

SECCION KARSTICA

Cálculo de la pendiente media en los intervalos de cota extremos de cuencas de drenaje. Aplicación a la cuenca del Arratia y a la cuenca alta del Nervión

Por IÑAKI ANTIGÜEDAD (*)
JAVIER CRUZ - SANJULIAN (*)
y FERNANDO SAENZ DE ECHENIQUE (*)

R E S U M E N

Se propone un método para calcular la pendiente media de las superficies de cota inferior a la curva de nivel más baja de la cuenca de drenaje. El cálculo se realiza en dos fases: en la primera se estima una «anchura media» dividiendo la superficie de la franja correspondiente por la mitad de la longitud de la curva de nivel más baja (estilizada); finalmente, la pendiente media es el resultado de dividir la diferencia de cotas en dicha franja por la «anchura media» obtenida.

R E S U M E

On propose une méthode pour calculer la pente moyenne des surfaces à cote plus petite que celle de la courbe de niveau la plus basse du bassin. Le calcul est effectué en deux étapes. D'abord on évalue une «largeur moyenne» en divisant la surface de la bande envisagée par la moitié de la longueur de la courbe de niveau la plus basse (stylisée); ensuite, la pente moyenne est le résultat de diviser la différence de niveau entre la courbe précitée et l'exutoire par la «largeur moyenne» obtenue.

1 — INTRODUCCION

La pendiente es uno de los parámetros de relieve que resultan de interés en el estudio morfométrico de cuencas de drenaje.

Existen varios métodos que permiten estimar la pendiente media de una cuenca. Roche (1963), por ejemplo, propone su cálculo a partir de la superficie total de la cuenca, la longitud total de las curvas de nivel y la equidistancia; sin embargo, este método no tiene en cuenta la forma de la curva hipsométrica, por lo que el propio Roche (op. cit.) recomienda calcular un índice de pendiente a partir del rectángulo equivalente, completado con la distribución hipsométrica deducida en dicha cuenca.

A pesar de ello, los parámetros así calculados parecen excesivamente artificiosos.

Por el contrario, resultan más intuitivos, y, probablemente, más representativos, los índices de pendientes obtenidos a partir de las curvas clinográficas. Estas curvas se han utilizado para determinar las pendientes medias entre curvas de nivel. Entre los distintos tipos propuestos por numerosos autores (cf.

(*) Departamento de Geomorfología y Geotectónica; Facultad de Ciencias de Bilbao; Universidad del País Vasco; Apdo. 644, Bilbao.

Clarke, 1966), la «curva de pendiente media» de Strahler (1952) parece ser la de utilidad más general.

Strahler (op. cit.) estimó la anchura media de la superficie entre curvas de nivel consecutivas dividiendo el área correspondiente por la media aritmética de las longitudes estilizadas de dichas curvas de nivel. Una vez calculada la anchura media de cada franja, la tangente del ángulo de pendiente puede obtenerse dividiendo la equidistancia por el resultado de dicho cálculo. La aplicación de este método, no obstante, presenta problemas, tanto para las superficies situadas por debajo de la curva de nivel más baja de la cuenca como para aquellas con cota superior a la de la curva de nivel más alta comprendida en el área estudiada. Para este último caso, Strahler (op. cit.), teniendo en cuenta la posible existencia de varias cumbres con distintas cotas, sugiere estimar un valor aproximado tomando como denominador, en lugar de la media aritmética antes citada, la mitad de la longitud de la curva de nivel más alta. Sin embargo, para calcular la pendiente media de las superficies situadas por debajo de la curva de nivel más baja de la cuenca, dicho autor no propone ningún método especial. En efecto, si la cuenca estudiada incluye la franja costera, podría aplicarse el método general, tomando como longitud de la curva de nivel más baja la de la línea de costa correspondiente. Pero en cuencas de drenaje cuyo límite esté marcado por la confluencia de dos ríos, la cota de este punto no coincidirá, en general, con ninguno de los intervalos correspondientes a la equidistancia de trabajo elegida. En este caso, será necesario poner en práctica otro sistema de cálculo, que comentaremos a continuación, aplicándolo a la cuenca del Arratia y a la cuenca alta del río Nervión.

