulatu dugu, zero horren luzera, 100 metrotako sestra-kurbarena delarik.

4. taulan, Arratia arroari dagozkion datuak azaltzen dira.

4.- taula.- Sestra-kurben arteko batezbesteko zabalera eta lortutako aldapak.

Kotartea	Sestra-kurben	Sestra-kurben	aldapa	aldapa-
I.M.G.m.	arteko batez-	arteko batez-		angelua.
	besteko zaba-	besteko zaba-		
	lera (m).	lera metatua		
		(m).		
1360 - 1300	171	171	0,585	30°20'
1300 - 1200	229	400	0,437	23°36'
1200 - 1100	208	608	0,481	25°41'
1100 - 1000	298	906	0,336	18°34'
1000 - 900	246	1152	0,407	22°09'
900 - 800	357	1509	0,280	15°39'
800 - 700	379	1888	0,264	14°47'
700 - 600	359	2247	0,279	15°35'
600 - 500	350	2597	0,286	15°58'
500 - 400	343	2940	0,292	16°17'
400 - 300	365	3305	0,274	15°19'
300 - 200	368	3673	0,272	15°13'
200 - 100	545	4218	0,183	10°22'
100 - 80	454	4672	0,044	2°31'



SESTRA-KURBEN ARTEKO BATEZBESTEKO DISTANTZIA (m.)

4-5 irudia : Arratia arroko kurba klinografikoa.

4-5 irudian, arro honetako Strahler-en kurba klinografikoa agertzen zaigu, berau, 4-taulako datuen bitartez atera dugularik.

Kurba honek, ezaugarri desberdinetako zona batzu banatzen ditu : kotarik baxuenetako aldea (200 metroz beherakoa), aldapa motela duten azalerei dagokie, 0,2 baino guttiago dutenei ; 200 eta 900 metrotako kotatar-tean, aldapa 0,26-0,30 bitartean dago ; goiko partean, berriz, kurba okertuago agertzen zaigu, beronen aldapa 0,33 baloreaz gainera dagoelarik; aldaparik altuena (0,585), 1300-1360 kotatar-tean aurkitzen da eta arro honetako hegomendebaldean agertzen den Gorbeia mazizoko kareharri urgoniarrezko ager-menduak ematen duen eskarpe gogorrari dagokio, hain zuzen ere; Argi eta garbi azaltzen zaigu sistemaziazio honen beharra, arroaren erabilpen desber-dinetarako probetxamendua planifikatzerakoan.

Kurba klinografikotik arroaren batezbesteko aldapa kalkula daiteke : kurbaren muturren arteko aldapa, hain zuzen ere .

Arratia arroan balore hau haxe litzateke :

$$p_m = \frac{1.280}{4.672} = 0,274$$

DE SMET-ek (1.954), ostera, beste metodo bat, egokiagoa, proposatzen du, kotatar-te bakoitzaren pisu ponderatua kontutan hartzen duelarik. Ondo-ko formula proposatzen du :

$$p_m = \frac{\sum p_i s_i}{S}$$

non :

p_i = kotatar-te bakoitzeko batezbesteko aldapa.

s_i = kotatar-te horri dagokion azalera (Km^2).

S = arroaren azalera osoa (Km^2).

1 eta 4 tauletako datuak kontutan harturik, Arratia arroan irteten zaigun balorea, haxe da :

$$p_m = 0,259$$

Oharra : Nerbioi hibaiaren goiko arroan (Fernando Sáenz de Etxenikeren Lizentziaturazko Tesia) ateratako erliebezko ezaugarriak ondoko hauk dira :

(A) Erliebearen sakonera = 1.180 m.

Integral hipsometrikoa = 35 % = 216,7 Km³.

Integral higatzailea = 65 % = 402,8 Km³.

$I_p = 0,13$.

4.2. *ARRATIA HIBAIAREN DRENAIA-SAREAREN ANALISI KUANTITATIBOA.*

4.2.1. SARRERA GISAN.

Zientziaren beste arlo gehienetan gertatu den moduan, Geomorfologian ere kuantifikazioa inposatu da, honen erabilpenaz, geomorfologo batzuren jarrerak eszeptikoak ba dira ere, esate baterako PITTY-rena (1.971).

Hala eta guztiz ere, geomorfologiazko problema askotan, metodo kuantitatibo hauen erabilpena emankor azaldu da (GARDINER, 1.974). Seguru asko, hibai-higaduraren sistemei dagozkien azterketak dira adibide onena, gero sistemok deskribatu eta sistematikoki sailkatzeko.

Izan ere, дренаia-sareen analisi kuantitatiboa HORTON-ek (1.945) bultzatu zuen. SPARKS-ek (1.972) dioenez, honez gero, metodo hauk garatu egin dira, bai arro desberdinen arteko konparaketak egiteko, bai arro berberaren дренаia-sarearen ezaugarri desberdinak elkarren artean erlazionatzeko (horrela funtsezko lege gisan formulatu ahal izateko) eta bai дренаia-sareen ezaugarriak interesgarrienak zenbakitan emateko ere. Bestalde, lortutako parametro asko, erlazio modura emanak egonik edo dimentsio gabekoak izanik, posiblea izango dugu konparaketak egitea, eskala zein den kontutan hartu barik; horrela tamaina desberdinetako arroak, miniaturazko sistemak barru (bad-

lands), elkarren artean erlazionatzea posibletzen da.

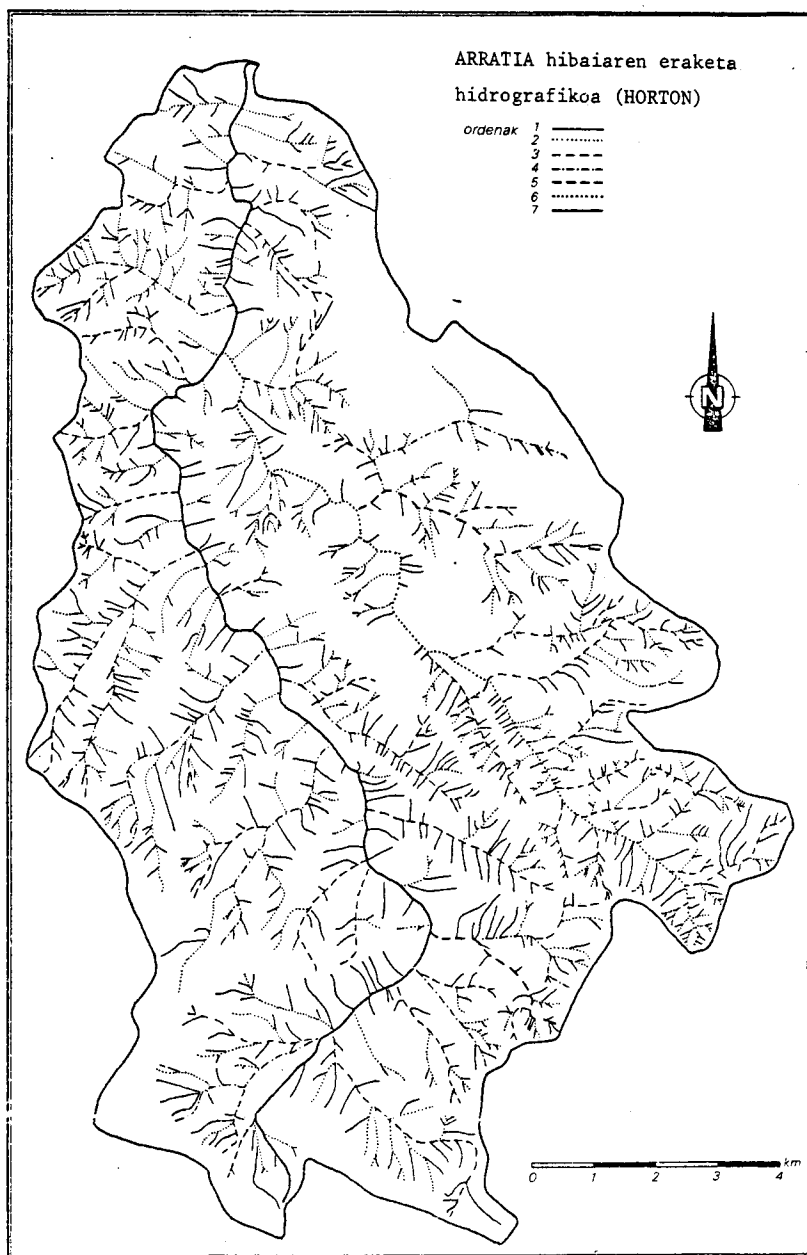
Beste aldetik, arroak eta drenaia-sareak deskribitzeko orduan, analisi kuantitatiboa sartzean, hau da, ezaugarriak zenbakitan ematean, baztertu egiten dugu, orain arte erabilitako terminologia, berau deskriptiboa eta horrexegatik subjektiboa ere izan delarik. Honela, analisi estadistiko eta ordenadore bidezko tratamendurako bidea zabaltzen da.

Analisi hauek Geomorfologian daukaten interes intrintsekoaz gainera, ateratako parametroek garrantzi handia daukate bai arro batetako funtzionamendu hidrologikoa aztertzerakoan, eta bai materialeen ezaugarri hidrogeologikoak ezagutzerakoan ere. Batez ere, beste era bateko datuak (aforoak, entseiuak....) urri gertatzen direnetako eskualdetan, esate baterako, azterlan honetan aztertzen ari garen eskualdean. Urritasun hau dela kausa, sail honetan aurkeztu ditugun analisi kuantitatibotik ateratako parametroak dira, soilik, ondorioak ateratzen lagundu ahal digutenak.

Izan ere, DUBREUIL-ek (1.974) dioenez, azterketa hidrologikoak burutzean, ez da aski arro bakoitzean behaketa isolatuak egitea; beharrezkoa da gainera, arro askotako emaitzak elkarren artean konparatzea, emaitza horiek agertzen dituzten ezaugarri hidrologikoen aldetan kausak aztertzeko. Kausa hauen ezagutzeak ezin du ahaztu, baldintza klimatikoaz gainera, ingurugune fisikoa bera, eta hau berau posiblea izan dadin, ingurune fisiko hori termino matematikoetan azaldu beharra dago.

4.2.2. HIBAI-SAREAREN ERAKETA.

Arro batetako ezaugarri morfologikoak kuantifikatzeko lehenengo urratsa, arro horri dagokion drenaia-sarea eratzea da, horretarako, ibilgu bakoitzari ordena-zenbaki bat egokituz, sarearen barruan ibilguek daukaten kokapen erlatiboaren arauera. Lan honetan aritu zen lehenengoetariko bat HORTON (1.945) izan zen, beronek ibilguak (talweg-ak) eratzeke erabide sinple bat eman zuelarik (4-6 irudia) : adarrik gabeko ibilgua, 1 ordenakoa da, ordena

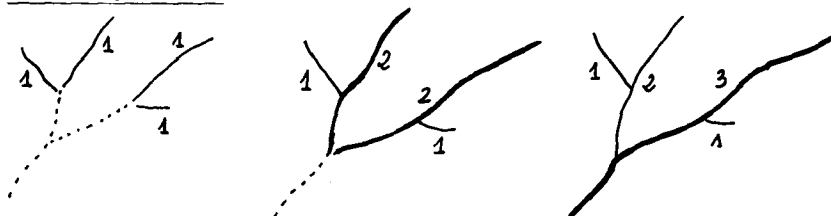


4-6 irudia : Arratia hibiaren eraketa hidrografikoa.

Horton-en metodoaren arauera.

hau luzera osoan kontserbatzen duelarik. Ordena bereko talweg biren biltokian, hurrengo ordena luzeenari egokitzen zaio, eta ordena hori biltoki horretarainoko bide osoan hartzen du, aurretik egindako ordenamendua aldatuz. Eraketa-modu honek, ba, aurretik egindakoaren etengabeko aldaketa suposatzen da, arroko eraketa osoa egin arte.

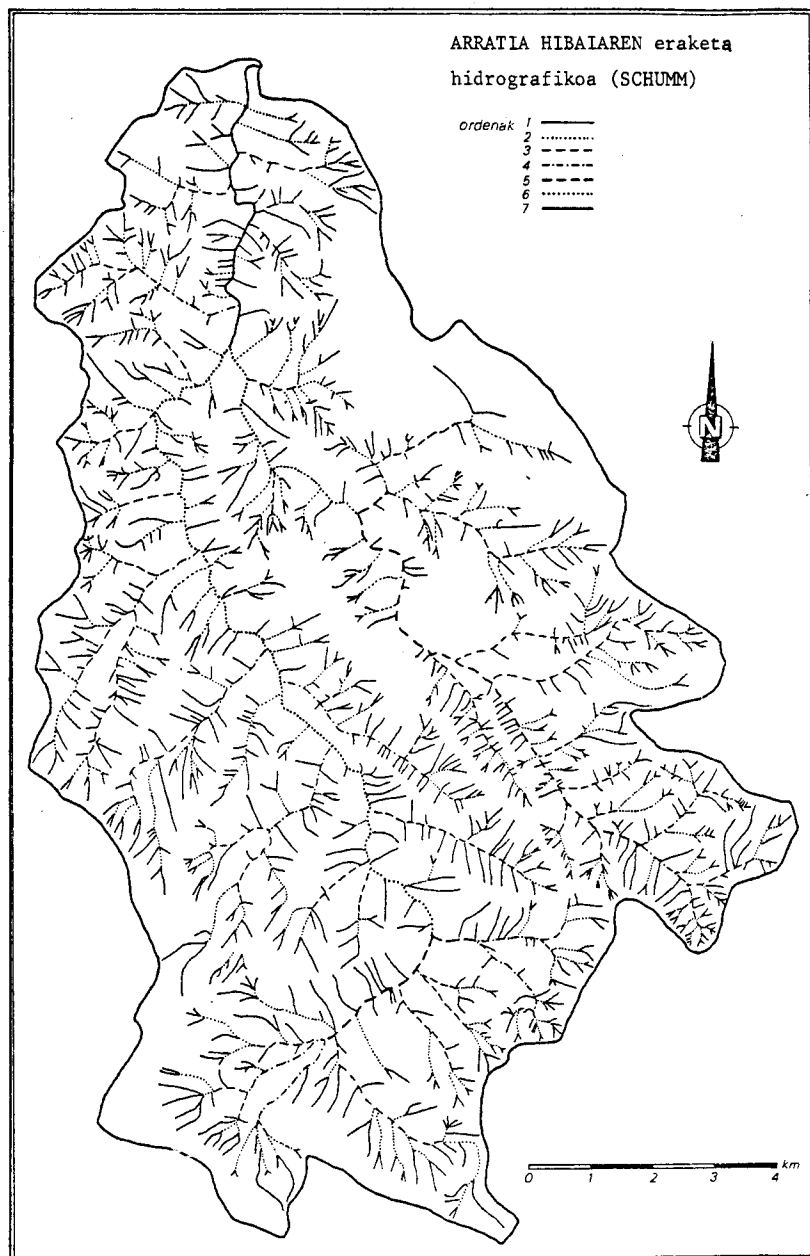
Horton-en erabidea :



Beste aldetik, arro batetako ordena gorena, ibilgurik luzeenari egokitzean, ez dira kontutan hartzen ibilgu baten garrantzia babesten duten beste faktore batzu (kaudala...). Gainera, erabide honek luzerak neurtzeko lan nekeza eta subjektiboa gainera, suposatzen du. Azkenean operatzaile desberdinek arro berean horrela egindako eraketak, desberdinak gerta daitezke, hoietatik ateratako emaitzak konparaezinak izanik.

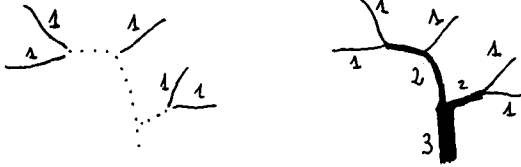
Hau guztiau dela eta, beste era bateko erabideak erabiltzeko joera dago, oztopo gutxiagoko erabideak, hain zuzen ere.

Hona hemen, esate baterako, SCHUMM-ek (1.956) eta STRAHLER-ek (1.952) emandakoa. Autore hauek zalantzagarritasun gabeko arau sinple bat proposatzen dute, ibilgu desberdinei ordena-zenbakiak egokitzeke. Araua hau da : adarrik gabeko ibilgua, 1 ordenakoa da eta u ordenako talweg biren biltokian hasten den ibilgu-segmentuari u+1 ordena egokitzen zaio. Horrela sortutako drenaia-sarearen eraketa, Arratia arroan, 4-7 irudian agertzen da. Erabide honen bitartez ateratako eraketa, arro konkretu batetan, bakarra da eta ez dira azaltzen Horton-en metodoaren oztopoak.



4-7 irudia : Arratia hibiaren eraketa hidrografikoa.
Schumm-Strahler autoreen metodoaren arauera.

Schumm-Strahler-en erabidea :



Drenaia-sarea eratzeke beste metodo batzu ere ba daude. SHREVE-k (1.967) u ordenako ibilgu batek $\leq$ u ordenako adarrak hartzen ditueneko biltokiak ere kontutan hartzen ditu. Horton eta Schumm-Strahler autoreek emandako metodoetan holako biltokiak kontutan hartzen ez dituzten bitartean, Shreve-k (op. cit.) biltoki horietan sortzen den ibilgu-segmentuari, bertan biltzen diren ibilgu biren ordenaren batura egokitzen dio. Metodo honek abantailarik badu ere, ibilgu baten ordenak ibilgu hori elikatzen duten 1 ordenako ibilgu guztien kopurua adierazten baitu, aztertzen ari garen arro honetako drenaia-sare konplikatuaren kasuan ez gaitu askorik laguntzen, azalduko litzaizkigukeen ordenak oso altuak izango bailirateke, eta gainera, metodo honen erabilpena oraindik finkaturik ez baitago azterketa morfometrikoetan, Horton eta Schumm-Strahler autoreen metodoak, holako azterketetan, erabilgarri azaltzen diren bitartean.

Ibilguen eraketarekin batera, arroen eraketa ere azaltzen da, non ibilgu konkretu bati egokitutako ordena, ibilgu horrek eta beronen adarrek drenaia-tzen duten azalera daukan arroari dagokion ordena berbera baita, erabilitako metodoa (erabidea) bata zein bestea izanik.

4.2.3. DATUEN ANALISIA.

HORTON-ek (1.945) emandako erabidean, ondoko gauzok hartu zitueb kontutan :

- a) arro konkretu batetan, ordena jarraituetako ibilguen kopuruaren banaketa.
- b) ibilgu horien batezbesteko luzeraren aldaketa.
- c) ibilgu horiei dagozkien drenaia-arroen batezbesteko azaleraren aldaketa.

Era honetan ateratako ondorioak dira, hain zuzen ere, drenaia-sareen analisi kuantitatiboaren oinarriak eta " Horton-en legeak " izenez ezagutzen ditugu.

Nahiz eta erlazio hauk Horton-en erabidearen funtzioan atera ziren, Schumm eta Strahler autoreen metodoan ere betetzen dira, aurrerago ikusiko dugunez. Bi metodo hauetatik ateratako parametroak antzekoak dira.

4.2.3.1. Ibilguen kopuruaren legea.

Aztertu nahi dugun drenaia-sarea eratuta dagoenean, ordena bakoitzeko ibilguen kopurua jakin dezakegu (5. eta 6. taulak).

5.-taula : Arratia hibaiaren arroko drenaia-sarearen datu kuantitatiboak,
HORTON-en erabidea aplikatuz.

U	N _u	R _B	L _u	$\bar{L}_u$	R _L	S _u	$\bar{S}_u$	R _S
1	859		233	0,27				
		4,50			2,67			
2	191		137	0,72				
		4,44			2,39			
3	43		74	1,72		57,18	1,33	
		4,30			1,91			3,38
4	10		33	3,30		44,92	4,49	
		5,00			1,06			1,99
5	2		7	3,50		17,93	8,96	
		2,00			3,71			5,34
6	1		13	13,00		47,91	47,91	
		1,00			1,69			2,84
7	1		21	21,00		136,30	136,30	
		$\sum R_B = 21,24$			$\sum R_L = 13,43$			$\sum R_S = 13,55$
		$\bar{R}_B = 3,54$			$\bar{R}_L = 2,24$			$\bar{R}_S = 3,38$

6.-taula : Arratia hibaiaaren arroko drenaia-sarearen datu kuantitatiboak,

SCHUMM - STRAHLER autoreen erabidea aplikatuz.

U	N_u	R_B	L_u	$\bar{L}_u$	R_L
1	1116		320	0,29	
		4,38			1,62
2	255		121	0,47	
		4,55			2,13
3	56		56	1,00	
		4,00			1,36
4	14		19	1,36	
		3,50			2,02
5	4		11	2,75	
		2,00			2,73
6	2		15	7,50	
		2,00			1,50
7	1		5	5,00	

$$\sum R_B = 20,43$$

$$\sum R_L = 11,36$$

$$\bar{R}_B = 3,40$$

$$\bar{R}_L = 1,89$$

non :

U = ibilguaren ordena.

N_u = u ordenako ibilguen kopurua.

R_B = adarbikapen-erlazioa.

L_u = u ordenako ibilgu guztien luzera (Km).

$\bar{L}_u$ = u ordenako ibilguen batezbesteko luzera (Km).

R_L = luzera-erlazioa.

S_u = u ordenako arro guztien azalera (Km²).

$\bar{S}_u$ = u ordenako arroen batezbesteko azalera (Km²).

R_S = azalera-erlazioa.

Ordena bateko ibilguen kopuruaren eta goitiko hurrengo ordenako ibilguen kopuruaren arteko proportzioari, ADARBIKAPEN-ERLAZIOA (R_B) deitzen diogu;

hau da :

$$R_B = \frac{N_u}{N_{u+1}} \quad (1)$$

non (ikus 5. eta 6. taulak) :

$$N_u = u \text{ ordenak o ibilguen kopurua.}$$

$$N_{u+1} = u+1 \text{ ordenako ibilguen kopurua.}$$

Hau dela eta, arro konkretu batetan, Adarbikapen-erlazioaren $u_m - 1$ balore lor ditzakegu, u_m delakoa arro horretako ordenarik handiena izanik. Balore horien batezbestekoa (R_B) arroaren parametro adierazgarri bat da. Arratia arroan parametro honen baloreak hauxek dira :

$$R_B = 3,54 \text{ (Horton-en arauera)}$$

$$R_B = 3,40 \text{ (Schumm eta Strahler-en arauera).}$$

Oharra : Nerbioi hibaiaren goiko arroan (Fernando Sáenz de Etxenike-ren Lientziaturazko Tesia) ondoko balore hauk irteten dira : 3,93 (Horton) eta 3,80 (Schumm-Strahler). Ikusten denez, Arratia arroari dagozkion baloreak pixka bat txikiago dira.

Arro uniforme batetan, gutxi gorabehera, adarbikapen-erlazioak konstante irauten du 3 - 5 baloreen artean, eta erlazio hori aztertutako hibai-sistemen ezaugarria da, beronen uharretasuna seinalatzen duelarik. Honetan datza, hain zuzen ere, ibilguen kopuruari dagokion Horton-en lege honen oinarria. Lege honek, ordena jarraituetako ibilguen kopuruak adarbikapen-erlazioa arrazoitzat hartzen duen progresio geometrikoa ematen duela adierazten du, berau errealitatean egindako azterketetan frogatu delarik.

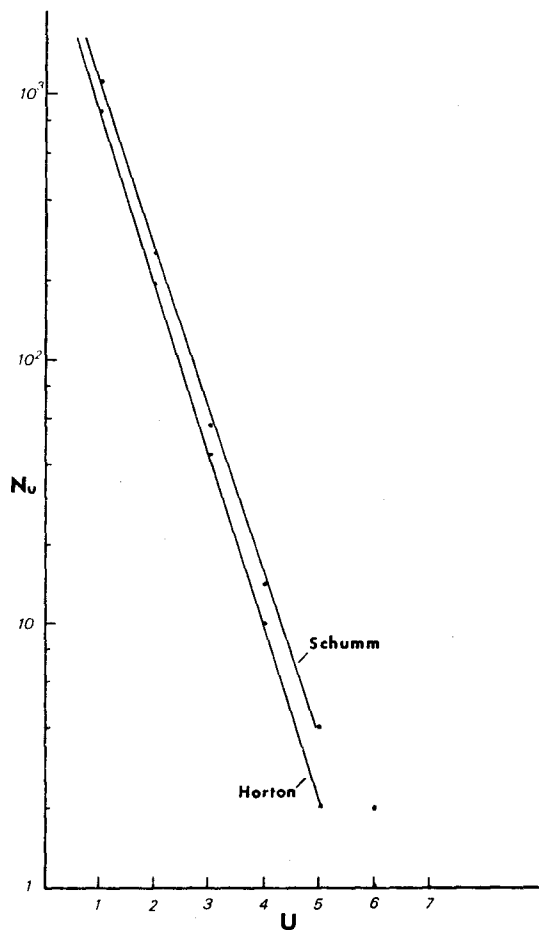
Horrela, ba, ondoko hau bete behar da :

$$N_u = R_B^{(u_m - u)} \quad (2)$$

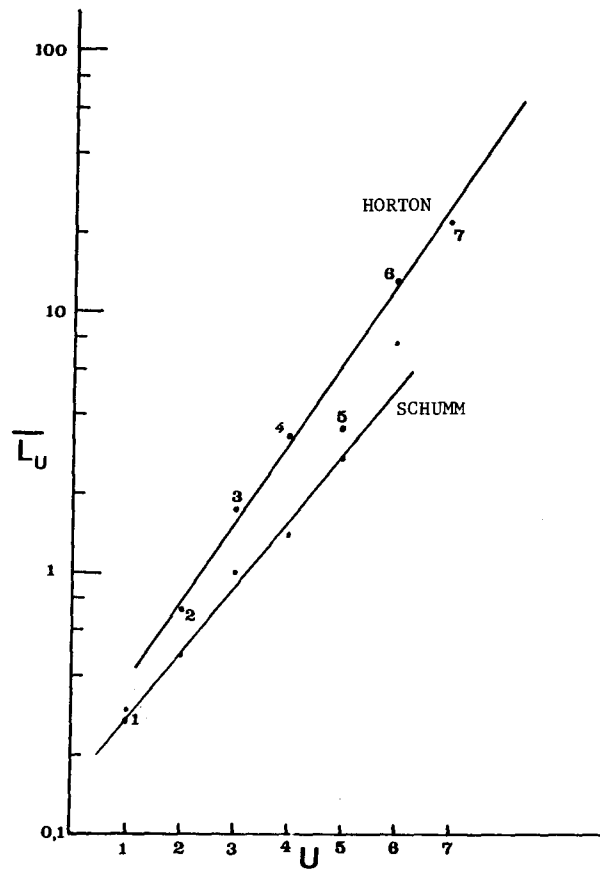
eta bai, beste hau ere :

$$\log N_u = (u_m - u) \log R_B \quad (3)$$

hau da, ordena konkretu bateko ibilguen kopuruaren logaritmoaren eta ordenaren beraren artean erlazio zuzena dago. Erlazio hau, 4-8 irudian azaltzen da grafiko semilogaritmiko batetan, bertan agertzen diren baloreak 5. eta 6. tau-



4-8 irudia : "Ibilguen ordena/ibilguen kopurua " erlazioa. (Horton eta Schumm-Strahler)



4-9 irudia : "Ibilguen ordena/ibilguen batezbesteko luzera" erlazioa. (Horton eta Schumm)

letakoak direlarik.

(3) formulatik atera daitekeenez, zuzen horren malda, balore absolutuz, adarbikapen-erlazioare n logaritmoa bera da, hain zuzen ere, honek ardo oso-rako balioko duen benetako adarbikapen-erlazioaren balorea grafikoki lortzea permititzen digularik. Kasu honetan lortu dugun balorea, hauxe da :

$$R_B = 4,33 \quad (\text{uharretasun motelki altua}).$$

Oharra : Nerbioi hibaiaren goiko ardoan lortutako balore grafikoa (CRUZ-SAN JULIAN, J ; SAENZ DE ETXENIKE, F, in litt), hauxe da : $R_B = 4,22$.

Grafikoki lortutako balorea ($R_B = 4,33$) antzekoa dugu eraketa biotan. Antzekotasun honek Schumm-Strahler autoreen metodoaren egokitasuna agertzen du, zeren eta metodo erosoago izanik Horton-en legeak ondo betetzen baititu eta gainera, ez baititu lege horien aplikaziotik ateratako parametroen baloreak nabariki aldatzen.

4-8 irudian ikus daitekeenez, ordena gorenak (7 eta 6 ordenak, hain zuzen ere) adierazten dituzten puntuek (metodo biotan) ez dute erlazio zuzena betetzen; baina, esan beharra dago, puntu hauk normalean ez zaizkigula adierazgarri azaltzen, zeren eta u_m ordenako ibilgua ematen duten talweg guztien eraketa, soilik izango baita osoa, u_m ordenako ibilgu horrek, ordena berbereko beste ibilgu batekiko biltokitik gorantz drenaiatzen duen azalera osoa kontsideratzen dugunean. Eta hau ez da gure kasua. Aztertzen ari garen ardo ordenarik handiena (u_m) 7 da, eta ez zaigu ordena berbereko beste ibilgurik agertzen. Horrexegatik, eta DUBREUIL-ek (1.974) dioenez, " ibilguen ordena - ibilguen kopurua " delako erlazioa egiterakoan, 2 eta $u_m - 2$ tarteko ordenak bakarrik kontsideratu behar ditugu.

Kasu honetan, 1 ordenako ibilguak adierazten dituzten puntuek, ondo betetzen dute erlazioa, baina hau ez da normala gertatzen, zeren eta ordena honetako ibilguen kokatzea guztiz subjektiboa baita.

4.2.3.2. Ibilguen luzeraren legea.

Lehen egin dugun moduan, Horton-ek emandako legeari helduko diogu. Lege honek dioenez, ordena jarraituetako ibilguen batezbesteko luzerak progresio geometriko bat osotzen du, beronen arrazoia Luzera-erlazioa (R_L) delarik.

Hau dela eta, ondoko hau bete behar da :

$$\bar{L}_u = \bar{L}_1 R_L^{(u-1)} \quad (4)$$

non :

$$\bar{L}_u = \frac{L_u}{N_u} \quad (5)$$

$$\bar{L}_1 = \frac{L_1}{N_1} \quad (6)$$

$$R_L = \frac{\bar{L}_{u+1}}{\bar{L}_u} \quad (7)$$

Beraz, grafiko erdilogaritmiko batetan, ordena jarraituetako ibilguen batezbesteko luzera (eskala logaritmikoan) eta ordenak berak (eskala aritmetikoan) errepresentatzean, dagozkien puntuak zuzen batetan lerrokaturik egon behar dira, zuzen horren malda, aztertutako sareari dagokion Luzera-erlazioaren logaritmoa izanik.

1. eta 2. tauletan, Arratia arroko ibilguen luzeren datuak agertzen dira eta bai numerikoki ateratako Luzera-erlazioen baloreak ere (R_L) :

2,24 (Horton)

1,89 (Schumm-Strahler)

Oharra : Nerbioi hibiaiaren goiko arroan lortutako datuak (Fernando Sáenz de Etxenike-ren Lizentziaturazko Tesia) hauxek dira : 2,32 (Horton) eta 2,18 (Schumm-Strahler).

Datuok era grafikoa jarritz gero, posiblea izango dugu R_L -ren balorea grafikoki ateratzea : 2,01 (Horton) eta 1,78 (Schumm-Strahler). Hau, Arratia arroaren kasurako.

Oharra : Nerbio hibiaiaren kasuan (op. cit.) R_L -ren balorea hauxe da : 2,35 (Horton) eta 2,08 (Schumm-Strahler). Nabaritzen denez, Arratia arrorako lortu-

tako datuak Nerbioi hibairako lortutakoak baino pixka bat txikiagoak dira. Eta kasu biotan, grafikoen bidez lortutakoak, numerikoki ateratakoak baino apur bat txikiagoak dira.

Esan beharra dago, hala ere, 4-9 irudian agertzen den grafikoen erlazioa ez dela 4-8 irudian agertzen dena bezain zuzena. Hau azaltzeko, lege hauk arro homogeneoen kasuetarako ezarriak direla kontutan hartu behar da eta hau, jakina, ez da gure kasua (ikus 2-2 irudia). Ordena baxuko ibilgu gehienak arroaren goiko partean (Goi-Kretazikoaren kareharrietan, hain zuzen) dauden bitartean, ordena goreneko ibilguak arroaren beheko partean (weldientse eta konplexu urgoniarreko baseko sekuentziaren materialeetan) aurkitzen dira.

Aldaketa litologikoetan bilatu behar dugu, 4-9 irudian ohartutako ez-zuzentasuna; Horton-en metodoaren bidez egindako grafikoen, 2, 3, 4, 6 eta 7 ordenen artean, erregresio-lerro bat defini dezakegu. 5 ordena, berriz, lerro honetatik nahiko urrun dago eta ez normaltasun honen jatorria, ordena honetako arroetan dauden aldaketa litologikoetan datza. Hala eta guztiz ere, malda desberdinetako zuzen bi (hau da, Luzera-erlazio desberdinetako zuzen bi) defini ditzakegu : bata, ordena baxuenetako kasuan (2,3,4), berau arroaren goiko parteari dagokiolarik; kasu honetan, Luzera-erlazioaren balorea hauxe litzateke $R_L = 2,01$. Eta bestea, ordena gorennetako kasuan (5,6,7,) berau arroaren beheko parteari dagokiolarik; bigarren kasu honetako Luzera-erlazioaren balorea hauxe da : $R_L = 2,51$.

Ondoko formula hau kontutan harturik :

$$L_u = \bar{L}_u \times N_u \quad (8)$$

R_B eta R_L -ren arteko erlazioa atera dezakegu :

$$R_L = \frac{\bar{L}_{u+1}}{\bar{L}_u} = R_B \frac{L_{u+1}}{L_u} \quad (9)$$

hau da, " Ibilguen kopuruaren legeari " egindako ohar guztiak, oraingo lege honetan ere, aplikagarri gertatzen zaizkigu.

$\bar{L}_1$ -ren prezisioa, esate baterako, txikia da, 1 ordenako ibilguen luzeraren neurketaren zailtasuna dela medio. Horregatik, 2 eta u_{m-2} ordenen artean, soilik, jo dezakegu neurketak zuzentzat.

Hau dela eta, metodo hau aplikaezina dugu 6 edo 7 ordena, gutxienez, ez daukaten arroetan.

Gainera, 4-9 irudian ikus daitekeenez, Horton-en metodoaren bitartez lortutako zuzena (5 puntua izan ezik, lehen azaldutako arazoengatik), Schumm-en metodoaren bidez egindakoa baino egokiagoa da. Honen kausa, Schumm-en erabidean datza; izan ere, azken metodo honek deformatu egiten ditu ibilguen luzerak, ez baitu ibilgu baten ordena, beronen luzera osoan mantentzen, biltokiren artean bakarrik baizik.

Zenbat eta ibilguen kopurua txikiago izan, erabide honen (Schumm) bitartez lortutako errua hainbat eta handiago da; honegatik, hain zuzen ere, ez dira kontutan hartzekoak, ez ordena gorenaren (u_m) kasurako lortutako batezbesteko baloreak, eta ez u_{m-1} ordenaren kasurako lortutakoak ere. Ordena baxuenen kasuan, berriz, N_u nahiko handia izanik, errua txikiagoa gertatzen da.

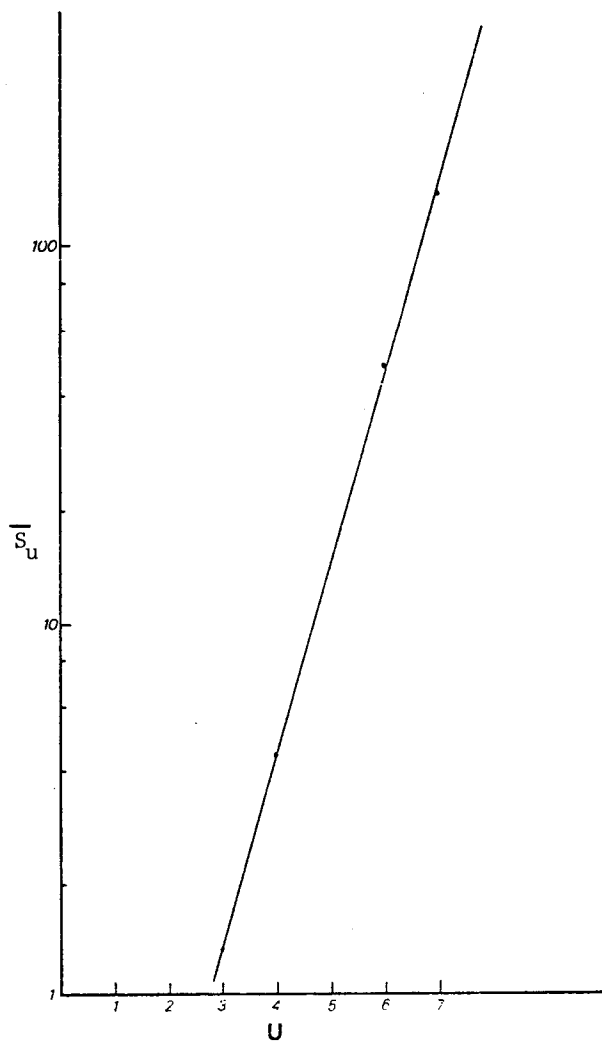
Aipatu dugunez, 4-9 irudian, Schumm-Strahler-en metodoaren bidez ateratutako Luzera-erlazioaren balorea hauxe da: $R_L = 1,78$; baina 6 puntua ere kontutan hartuko bagenu, irtengo litzaigukeen zuzenaren aldapa ($\log R_L$, hain zuzen ere) handiago izango litzateke, Horton-en metodoaren bidez lortutako balorearen antzekoa, prezeski. Horregatik, eta lege honi bukaera emateko, Horton-en balorea $R_L = 2,01$ har dezakegu arro honetako balore egokitizat.

4.2.3.3. Arroen azalaren legea.

Lege honek dioenez (HORTON 1.945), ordena jarraituetako ibilguek dreinaia-tzen dituzten arroen batezbesteko azalerek, progresio geometriko bat osotzen dute, beronen arrazoa Azalera-erlazioa (R_S) delarik.

Hau da :

$$\bar{S}_u = \bar{S}_1 R_S^{(u-1)} \quad (10)$$



4-10 irudia : "Ibilguen ordena / arroen batezbesteko azalera"
erlazioa. (Horton-en arauera).

non :

$\bar{S}_u$ = u ordena daukaten arroen batezbesteko azalera (u ordenako ibilguek eta berauen adarrek drenaiatutakoena)

$$\bar{S}_u = \frac{S_u}{N_u} \quad (11)$$

$$\bar{S}_1 = \frac{S_1}{N_1} \quad (12)$$

eta R_S edo Azalera-erlazioa :

$$R_S = \frac{\bar{S}_{u+1}}{\bar{S}_u} \quad (13)$$

Lehen egin dugun moduan, oraingo honetan ere erlazio hau grafikoki errepresenta dezakegu. Izan ere, paper erdilogaritmiko batetan, ordena jarraituetako arroen batezbesteko azalera (eskala logaritmikoan) eta ibilguen ordenak (eskala aritmetikoan) jarriarik, lortzen ditugun puntuak zuzen batetan lerrokatzen dira, beronen aldapa, Azalera-erlazioaren logaritmoa ($\log R_S$) delarik.

Horrela lortutako grafikoa, 4-10 irudian azaltzen da. Esan beharra dago, azalera neurtzean, 5. taulan agertzen diren datuak (Horton-en erabidea) hartu ditugula oinharritzat. Grafikoki ateratako R_S -ren balorea (3,26), analitikoki ateratakoaren (3,38) antzekoa da. Grafiko horretan ere, 4-9 irudian bezala, ez-normaltasun batzu agertzen dira. Hauen kausa, arroaren homogeneitaterik ezean datza. Hala eta guztiz ere, kasu honetan, zailago gertatzen zaigu kausa honen azterketa, zeren eta ordena gorenetaiko arroak guztiz heterogeneoak baitira, litologiaren aldatik. Kontutan hartu behar da, arro hauk, ordena ezagun baten ibilguak eta beronetan husten duten adar guztiek drenaiatzen duten azalerari dagozkionak direla.

4.2.3.4. Hazkuntza alometrikoaren legea.

Orain arte ikusia dugunez, bai ibilguen batezbesteko luzerek eta bai arroen batezbesteko azalerek ere, ugaltzen konstantearen arrazoi bat aurkeztzen

dute, ibilguen (edo arroen) ordenarekin batera adierazten direnean, grafikoki.

Hau dela eta, hibai-sistema baten kasurako, ordena bakoitzeko ibilguen batezbesteko luzeraren eta ordena berbereko arroen batezbesteko azaleraren artean, erlazio bat egon behar da.

Batezbesteko luzeren eta batezbesteko azalaren logaritmoaren eta ordenen arteko erlazioa zuzena denez gero, erlazio zuzena izango da, halaber, ibilguen batezbesteko luzeren logaritmoaren eta ordena berbereko batezbesteko azalaren logaritmoaren arteko erlazioa (4-11 irudia). Beste era batetan esanda : ibilguen batezbesteko luzeraren eta arroen batezbesteko azaleraren artean, ordena bakoitzaren kasurako, ondoko formako erlazio exponentziala dago :

$$\bar{S}_u = a \bar{L}_u^b \quad (14)$$

a eta b konstanteak izanik.

Lege honen izenak (hazkuntza alometrika) badu zerikusirik, biologian erabiltzen diren legeekin, berauek organoen hazkuntza-abiaduraren eta bizidun osoaren arteko erlazio azaltzen dutelarik. Izan ere, (14) formula era honetan uler daiteke : hibai-sistema baten edozein parametro neurkor (ibilguen luzera edo arroen azalera) konstanteki ari da hazten, ordena jarraituek, denboran, jarraiera bat seinalatzen dutelarik. Modu honetan, a eta b konstanteak, aztertutako arroaren garapenaren ezaugarriak dira.

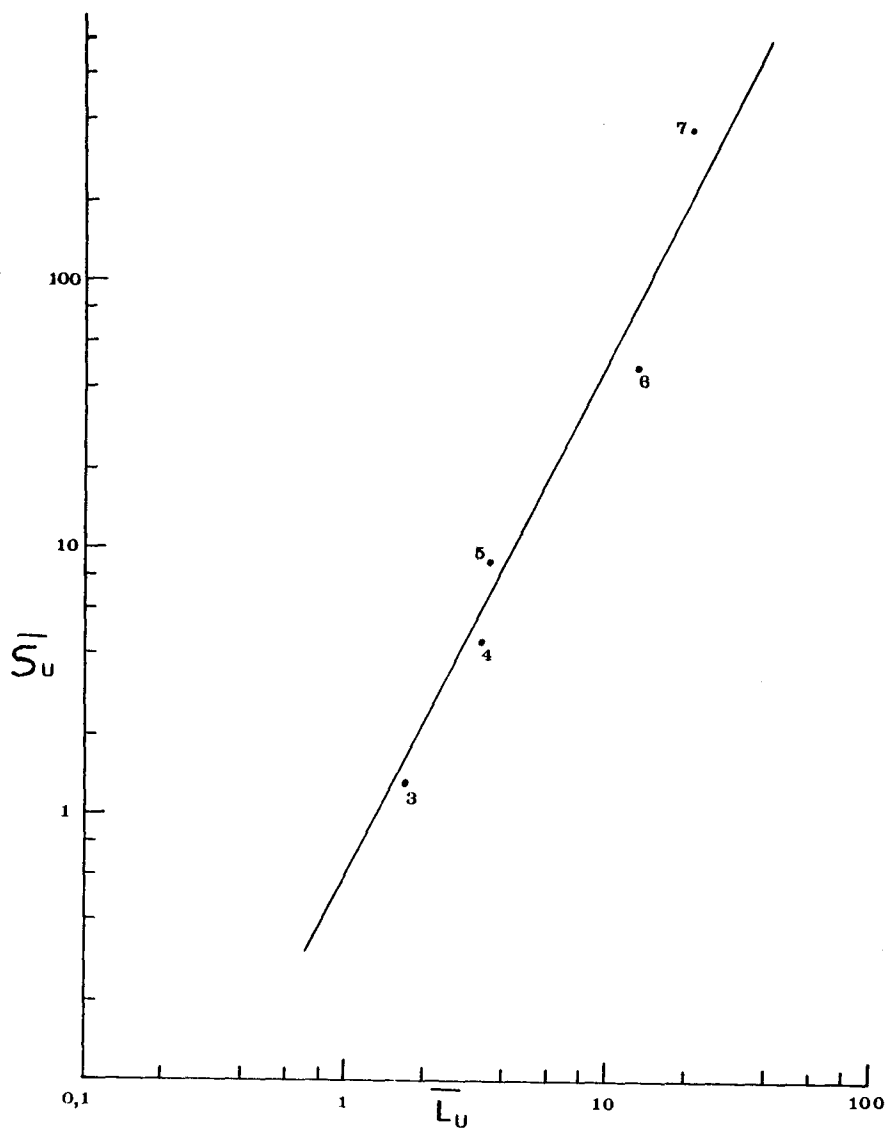
Arratia arroaren kasurako, balore hauk ondokoak dira :

$$a = 0,55$$

$$b = 1,92$$

4.2.4. LORTUTAKO BESTE PARAMETRO BATZU.

Arro bati dagozkion beste ezaugarri planimetriko batzuek : drenaia-dentsitateak, ibilgu-iraunpenaren konstantea eta ibilguen maiztasuna dira.



4-11 irudia : " Ordena desberdinetako arrozen batesbesteko azalera / ordena desberdinetako ibilguen batesbesteko luzera " erlazioa, Arratia arroan (hasikuntza alometrikoa).