2 — CALCULO DE LA PENDIENTE MEDIA DE LAS SUPERFICIES SITUADAS POR DEBAJO DE LA CURVA DE NIVEL DE MENOR COTA DE LA CUENCA

El estudio morfométrico de la cuenca del río Arratia (Antigüedad y Cruz-Sanjulián, in litt.) se realizó considerando una equidistancia de 100 m. La cota mínima de la cuenca, en la confluencia del Arratia con el Ibaizábal, es de 80 m.; la curva de nivel de menor cota es, por tanto, la de 100 m., con una longitud estilizada (l) de 20'4 km.; la superficie comprendida entre ambas cotas (s) es de 4'64 km² (figura 1, a).

Los valores correspondientes en la Cuenca Alta del río Nervión son (fig. 1, b):

Cota mínima=40 m.

Curva de nivel más baja=100 m.

Longitud estilizada de la curva de nivel más baja (l)=21 km.

Superficie comprendida entre 100 y 40 m. (s)=10'74 km².

Las superficies correspondientes pueden idealizarse como se indica en la fig. 1 (c y d, respectivamente), si se admite la existencia de simetría respecto a cada uno de los cauces principales, lo que, por otra parte, no está lejos de la realidad. Habría, pues, que considerar en cada caso la superficie total dividida en dos franjas igualmente inclinadas.

Las pendientes medias de cada franja serían las tangentes de los ángulos señalados con α en la referida fig. 1 (c y d). Para calcular dichas tangentes bastará dividir la diferencia de cotas entre los puntos A y B, situados en una línea de máxima pendiente, por la distancia entre ellos en proyección horizontal. Esta última se calcula fácilmente, habida cuenta de que es la altura correspondiente a la hipotenusa, de longitud conocida, de un triángulo rectángulo cuya superficie se conoce también. En efecto, corresponden, respectivamente, a la mitad de la longitud estilizada de la curva de nivel de cota 100 m. y a la mitad de la superficie de la cuenca situada por debajo de dicha cota. En consecuencia, dicha distancia puede expresarse:

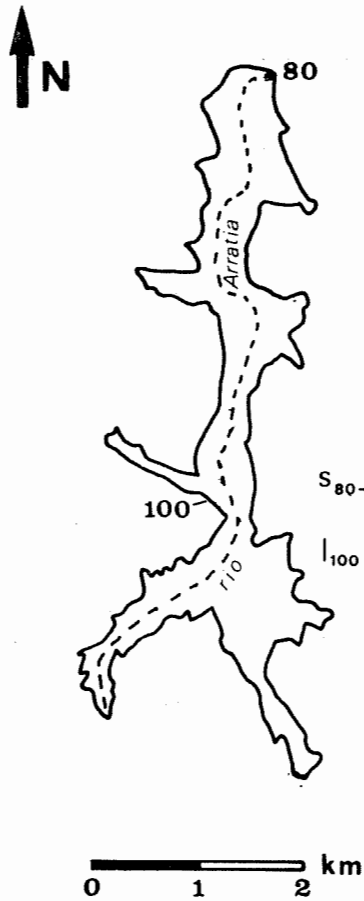
$$a = \frac{2s}{l}$$

o, lo que es lo mismo:

$$a = \frac{s}{l/2}$$

Dado que la estimación de la pendiente se realizaría dividiendo la diferencia de cotas h por esta magnitud que se acaba de calcular, resulta que ésta hace el papel de la «anchura media» utilizada por Strahler (1952), aunque, en este caso, no tiene estrictamente el mismo significado. Hay que advertir, por otra parte, que el método así deducido conduce a una expresión idéntica a la recomendada por Strahler (op. cit.) para obtener una aproximación del valor de la pendiente media en la franja de cota superior a la de la curva de nivel más alta de la cuenca.