4.2.4.1. Drenaia-dentsitatea.

Arro batetako ibilgu guztien luzera osoaren eta beraren azaleraren arteko erlazio bezala definitzen da :

$$Dd = \frac{\sum L_u}{S} \quad (15)$$

non :

$$Dd = \text{drenaia-dentsitatea (Km/Km}^2\text{)}$$

$$\sum L_u = \text{ordena guztietako ibilguen luzera (Km)}$$

$$S = \text{arroaren azalera osoa (Km}^2\text{)}$$

Parametro honek, beraz, azalera-unitateko talweg-en luzera seinalatzen du. Drenaia-dentsitatea kontrolatzen duten faktoreak hauxek dira : litologia (ezaugarri texturalak eta estrukturalak barne), iragazkortasuna eta landaretza. Drenaia-dentsitatearen balorerik altuenak, landaretza gabeko materiale iragazkor eta bigunetan gertatzen dira.

Drenaia-dentsitatea, garrantzi handiko parametroa da, erliebearen ehundura (textura) numerikoki azaltzea permititzen baitu. Gainera, beste era bateko informaziorik ez duguneko eskualdetan, iragazkortasunari buruzko estimazioak egiten laguntzen digu honek.

7.taulan, aztertzen ari garen eskuladean dauden 3,4,5,6 eta7 ordenetako arro bakoitzaren drenaia-dentsitatearen baloreak azaltzen dira, Horton-ek proposatutako metodoaren arauera.

7. taula .- Drenaia-dentsitatearen baloreak

7. ORDENA

Arroa	S (Km ²)	L _u (Km)	Dd
1	136,30	518	3,800

6. ORDENA

Arroa	S (Km ²)	L _u (Km)	Dd
1	47,91	168	3,506

5. ORDENA

Arroa	S (Km ²)	L _u (Km)	Dd
1	13,48	33	2,448
2	4,45	19	4,270

$$\bar{Dd} = 3,359$$

4. ORDENA

Arroa	S (Km ²)	L _u (Km)	Dd
1	3,62	18	4,966
2	7,03	28	3,986
3	5,55	21,5	3,874
4	7,02	22	3,132
5	6,13	18	2,939
6	1,55	7	4,516
7	2,42	10	4,124
8	1,75	8,5	4,857
9	4,08	17	4,172
10	5,77	11	1,905

$$\bar{Dd} = 3,847$$

3. ORDENA

Arroa	S (Km ²)	L _u (Km)	Dd
1	1,460	7	4,795
2	1,485	5	3,367
3	1,634	5,5	3,366
4	4,505	12	2,664
5	0,569	2,5	4,394
6	1,683	6	3,565
7	0,767	4	5,215

8	1,238	5	4,039
9	1,287	6	4,662
10	0,767	4	5,215
11	0,842	4	4,751
12	2,723	11	4,040
13	0,322	1,5	4,658
14	0,792	4,5	5,682
15	0,470	2	4,255
16	1,485	2	1,347
17	0,644	2	3,106
18	0,792	4,5	5,682
19	1,832	6	3,275
20	1,832	5	2,730
21	0,594	3	5,051
22	2,252	7	3,108
23	0,792	3,5	4,419
24	1,411	3,5	2,481
25	5,743	20	3,483
26	1,584	6	3,788
27	0,569	2,5	4,394
28	0,223	1,5	6,726
29	0,693	2,5	3,608
30	0,495	3	6,061
31	0,693	3	4,329
32	2,649	13	4,908
33	1,856	11	5,927
34	0,421	2	4,751
35	2,550	9	3,529
36	2,599	14	5,387

37	1,287	6	4,662
38	0,718	3,5	4,875
39	0,668	3	4,491
40	0,371	2	5,391
41	0,198	1	5,051
42	1,559	8	5,131
43	0,125	0,75	6,000

$$\bar{Dd} = 4,380$$

8. taulan, berriz, 3, 4, 5, 6 eta 7 ordenetako arroen drenaia-dentsitatearen baloreak azaltzen dira, (15) adierazpenetik zuzen-zuzenean atera ditugularik.

8. taula.- Drenaia-dentsitatearen baloreak (Horton-en erabidearen arauera).

(Oraingo honetan, ordena konkretu bati dagozkion arro guztien azalera osoa eta arro horietan berorietan dauden ibilgu guztien luzera osoa ere kontutan hartu ditugu).

u	S_u (Km ²)	L_u (Km)	Dd
1			
2			
3	57,18	228,25	3,992
4	44,92	161	3,584
5	17,93	52	2,900
6	47,91	168	3,506
7	136,30	518	3,800

7. eta 8. tauletan oso erraz ikus daitekeenez, kasu biotan lortutako baloreak desberdinak gertatzen dira, 8. taulakoak pixka bat txikiago izanik. Hala eta guztiz ere, 8. taulako baloreei fidagarriago erizten diegu, 7. taulako baloreek ez baitute arroaren azalera ponderatzen, arro guztiei garrantzi berbera ematen dielarik, bakoitzaren azalera zein den kontutan hartu barik.

7. ordenari dagokion drenaia-dentsitatea, Arratia arroaren adierazgarri izango da, jakina. Balore hau, ehundura trauksila duten eskualdeei dagokie (STRAHLER 1.952) eta azaleraren kilometru karatuko ibilguen 3,80 Km dagoela adierazten digu

Drenaia-dentsitatearen kalkuluak, orain arte azaldu dugun moduan, lan nekeza suposatzen du, zeren eta arroaren ordena guztietako ibilgu guztien luzera neurtu behar baita, beraz, 1 ordenako ibilguetan nahiko subjektiboa izanik. Hala ere, Adarbikapen- eta Luzera- erlazioak ezagunak baditugu, posible izango dugu drenaia-dentsitatearen balorea erosoago ateratzea.

Izan ere, ondoko formula hau

$$L_u = \bar{L}_u \times N_u \quad (8)$$

honela idatz daiteke, (2) eta (4) kontutan harturik :

$$L_u = \bar{L}_1 R_L^{(u-1)} R_B^{(u_m-u)} \quad (16)$$

eta $\sum L_u$, horrela

$$L_u = \bar{L}_1 (R_B^{(u_m-1)} + R_L R_B^{(u_m-2)} + R_L^2 R_B^{(u_m-3)} + \dots + R_L^{(u_m-1)}) \quad (17)$$

hemen :

$$R_L = \varrho R_B \quad (18)$$

egiten badugu, non :

$$\varrho = \frac{L_{u+1}}{L_u} \text{ den}$$

horrela idatz daiteke (17) adierazpena :

$$\sum L_u = \bar{L}_1 R_B^{(u_m-1)} (1 + \varrho + \varrho^2 + \dots + \varrho^{u_m-1}) \quad (19)$$

eta azken parentesia progresio geometrikoaren terminoen batura izanik :

$$\sum L_u = \bar{L}_1 R_B^{(u_m-1)} \frac{\varrho^{u_m}-1}{\varrho-1} \quad (20)$$

Honek, R_L , R_B eta 1 ordenako ibilguen batezbesteko luzera ezagutuz gero, ordena guztietako ibilgu guztien luzera kalkulatzeari auzo berrizantzen digu.

Baina $\bar{L}_1$ parametroaren kalkulu egokia subjektiboa denez gero, horrela idatz daiteke (20) adierazpena, (4) formula kontutan harturik :

$$\sum L_u = \frac{L_x R_B^{(u-1)}}{R_L^{(x-1)}} \frac{e^{u_{m-1}}}{e-1} \quad (21)$$

x edozein ordena izanik, ordena honetako ibilguen batezbesteko luzeraren neurketa, fidagarri gertatzen delarik. Beraz, drenaia-dentsitatea (15) horrela kalkulatu daiteke :

$$Dd = \frac{\bar{L}_x R_B^{(u-1)}}{R_L^{(x-1)} S} \frac{e^{u_{m-1}}}{e-1} \quad (22)$$

horrela, erabilitako denbora gutxituz.

(22) formula eta 5. eta 6. tauletako datuen bitartez Arratia arroan lortutako baloreak 9. taulan azaltzen dira .

Balore hauek, emaitzen aldakortasuna agertzen dute, bai erabilitako erabidearen arauera eta bai hartutako ordenaren (x) arauera ere. Bestalde, horrela ateratako baloreak , lehen arro osorako ateratakoaren guztiz kontrakoak dira. CRUZ-SANJULIAN-ek eta FERNANDO SAENZ DE ETXENIKE-k (in litt) aipatzen dutenez, Nerbioi hibaiaren goiko arroan (22) formularen bidez ateratako baloreak, beste metodoen bitartez aterakoekin konparatuz nahiko desberdinak badira ere, arroaren drenaia-dentsitatearen magnitudearen ordena ematen dute behintzat (Nerbioi arroaren kasuan, ehundura trauskila dugu). Gure kasuan, berriz, (22) formula- tik ateratako baloreak ez dute magnitudearen ordena bera ere ematen (gure kasuan, Nerbioiaren kasuan legez, ehundura trauskila irten behar da). Esan beharra dago, ba, bukaera gisan, drenaia-dentsitatea kalkulatzeko ez dela baliagarri gertatzen azalera txikiko arroetan.

9. taula.- Drenaia-dentsitatearen kalkulu analitikoa, erabide bion datuen bidez.

HORTON

$$R_B = 4,33$$

$$R_L = 2,01$$

$$\rho = \frac{2,01}{4,33} = 0,46$$

$$\frac{\rho^u_m - 1}{\rho - 1} = 1,84$$

SCHUMM-STRAHLER

$$R_B = 4,33$$

$$R_L = 1,78$$

$$\rho = \frac{1,78}{4,33} = 0,41$$

$$\frac{\rho^u_m - 1}{\rho - 1} = 1,69$$

ordena

x	$\bar{L}_x$	Dd	$\bar{L}_x$	Dd
1	0,27	24,02	0,29	23,69
2	0,72	31,87	0,47	21,57
3	1,72	37,87	1,00	25,79
4	3,30	36,15	1,36	19,70
5	3,50	19,07	2,75	22,38
6	13,00	35,25	7,50	34,29
7	21,00	28,33	5,00	12,84

4.2.4.2. Ibilgu-iraunpenaren konstantea.

Parametro hau (M_c) drenaia-dentsitatearen inbertso gisa definitzen da.

Era honetan interpreta daiteke : ibilgu-luzeraren unitate bat mantentzeko behar den azalera.

$$M_c = \frac{1}{Dd} = \frac{S}{L_u} \quad (23)$$

SPARKS-en eritziz (1.972), drenaia-sistema batek bere bururantz hedatzen jarraitzeko (eta horrela lurretenak probokatzeko) dauzkan posibilitateak aurrikusteko erabil daiteke parametro hau. Kasu hau, ibilgu-iraunpenaren konstantearen balore altu bati legokioke.

Arratia arroaren kasuan lortutako baloreak (M_c) 10. taulan agertzen dira. Ikusten denez, arro osorako har dezakegun balorea, 7. ordenari dagokiona da.

10. taula.- Arratia arroko ibilgu-iraunpenaren konstantearen baloreak
(ikus 8. taula)

u	M_c
3	0,250
4	0,279
5	0,345
6	0,285
7	0,263

4.2.4.3. Ibilguen maiztasuna.

Hau, azalera-unitateko ibilguen kopurua da.

$$F_u = \frac{N_u}{S}$$

11. taulan, aztertutako arroari dagozkion datuak agertzen dira.

11. taula.- Arratia arroko ibilguen maiztasunaren baloreak.

u	F_u (HORTON)	F_u (SCHUMM-STRAHLER)
1	6,302	8,188
2	1,401	1,871
3	0,315	0,411
4	0,073	0,103
5	0,015	0,029
6	0,007	0,015
7	0,007	0,007

Parametro hau, dreñaia-dentsitatea bezala, dreñaiaren ehundura, hau da, erliebearen ebakipen-gradua adierazten digun ezaugarria dugu.

TRICART-ek (1.965) dioenez, garrantzi handia hartzen du 1. ordenako ibilguen maiztasunak : gure kasuan, 6,302 (HORTON) eta 8,188 (SCHUMM-STRAHLER).

Hala eta guztiz ere, autore horrek F_1 x Dd biderkadura proposatzen du " bad-land " motako arroak (luzera txikiko talweg asko) eta txarto drenaia-turiko arroak (luzera handiko talweg gutxi) elkarren artean desberdintzeko, bi motetako arro horiek drenaia-dentsitate berdintsua izan baitezakete.

4.2.5. ARRATIA HIBAIAREN LUZERAZKO PERFILA.

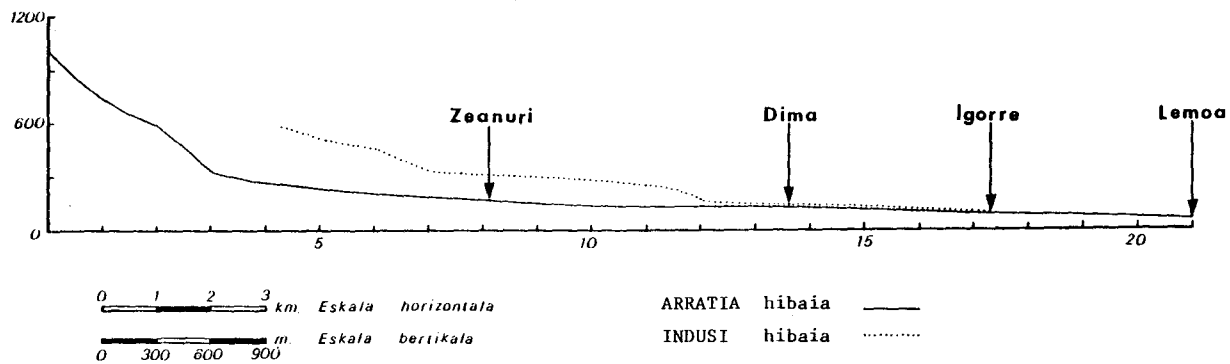
4-12 irudian, Arratia eta beronen adarrik nagusia den Indusi hibaiei luzerazko perfilak azaltzen zaizkigu.

Eskala bertikala exageratuta badago ere, perfil hauek lehen esan duguna baieztatu egiten dute, hau da, 200-300 metroz gora, aldapa gehitu egiten dela.

Bestetik, Arratia hibaieiaren perfilak, logaritmiko motako kurba bat era-kusten digu 600 metroz gora. KIDSON-ek (1.962) holako kurbak ekuazio honeta-ra egokitu zituen Exe hibaian :

$$y = a - k \log x$$

eta etenki gertatutako etapa higitzailearen ondorio gisa (" nick points ") justifikatu zituen. SPARKS-ek (1.972) dioenez, berriz, aldapa-aldaketa hau-en jatorria higaduraren aurrean materiale desberdinek daukaten jokabidean bilatu behar da. Izan ere, gure kasuan, 600 metroz gora, hain zuzen ere, konplexu urgoniarreko kareharriak agertzen zaizkigu (arroaren mende-hegoan SW). Kota ho-rretatik behera, wealdientse eta urgoniarreko baseko sekuentzia agertzen dira.



4-12 irudia : INDUSI eta ARRATIA hibaien luzerazko perfila.

5. ARRATIA HIBAIAREN ARROKO EZAUGARRI HIDROGEOLOGIKOAK.

Arro honetako mapa geologikoa (2-2 irudia) ikusiz gero, ez da harri-tzekoa, arro honetako interes hidrogeologikoa, bai kareharri urgoniarretan eta bai Arratia eta Indusi hibaletako alubioietan ere datzala esatea. Hala eta guztiz ere, azken hauetaz oso gutxi dakigu, ez baitaukagu datu egokirik. Arratia hibaletaren Lemoa eta Igorre-ren arteko ibilguan, ehun metrotan egindako neurketetan (SEBA M-1 molinete batez), ateratako emaitzak ia antzekoak dira, elkarren arteko diferentzia 2 % izanik. Erru hau, erabili dugun metodoaren kausaz azal daiteke. Hau dela eta, ezin esan dezakegu alubioi hioen ezaugarri hidrogeologikoak zeintzu diren eta ez efluente edo influente diren ere.

Gainerako materialeetan, oster, ehun iturburu baino gehiago finkatu ditugu, gehienbat kaudal txikikoak direnak edo iraunkorrak ez direnak eta Wealdentsean zein urgoniarreko baseko sekuentzian agertzen diren kapa pribilegiatuak edo lurtzoruei dagozkienak.

Hau guztiau kontutan harturik, arro honetako azterketa hidrogeologikoa konplexu urgoniarreko kareharri-multzoetan oinarritu dugu.

5.1. KAREHARRI URGONIARRAK.

5.1.1. KONPLEXU URGONIARRARI BURUZKO EZAUGARRI BATZU.

RAT-ek (1.959) "urgoniarra" deitu zuen konplexua, elkarrekin txandauden kareharri eta sedimentu detritikoz osaturik dago. Horrela gertatutako "multzoan" fazie-aldaketa ugari dago.

Kareharri urgonianak trinko eta gogorrak dira eta multzo txiki zein handitan agertzen dira, geruzapena, askotan, ikustezina gertatzen zaigularik. Kolore argia daukate eta horregatik, bertan, Rudistak izeneko fosileen haztarna beltzak oso ondo nabaritzen dira. Kontutan hartu behar da kareharri

hauen jatorri biologikoa (Toukasiadun kareharriak). Izan ere, eta RAT-en eritiziz, kareharri-multzo hauk Aptientsearen Behe-Albientsearen arteko bi-tartean eratu ziren arrezifeei dagozkie. Arrezife hauk CO_3Ca delakoaz saturaturiko sakonera txikiko itsaso batean eratuak izan ziren (sakonera, hamar metro edo), bertako uraren tenperatura beroa edo epela (20° edo gehiago) izanik eta ura garbi izanik, elementu detritikoetango eduki txikiak adierazten digunez.

5.1.2. AZTERTUTAKO ARROKO KAREHARRI URGONIARRAK.

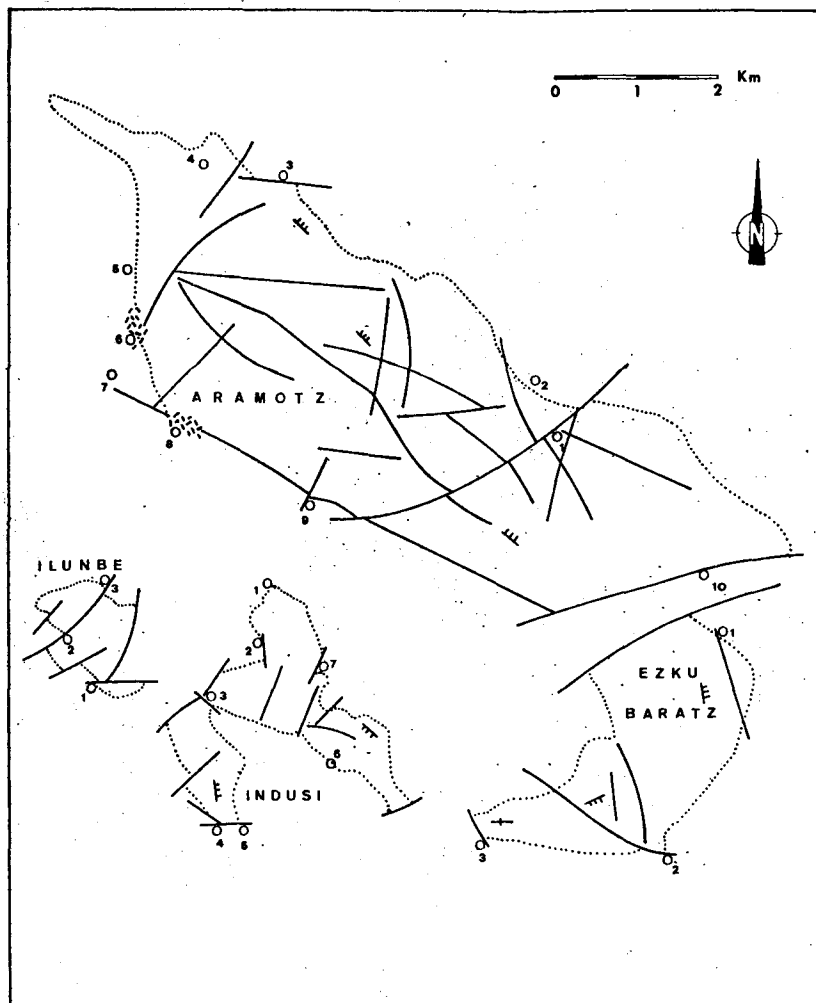
Bi multzotan agertzen dira : goi- eta behe- kareharriak, RAT-en eritiziz (1.959).

Goi-kareharriei dagozkie bai arro honetako Ekialdean dagoen ARAMOTZ mazizoa, bertan kareharrien lodiera 500 metrotara hel daitekeelarik (honen ezaugarri geologikoak 2. kapituluaz aztertu genituen); bai Eskubaratzeko eta Indusiko hertsipen periklinalak eta bai, Mendebaldean (W) dagoen Itxina mazizoa ere (ikus 2-2 eta 5-1 irudiak). Tolestaturiko multzo lodi hau Aramotz mazizoko NW aldean, Lemoa inguruan, desagertzen da, albotako fazie-aldaketa batez Bilboko tupaharrietara pasatuz, SE aldean Anbototik pasa eta Aizkorriraino luzatzen den bitartean.

Behe-kareharriei dagozkie, berriz, goi-kareharrien azpitik agertzen diren multzo txikiak : Ziburio eta Arralde, SW aldean, azken hau, Mediterraneora eta Kantaurira doazen hibaien muga; Ilunbe eta Bargondia, erdiko partean; Lemoa eta Igorre inguruan dauden multzo txikiak, N aldean.

5.2. *ARRATIA ARROKO MULTZO AKUIFEROAK.*

Lehen aipatu dugunez, arro honetako interes hidrogeologikoa urgoniarreko kareharri-multzoetan datza. Hau dela eta, hasiera batetan, multzo desberdinak bereiztu ditugu, berauen agermentuak kontutan izanik. Geroztik, multzo bakoitzari dagokion ur-balantzea burutu dugu, balantze horretan parte hartzen duten



5-1 irudia : Arratia arroan kontsideraturiko lau multzo akuiferoak.

faktore guztiak banan-banan aztertuz. Azkenez, eta ondorio gisa, multzo hau-en funtzionamendu hidrogeologiko posiblea aipatzen da.

Esan beharra dago, atal honetan ez dugula kontutan hartu Itxina mazizoa, berau baita Fernando Saenz de Etxenike-ren Lizentziaturazko Tesiaren helburua.

5.2.1. MULTZO AKUIFERO DESBERDINEN DETERMINAZIOA.

Kareharrien agermenduak direla medio, lau multzo akuifero finkatu dugu : (ikus 5-1 irudia).

- 1.- ARAMOTZ mazizoa, arroaren NE aldean.
- 2.- ESKUBARATZeko hertsipen periklinala, arroaren Ekialdean.
- 3.- INDUSIKo hertsipen periklinala (Urrekoatza-Baltzola).
- 4.- ILUNBE mazizo txikia, Indusiko sinklinalearen ardatzan.

Kasu guztietan, hareharrien agermenduen ertzak iturburuz beterik daude. Hala ere, sarritan, kaudal handiko iturburu batzu agertzen dira, azalean elkarrekin loturik ez dauden kareharri-multzo txikien ertzetan. Hau dela eta, lurrazpiko lotura hidraulikoa dagoela pentsatu behar dugu, berau, lehen azal dutako erabide geologikoarekin ados dagoelarik.

5.2.1.1. ARAMOTZeko multzo akuiferoa.

Lemoatik (NW) M añariaraino (SE) doan kareharri-multzo lodi batez eratuturik dago, beronen azalera $21,80 \text{ km}^2$ izanik. SW-eko ertza, Artauneko apurtuneak eraginda dago, Aramotzeko kareharriak, Dimako antiklinalearen nukleoko wealdientse fazieko materialeekin ondoan jartzen dituelarik. NE-ko ertza, oster, konplexu supraurgoniarreko materiale hareharritsuen azpitik sartzen da, kontaktu normalean.

Kareharri-multzo lodi honek erliebe gogorra ematen du; Aramotz mazizoa.

Mazizo honen barnealdea, kanpoaldeko gailurren kotaz behera dago, alde endorraiko bat eratuz; hau da, izerdi-lurruntzen ez den prezipitazio-ura iragazi egiten da. Alde endorraikotik kanpo, baina kareharri-multzoaren barruan oraindiño, aldapa gogorrek daude.

Aramotz mazizoko batezbesteko garaiera 700-800 m-takoa da eta gailurrik nabarmenenak hauek dira :

Urtemondo (789), Mugarra (964), Leungane (1009).

UR-BALANTZEAREN TERMINOAK.

ELIKAPENA .-

Aramotz mazizoak erliebean daukan kokapen "menperatzailea" kontutan izanik, iragazten den ura, prezipitazioarena da; hau da, ez dago ez kanpotik datorren lurgaineko isurketarik eta ez lurrazpikorik ere. Neguan, hau sarritan gertatzen ez bada ere, iragazten den ura, metatutako elurraren urtzetik dator.

3. kapituluaz aztertutako Aramotz mazizoaren batezbesteko plubiometria (1.550 mm. urtero) eta mazizo honen beronen azalera ($21,8 \text{ Km}^2$) izanik, irte-ten zaigun urteko ekarpen plubiometrikoa ordena honetakoa da : 34 Hm^3 .

IZERDI-LURRUNKETA .-

Alde endorraikoan dagoen landaretza urria da eta dolinetan kokatzen diren pago batzu baino ez dira. Alde honetatik kanpo, ostera, landaretza ugari da, pinuak batez ere.

Bai Turc-en formula eta bai Thorntwaite-rena ere aplikatuz (ikus 3. kapitulua), ETR-rako ateratzen dugun balorea hau da : 590 mm urtero, hau da, prezipitazioaren 38 %-a. Hala ere, alde endorraikotik kanpo, ETR-aren balorea handiago izango dela pentsa daiteke.

LURGAINEKO ISURPENA .-

Parametro honen balorea desberdina izango da Aramotz mazizoaren barru-

an bereiztu ditugun alde bietan. Batetik, barruko aldean, endorraikoa bera, lurgaineko isurpena nulua izango da eta izerdi-lurruntzen ez den ura iragazi egiten da. Beste aldean, oster, ba dago lurgaineko isurpenik, baina honen balorea ezin dugu aurretik determinatu eta balantzetik ondoriotu beharko dugu, aurrerago ikusiko dugunez.

IRAGAZPENEA .-

Aramotzeko morfologia karstikoa dela kontutan izanik, ondoko puntu hauk finka ditzakegu, iragazpenari begira :

- Iragazpena eta geroko zirkulazioa, mazizo hau zeharkatzen duten zartatune ugariak eraginda dago (ikus 5-2 irudia, bertan zartatunerik ikuskorrenak azaltzen direlarik). Zartatune-multzo honetan nagusi dira NW-SE direkzio-koak, hau da, Euskal-Kantaurialdeko direkzio tektoniko orokorra daukatena. Ugari dira, modu berean, azken hauen perpendikularrak, hau da, NE-SW direkzio-koak.

- Zartatuneetan zehar, prezeski, garatzen dira dolinak, hauetariko batzu nahiko handiak izanik. Dolina hauek kolektoreen moduan egiten dute, beraietatik, izerdi-lurruntzen ez den ur guztia iragazten delarik.

- Alde endorraikotik kanpo ere, ugari dira dolinak - beti zartatuneek eraginak -, txikiagoak badira ere, Artaunekoa salbu. Kanpoko alde honetan dauden aldapa gogorrek lagundu egiten dute lurgaineko isurpena, Arratia hibaierantz Mendebaldean eta Ibaizabalerantz Ekialdean, bai eta Mañaria errekarantz Hegoaldean.

Ondorio gisa, iragazpenaren balore bezala, hauek har ditzakegu :

$P - ETR = 1.550 - 590 = 960 \text{ mm. urtero}$ ($I = 62 \% P$) alde endorraikoan.

Itxina mazizoan - endorraikoa berau ere eta antzeko landaretza duena -

ateratako balorea hau da : $I = 71 \% P$. (CRUZ-SANJULIAN eta SAENZ DE ETXENIKE : *Consideraciones preliminares sobre la Hidrología del Karst de Itrina (Bizkaia). Estimación del coeficiente de infiltración y de la evapotranspiración real.*, in litt).

Kanpoko aldean, berriz, balore honen determinazioa zail gertatzen zai-
gu. Hala ere, Nafarroako hainbat karstetan (Aralar, Urbasa....) egindako ba-
lantzeak (CASTIELLA et al) kontutan harturik (karst endorraikoen eta Itxina
karstearen arteko antzekotasuna CRUZ-SANJULIAN-ek eta SAENZ DE ETXENIKE-k
(op. cit.) aipatuta dago), atera dezakegun balorea hau da : $I = 30-35\% P$.

DRENAIA .-

Multzo akuifero honen drenaiak, mazizoaren ertzetan dauden iturburuetatik
gertatzen da, batzu mendi-oin (piedemonte delakoa) direlakoetan sortzen badi-
ra ere. Iturburu gehienek ba dute zerikusirik mazizoa zeharkatzen duten zar-
tatuneekin.

5-2 irudian, urteko batezbestekoa atereaz segundoko litro bat baino ge-
hiagoko kaudala daukaten iturburuak ageri dira soilik.

Iturburuok hauek dira :

Zenbakia	Izena ⁽¹⁾	Kota ⁽²⁾	Kaudala ($\text{Hm}^3/\text{urteko}$) ⁽³⁾
1	Mugarrikolanda	769	0,03
2	Betsuen	640	0,07
3	Belatxikieta	610	0,30*
4	Leguate	560	0,03
5	Garai	280	0,03
6	Orue	220	2,50
7	Itza	200	0,15
8	Biteriño	250	0,35*

(1) : Batzuk izena badaukate ere, beste batzuk ez. Asken kasu hauetan lekuko
toponimia ipini diet izentzat.

(2) : Instituto Geografiko eta katastral-ek ateratako 1:50.000 eskalako mapak.

(3) : 6. iturburua s albu (Orue), beste guztiak ez dira periodikoki kontrola-
tu, horretarako baldintza egokirik ez zelako. Hala eta guztia ere, hemen
ipinitako baloreak multzo akuifero honen drenaiari buruzko ideia bat ema-
ten digute, subjektiboa bada ere.

9	Ugarios	310	0,07
10	Mañaria	230	1,30

Taula honetan eta 5-2 irudian ikus daitekeenez, multzo akuifero honen drenaia, Mendebaldetik gertatzen da batez ere, zeren eta ertz hau, Ekialdekoa baino kota baxuagoan baitago.

(*) daukaten iturburuetan depositoa dago eta horregatik ezin izan dugu neurketarik egin, ez baitago baldintza egokirik. Hemen emandako datoak, gutxi gorabererakoak dira.

UR-BALANTZEA .-

Orain arte esandako guztia kontutan harturik, Aramotzeko multzo akuiferoari dagokion balantzea egitera saiaturiko gara oraingo honetan. Honetarako multzo hau alde bitan bananduko ditugu : alde endorraikoa eta kanpoko aldea, berauen azalerak hauxek izanik : $4,5 \text{ Km}^2$ eta $17,3 \text{ Km}^2$, hurrenez hurren.

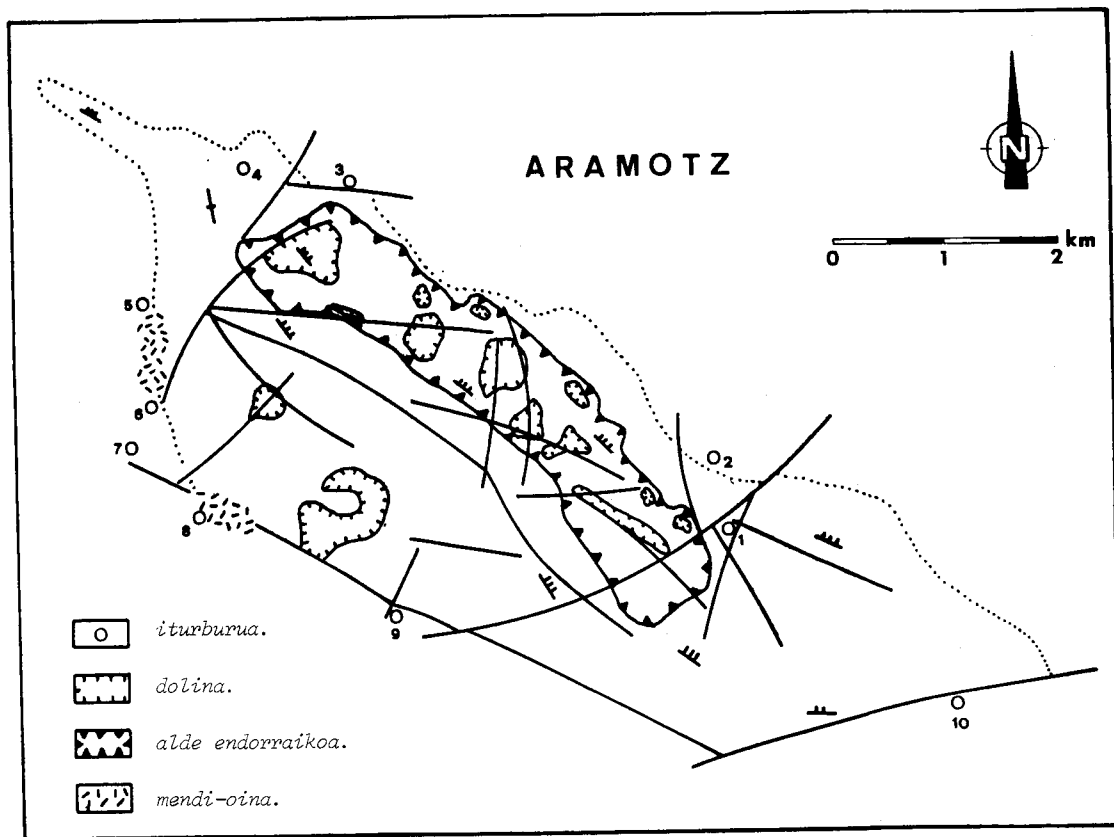
Alde endorraikoa.

Azalera.....	$4,5 \text{ Km}^2$.
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	$7,0 \text{ Hm}^3$.
ETR-a (38 % P).....	$2,7 \text{ Hm}^3$.
Lurgaineko isurpena.....	$0,0 \text{ Hm}^3$.
Urteko iragazpena.....	$4,3 \text{ Hm}^3$.

Alde ez endorraikoa.

Azalera	$17,3 \text{ Km}^2$.
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	$27,0 \text{ Hm}^3$.
ETR-a (40 % P).....	$10,8 \text{ Hm}^3$.
Lurgaineko isurpena (30 % P).....	$8,1 \text{ Hm}^3$.
Urteko iragazpena.....	$8,1 \text{ Hm}^3$.

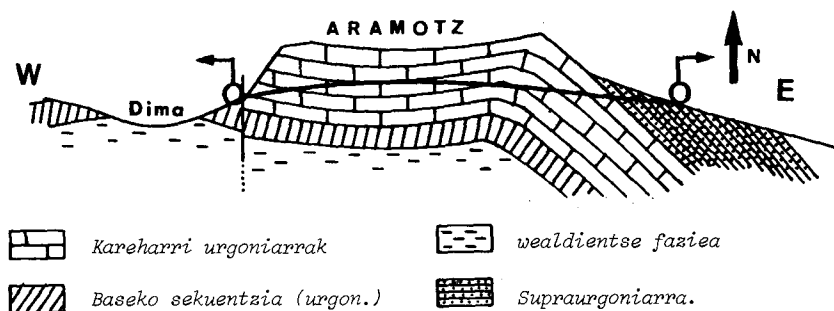
Urteko iragazpen osoa..... $12,4 \text{ Hm}^3$.



5-2 irudia : Failak eta dolinak ARAMOTZeko mazizoan.

Hau dela eta, iragaz ur-bolumena 12 Hm^3 -takoa dela kontsidera dezakegu. Bolumen honetarikoa parte bat mazizoaren ertzetan kokatzen diren iturburuetatik drenaiatzen da. Taulan ageri diren iturburuek dreñaia dezaketen ur-bolumena $4,8 \text{ Hm}^3$ -takoa da. Hauetatik gainera, ba daude kaudal txikiko (segundoko litro bat baino gutxiago) beste hainbat iturburu, hauetatik drenaiatzen den bolumena $0,5 \text{ Hm}^3$ /urteko dela estimatuz, gutxi gorabehera.

Beste aldetik, Ekialdean ba daude supraurgoniarreko materiale hareharritsuetan agertzen diren iturburu asko, berauen sortokia leku batetan finkaturik - sortoki difusoak - ez badago ere (ikus 5-3 irudia).



5-3 irudia : Aramotz mazizoko zehartebakia eta maila freatikoa.

Hala ere, hemendik drenaiatzen den bolumena, Hm^3 batzutakoa (2 edo 3) dela jo dezakegu.

Honela, ba, orain arte kuantifikatu dugun bolumena 8 Hm^3 -takoa da.

Orain arte egindako balentzea ikusirik, argi dago iragazitako ur-bolumena, iturburuetatik drenaiatzen dena baino handiagoa dela. Diferentzia honen kausa bilatu nahiean, irtenbide posible batzu aipa ditzakegu :

- multzo akuifero hauinguratzen duten hibaletarantzko errenergia (dreñaia zuzena) :
 - .- Ibaizabal hibaia NE,aldean.
 - .- Mañaria erreka, SE aldean.

.- Arratia hibaia, NW aldean.

- Eskubaratzeko multzo akuiferoarekin lotura hidraulikoa, Aramotzetik hona ura pasatuz. Irtenbide hau ere benetakoa da gero ikusiko dugunez.

5.2.1.2. ESKUBARATZeko multzo akuiferoa.

Multzo hau, Dimako antiklinalearen hertsipen periklinalean kokatzen da eta kareharri-multzo batez osaturik dago.

Eskubaratz eta Aramotz faila-pare batez separatuak dira, failartean, urgoniarreko baseko sekuentzia agertzen delarik. Eskubaratzeko gailurrik altuena Arrietabaso (1.022 m.) da.

UR-BALANTZEAREN TERMINOAK.

ELIKAPENA .-

Iragazten den ura prezipitazioarena da. Hala ere, batzutan, eta Aramotzeko kasuan lehen ikusia dugunez, elurra metatzen da, beronen urtzetik datorren ura iragazten delarik.

Urteko batezbesteko prezipitazioa 1.550 mm-takoa izanik (ikus 3. kapitulu) eta Eskubaratz mazizoko azalera $5,05 \text{ Km}^2$ -takoa izanik, ateratzen dugun urteko ekarpen plubiometrikoa, ordena honetakoa da : 8 Hm^3 .

IZERDI-LURRUNKETA .-

Hemen dagoen landaretza urria da, pago gutxi batzu soilik. Lehen Aramotzeko kasuan ateratako ETR-aren balorea har dezakegu oraingo honetan ere, hau da, prezipitazioaren 40 %-a.

Urteko ETR-a, beraz, hauex litzateke : $3,2 \text{ Hm}^3$.

LURGAINeko ISURPENA .-

Mazizo honen barruan ba dago alde endorraiko bat (Atxarte izenekoa) $1,20 \text{ Km}^2$ -tako azalera duena, non lurgaineko isurpen guztia iragazi egiten

baita.

Alde honetatik kanpo, eta dolina txiki batzutataz gainera, lurgaineko isurpenaren balorea oso altua da (prezipitazioaren 50 %-a, beharbada) bertako kareharriek ematen dituzten eskarpe gogorrak direla medio.

IRAGAZPENA ETA DRENAIA .-

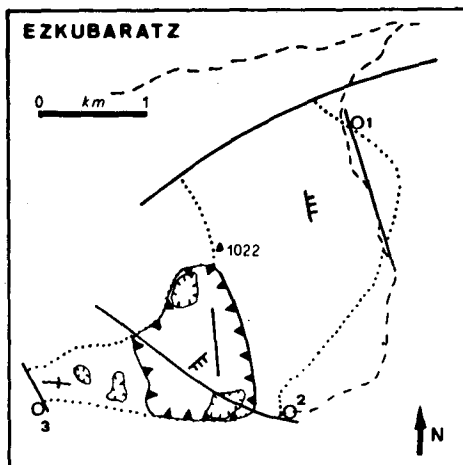
Iragazpena dolinetan gertatzen da batez ere, berauk failarekin lotuta egonik. Eskubaratzen dauden failak, Aramotzekoen direkzio berbera daukate.

Beraz, iragazpenaren balorea altua izango da dolinak daudeneko alde-etan, eta txikia, berriz, gainerakoetan.

Drenaia, hiru iturburuetatik gertatzen da batez ere :

<u>Zenbakia</u>	<u>Izena</u>	<u>Kota</u>	<u>Kaudala (Hm³/urteko)</u>
1	San Lorentzo	220	2,50
2	Iturriotz	540	1,00
3	Urmeta	540	0,30

Esan beharra dago, hala ere, kaudal hauk gutxi gorabeherakoak direla, ez baitago neurketak egiteko baldintza egokirik.



5-4 irudia :

Eskubaratzeko sistema akuiferoa.

Failak eta dolinak.

BALANTZEA .-

Aurreko guztia kontutan izanik, Eskubaratzeko multzo akuiferoa hiru alde-tan bana liteke, hauetariko bakoitza, iturburu batetik drenaiaturik dagoela-rik.

1. ALDEA .-

San Lorentzo iturburutik drenaiatua. Honetaz aparte, Mañaria errekarako errekaraga ere ba dago.

Azalera.....	3,40 Km ² .
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	5,30 Hm ³ .
ETR-a (40 % P).....	2,12 Hm ³ .
Lurgaineko isurpena (50 % P).....	2,65 Hm ³ .
Urteko iragazpena.....	0,53 Hm ³ .

Aipagarria da alde honetan lurgaineko isurpenak hartzen duen balore altua (prezipitazioaren 50 %-a, gutxienez). Honen kausa E aldeko aldapa go-gorrean, geruzapenak kontrolatuak, aurkitu behar da, bertan iragazpena mini-moa izanik.

2. ALDEA .-

Iturriotz iturburutik drenaiaturikoa.

Azalera.....	1,20 Km ² .
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	2,00 Hm ³ .
ETR-a (40 % P).....	0,80 Hm ³ .
Lurgaineko isurpena.....	nulua
Urteko iragazpena	1,20 Hm ³ .

3. ALDEA .-

Alde honetan dolina batzu ageri dira eta Urmete iturburutik dreñaia-tzen da.

Azalera	0,45 Km ² .
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	0,70 Hm ³ .
ETR-a (40 % P).....	0,28 Hm ³ .
Lurgaineko isurpena (20 % P).....	0,14 Hm ³ .
Urteko iragazpena.....	0,28 Hm ³ .
<u>Urteko iragazpen osoa</u>	<u>2,00 Hm³.</u>

Aurreko balantze posible hauetan ikus daitekeenez, 2. eta 3. aldeek oreka gordetzen dute, iragazten den ur-bolumena eta iturburuetatik dreñaia-tzen dena antzekoak izanik.

1. aldean, berriz, San Lorentzo iturburutik drenaiatzen den ur-bolumena, alde horretan berorretan iragazten dena baino asloz handiagoa da. Desoreka honen kausa ondo azal daiteke, Aramotz eta Eskubaratz multzo akuifero-en artean lurrazpiko lotura hidraulikoa dagoela onartzen badugu; hau da, Aramotzeko multzo akuiferotik Eskubaratzeko multzo akuiferora ur-ekarpena dagoela onartuz.

Kareharri-multzo bi hauen arteko erabide geologikoak lagundu egiten du lotura hidrauliko hori. Izan ere, lehen aipatu dugunez, failartean agertzen diren materialeak, urgoniarreko baseko sekuentziakoak dira, berauen azpitik behe-kareharriak aurkitzen direlarik. Azken hauetan zehar gertatzen da, hain zuzen, lotura hidraulikoa.

5.2.1.3. INDUSIKO multzo akuiferoa.

Multzo hau Indusiko hertsipen periklinalean kokatzen da eta kareharri-multzo batez osaturik dago, Eskubaratzen agertzen denaren jarraipena delarik.

Multzo hau Indusi, Baltzola eta Indiebeti izeneko hibaiek zeharkatzen dute, lehenengoak sinklinalearen nukleoan bertan alubioi zintzilikatua eratzen duelarik.

Multzo honen barruan, bai Goi-kareharriak (Urrekoatxa 582 m.), bai behe-kareharriak (Bargondia 536 m.) eta bai horien arteko sekuentzia detritikoa ere sartu ditugu. Hau guztiau multzo berberan sartzearen kausa, behe- kareharrien multzoen ertzetan aurkitutako kaudal handiko iturburuetan datza. Gainera, goi-kareharrien multzoen ertzetan ez dago iturburu handirik. Honek adierazten digunez, behe- eta goi-kareharrien arteko lotura hidraulikoa egon behar da.

UR-BALANTZEAREN TERMINOAK.

ELIKAPENA .-

Iragazten den ura, multzo honen gainazalean jausten dena baino ez da. E-lurraren hurtzetik datorren ekarpena oso txikia da kasu honetan.

Multzo honen azalera $3,20 \text{ Km}^2$ -takoa eta urteko batezbesteko prezipitazioa 1.550 mm -takoa izanik, multzo honetarako ateratzen dugun urteko batezbesteko ekarpen plubiometrikoa, 5 Hm^3 -takoa da.

IZERDI-LURRUNKETA .-

Multzo honetako landaretza oso dentsoa da eta batez ere, koniferaz dago beterik, berauk NE mazelan (Baltzola) SW mazelan (Urrekoatxa) baino ugariago direlarik.