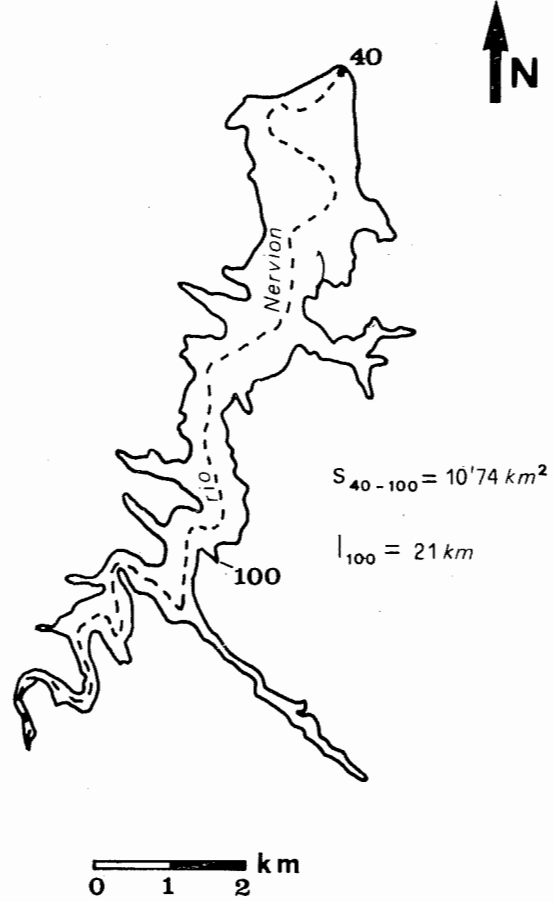
Las pendientes medias del intervalo de cota más baja de la Cuenca del Arratia y de la Cuenca Alta del Nervión, calculadas por este método, son, respectivamente, de 0'044 y 0'059.



$$S_{80-100} = 4'64 \text{ km}^2$$

$$l_{100} = 20'40 \text{ km}$$

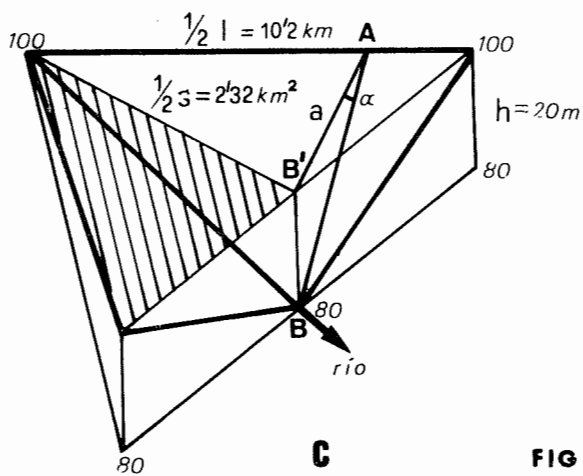
a



$$S_{40-100} = 10'74 \text{ km}^2$$

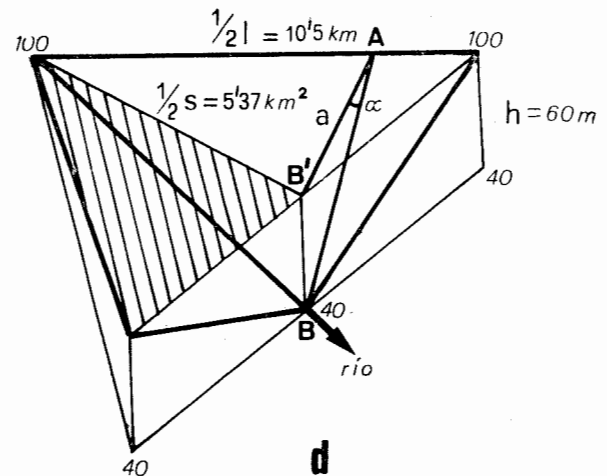
$$l_{100} = 21 \text{ km}$$

b



c

FIG 1



d

Fig. 1: Superficies situadas por debajo de la curva de nivel de 100 metros en la Cuenca del río Arratia (a) y en la Cuenca del río Nervión (b). c y d: respectivamente, idealización de dichas superficies y cálculo de las pendientes medias correspondientes.