Beste daturik ez daukagunez, estimatu dugun ETR-a, aurreko kasuetan erabilitakoa da, hau da, prezipitazioaren 40 %-a (beharbada gehiago izango da). Urteko ETR-a, ba, hauxe dugu : 2 Hm^3 .

LURGAINEN ISURPENEN .-

NE mazelan (baltzola) hiru alde endorraiko daude, hiruren arteko azalera $0,66 \text{ Km}^2$ -takoa izanik. Alde hauetan, izerdi-lurruntzen ez den ura iragazi egiten da eta horregatik lurgaineko isurpena nulua da.

Gainerako aldeetan, lurgaineko isurpenak balore altuak har ditzake (prezipitazioaren 40 %-a), dauden aldapa gogorrenatik. Balore hau, beste karst batzutako balantzeak ikusirik (CASTIELLA et al.) finkatu dugu.

IRAGAZPENA ETA DRENAIA .-

Iragazpena dolinetatik gertatzen da batez ere, berauk zartatune-aldeetan kokatzen direlarik. Baina, iragazpena urgoniarreko sekuentzia detritikotik ere gerta daiteke.

Drenaia, multzoen ertzetan dauden iturburuetatik egiten da eta, segur asko, multzoa zeharkatzen duten Indusi, Baltzola eta Indiebeti hibaletarako errekararik ba dago.

Iturburu nagusiak hauek dira :

<u>Zenbakia</u>	<u>Izena</u>	<u>Kota</u>	<u>Kaudala (Hm³/urtero)</u>
1	Uritikin	230	0,30
2	Bargondia	330	0,30
3	Bernaola	250	¿ *
4	Emaldi 1	340	0,07
5	Emaldi 2	360	0,15
6	Angilarri	300	¿ *
7	Baltzola	450	0,07

Kasu honetan ere, aipatutako kaudalak gutxi gorabeherakoak direla esan beharra dago. Hala eta guztiz ere, datu hauek lagundu egin diezagukete multzo honen erabide hidraulikoa ulertzen.

Angilarri eta Bernaola iturburuak (*), Indiebeti eta Indusi izeneko hibaleten ibilguetan bertan daude, hurrenez hurren.

BALANTZEA .-

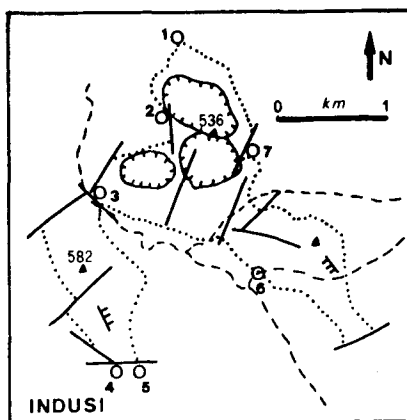
Orain arte esandakoa kontutan harturik, balantze desberdinak egin ditzakegu, bereiztu ditugun aldeetan.

Alde endorraikoa.

Azalera	0,66 Km ² .
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	1,02 Hm ³ .
ETR-a (40 % P).....	0,41 Hm ³ .
Lurgaineko isurpena	nulua
Iragazpena (urtekoa).....	0,61 Hm ³ .

NE mazelako alde ez endorraikoa.(Baltzola).

Azalera.....	1,66 Km ² .
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	2,57 Hm ³ .
ETR-a (40 % P).....	1,03 Hm ³ .
Lurgaineko isurpena (40 % P).....	1,03 Hm ³ .
Urteko iragazpena.....	0,51 Hm ³ .



5-5 irudia :

Indusiko multzo akuiferoa.

SW mazelako alde ez endorraikoa (Urrekoatxa).

Azalera.....	0,84 Km ² .
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	1,30 Hm ³ .
ETR-a (40 % P).....	0,52 Hm ³ .
Lurgaineko isurpena (40 % P).....	0,52 Hm ³ .

Urteko iragazpena.....0,26 Hm³.

Urteko iragazpen osoa....1,38 Hm³.

Hau guztiau ikusiz gero ondoko hau kontsidera dezakegu :

- SW mazelako alde ez endorraikoan (Urrekoatxa) irgazten diren 0,26 Hm³-ak Emaldi 1 eta Emaldi 2 iturburuetatik drenaiatzen dira. Beste parte bat (neurtezina gertatzen zaiguna) Indusi hibaira doa zuzen-zuzenean edo beronen alubioi-
ra.

- NE mazelako erabide hidraulikoa askoz ere konplikatuagoa da, nahiz eta oreka gorde : irgazten den bolumena - iturburuetatik drenaiatzen den bolumena. Beste daturik ez daukagunez (fluoreszeinazko aprobak,,,) ezin dugu alde honetako zirkulazioa zehaztu.

5.2.1.4. ILUNBEKO multzo akuiferoa .

Ilunbeko multzoa Indusiko hertsipen periklinalearen NW aldean kokatzen da eta berorren jarraipen bezala kontsidera daiteke. Behe-kareharrien multzo batez osoturik dago.

Multzo honetan bai behe-kareharriak eta bai sekuentzia detritikoa ere sartu ditugu. Oraingo multzo honetan, azalean behintzat, karstifikazio-gradua txikia da.

UR-BALANTZEAREN TERMINOAK .

ELIKAPENA .-

Iragazten den ura, prezipitazioarena da. Multzo honetako azalera 1,03 Km²-takoa eta urteko batezbesteko prezipitazioa 1.550 mm-takoa izanik, ateratzen dugun ekarpen plubiometrikoa hauxe da : 1,60 Hm³ urtero.

IZERDI-LURRUNKETA .-

Landaretza ugari da eta, batez ere, koniferaz osoturik dago. Hau, alde batetik, eta kareharri-multzoen azalera txikia, beste aldetik, kontutan iza-

nik, kasu honetan hartu dugun balorea (ETR-arena) aurreko kasuetan hartutakoa baino apur bat handiagoa da : prezipitazioaren 55 %-a, hau da, $0,88 \text{ Hm}^3$ urtero.

LURGAINEN ISURPENEN .-

Ez dago alde endorraiko handirik eta horregatik lurgaineko isurpena garrantzizkoa da. Guk estimatu dugun balorea, hauxe da : prezipitazioaren 30-35%-a, hau da, $0,56 \text{ Hm}^3$ urtero.

IRAGAZPENEN ETA DRENAIA .-

Dagoen iragazpen txikia (10-15 %-a) kareharri-multzoetatik gertatzen da zartatunek eraginda, batez ere. Zartatunek barruko zirkulazioa eta azken batez, дренаia ere kontrolatzen dute.

Iturbururik nabarienenak hauxek dira :

<u>Zenbakia</u>	<u>Izena</u>	<u>Kota</u>	<u>Kaudala ($\text{Hm}^3/\text{urtero}$)</u>
1	Iturriotz	320	0,07
2	Ilunbe	240	0,03
3	Olazabal	340	0,03

gero, iturburu gehiago ere ba daude baina kaudal eskasekoak.

BALANTZEA .-

Horrela egin dezakegu sistema akuifero honen balantzea :

Azalera.....	$1,03 \text{ Km}^2$.
Urteko batezbesteko prezipitazioa.....	$1,60 \text{ Hm}^3$.
ETR-a (55 % P).....	$0,88 \text{ Hm}^3$.
Lurgaineko isurpena (35 % P).....	$0,56 \text{ Hm}^3$.
<u>Urteko irgazpena.....</u>	<u>$0,16 \text{ Hm}^3$.</u>

5.3. ONDORIOAK .

Arratia arroan lau multzo akuifero bereiztu ditugu, kareharri urgoniarretan kokatuak batez ere. Aramotzeko eta Eskubaratzeko multzoen arteko lurrazpi-ko lotura hidraulikoa agerian jarri dugu.

Thorntwaite-k eta Turc-ek emandako metodoen bidez lortu dugun ETR-aren balorea, prezipitazioaren 40 %-a izan da gutxi gorabehera, balore hau multzo guztietan gorde dugularik (Ilunbean apur bat gehiago).

Lurgaineko isurpena guztiz aldakorra izan da multzo batetik bestera eta 0 %-tik (alde endorraikoetan) 50 %-era (aldapa gogorretan) doa.

Iragazpena balantzea eginez lortu dugu kasu bakoitzean :

$$I = P - (ETR + Li)$$

LURRAZPIKO UR-BALIABIDEAK

Bereiztu ditugun lau multzoen arteko azalera 31 Km^2 -takoa da. Azalera honetan jausitako ur-bolumena 49 Hm^3 -takoa da (urtero). Azalera honetan iragaz-ten den bolumena 15 Hm^3 -takoa da (urtero), hau da, prezipitazioaren 30 %-a, kareharrien azaleran jausitako prezipitazioarena, jakina. Bolumen hau, mul-tzoen ertzetan kokatzen diren iturburuetatik eta multzoak zeharkatzen dituzten hibaletatik ere drenaiatzen da.

Hona, ba, arro honetan kontsideratu ditugun lau sistema akuiferoen balia-bideak :

15 Hm^3 urtero edo 475 l/sg.

Iturburu batzuren jokabidea aztertuz gero, batez ere Aramotzeko 6. itur-burua (Orue) non baldintza egokiak dauden neurketak egiteko, multzo akuifero hauen erantzuna oso arina dela esan dezakegu (euria egin eta berehalaxe has-ten da ura iturburuetatik irteten, karstifikazio-gradua handia baita) eta ho-rrexegatik, akuifero hauk erregulatzeko zailak gertatzen direla esan behar dugu.

1.- GEHIGARRIA.-

Aztertutako lau multzo akuiferoetan iragazten den bolumena (gero multzo horien ertzetan kokatzen diren iturburuetatik drenaiatzen dena hain zuzen ere) 15 Hm^3 urteko dela esan badugu ere, kontutan hartu behar da drenaia osoa ez dela Arratia arroan egiten. Izan ere, Indusi eta Ilunbe multzo akuiferoen drenaia (bion artean $1,50 \text{ Hm}^3$ urteko, gutxi gorabehera) Arratia arroan bertan egiten da, baina ez da gauza bera gertatzen Aramotz eta Eskubaratz multzoetan.

Aramotzeko multzo akuiferoan (ikus 5-1 eta 5-2 irudiak), 1.,2.,3.,4.eta 10. iturburuek Ibaizabalerantz drenaiatzen dute. Hau dela eta, multzo honek Arratia arroan drenaiatzen duena 6 Hm^3 urteko dela, gutxi gorabehera, esan dezakegu.

Gauza bera gertatzen da Eskubaratzeko multzo akuiferoan non 3. iturburutik drenaiatzen dena Arratia hibaira doan, baina ez 1. eta 2. iturburuetatik drenaiatzen dena, berau Ibaizabalen adarra den Mañaria erreka baitoa. Hone-
la, ba, Arratia arroan multzo honek drenaiatzen duen bolumena $0,28 \text{ Hm}^3$ urteko dela esan dezakegu.

Ondorio gisa, lau multzo hauek Arratia arroan bertan drenaiatzen duten bolumena ordena honetakoa da : 8 Hm^3 urteko.

2. GEHIGARRIA .-

ARAMOTZEKO MULTZO AKUIFEROAREN ORUE ITURBURUAN EGINDAKO NEURKETAK.

Lehen aipatu dugunez, hainbat neurketa burutu ditugu iturburu honetan urtean zehar. ORUE iturburua 5-2 irudian agertzen da (6.a). Bertan aurkitu ditugun baldintzak nahiko egokiak izan dira honetarako.

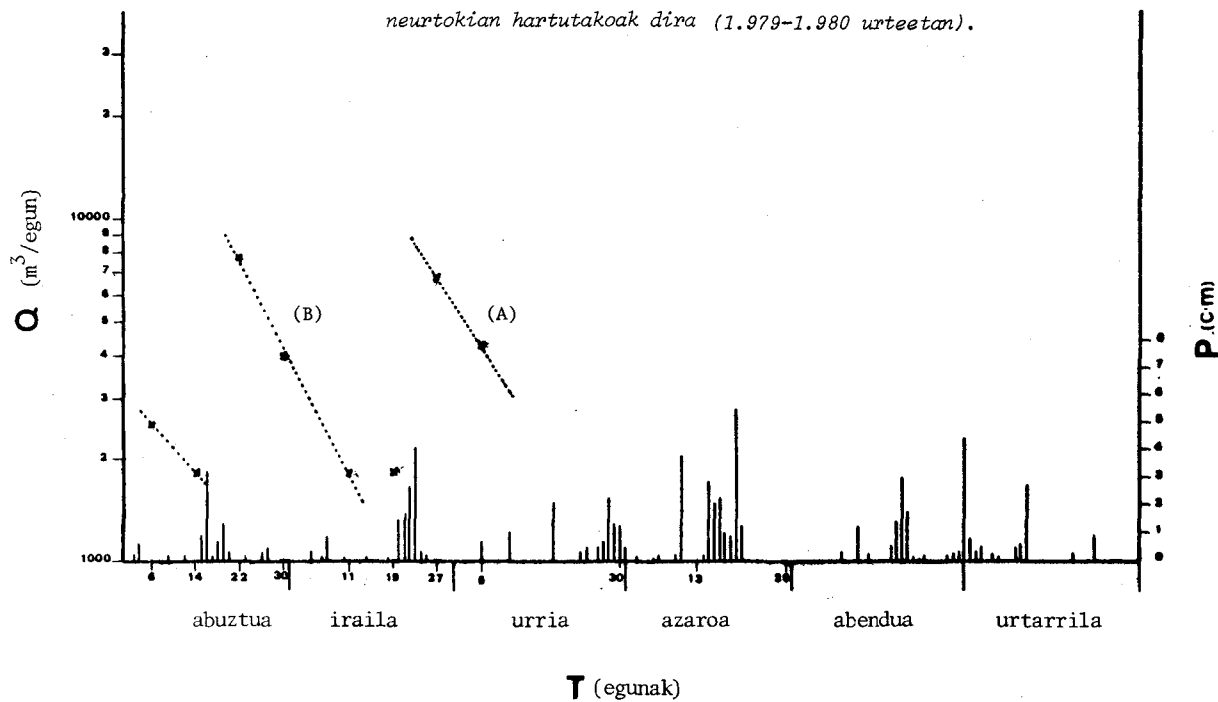
Zein egunetan egin ditugun neurketak eta zein izan den ateratako kauda-
la ($m^3/egun$) hurrengo taulan ageri dira :

<u>EGUNAK</u>	<u>KAUDALAK ($m^3/egun$)</u>
1979 / 7 / 13	2610
1979 / 7 / 27	2130
1979 / 8 / 6	2530
1979 / 8 / 14	1830
1979 / 8 / 22	7660
1979 / 8 / 30	3910
1979 / 9 / 11	1800
1979 / 9 / 19	1830
1979 / 9 / 27	6650
1979 / 10 / 5	4230
1979 / 10 / 30	12900
1979 / 11 / 13	7370
1979 / 11 / 29	11490
1980 / 12 / 5	5750

Balore hauk grafikoki errepresentatzen baditugu, 5-6 irudian agertzen den moduan, non abzisatan egunak jarri baititugu (eskala aritmetikoan) eta ordenadatan, bai prezipitazioa - zentimetrotan - (eskala aritmetikoa) eta bai kaudalak (eskala logaritmikoa) jarri baititugu, balore hauek ez digutela agortze-indizea kalkulatzeko posibletzen konturaturako gara. Hala ere gutxi gorabehera-ko balore batzu eman ditzakegu : $\alpha = 0,058 \text{ egun}^{-1}$ $\alpha = 0,073 \text{ egun}^{-1}$ (B)

(A)

5-6 irudia : *ORUE* izeneko iturburuan egindako neurketak (aforoak).
 (Agertzen diren prezipitazioak Zeanuriko *UNDURRAGA*
 neurtokian hartutakoak dira (1.979-1.980 urteetan).



3. GEHIGARRIA .-

ARRATIA HIBAIAREN ARROKO BALANTZEA.

Orain arte atera ditugun datu guztietaz baliatuz saiatuko gara oraingo honetan Arratia arroaren balantzea egitera.

Kontutan hartuko dugu, ba, : arroaren azalera osoa ($136,30 \text{ Km}^2$); urteko batezbesteko prezipitazioa (ikus 3.1.1.), hau da, 1.550 mm ; benetako izerdi-lurrunketa (ETR) (ikus 3.3.), hau da, 585 mm/urtero ; urteko batezbesteko tenperatura (ikus 3.2.1.), hau da, 11°C -takoa, gutxi gorabehera.

BALANTZEA :

Azalera..... $136,30 \text{ Km}^2$
 Urteko batezbesteko euria..... $49,24 \text{ l/sg Km}^2$ $211,67 \text{ Hm}^3$.
 Euri-kaudalaren urteko batezbestekoa. $6,71 \text{ m}^3/\text{sg}$
 (ETR) Urteko benetako izerdi-lurrunketa.... $18,55 \text{ l/sg Km}^2$ $79,74 \text{ Hm}^3$
 Urteko batezbesteko isurpen osoa.... $30,69 \text{ l/sg Km}^2$ $131,93 \text{ Hm}^3$
 Urteko batezbesteko kaudala..... $4,18 \text{ m}^3/\text{sg}$
 Urteko batezbesteko tenperatura..... 11°C

Hau da, urteko batezbesteko isurpen osoa 130 Hm^3 -takoa da, gutxi gorabehera, eta hau da Prezipitazioaren (euriaren) 62 % hain zuzen.

Orain dela gutxi (1979.eko Martxoan) *Eusko Kontseilu Nagusiaren Lurralde antolakizun, ingurugiro eta hirigintza Kontseilaritzak* ateratako " PLANIFICACION DE LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUA A LAS COMARCAS DE VITORIA Y BILBAO CON RECURSOS HIDRAULICOS DE LA VERTIENTE CANTABRICA Y DE LA CUENCA DEL EBRO.- FASE 1º: Valoración de recursos hidráulicos " izeneko txostenean agertzen den Arratia arrokako balantzea eta guk geuk hemen aurkeztu duguna oso antzekoak direla esan behar da.

Hona hemen Euskal Kontseilu Nagusiaren Kontseilaritza horren txostenean agertzen den balantzea (Arratia arrokoa) :

Azalera.....	136,60 Km ² .
Urteko batezbesteko euria.....	44,79 l/sg Km ²192,95 Hm ³ .
Euri-kaudalaren urteko batezbestekoa...	6,12 m ³ /sg
(ETR) Urteko benetako izerdi-lurrunketa....	19,74 l/sg Km ² 85,04 Hm ³ .
Urteko batezbesteko isurpen osoa.....	25,05 l/sg Km ²107,91 Hm ³ .
Urteko batezbes teko kaudala.....	3,42 m ³ /sg
Urteko batezbesteko temperatura.....	12°C.

Balantze honen arauera, urteko batezbesteko isurpen osoa Arratia arroan 110 Hm³-takoa da gutxi gorabehera, hau da, prezipitazioaren 56 %-a.

Estudio honek beronek aipatzen duenez, Lemoan egindako aforoek (Ibai-zabalekiko biltokitik hurbil) eman duten urteko batezbesteko kaudala hauxe da : 27,67 l/sg Km², berau geuk emandako baloretik hurbilago dagoelarik.

6. ARRATIA HIBAIAREN EZAUGARRI HIDROKIMIKOAK.

Gaur egun, azterketa hidrokimikoek hartu duten garrantzia etengabe gorantz doa. Gure gizarte-sistema honek ekartzen digun kutsadura, bai lurgaineko urena eta bai lurrazpiko urena ere, besteak beste, une honetan Euskal Herrian dugun problemarik latzenetariko bat da. Ur-baliabideen azterketari eutsiz gero, guztiz derrigorrezkoa dugu lutsaduraren inguruko problematika errortik ezagutzea. Administrazio-mailan egin behar diren gauzetaz gainera, beharrezkoa da halaber, gaurdanik hasita, uren kontrole kimiko serio periodiko-ki eramatea, plangintza oso baten barruan, horrela posible izango baitugu kutsadur-fokoak kokatzea eta betiko desagerreraztea.

Sail honetan sartu ditugun datuak, bide honetatik datozkigu. Arratia arroan, 26 lagin analizatu ditugu, hauetatik 20, iturburutakoak izanik eta beste 6-ak gainazaleko ibilguetan hartuta egonik. Era honetan, arroaren goiko parteari dagokion kutsadura eta behekoari dagokiona (industria kokatzen da azken zona honetan, hain zuzen ere) definitu ditugu, elkarren arteko diferentziak seinalatzen ditugularik. Datuetan ikusiko denez, arroaren beheko parteko laginen analisisiek, Igorre eta Lemoako industrien inpaktu negatiboa adierazten digute.

Lagin bakoitzean, ohizko determinazioz gainera (pH, eroankortasuna, funtsezko osatzaileak), beste analisi batzu egin dira osagarri gisan, non osatzaile sekundarioak, behe-mailako osatzaileak, trazak eta bai " Código Alimentario Español " delakoan sartzen diren kontsumorako arauetan agertzen diren beste parametro batzu ere, kontutan hartu izan baitira.

Beste aldetik, aipatu beharra dago, datu hauek, eskualde honetako hobi mineralen azterketari begira izan dezaketen garrantzia (arro honetan ba daude haztarna batzu, sulfuroak batez ere : pirita, kalkopirita, blenda).

Aztertutako 26 laginetako bederatzi (4,5,6,8,9,13,15,20,22), kareharri-multzoetan agertzen diren iturburi dagozkie; bat (7), konplexu urgoniarreko basko sekuentzian agertzen den iturburu bati dagokio; beste bi (2,3), konplexu

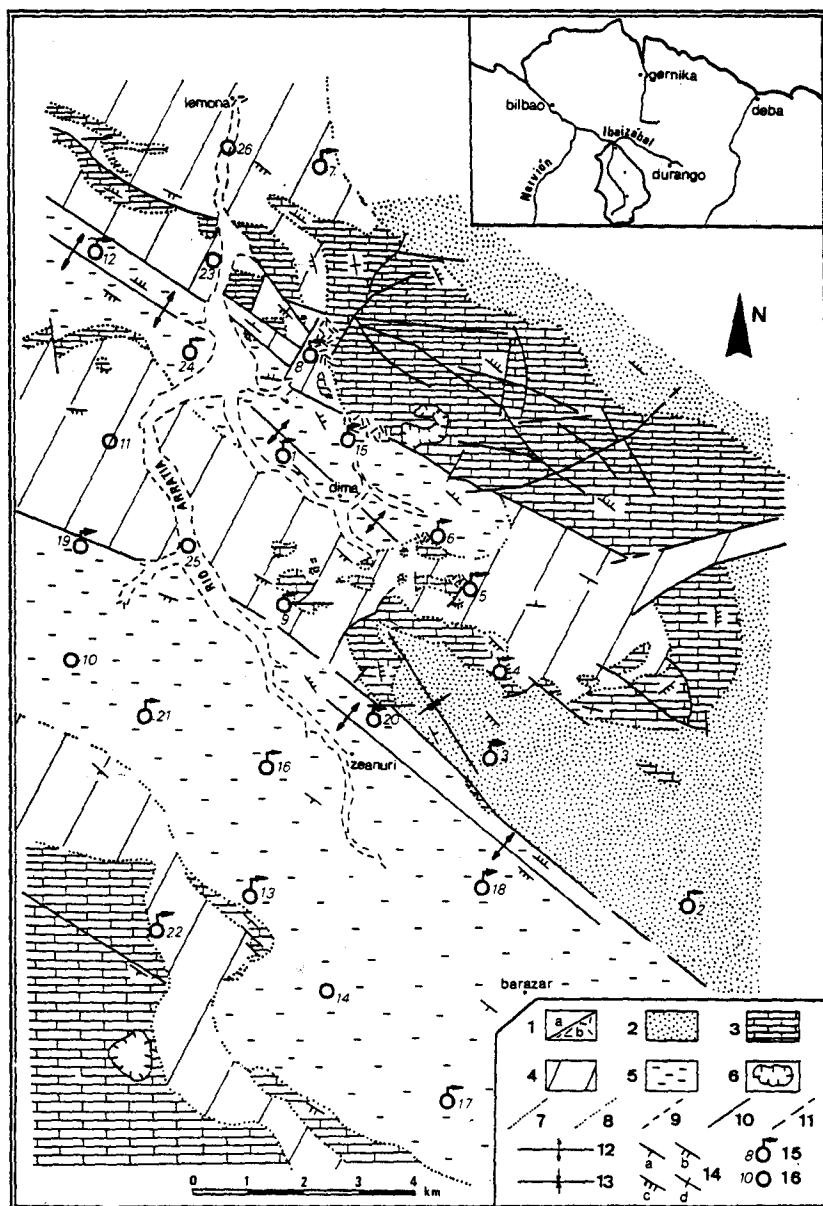
supraurgoniarreko materialeetako iturbururi; azkenez, beste zortzi (1,12,13, 16,17,18,21,24) wealdientse-fazieko iturbururi. Falta diren seiak (10,11,14, 23,25,26), gainazaleko ibilguetan hartuta daude.

6-1 irudian, Arratia arroari dagokion kartografia geologikoa ageri da, berton, analizatutako lagin guztien kokapena azaltzen delarik (ikus 2. kapitulu- tulan, arro honen ezaugarri geologikoak).

.....

6-1 irudia : Arratia arroaren mapa geologikoa eta analizatutako laginen kokapena.

- 1.- Depositu modernoak (a= alubioiak; b= mendi-oinak).
- 2.- Konplexu supraurgoniarra (hareharri ikatzu eta mikatsuak).
- 3.- Kareharri urgoniarrak.
- 4.- Konplexu urgoniarreko baseko sekuentzia (hareharri karetsuak, kareharri tupatsuak, tupa haretsu beltzak).
- 5.- Argilita beltzak, askotan piritarekin, garau finetako hareharriak, igel- tsu-kapa batzu ere (wealdientse faziea).
- 6.- Dolinak.
- 7.- Kontaktu normala.
- 8.- Gutxi gorabeherako kontaktu normala.
- 9.- Kontaktu diskordantea.
- 10.- Kontaktu mekanikoa.
- 11.- Gutxi gorabeherako kontaktu mekanikoa.
- 12.- Ardatz antiklinala.
- 13.- Ardatz sinklinala.
- 14.- Geruzen direkzioa eta okermendua ($a < 30^\circ$; $b = 30-59^\circ$; $c = 60-89^\circ$; $d = 90^\circ$).
- 15.- Iturburua eta berorren zenbakia.
- 16.- Lurgaineko ibilgutan hartutako lagina eta berorren zenbakia.



6-1 Irudia : Arratia arroaren mapa geologikoa eta hartutako laginen kokapena.

6.1. LAGINEN JAGOTEA ETA METODO ANALITIKOAK.

Laginak jagoteko erabili diren ontziak, polietilenozkoak izan dira, baina permanganato potasikoz eta azido sulfurikoz tratatuak; segidan, ur bidis-tilatua bota da azidotasun osoa kendu arte. Laginak hartu bezain laster jagon egin ziren; horretarako, elementu metalikoen analisirako, litro bakoitzeko 2 cm^3 Cl H bota ziren; manganesoaren kasuan 2 cm^3 SO_4H_2 (1:1); berun (Pb) eta zilarren (Ag) kasuan, 2 cm^3 NO_3H . Fenoleak jagoteko azido fosforikoa eta sulfato kuprikoa erabili ziren eta zianuroen kasuan, berriz, hidroxido sodikoa. Analisi guztiak, laginak hartu eta hurrengo 24 orduetan hasi ziren.

Aztertutako laginen osatzaile batzuk daukaten muga txikia lortzeko, aurre-konzentraziozko teknika desberdinak erabili dira. Na, K eta Ca sugar-fotometriaz determinatuak izan dira; Mn, Pb, Ag, Cu, Mg eta Zn absortzio atomikoaren espektrofotometriaz; CO_3H^- eta Cl^- bolumetriaz (Cl H eta NO_3Ag delakoaren bidez, hurrenez hurren); $\text{SO}_4^{=}$, Cl_2Ba delakoaren bidezko grabimetriaz; F^- , ioi selektibo baten bidez.

Gainerako osatzaileak, espektrofotometria ikuskor eta ultramorearen bitartez determinatuak izan dira, detergenteen kasuan metilenoazko soluzio urdina erabiliz; fenoleen kasuan, oster, 4-amino-antipirina; zianuroen kasuan T-kloramina; silizearen kasuan molibdato amonikoa; amoniakoaren kasuan Nessler erreaktiboa; nitritoen kasuan Zambelli erreaktiboa; nitratoen kasuan salizilato sodikoa; selenioaren (Se) kasuan 3-3'-diaminobenzidina; burdinaren kasuan 1-10-fenantrolina; kromoaren kasuan difenilkarbazida; arsenikoaren kasuan zilar-dietilditiokarbamato; aluminioaren kasuan amoniozko aurin-bikarboxilatoa. D.Q.O.-a dikromato potasiko beroaren bidez determinatua izan da.

.....

Laginen analisiak Bilboko Ingenadore Industrialen Goiko Eskola Teknikoaren Kimika II Departamentuan burutu dira.

1. taula .- pH (20°C-tan), eroankortasuna (20°C-tan) eta funtsezko osatzai-
leetango edukiak, Arratia arroan analizatutako laginetan.

N°	pH	eroankor.	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SiO ₂
		μmho/cm	meq/l							mg/l
1	6,8	338	3,16	0,91	0,31	2,9	0,54	0,30	0,03	10,2
2	6,0	100	0,49	0,46	0,16	0,2	0,35	0,22	0,01	10,8
3	8,1	268	2,34	0,71	0,25	1,9	0,85	0,24	0,04	5,0
4	8,2	239	2,63	0,57	0,23	2,6	0,51	0,25	0,01	11,0
5	7,9	286	2,97	0,39	0,21	3,3	0,13	0,17	0,01	2,5
6	7,6	343	3,28	0,62	0,30	3,4	0,30	0,25	0,06	4,3
7	7,7	136	0,68	0,81	0,27	1,1	0,25	0,33	0,03	7,4
8	7,6	298	3,21	0,90	0,21	2,5	0,09	0,20	0,03	2,5
9	7,4	321	2,82	1,12	0,34	3,1	0,28	0,30	0,11	4,4
10	8,0	268	2,26	1,52	0,27	1,9	1,00	0,32	0,02	8,9
11	7,5	121	0,48	0,52	0,31	0,4	0,26	0,31	0,05	6,4
12	7,9	230	1,91	1,45	0,41	2,0	0,74	0,40	0,03	9,5
13	7,8	144	0,62	0,43	0,16	0,9	0,30	0,34	0,01	3,5
14	8,1	157	1,41	0,39	0,13	1,3	0,18	0,19	0,01	3,3
15	7,9	282	2,46	0,57	0,27	2,7	0,12	0,23	0,03	2,8
16	7,0	161	0,77	0,82	0,30	0,5	0,51	0,32	0,03	10,0
17	7,0	144	0,72	0,58	0,17	1,0	0,22	0,23	0,02	3,4
18	8,1	303	2,14	1,64	0,31	2,5	0,63	0,26	0,02	7,3
19	5,7	71	<0,02	0,43	0,24	0,1	0,14	0,27	0,02	9,5
20	8,1	236	2,12	0,45	0,20	2,2	0,10	0,16	<0,01	3,0
21	6,8	93	0,23	0,51	0,21	0,2	0,17	0,27	0,01	6,3
22	7,9	242	2,38	0,27	0,14	2,4	0,08	0,10	0,01	2,9
23	7,7	133	0,23	0,76	0,27	0,8	0,26	0,27	0,01	5,0
24	8,0	286	3,04	0,58	0,21	3,2	0,09	0,17	0,02	2,2
25	8,4	245	1,00	0,88	0,23	2,1	0,35	0,26	0,04	1,8
26	8,2	300	0,86	0,93	0,51	2,3	0,39	0,58	0,05	2,3

6.2. EMAITZA ANALITIKOAK . FAZIE HIDROKIMIKOAK.

1. taulan, analizatutako lagin guztiei dagozkien funtsezko osatzaileen, pH-en eta eroankortasunaren baloreak azaltzen dira. Azken honen baloreak, nahiko txikiak dira (handiena 343 $\mu\text{mho/cm da}$) eta gatz-eduki txikiaren funtzioan daude. Ondorioz, eta datu hauk PIPER-en diagraman adieraztean ikus daitekeenez (6-2 irudia), kaltzio bikarbonatodun urak nagusitzen dira. Talde honetan dau-de, hain zuzen ere, kareharri urgoniar~~retan~~ agertzen diren iturburu guztiak, berauen eroankortasuna 144 - 343 $\mu\text{mho/cm}$ bitartean dagoelarik eta balore hauk aztertutako laginen artean handienetarikoak izanik.

Wealdientseko materialeetako iturburuetan ere, kaltzio bikarbonatodun fa-ziea da, maizen agertzen dena. Hala ere, hiru laginetan (16,19,21) sulfatoak dira anioi nagusiak, beraiei dagozkien gatz-edukiak (161,71,93, hurrenez hu-rren) txikiak badira ere (lagin guztien artean, txikienetarikoak). Beraz, ezin esan dezakegu kaltzio bikarbonatozko saturazioa lortu denik; bestetik, lagin hauei (16,19,21) dagozkien pH-en baloreak 7 baino txikiagoak dira (7⁰, 5⁷, 6⁸ hurrenez hurren) eta 19. lagineko kasuan, konkretuki, guztiz azidoa (5⁷). Eduki hauekiko uretan, bikarbonatoen nagusitasuna gertatu beharko litzateke sulfato eta kloruroen gain (SCHOELLER, 1.962). Horrela ez gertatzearen kausa, wealdientseko materialeetan agertzen diren igeltsu-kapetan, edota, piritaren agerpenean, datza. Izan ere, pirita ugari da alde batzutan eta oxidazio-pro-zesu baten bidez, ur horiek dauzkaten sulfatoak aporta ditzake, horrela, eta karbonatoen egonezean, nagusiak izanik. Efektu hauk, CRUZ-SANJULIAN-ek (1.976) aipatuak izan ziren, beste inguru geologiko batetan izan bazen ere.

Bestetik, hauetraiko lagin bitan (19,21) Na^+ da katioi ugariena (51 % eta 42 % hurrenez hurren). Wealdientseko materialeetan gertatzen den buztin eta hondar ikatzuen ugaritasuna kontutan hartuta, zera pentsa daiteke : ura-ren Ca^{++} parte bat lurrera pasatzen dela permutitak hartuta, bidebatez bero-nen Na^+ parte bat uretara pasatuz; hau da, base-aldaketaren prozesu bat gerta daitekeela; gainera, materia organikoa, zentzu honetan oso aktiboa ohi da

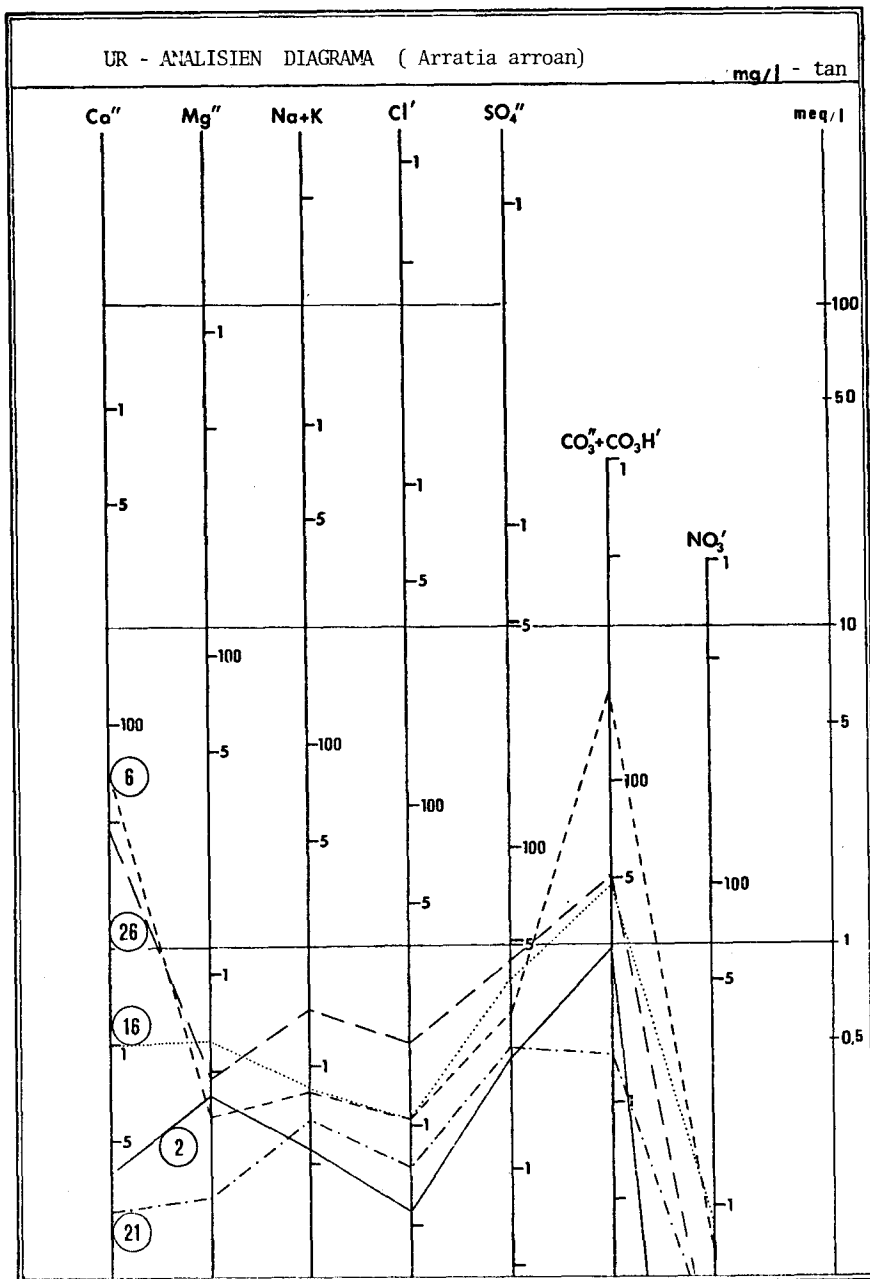
(SCHOELLER, 1.962).

Konplexu supraurgoniarreko materialeetan hartutako lagin bietan (2,3), Mg^{++} katioiaren edukia oso altua da, aztertutako beste lagin guztiekin konparaturaz eta lehenengo kasuan (2.lagina) katioi nagusia izanik (45 %). Bestalde azken lagin honek presentatzen duen " kloruroak-alkalinoak " desorekaren indizea nahiko negatiboa dela (-0,43) kontutan harturik, pentsa liteke kasu honetan, lehen aipatu dugunez, base-aldaketaren ondorioak direla, prezeski konplexu honetan dauden kapa ikatzuengatik. Aldaketa honen emaitzak, lurre-rako kaltzioaren (Ca^{++}) pasatzea eta uretarako alkalinoen pasatzea (Na^{+} eta Mg^{++} , bigarren katioi hau nagusia izanik) lirateke.

Arroko goiko partean hartutako laginek, horko urak kaltzio bikarbonatodunak direla adierazten digute; hau normala da, ur horik kareharri-multzoetatik datozela kontutan hartzen badugu. Beheko partean, berriz, gatz-edukia gehitu egiten da, fazie hidrokimikoa sulfato kaltzikora pasatzuz. Horrela, eroankortasun altuena 26. laginari dagokio, Ibaizabal hibaia-arekiko biltokiaren hurbil.

23. lagina, berriz, konplexu urgoniarreko baseko sekuentzian zehar ibiltzen den Arratia hibaia-aren adar bati dagokio eta materiale horietan berorietan agertzen diren iturburuen ezaugarri berberak ditu (7. laginarenak, esate baterako).

6-3 irudian, orain arte bereiztu ditugun talde bakoitzaren lagin bati dagozkion datuak azaltzen dira. Aipagarria gertatzen zaigu lagin guztien gatz-eduki baxua; arazo hau, batez ere, iraunkor ez diren kaudal txikiko iturburu batzutan gertatzen da exageratuta. Honen kausa, lurrazpitiko bide laburrean finka daiteke.



6-3 irudia : Ur-analisiaren diagrama, Arratia bereizi ditugun taldeen arabera.

6.3. *BESTE DETERMINAZIO BATZU.*

2. taulan lagin bakoitzean egindako gainerako determinazioak agertzen dira : osatzaile sekundarioak, behe-mailako osatzaileak, trazak eta bai " Código Alimentario Español " delakoan (1.967, cf. CUSTODIO eta LLAMAS, 1.976) kontsumorako arauetan agertutako beste parametro batzu ere.

Honelako arro batean logikoa denez (goiko arroa baita), elementu metalikoetango edukiak txikiak dira, normalean, Lemoa-Igorre eskualdean salbu, bertan, arro honetako industriak kokatzen baitira. Ag, Al, Cu, Pb eta Zn elementuetango edukiak, arro honetako prezipitazioaren uretan aurkitutakoen magnitudearen ordena berekoak dira GRACIA eta ELEJALDE-ren (1.977) datuen arauera. Elementu hauei dagokienez, 10. laginean aurkitutako Ag elementuzko eduki esnormala aipatu beharra dago, berau, Arratia eskualdeko prezipitazioaren urarena baino 100 aldiz handiago baita. Beste lagin batzuk ere (wealdientsekoak edo urgoniarrereko baseko sekuentziakoak) eduki altua aurkezten dute elementu honetan (Ag), baina horri buruzko hipotesirik es dago oraindik landuta. Era berean, Lemoa inguruko ibilguetan hartutako laginetan, eduki altuak irteten zaizkigu, bai Cu zein Pb elementuetan. Honen kausa, dudarik ez, bertako industrigintzan datza. Antzeko anormalia agertzen da, Pb elementuan, kareharri urgoniarrereko 22. laginean, baina oraingo honetan, industriaren ondorioak ez dira hemen sentitzen. Honen kausa, ba, beste nonbait aurkitu behar da, baina momentuz, dauzkagun datuekin ezin dugu hipotesi seriorik aurreratu.

Bestetik, aztertutako laginetariko batzuk, Fe elementuaren eduki altua aurkezten dute, 1. lagina, batez ere. Lagin honen Fe-edukia 8,43 mg/l da eta wealdientseko materialeetan agertzen da, bertan, lehenago aipatu dugunez, pirita multzoak ugari direlarik. Izaera burdintsu hau, kolore- eta uhertasun- parametroen balore altuenekin batera doa, koloideen agerpenagatik hain zuzen ere. Bestetik, lagin hauk dira Mn elementuzko eduki altuenak aurkezten dituztenak. Hau normala da Mn eta Fe elementuen jokabide geokimikoa berdintsua dela kontutan harturik.

2. taula.- osatzaile sekundarioetango, behe-mailako osatzaileetango eta trazetango edukiak (mg/l -tan) eta beste parametro batzu.

N°	Kolore (°Pt/Co)	Uhertasuna (mg SiO ₂ /l)	D. Q. O.	Detergenteak	Konposatu Fenolicak	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	CN ⁻	F ⁻	Cr ⁶⁺
1	29	100	8	0,04	<0,001	0,31	0,01	0,06	<0,0005	0,08	<0,01
2	45	40	<4	<0,03	<0,001	0,04	0,01	<0,04	<0,0005	<0,05	<0,01
3	<10	5	17	<0,03	<0,001	0,09	<0,01	0,40	<0,0005	0,07	<0,01
4	<10	5	<4	<0,03	<0,001	0,49	<0,01	1,21	<0,0005	<0,05	<0,01
5	<10	10	<4	<0,03	0,003	<0,03	<0,01	7,93	<0,0005	<0,05	<0,01
6	12	5	<4	<0,03	0,002	0,15	<0,01	6,46	<0,0005	<0,05	<0,01
7	45	60	<4	<0,03	<0,001	0,17	<0,01	2,84	<0,0005	0,13	<0,01
8	<10	5	4	<0,03	0,015	0,09	<0,01	4,83	<0,0005	<0,05	<0,01
9	<10	5	74	<0,03	0,002	<0,03	<0,01	5,13	0,0006	0,09	<0,01
10	<10	5	29	0,03	<0,001	<0,03	<0,01	2,90	0,0006	0,14	<0,01
11	47	30	7	<0,03	0,002	0,07	<0,01	1,66	<0,0005	0,08	<0,01
12	17	20	<4	<0,03	0,001	0,03	<0,01	0,87	<0,0005	0,12	<0,01
13	<10	5	<4	<0,03	0,001	0,27	<0,01	3,00	<0,0005	0,19	<0,01
14	13	5	<4	<0,03	0,002	0,18	<0,01	2,79	<0,0005	0,18	<0,01
15	<10	5	12	<0,03	<0,001	0,26	<0,01	3,62	<0,0005	0,06	<0,01
16	<10	5	<4	<0,03	<0,001	0,04	<0,01	8,71	<0,0005	0,09	<0,01
17	52	5	11	<0,03	<0,001	0,29	0,02	2,81	<0,0005	0,11	<0,01
18	<10	5	48	<0,03	<0,001	0,71	<0,01	1,94	<0,0005	0,16	<0,01
19	70	60	23	<0,03	<0,001	0,21	<0,01	7,52	<0,0005	0,22	<0,01
20	<10	5	8	<0,03	<0,001	0,54	<0,01	4,12	<0,0005	0,06	<0,01
21	<10	5	<4	0,03	<0,001	0,46	<0,01	2,82	<0,0005	<0,05	<0,01
22	<10	5	7	0,08	<0,001	0,53	0,02	5,39	<0,0005	0,05	<0,01
23	20	40	16	0,04	<0,001	0,24	<0,01	5,23	<0,0005	<0,05	<0,01
24	<10	5	4	<0,03	<0,001	0,13	<0,01	5,00	<0,0005	<0,05	<0,01
25	13	5	8	0,03	<0,001	0,29	0,06	2,69	<0,0005	0,11	<0,01
26	13	5	8	<0,03	<0,001	0,31	0,08	2,33	<0,0005	0,11	<0,01

2. taula.- (jarraipena).