3 — CONCLUSIONES

La pendiente media de la franja correspondiente al intervalo de cota mínimo puede calcularse por el método propuesto por Strahler si la cuenca incluye la línea de costa, cuya longitud interviene en las expresiones a utilizar como la de la curva de nivel más baja. Si el límite inferior de la cuenca está situado en una confluencia, la pendiente media se calcula dividiendo la diferencia de cotas, entre este punto y la curva de nivel más baja incluida en la cuenca, por una magnitud cuyo papel es equivalente al de la «anchura media» utilizada por Strahler, aunque su significado no es idéntico. Esta magnitud, a su vez, se calcula dividiendo la superficie del intervalo correspondiente por la mitad de la longitud de la curva de nivel de menor cota. Los cálculos realizados son similares a los que Strahler recomienda para obtener una estimación aproximada de la pendiente de la

superficie de cota superior a la curva de nivel más alta, si bien se llega a tales expresiones por diferentes razonamientos.

4 — BIBLIOGRAFIA

- ANTIGÜEDAD, I. y CRUZ - SANJULIAN, J. (in. litt.): **Estudio morfométrico de la Cuenca del río Arratia (Vizcaya)**. Bol. Real Soc. Geográfica, 19 pp. (preprint), 1 fig.
- CLARKE, J. I. (1966): **Morphometry from Maps**, in DURY, G. H. (Ed.): **Essays in Geomorphology**. Ed. Heinemann. Londo, pp. 235-274, 13 figs.
- ROCHE, M. (1963): **Hydrologie de surface**. Gauthier-Villars, Ed. París, 430 pp. 204 figs.
- STRAHLER, A. N. (1952): **Hypsometric analysis of erosional topography**. Bull. Geol. Soc. Am., v. 63, pp. 923 - 938.

El flanco N. de la Sierra de Aloña (Oñati ~ Guipúzcoa).

Intento de definición de una geofacies

Por FELIX MARIA UGARTE

Este tipo de trabajos tienden fundamental importancia en nuestra región debido al hecho de que apenas quedan en la actualidad enclaves que puedan dar fe de la vegetación climática en nuestro país, dada la profunda humanización de todo el territorio.

Gracias a su topografía abrupta, la vertiente N. de la Sierra de Aloña (falla cabalgante, con un desnivel topográfico de ≈ 500 m.), al igual que la de Aizkorri ha soportado mucho menos que el resto del territorio, la intromisión del hombre, salvo esporádicas talas para aprovechamiento de carbones y leña y cierto pastoreo de ovino en las zonas altas. Por tanto, la cliserie vegetal se conserva aquí con sus características climáticas apenas retocadas.

En el Antiguo Régimen esta zona fue considerada desde el punto de vista jurídico, como tierra comunal cedida como tal a los barrios rurales colindantes (Murguía, Berezano, Uríbarri, Olabarrieta), con la denominación de «hauzo-baso». Posteriormente, a partir del proceso desamortizador, y más tarde, debido a la entrada de las ideas del liberalismo económico estas parcelas de comunales han sido poco a poco apropiadas por sus detentadores seculares.

Para la realización de este trabajo utilizaré la metodología puesta a punto por G. Bertrand (1), estudio integrado de los geosistemas. Considerando al

(1) BERTRAND, Georges (1966). «Pour une étude géographique de la végétation». Rev. Géographique des Pyrénées et du S. W. tome 37. Toulouse.