<u>Nº</u>	<u>Ag</u>	<u>Al</u>	<u>As</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Pb</u>	<u>Se</u>	<u>Zn</u>
1	<0,005	0,03	<0,002	0,003	8,43	0,45	<0,002	0,007	0,003
2	<0,005	0,05	<0,002	0,038	1,02	0,12	<0,002	0,003	0,018
3	<0,005	<0,02	<0,002	<0,001	0,11	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
4	<0,005	<0,02	<0,002	<0,001	0,04	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
5	<0,005	0,10	<0,002	0,002	0,13	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
6	<0,005	0,02	<0,002	<0,001	0,14	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
7	<0,005	0,03	0,005	0,016	0,34	<0,05	0,002	<0,002	<0,002
8	0,026	0,02	0,002	0,016	<0,01	<0,05	<0,002	<0,002	0,007
9	<0,005	0,07	0,014	0,010	0,03	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
10	0,167	0,05	0,006	0,013	0,39	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
11	0,053	0,11	0,007	0,004	0,54	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
12	0,053	0,06	0,009	0,002	0,65	<0,05	<0,002	0,002	<0,002
13	<0,005	0,02	<0,002	<0,001	0,14	0,05	<0,002	<0,002	0,020
14	<0,005	0,04	<0,002	<0,001	0,24	<0,05	<0,002	<0,002	0,008
15	<0,005	0,02	0,004	<0,001	0,02	<0,05	<0,002	<0,002	0,014
16	<0,005	0,03	<0,002	0,004	0,09	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
17	0,023	0,08	0,002	<0,001	0,43	<0,05	<0,002	0,002	<0,002
18	<0,005	0,04	<0,002	0,008	0,52	<0,05	<0,002	0,009	<0,002
19	0,017	0,05	0,003	<0,001	0,53	0,05	0,005	<0,002	0,010
20	0,014	0,04	<0,002	<0,001	0,31	<0,05	<0,002	<0,002	<0,002
21	0,013	0,03	0,002	0,008	0,03	<0,05	<0,002	<0,002	0,016
22	0,010	0,04	<0,002	0,021	0,05	0,05	0,018	<0,002	0,010
23	0,045	0,04	0,008	0,015	0,53	<0,05	0,002	<0,002	<0,002
24	0,009	0,06	0,021	0,028	0,16	<0,05	0,004	<0,002	<0,002
25	0,008	0,08	0,009	0,027	0,10	<0,05	<0,002	0,012	0,007
26	0,013	0,06	0,008	0,046	0,20	<0,05	0,016	<0,002	0,006

6.4. KONTSUMORAKO UREN KALITATEA.

"Código Alimentario Español" (C.A.E.) delakoaren arauai jarraituz burututako diagrama 6-4 irudian agertzen da. Bertan, lan honetan bereiztu ditugun fazie hidrokimiko bakoitzaren lagin adierazle baten datuak azaltzen dira. Irudian ikus daitekeenez, osatzaile nagusietako edukiak komenigarri den mugaz behera daude, hau da, honen arauera aztertutako ur guztiak edangarriak dira.

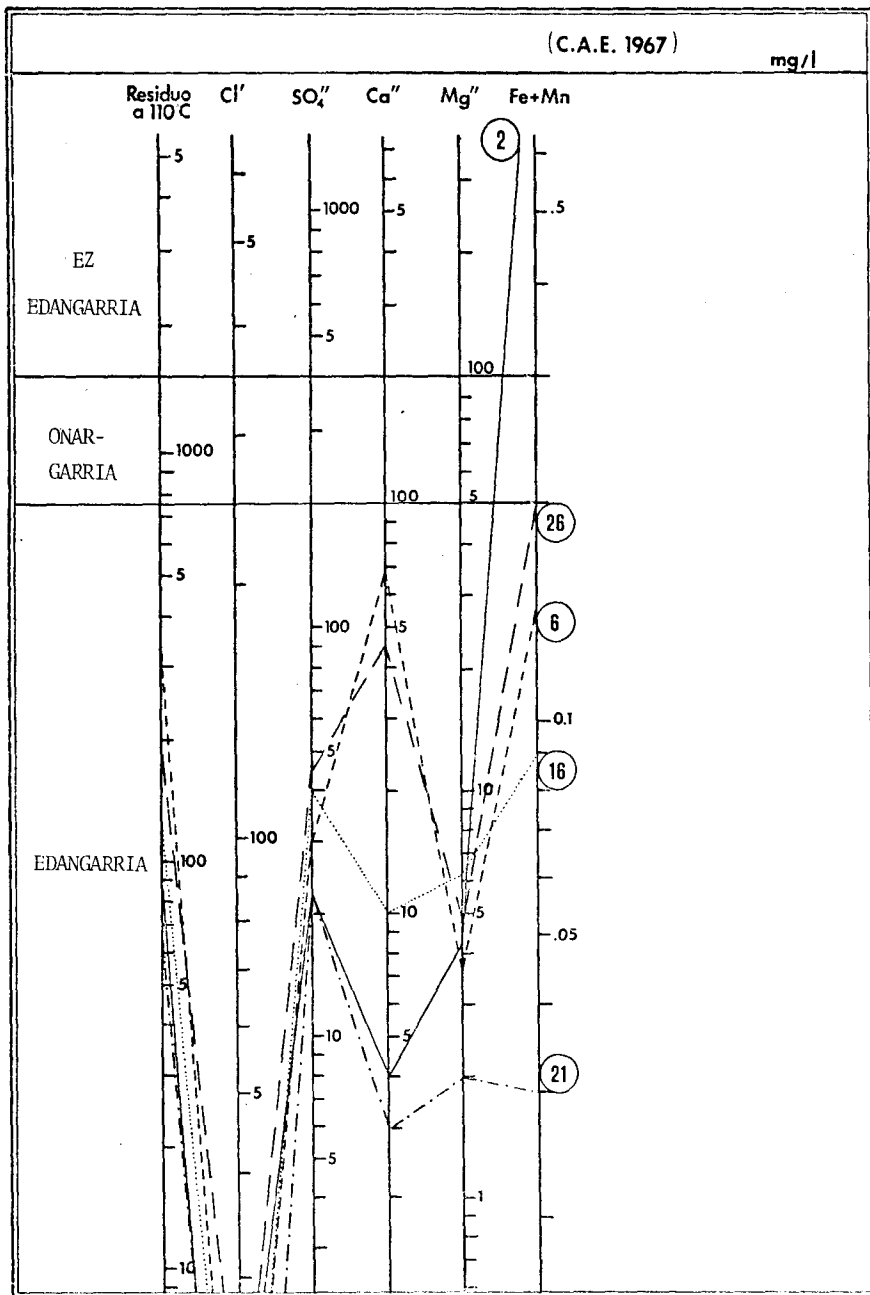
Hala eta guztiz ere, burdin iturburuak (2. laginaren kasua esate baterako), Fe + Mn elementuen kasurako jarritako mugaz goitik aurkitzen dira. Koloideen agerpenagatik, iturburu hauek (1,2,7,11,12,19 eta 23) aurkezten dituzten kolore-eta uhertasun-indizeen baloreak, dagokien mugaz gainetik daude.

Esan beharra dago, hala ere, C.A.E. delakoaren arauak O.M.S. (Organización Mundial para la Salud) delakoarenak baino gogorragoak direla; horregatik, azken taldearen arauai jarraituz gero, burdin iturburu hauk onargarriak izango lirateke.

pH-ari dagokionez, 1. eta 21. laginak komenigarritasunaren mugaz behera daude, 2. eta 19. laginen pH-a minimo onargarria baino txikiagoa den bitartean.

2. taulan agertzen diren D.Q.O.-ren baloreei dagokienez, dikromato potasioko beroaren bidez lortuta daudela esan beharra dago; hala eta guztiz ere, eta beronen botere oxidatzaile handia kontutan harturik, horrela ateratako emaitzak, permanganatoaren bidez lortutakoak baino handiagoak dira. Azken metodo honi dagozkio, hain zuzen ere, C.A.E. delakoan jarritako arauak. Hau dela eta, geuk ateratako baloreak ezin dira zuzen-zuzenean erabili laginen edangarritasuna erabakitzeke.

Bost laginetan (10, 21,22,23 eta 25), detergenteak detektatu dira; honek, C.A.E. delakoaren arauai jarraituz, ur horien ez-edangarritasuna adieraziko luke. O.M.S. delakoaren arauai jarraituz, oster, lagin horietan aurkitutako detergente-edukiak ez bakarrik muga komenigarritik behera, baizik eta muga onargarritik behera ere ba daude.



6-4 irudia : Arratiako uren edangarritasun-diagrama
(C.A.E. delakoaren arauera).

Antzera gertatzen da konposatu fenoliken kasuan; C.A.E.k jarritutako muga onargarria (0,001 mg/l) bost laginetan gainditzen da ($n^{\circ}5,6,9,11$ eta 14); hala eta guztiz ere, horietariko lau onartuak dira O.M.S.-ren arauetan, eta lagin batek, bakarrik, (5. lagina) gainditzen du azken erakunde honek jarritutako muga onargarria.

Bestalde, ia lagin guztietan detektatu da NH_3 , eta sei laginetan, gainera, NO_2^- ere. Kasu batean zein bestean aurkitutako edukiak txikiak dira, eskualde honetako prezipitazio-uretan aurkitutakoak (1 eta 0,08 mg/l, hurrenez hurren) (CURTUBAY, 1.977) baino txikiagoak.

Beste osatzaile guztietako edukiak (CN^- , F^- , Cr^{6+} , Ag, Al, As, Cu, Pb, Se eta Zn) C.A.E.k jarritutako muga onargarritik behera daude.

6.5. "GATZ-EDUKIA -- EROANKORTASUNA" ERLAZIOA.

Lan honetan azaltzen diren datu analitiko ugariak, laginen gatz-edukia eta eroankortasunaren arteko erlazioa definitzea posibletzen digute. Datuok, 6-5 irudian agertzen dira.

Lurgaineko ibilguetan hartutako 25. eta 26. laginak salbu (zeinetan eroankortasuna - $\mu\text{mho/cm}$ - gatz-edukiaz - mg/l - guztiz gainetik dagoen), beste lagin guztietan ondoko adierazpen hau betetzen da :

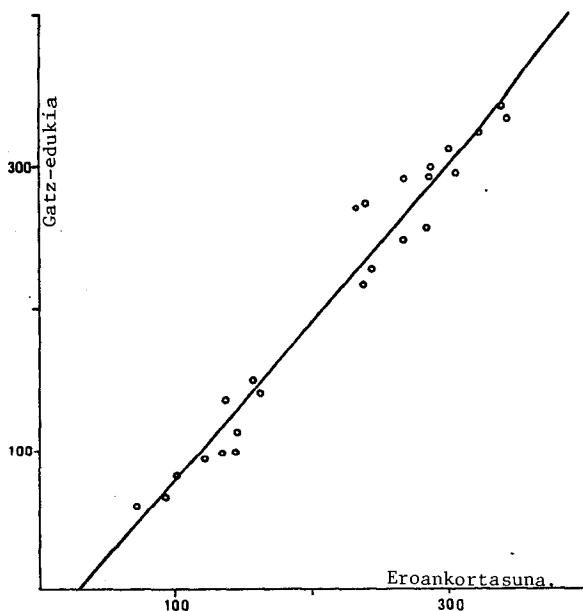
$$\text{G.E.} = 1,115 \text{ E} - 32,9$$

non : $\text{G.E.} = \text{Gatz-Edukia.}$

$\text{E.} = \text{Eroankortasuna.}$

eta koerlazio-koefizientea oso altua izanik = 0,98.

Hau dela eta, ur baten eroankortasuna (E) ezagutuz gero, posiblea dugu ur horren gatz-edukia (G.E.) kalkulatzeko. Horrela sortutako erru estandar-a 18,7 mg/l eta erru probablea 12,6 mg/l izango lirateke, beronek, adierazpen honen aplikazioari prezisio handia ematen diolarik, lan honetan analizatu di-



6-5 irudia : "Gatz-educia -- Eroankortasuna" erlazioa.
 - mg/l - - μmho/cm -

tugun uren kasuan behintzat; hau da, gehienez 400 μmho/cm -tako eroankortasuna daukaten uren kasuan.

Lan honetan azaldutako laginak eta Nerbioi hibaiaren goiko arroan azaldu-takoak (CRUZ-SANJULIAN eta SAENZ DE ETXENIKE, in litt) elkarrekin aztertuz, honelako adierazpena irteten zaigu erlazio gisa, oraingo honetan 55 lagin izanik :

$$G.E. = 0,949 E - 1,7$$

kasu honetan, koerlazio-koefizientea 0,97 izanik.

Hau dela eta, adierazpen honek balio dezake, arro bi hauetan aztertu dugunaren ordenako eroankortasuna daukaten urentzat, hau da, 700 μmho/cm gehie-

nez.

Formula horretan ikus daitekeenez, ur baten gatz-edukia (G.E.) - mg/l - eta ur horri dagokion eroankortasuna (E) - $\mu\text{mho/cm}$ - nahiko antzekoak dira. Honela sortutako erru estandard-a 44,5 mg/l da eta erru probablea 30,0 mg/l, estimazioa onargarria izanik.

7. ONDORIOAK.

Arratia hibaiaren arroan agertzen diren materialeak hauxek dira :

- Wealdientsea : (Neokomientsea-Barremientsea), garau finetako hareharriak eta argilita beltzak elkarrekin txandan (flysch-ez).
- Konplexu urgoniarra : (Aptientsea-Behe-albientsea), jatorriz arrezifala den kareharri-multzo lodi bat formazio detritiko baten barruan.
- Konplexu supraurgoniarra : (Goi-albientsea-Behe-zenomanientsea), konplexu hareharritsua batez ere.

Estrukturalki, materiale hauk tolestaturik daude Euskal-Kantaurialdeko direkzio tektoniko orokorra (NW-SE) gordetuz.

Arratia arroaren azalera hau da : $136,30 \text{ Km}^2$.

Azterketa geomorfologikoan ateratako parametroak hauxek dira : Grave-
lius-en trinkotasun-indizea ($K_c = 1,47$) eta Caquot-en batezbesteko luzanga-
mendua ($C_a = 1,80$), berauek , Arratia arroa "motelki luzangatua" bezala defi-
nitzen digutelarik. Arro honen kotarik txikiena 80 m-takoa da eta altuena
1.360 m-takoa; erdiko garaiera 360 m-takoa da eta sarrien agertzen dena 200-
300 metroen artekoa. Arroan higatutako gutxienezko bolumena hau da :
 130 Km^3 , hau da, 70 %-a, ehunekobesteek kurba hipsometrikotik atera dugunez.
Strahler-en kurba klinografikotik ateratako batezbesteko aldapa hau da :
 $P_m = 0,274$.

Drenaia-sarearen analisi kuantitatiboak Horton-en legeen egokitasuna,
arro honetan, ipini du agerian, irregularitate batzu agertzen badira ere,
arroaren heterogeneitate litologikoaren funtzioan. Lortutako baloreak hau-
xek dira :

<u>Bide analitikoa</u>		<u>Bide grafikoa</u>	
HORTON	SCHUMM	HORTON	SCHUMM
$R_B = 3,54$	3,40	4,33	4,33
$R_L = 2,24$	1,89	2,01	1,78

$$R_S = 3,38 \quad \text{----} \quad 3,26 \quad \text{----}$$

non :

R_B = Adarbikapen-erlazioa.

R_L = Luzera-erlazioa.

R_S = Azalera-erlazioa.

Aztertutako arroaren drenaia-dentsitatea hauxe da : $3,8 \text{ Km/Km}^2$, balore honek arroaren ehundura trauskila adierazten digularik.

Arratia eta Indusi hibiaren luzerazko perfilak aldapa-aldaketa bat erakusten du 600 metrotako garaieran, gutxi gorabehera. Kontutan hartu behar da, garaiera horretan bertan hasten direla konplexu urgoniarreko kareharri-multzoak agertzen.

Euskal-Kantaurialdeko 66 neurtokitako datu plubiometrikoei, eskualde horretako Isojeten Mapa egiten posibletu digute. Mapa hori berori oinarritzat hartuz, Arratia arroaren urteko batezbesteko prezipitazioa kalkulatu dugu eta hauxe izan da : 1.550 mm . Urteko batezbesteko tenperatura : 11°C .

Ateratako ETR-aren balorea hauxe izan da : 585 mm/urtero . Esan beharra dago antzeko balorea lortu dugula metodo ezberdinetan (Turc, Thorntwaite, Becerril).

Koppen-en sailkapen klimatologikoaren arauera, gure arro hau tipo honetakoa da : C s " b (klima epela eta udako lehorte nabarmena). Emberger-en sailkapenaren arauera, ostera, eskualde heze eta oso hezea izango litzateke Arratia arroa.

Ez dugu arro honetako alubioiei dagokien datu hidrogeologikorik. Beraz, geure interesa urgoniarreko kareharri-multzoetan oinarritu dugu. Izan ere, arro honetan inbentariatu ditugun iturburuen artean (ehun baino gehiago) kaudal handienetakoak kareharri-multzoen ertzetan bertan agertzen dira hain zuzen ere, edo multzo hauen inguruko mendi-oinetan.

Kareharri-agermenduetan lau multzo akuifero bereiztu ditugu eta hauen

batzuren arteko lurrazpiko lotura hidraulikoa agerian ipini dugu. Multzo hauetan urtero iragazten den ur-bolumena 15 Hm^3 -takoa da, hau da, multzo beroietan jausitako prezipitazioaren 30 %-a. Bolumen hau kareharri-multzoen ertzetan kokatzen diren iturburuetatik drenaiatzen da batez ere. Bolumen honen parte bat Arratia hibaira doa, beste bat Ibaizabalera doan bitartean. Aramotzeko multzo akuiferoaren iturburu bat (Orue izenekoa) periodikoki aforatu dugu, berau arro honetako kaudal handienekoa baita ($2,5 \text{ Hm}^3$ urtero, gutxi gorabehera). Aforo hauetan ateratako datuekin agortze-indize-rako balore bat estimatu dugu : $\alpha = 0,060 \text{ egun}^{-1}$; datu hau seguruago emango genuke kaudalaren kontrol jarraitutako tresneria iturburu horretan (depositu-tua) izango balitz.

Kareharri-akuiferoen arau orokor bezala zera esan dezakegu : akuifero hauen erantzun arina, euri gogorren aurrean, hau da, euria egin eta berehala hasten da ura irteten iturburuetatik; honek akuifero hauen karstifikazio-gradua handia dela suposatzen du, eta bai berauk erregulatzeko zailak gertatzen direla ere.

Arro osorako egindako balantzeak ematen digun urteko batezbesteko isurpen osoaren balorea hauex da : 130 Hm^3 gutxi gorabehera, hau da, arroan jausitako prezipitazioaren 62 %-a.

26 laginen azterketa hidrokimikoa burutu dugu (20 iturburu eta 6 lurgaineko ur). Lagin guztiek gatz-eduki baxua aurkezten dute (400 mg/l baino txikiago), kaltzio bikarbonatodun urak nagusituz, hauen artean, kareharri-multzoekin lotuta daudenak. Arroaren beheko partean nabarmen egiten da bertako industrigintza, uren gatz-edukia gehituz eta fazie hidrokimikoa sulfato kalzikora pasatuz. Ugari dira arro honetako burdin-urak.

Funtsezko osatzaileei begira lagin guztiak dira edangarriak, burdintsuak salbu, berauek Código Alimentario Español (C.A.E.) delakoak jarritako Fe + Mn -rako muga superatzen baitute. Gainerako osatzaileetan, aurkitutako edukiak, batzutan, C.A.E.-ren jarritakoetaz gain daude, baina Organización

Mundial de la Salud (O.M.S.) delakoak jarritakoetaz behera, bigarren organismoa ez baita lehenengoa bezain gogorra.

Agerian ipini dugu Gatz-edukia (G.E.) eta Eroankortasunaren (E) arteko erlazioa,:

$$G.E. = 1,115 E - 32,9$$

8. BIBLIOGRAFIA

- ANTIGUEDAD, I. y CRUZ-SANJULIAN, J. (in litt) .- "*Estudio Morfométrico de la cuenca del rio Arratia*".
- ANTIGUEDAD, I. ; CRUZ-SANJULIAN, J. ; GOMEZ, G. y GRACIA, I.(1.979) .- "*Estudio hidroquímico preliminar de la cuenca del rio Arratia*". II Simposio Nacional de Hidrogeología, Pamplona, Octubre 1.979, vol. IV, sección 2º, pp.503 - 524, 5 fig., 2 tab.
- AURRECOECHEA, A. y ASPURU, J. (1.961) .- "*Estudio sobre las posibilidades hidráulicas de Vizcaya para abastecimientos de agua (Anexo nº1. Datos pluviométricos)*". 96 pg.
- CASTANY, G. (1.971) .- "*Tratado práctico de las aguas subterráneas*". Ediciones Omega, Barcelona, 672 pg.
- CASTIELLA, J. ; SOLE, J. y NIÑEROLA, S. (1.979) .- "*Hidrogeología de los macizos kársticos del oeste de Navarra*". II Simposio Nacional de Hidrogeología, Pamplona, Octubre 1.979, vol. IV, sección 1º, pp. 77 - 99, 3 fig.
- CRUZ-SANJULIAN, J. (1.976) .- "*La salinización del agua en pozos que explotan los acuíferos de las formaciones carbonatadas de las unidades alpujárrides en el sector del Cabo de Palos (Cordillera Bética, SE de España)*. Sus causas y su corrección. " 2º Conferencia Nacional sobre Hidrología general y aplicada, Zaragoza, pp.15 - 21, 2 fig., 1 tab.
- CRUZ-SANJULIAN, J. y SAENZ DE ETXENIKE, F. (in litt) .- "*Estudio hidrogeoquímico de la cuenca alta del rio Nervión (Vizcaya y Alava)*".
- CRUZ-SANJULIAN, J. y SAENZ DE ETXENIKE, F. (in litt) .- "*Análisis cuantitativo de la red de drenaje de la cuenca alta del rio Nervión*".
- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (Dres. Ed.)(1.976) .- "*Hidrogeología subterránea*". Editorial Omega, Barcelona, 2 vol., 2.359 pg.