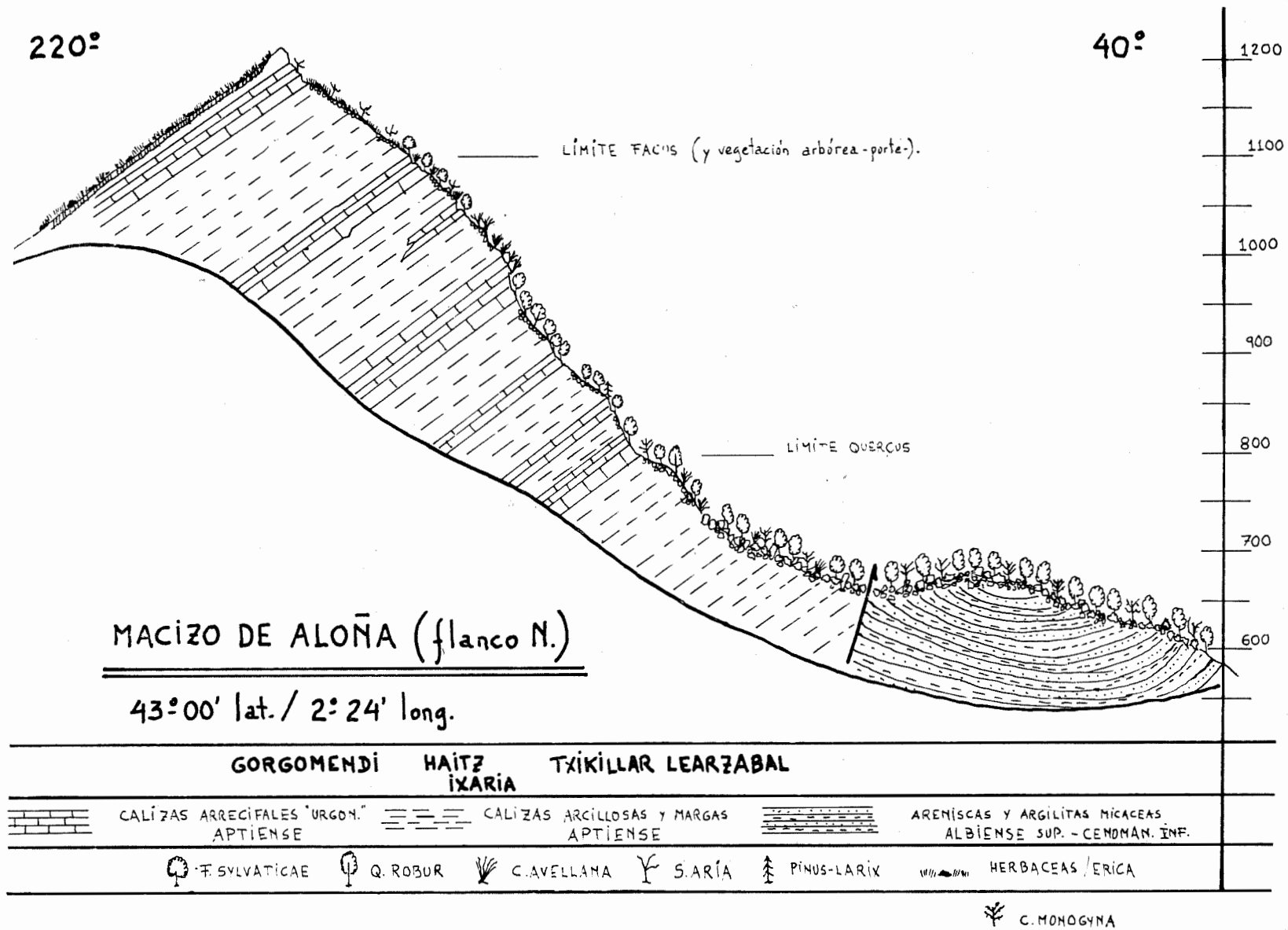
BERTRAND, Georges (1968). «Paysage et géographie physique globale». R.G. des P. et du S.W., tome 39. Toulouse, págs. 249-272.

BERTRAND, Georges (1972). «Ecologie d'un espace géographique: Les géosystèmes du Velle de Prioro». L'Espace Géographique, n.º 2. París, págs. 113-128.

BERTRAND, Georges (1978). «Le paysage entre la Nature et la Société». R.G. des P. 2 et du S.W., tome 49. Toulouse, págs. 239-258.

Definición del geosistema Aloña-Aitzkorri

Geosistema montañoso calcáreo. Cadena montañosa de litología caliza, con alturas situadas entre los 700 y 1.500 metros, formando parte de las estructuras geológicas del Anticlinorio de Vizcaya (NW-SE); con clima templado-oceánico (Cfb de Köppen; Marítimo fresco de Papadakis), con marcada influencia de las borrascas atlánticas del W. (cercanía a la costa (± 40 km.); vegetación climática de tipo correspondiente a la Europa atlántica. Frondosas: Quercus, Fagus, landa atlántica..., matizados por el clima, altura y demás factores del geosistema.



geosistema como una estructura territorial cuya escala de tamaño se halla entre algunos y varios cientos de Km². Es en esta escala donde se dan la mayor parte de los fenómenos de interferencia entre los elementos del paisaje y donde evolucionan las combinaciones dialécticas más interesantes para el geógrafo. A un nivel superior sólo importa el relieve y el clima, y, accesoriamente, las grandes masas vegetales. A un nivel o escala inferior, los elementos biogeográficos pueden enmascarar las combinaciones del conjunto. Dentro del geosistema se estudian las combinaciones e interacciones entre los diversos elementos del medio:

1) Potencial abiótico (roca madre, clima, hidrología); 2) Explotación biológica (vegetación, suelos, fauna); 3) Acción humana (rozas, cultivos, pastoreo, explotación maderera, etc.).

Considero al macizo calcáreo de Aloña-Aitzkorri como un geosistema, integrado en la región natural de las montañas cantábricas del País Vasco, influenciado directamente por el clima cantábrico. Dentro de este geosistema, el flanco N. constituye una geofacies particular, es decir, se trata de un sector fisiológicamente homogéneo (de escala inferior), donde se desarrolla una misma fase de la evolución general del geosistema.

En la primera parte del trabajo trataré de ofrecer un inventario de datos, sectoriales en principio, pero orientados hacia un estudio de las combinaciones y las interacciones entre los diversos elementos del medio que nos lleven a un análisis global de la geofacies.

1. POTENCIAL ABIOTICO

1.1. Roca madre, geomorfología

El anticlinal disimétrico de Aloña-Aitzkorri, en la zona que corresponde al área estudiada, está compuesto litológicamente por una alternancia de barras calizas arrecifales con Rudistas (facies urgoniana del Aptiense, duras y muy karstificables), con estratos de calizas margosas (Aptiense) (2).

Al pie del frente de cuesta de esta vertiente N., las calizas entran en contacto mecánico ($\approx$ 600-700 m.s.n.m.) con las argilitas micáceas y areniscas del Albiense, que en un primer momento, en la base del talud del frente de cuesta (750/600 m.s.n.m.), están recubiertos con abundantes derrubios de caliza.

La alternancia de calizas arrecifales con las margosas, da como resultado (desde el punto de vista geomorfológico) un relieve escalonado, donde las calizas arrecifales forman los escalones verticales y las margosas ofrecen un perfil más o menos tendido.

No se aprecian acumulaciones de derrubios en superficie, aunque en algunos cortes he podido apreciar, mezclado con el perfil edáfico, abundantes clastos de caliza. No existe, por tanto, ningún cono de derrubios funcional; se puede considerar como muy logrado el equilibrio de la vertiente (situación de biostasia).

En la base del talud, entre los 750/600 m.s.n.m., sí que se aprecian potentes acumulaciones de derrubios (no actuales) de diversos tamaños: desde bloques de aproximadamente un m³., hasta clastos de pocos cms., con matriz arcillosa y limosa de empaste.

1.2. Clima local

El problema con que nos encontramos siempre que nos referimos al clima, y sobre todo, cuando se trata de afinar más y acercarse al clima local y microclima, es la falta o escasez de datos.

En el caso concreto que trato, he podido contar con dos estaciones de base con datos completos (sobre temperatura y precipitaciones): Aránzazu y Legazpia (3), en otras dos estaciones los datos obtenidos sólo sirven de referencia (Oñate y Otzaurte).

Factores del clima.

Precipitaciones:

	mm./año	Situación/altura
Oñate	1.200/1.300	Vertiente N. 230
Legazpia	1.522	Vertiente N. 402
Otzaurte	1.500/1.600	Vertiente N. 660
Aránzazu	1.718	Vertiente S. 740

Temperaturas:

	Temp. media	Mínima absoluta	Media mínima	Horas/in- solación
Oñate	13° 8 *			
Legazpia	12° 6	— 10°	7° 9	
Otzaurte	9° 8	— 14°		
Aránzazu	10° 2	— 8°	7° 3	1.585

* Extrapolación.