- DAVIS, S.N. y DE WIEST, R. (1.971) .- " *Hidrogeología* ". Ediciones Ariel, Barcelona, 563 pg.
- DOBLAS, J. ; CRUZ CASCALES, J. y GARRIDO, M. (1.979) .- " *Hidrología del sistema 57 . Mesozoico de Monreal-Gallocanta* ". II Simposio Nacional de Hidrogeología, Pamplona, Octubre 1.979, vol. IV, sección 1º, pp. 415 - 431, 4 fig.
- DUBREUIL, P. (1.974) .- " *Initiation a l'analyse hydrologique* ". Masson et Cie. Ed., Paris, 216 pg.
- ELIAS, F. y GIMENEZ, R. (1.965) .- " *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España* ". Dirección General de Agricultura, Madrid, 73 pg.
- FERNANDEZ POMBA, F. (1.976) .- " *Estudio hidrogeológico en Redecilla del Campo* (Burgos) ". I Simposio Nacional de Hidrogeología, Valencia, Octubre 1.976, vol.I, sección 1º, pp. 130 - 157, 4 fig., 2 tab.
- GALVEZ - CAÑERO, A. ; PORRAS MARTIN, J. y LLORENTE HERRERO, L. (1.967) .- " *Mapa de zonas áridas de España* ". Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp.7 - 10.(nº95-1.967).
- GARDINER, V. (1.974) .- " *Drainage basin morphometry* ". Tech. Bull. nº14, British Geomorph. Press. Group.
- GOMEZ TEJEDOR, J. (1.978) .- " *Los rios de Vizcaya* ". 111 pg.
- GRACIA, I. y ELEJALDE, C. (1.977) .- " *Contenido de diversos elementos en en aguas de lluvia de Vizcaya* ". Ingeniería Química, pp. 185 - 191, 7 fig., 3 tab.
- GRACIA, I. y ELEJALDE, C. (1.977) .- " *Bo, Mg, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Pb, Ga, Ge y Si en aguas de lluvia de Vizcaya* ". Rev. Acad. Ciencias de Zaragoza, 32, nº3-4, pp. 177 - 184, 6 fig., 3 tab.
- GRUPO ESPELEOLOGICO VIZCAINO (1.971) .- " *Morfología e hidrología del karst de Itrina* ". KOBIE, nº 3, Vizcaya, pp. 9 - 56.

- GRUPO ESPELEOLOGICO VIZCAINO (1.975) .- " *Estudios preliminares sobre el macizo kárstico de Ezkubaratz (Mañaria, Vizcaya)* ". KOBIE n°6, Vizcaya, pp 19 - 61.
- GURTUBAY, L. (1.977) .- " *Estimación de la contaminación atmosférica en Vizcaya mediante análisis del agua de lluvia* ". Tesis Docto.al, Universidad de Bilbao, dact., 151 pg.
- HORTON, R.E. (1.945) .- " *Erosional development of streams and their drainage basins : hydrophysical approach to quantitative morphology* ". Bull. Geol. Soc. Am., vol.56, pp.275 - 370.
- LLOPIS, N. (1.970) .- " *Fundamentos de hidrogeología kárstica* ". Editorial Blume, Madrid, 269 pg.
- NIETO, M. (1.974) .- " *Estudio hidrogeológico de la rambla de Albuñol (Granada)* ". Monografías de la sección de Geología de la Universidad de Granada, 102 pg.
- NIÑEROLA, S. ; CASTIELLA, J. ; SOLE, J. ; SALESIO, J. y SANTESTEBAN, I. (1.976) .- " *Síntesis hidrogeológica de la sierra de Urbasa* ". I Simposio Nacional de Hidrogeología, Valencia, Octubre 1.976, vol. I, sección 1ª, pp. 211 - 234, 4 fig., 5 tab.
- PITTY, A.F. (1.971) .- " *Introduction to Geomorphology* ". Methuen and Co. Ltd., London, 526 pg.
- RAT, P. (1.959) .- " *Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne)* ". Pub. de L'université de Dijon, XVIII, Presses Universitaires de France, 525 pg.
- REMIERAS, G. (1.971) .- " *Tratado de hidrología aplicada* ". Editores técnicos asociados, s.a., Barcelona, 515 pg.
- RODRIGUEZ, T. (1.976) .- " *El sistema hidrogeológico del Calar del Mundo* ". I Simposio Nacional de Hidrogeología, Valencia, Octubre 1.976, vol.I, sección 1ª, pp. 317 - 339, 5 fig., 1 tab.
- RICE, R.J. (1.977) .- " *Fundamentals of geomorphology* ". Longman , London and New York, 387 pg.

- SCHOELLER, H. (1.962) .- " *Les eaux souterraines* " Masson et Cie. Editeurs,
Paris, 642 pg., 187 fig.
- SCHUMM, S.A. (1.956) .- " *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey* ". Geol. Soc. Am. Bull., pp 597 - 646, 43 fig., 10 lam., 14 tab.
- SHREVE, R.C. (1.967) .- " *Infinite topologically random channel networks* ". Jour. Geol., vol 75, pp. 178 - 186.
- SPARKS, B. W. (1.972) .- " *Geomorphology* ". Longman Group. Ltd., London, 530 pg.
- STRAHLER, A.N. (1.952) .- " *Hysometric analysis of erosional topography* ". Bull. Geol. Soc. Am., vol. 63, pp. 923 - 938.
- STRAHLER, A.N. (1.975) .- " *Geografía Física* ". Ediciones Omega., Barcelona, 767 pg.
- TRICART, J. (1.965) .- " *Principes et méthodes de la géomorphologie* ". Editorial Masson, Paris, 496 pg.
- URIARTE, A. (1.978) .- " *Mapa pluviométrico del extremo oriental del Cantábrico* ". Instituto Geográfico Basco (INGEBA), pp. 285 - 289.
- WOLDEMBERG, H.J. (1.966) .- " *Horton's laws justified in terms of allometric growth and steady in open systems* ". Geol. Soc. Am. Bull., vol. 77, pp. 431 - 434.

ADDENDA
=====

- GARCIA-MONDEJAR, J et PASCAL, A. (1.978).- " *Précisions stratigraphiques et sédimentologiques sur les terminaisons calcaires sud-occidentales du système urgonien basco-cantabrique (Espagne du Nord)* ". Bull. Soc. Geol. de France. Vol. 20, pp 179 - 183
- GARCIA-MONDEJAR, J y PUJALTE, V. (1.975).- " *Contemporaneous tectonics in the Early Cretaceous of central Santander province, North Spain.* " IX Inter. Congr. on Sedimentology. Nice. Tectonic and sedimentation., T. 4, pp 131 - 137.

LURRALDE ANTOLAKIZUN INGURUGIRO ETA HIRIGINTZA KONTSEILARITZAK (Eusko

Kontseilu Nagusia - Consejo General Vasco) (1.979) .- " *Planificación de*

los abastecimientos de agua a las comarcas de Vitoria y Bilbao con Recursos Hidráulicos de la vertiente cantábrica y de la cuenca del Ebro. I Fase : Valoración de recursos hidráulicos.". Bilbao.

PUJALTE, V. (1.977) .- " *El complejo Purbeck-Weald de Santander :estratigrafía y Sedimentación* ". Tesis Doctoral. Universidad del Pais Vasco.

HAZERA, J. (1.968) .- " *La Région de Bilbao et son arrière-pays - Etude géomorphologique* ". Sociedad de Ciencias Naturales ARANTZADI.
Tomo XX., 358 pg.

ARANTZADI TALDE BATEK (1.976).- " *NATUR ZIENTZIAK hiztegia* ". JAKIN. Donosti
UGARTE, F eta GOIKOETXEA, N. (1.978).- " *HIDROGEOLOGIA* ". Udako Euskal Unibertsitatea,"Ura eta Lurra"liburuan, 35 - 87 pp. Iruinea.

9.- HIZTEGIA .

ADARBIKA(TU).....	bifurcar
ADARBIKAPEN-ERLAZIO(a) R_B	relación de bifurcación R_B
ADIERAZGARRI(a)	indicativo
AFORO(a)	aforo
AGERMENDU(a)	afloramiento
AGORTZE-INDIZE(a)	índice de agotamiento
AKUIFERO(a).....	acuífero
ALBOTAKO FAZIE-ALDAKETA	cambio lateral de facies
ALDAPA (-INDIZE-a)	pendiente (índice de -)
ALUBIOI(a)	aluvión
ANTIKLINALE(a)	anticlinal
APURTUNE(a)	accidente (tectónico)
ARDATZ(a).....	eje
ARGITASUN-INDIZE(a)	índice de iluminación
ARREZIFE(a)	arrecife
ARRO(a)	cuenca
AZALERA (-ERLAZIO-a) R_S	superficie (relación de -) R_S
BASE-ALDAKETA.....	cambio de base
BATEZBESTEKO(a)	medio, promedio
BEHE-KAREHARRI(ak)	calizas inferiores
BEHE-MAILAKO OSATZAILE(ak)	constituyentes menores
BENETAKO IZERDI-LURRUNKETA (ETR)	evapotranspiración real (ETR)
BERO-INDIZE(a)	índice de calor
BILTOKI(a) (hibai biren -)	confluencia
BURDIN-UR(a)	agua ferruginosa

DOLINA	dolina
DRENAIA(TU)	drenaje (drenar)
DRENAIA-DENTSITATE(a)	densidad de drenaje
DRENAIA-SARE(a)	red de drenaje
EHUNDURA (TRAUSKILA).....	textura (grosera)
EKARPEN PLUBIOMETRIKO(a)	aporte pluviométrico
ELIKAPEN(a)	alimentación
ENDORREIKO(a)	endorreico
ERAKETA (HIBAIEN -)	jerarquización fluvial
EROANKORTASUN(a) E	conductividad C
ERLIEBEAREN SAKONERA A	amplitud del relieve A
ERREKARGA	recarga
ERREKTANGELU BALIOKIDE(a)	rectángulo equivalente
ESTRATIGRAFIA	estrato
FAILA	falla
FAZIE (HIDROKIMIKO-a)	facies (hidroquímica)
FAZIE-ALDAKETA	cambio de facies
FUNTSEZKO OSATZAILE(ak)	constituyentes principales
GARAIERA.....	altura
GATZ-EDUKI(a) G.E.	contenido salino C.S.
GERUZA(TU)	estrato (estratificar)
GERUZAPEN(a)	estratificación
GOI-KAREHARRI(ak)	calizas superiores
GUNE(a) edo NUKLEO(a)	nucleo
HAREHARRI(a).....	arenisca
HAREHARRITSU(a)	areniscoso
HAZKUNTZA ALOMETRIKO(a)	crecimiento alométrico

HERTSIPEN PERIKLINAL(a).....	cierre periclinal
HIBAI-PERFIL(a)	perfil fluvial
HIGADURA, HIGA(TU)	erosión, erosionar
HONDAR IKATZU(ak)	restos carbonosos
IBILGU(a) (HIBAI BATEN -).....	cauce de un río del canal
IBILGU-IRAUNPENAREN KONSTANTE(a)	constante de mantenimiento
IBILGUEN MAIZTASUN(a)	frecuencia de los cauces
IGELTSU-KAPA	capa de yeso
INGURUNE (FISIKO-a)	medio (medio físico)
IRAGAZ(I)	infiltrar
IRAGAZPEN(a).....	infiltración
ISOJETA	isoyeta
ITURBURU(a)	manantial
IZERDI-LURRUN(DU)	evapotranspirar
IZERDI-LURRUNKETA	evapotranspiración
IZERDI-LURRUNKETA POTENTZIAL(a) ETP	evapotranspiración potencial
JAGOTE(a).....	conservación
KALTZIO BIKARBONATODUN FAZIE(a).....	facies bicarbonatada cálcica
KANPO-AHALMEN(a)	capacidad de campo
KAPA IKATZU(a)	capa carbonosa
KAREHARRI(a), KAREHARRI-MULTZO(a)	caliza, conjunto calizo
KAREHARRITSU(a)	calcárea
KARST	karst
KARSTIFIKAZIO-GRADU(a).....	grado de karstificación
KOERLAZIO-KOEFIZIENTE(a)	coeficiente de correlación
KONPLEXU URGONIARR(a)	complejo urgoniano
KONPLEXU SUPRAURGONIARR(a)	complejo supraurgoniano
KONTAKTU(a)	contacto

KURBA HIPSOMETRIKO(a).....	curba hipsométrica
KURBA KLINOGRAFIKO(a)	curba clinográfica
LAGIN(a).....	muestra
LEHORTE	sequía
LEHORTASUN-INDIZE(ak)	índices de aridez
LERROKAPEN (TEKTONIKO-a)	alineación (tectónica)
LURGAINeko ISURPEN(a) Li	escorrentía superficial
LURTZORU	suelo
LURTZORU-BALANTZE(a).....	balance del suelo
LUZANGA(TU)	alargar
LUZANGAMENDU(a)	alargamiento
LUZERA-ERLAZIO(a) R_L	relación de longitud R_L
LUZERAZKO PERFIL(a)	perfil longitudinal
MAIZTASUN(a).....	frecuencia
MARGA edo TUPAHARRI(a)	marga
MARGATSU edo TUPAHARRITSU(a)	margoso
MAZELA (MAZIZO BATEN -)	flanco (de un macizo)
MENDEBALDE(a) W	oeste (W)
MENDI-OIN(a)	pie demonte
MULTZO AKUIFERO(a).....	conjunto acuífero
NEURTOKI(a).....	estación de medida
NUKLEO edo GUNE(a)	nucleo
OKERMENDU(a).....	buzamiento
ORDENA	orden
OSATZAILE SEKUNDARIO(ak)	constituyentes secundarios
PLUBIOMETRI(a).....	pluviometría
PREZIPITAZIO(a)	precipitación

SAKONERA.....	profundidad
SESTRA-KURBA	curva de nivel
SINKLINALE(a)	sinclinal
SOBERAKIN(a) (ur-soberakina)	excedente (de agua)
TALWEG edo IBILGU	cauce
TENPERATURA	temperatura
TERMOMETRIA	termometría
TEKTONIKA	tectónica
TOLESTURA	plegamiento
TOUKASIADUN HAREHARRI(ak)	calizas de Toucasia
TUPAHARRI edo MARGA	marga
TUPAHARRITSU edo MARGATSU(a)	margoso
TRINKOTASUN(a)	compacidad
TRINKOTASUN-INDIZE(a)	índice de compacidad
UHARRETASUN(a).....	torrencialidad
UGALPEN KONSTANTE(a)	incremento constante
UR-BALIABIDE(ak)	recursos hídricos
UR-BALANTZE(a)	balance hídrico
UR-BILDU(a)	agua acumulada
UR-ERRETSERBA	reserva hídrica
URUNKIDETASUN(a).....	equidistancia
WEALDIENTSE FAZIE(a).....	facies wealdiense
ZABALERA.....	anchura
ZARTATUNE(a)	fractura
ZEHARTEBAKI(a), - GEOLOGIKO(a)	corte, corte geológico
ZERRO(a)	banda, porción de terreno

[illegible]

IRUDIEN AURKIBIDEA

1.1.- Bizkaiko hibaiei eraketa orokorra.....	5
1.2.- Arroaren kokapen geografikoa	6
2.1.- Euskal-Kantaurialdeko eraketa tektoniko orokorra.....	8
2.2.- Arratia arroan egindako kartografia	12
3.1.- Azterketa plubiometrikoa burutzeko hartutako mapak.....	16
3.2.- Euskal-Kantaurialdeko Isojeten mapa	20
3.3.- Lurraldeko eraketa tektonikoa	21
3.4.- Dima eta Sondika neurtokietako datuen koerlazioa	22
3.5.- Prezipitazioaren hileetako banaketa Diman eta Arantzazun	23
3.6.- Prezipitazioaren hileetako banaketa Arratian	24
3.7.- Aramotzeko mazizoaren kokapena eta inguruko neurtokiak	25
3.8.- Dima-Sondika eta Durango-Sondika neurtokietako datuen koerlaz.	26
3.9.- Durango-Dima neurtokietako datuen koerlazioa	26
3.10.- Prezipitazioaren hileetako banaketa Durangon eta Diman	27
3.11.- Prezipitazioaren hileetako banaketa Aramotzen	28
3.12.- Tenperaturaren hileetako banaketa Diman eta Durangon	30
3.13.- Lehortasun-indizeen hileetako banaketa Arratian	38
3.14.- Arratiarako kurba onbrotermikoa	39
4.1.- Arratia arroko mapa hipsometrikoa.....	45
4.2.- Maiztasun altimetrikoen histograma eta kurba hipsometrikoa	48
4.3.- Ehunekobesteen kurba hipsometrikoa	50
4.4.- Arratia arroko errektangelu baliokidea	52
4.5.- Arratia arroko kurba klinografikoa	58
4.6.- Arratia hibaieiaren eraketa hidrografikoa (HORTON)	62
4.7.- Arratia hibaieiaren eraketa hidrografikoa (SCHUMM-STRAHLER)	64
4.8.- Ibilguten ordena - ibilguten kopurua erlazioa	69
4.9.- Ibilguten ordena - ibilguten batezbesteko luzera erlazioa	69

4.10.- Ibilguen ordena - arroen batezbesteko azalera	erlazioa	74
4.11.- Hazkuntza alometrikoa		77
4.12.- Indusi eta Arratia hibaien luzerazko perfila		87
5.1.- Arratia arroan kontsideraturiko lau multzo akuiferoak		90
5.2.- Failak eta dolinak Aramotzeko mazizoan		96
5.3.- Aramotz mazizoko zehartebakia eta maila freatikoa		97
5.4.- Eskubaratzeko multzo akuiferoa : failak eta dolinak		99
5.5.- Indusiko multzo akuiferoa		104
5.6.- ORUE izeneko iturburuan egindako aforoak		110
6.1.- Arratiako mapa geologikoa eta hartutako laginen kokapena.....		115
6.2.- Piper-en diagrama		119
6.3.- Ur-analisisen diagrama		121
6.4.- Arratiako uren edangarritasun-diagrama		126
6.5.- Gatz-edukia — Eroankortasuna	erlazioa	128

CONCLUSIONES.

Los materiales que afloran en la cuenca del río Arratia son :

- Wealdiense (Neocomiense - Barremiense) : constituido por una serie flyschoides donde alternan areniscas de grano fino y argilitas negras.
- Complejo urgoniano (Aptiense - Albiense inferior) : potente conjunto calizo de origen arrecifal en el seno de una formación terrígena.
- Complejo supraurgoniano (Albiense superior - Cenomaniense inferior) : es un conjunto predominantemente arenoso.

Desde el punto de vista estructural, se puede subrayar que estos materiales están plegados según la dirección tectónica general de la cuenca Vasco-Cantábrica (NW-SE).

La superficie de la cuenca es de $136,30 \text{ Km}^2$.

Los parámetros obtenidos en el estudio geomorfológico son : el índice de compacidad de Gravelius ($K_c = 1,47$) y el alargamiento medio de Caquot ($C_a = 1,8$) que definen la cuenca como " ligeramente alargada ". La cota mínima de la cuenca es de 80 metros y la máxima de 1360, siendo la altitud media de 360 metros y la más frecuente de 200-300 m. El volumen mínimo erosionado en la cuenca es de 130 Km^3 , lo que supone el 70 % como se puede deducir de la curva hipsométrica porcentual realizada. La pendiente media (P_m) de la cuenca deducida a partir de la curva clinográfica de Strahler es de 0,274.

El análisis cuantitativo de la red de drenaje ha permitido poner de manifiesto la validez en esta cuenca de las leyes de Horton, con pequeñas irregularidades debidas a la heterogeneidad litológica de la cuenca. Los valores obtenidos han sido :

<u>Métodos analíticos</u>		<u>Métodos gráficos</u>	
HORTON	SCHUMM	HORTON	SCHUMM
$R_B = 3,54$	3,40	$R_B = 4,33$	4,33
$R_L = 2,24$	1,89	$R_L = 2,01$	1,78

$$R_S = 3,38$$

$$R_S = 3,26$$

siendo :

R_B = Relación de Bifurcación.

R_L = Relación de Longitud.

R_S = Relación de Superficies.

La densidad de drenaje de la cuenca considerada es de $3,8 \text{ Km/Km}^2$, valor que corresponde a una región de textura grosera.

El perfil longitudinal del río Arratia y de su afluente principal, el río Indusi, muestra un cambio de pendiente a 600 metros de altitud coincidiendo con la aparición de los afloramientos calizos urgonianos.

El tratamiento de los datos pluviométricos de 66 estaciones ha permitido elaborar el Mapa de Isoyetas de la región Vasco-Cantábrica, a partir del cual se ha calculado la precipitación media anual sobre la cuenca que resulta ser del orden de 1.550 mm. Se ha obtenido una temperatura anual media de 11°C .

El valor de la ETR calculado es del orden de 585 mm/año. Es de subrayar la notable coincidencia de los resultados obtenidos por diversos métodos (Turc, Thorntwaite, Becerril).

Según la clasificación climática de Koppen, la cuenca estudiada es del tipo C's " b (clima templado y acentuada sequía estival). Según la clasificación de Emberger, la cuenca del Arratia estaría englobada en las regiones húmedas y muy húmedas.

No existen datos hidrogeológicos relativos a los depósitos aluviales. En consecuencia, el interés se centra en los afloramientos calizos. En efecto, del centenar largo de manantiales inventariados, los más caudalosos surgen en relación a dichos materiales o a recubrimientos (piedemontes...) ligados a los mismos.

En los afloramientos calizos se han diferenciado cuatro sistemas acuíferos y se ha puesto de manifiesto la conexión hidráulica subterránea entre algunos de ellos. El volumen de agua infiltrado anualmente en estos sistemas es

del orden de 15 Hm^3 , lo que supone un 30 % de la precipitación sobre las calizas. Este volumen es principalmente drenado por manantiales situados en los bordes de los conjuntos calizos. Se ha aforado con cierta periodicidad el manantial de Orue (Aramotz) que es el más caudaloso de toda la cuenca con una caudal anual de $2,50 \text{ Hm}^3$, aproximadamente. Con los datos obtenidos se ha estimado un valor del coeficiente de agotamiento del orden de $\alpha = 0,060 \text{ días}^{-1}$, si bien este valor está sujeto a revisión y la instalación de una estación de control permanente de caudal posibilitará precisar este extremo.

Como norma general de los acuíferos calizos se puede indicar la rápida repuesta ante los aguaceros, lo que indica un alto grado de karstificación; es por esta razón que presentan un escaso poder regulador.

El balance realizado para toda la cuenca, da un valor de 30 l/sg Km^2 , es decir 130 Hm^3 , para la escorrentía total anual media, lo que supone el 62 % de la precipitación sobre la cuenca.

Se ha realizado el estudio hidroquímico de 26 muestras (20 manantiales y 6 aguas superficiales). Todas ellas tienen bajos contenidos salinos (inferiores a 400 mg/l) predominando por tanto las aguas bicarbonatadas cálcicas, entre las que se encuentran las aguas ligadas a afloramientos calizos. En la parte baja de la cuenca se hace sentir la actividad industrial pasando las aguas a una facies sulfatada y aumentando el contenido en elementos metálicos. Son abundantes los manantiales ferruginosos.

Atendiendo a los constituyentes principales todas las aguas son potables, a excepción de las ferruginosas en las que se supera el límite tolerable para $\text{Fe} + \text{Mn}$ fijado por el Código Alimentario Español (C.A.E.). En cuanto al resto de los constituyentes, los contenidos encontrados superan a veces los límites marcados por el C.A.E. si bien serían tolerados por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.).

Se ha puesto de manifiesto una relación lineal entre el contenido salino y la conductividad :

	C.S. = $1,115 \text{ C} - 32,9$	(mg/l)
($\mu\text{mho/cm}$)		