(2) RAT, Pierre (1959). «Les pays cretacés basco-cantabriques». Dijon.

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA 1:50.000. Hojas n.º 88 y 113 (Vergara y Salvatierra). IGME. Madrid, 1975 y 1978.

(3) Datos de la Estación de Aránzazu (1966-1978). Instituto Nacional de Meteorología. Madrid: Estación de Legazpia (1959-1978); Oñate (1963-1970, datos incompletos); Otzaurte (1954-1970, datos incompletos).

	Días de helada (media)	Estación libre de helada Disponible s/Papadakis. *	Mínima
Legazpia	36	6	4
Aránzazu	21,2	6	3

* Disponible: media mínimas absolutas $> 2^{\circ}\text{C}$ (meses).
Mínima: media mínimas absolutas $> 7^{\circ}\text{C}$ (meses).

En las precipitaciones se observa un aumento continuo en relación con la altura s.n.m. En el caso de Oñate/Legazpia es difícil hacer comparaciones, debido al dudoso valor de los datos del primer punto. De Legazpia a Otzaurte, la diferencia es poco acusada, si tenemos en cuenta la diferencia en altura. En Aránzazu, la diferencia ya es notable, aunque la comparación es relativa, ya que se halla en la vertiente opuesta, si bien sujeta a las mismas pautas climáticas. Un cálculo aproximado de gradación de precipitaciones para la vertiente N., podría dar los siguientes resultados:

Altura s.n.m.	mm./año
400	1.525
400/ 700	1.525/1.625
700/1.238	1.625/1.800

Utilizando el gradiente resultante entre las estaciones de Legazpia y Otzaurte, el valor para el punto más alto (Gorgomendi, 1.238 metros) es de 1.800 mm. Por otro lado tenemos la estación de Aránzazu (740 metros) con 1.718 mm. Evidentemente no es posible afinar ningún dato sin realizar acopio de informaciones directas en los puntos conflictivos.

En lo que respecta a las temperaturas, los datos son más concordantes. Hay un gradiente de $1^{\circ} 07/100$ metros entre Legazpia y Otzaurte, lo que daría una media de $3^{\circ} 6$ para la cima de Gorgomendi y de $6^{\circ} 2$ para la cota de los 1.000 metros. Se observa que la orientación es importante a la hora de determinar la temperatura: Otzaurte (660 m., vertiente N.), $9^{\circ} 8$ de temperatura media anual; Aránzazu (740 m., vertiente S.), $10^{\circ} 2$ de media anual.

Una de las características del clima desde el punto de vista de la vegetación, es lo tardío de la llegada de condiciones térmicas favorables al desarrollo vegetativo:

700 - 800 m.	Media máximas	Media mínimas
Mayo	14°	$7^{\circ} 5'$
Junio	$17^{\circ} 5'$	$10^{\circ} 5'$

Así como lo exiguo de este período, ver el cálculo de Papadakis.

En cambio, las condiciones favorables se alargan a fines de verano:

700 - 800	Media máximas	Media mínimas
Setiembre	19°	12°
Octubre	15°	10°

La insolación es muy escasa, con un total de 1.585 horas anuales en Aránzazu, con un máximo veraniego (387 horas, julio-agosto); inferior insolación primaveral (331 horas, mayo-junio); brusco descenso otoñal (305 horas, setiembre-octubre), y mínima acusada invernal (159 horas, noviembre-diciembre).

La dirección del viento (datos de Aránzazu), presenta un origen dominante del cuadrante NW en los meses de marzo a agosto. A partir de aquí la dirección del viento se reparte entre el origen NW y SE, con algunos meses en los cuales el viento del W tiene cierta influencia (junio a septiembre).

Meses	NW	SE	W	SW	N	NE	E	S	%
Enero	33	32	8	11	4	7	4		
Febrero	34	28	12	10	6	6	3		
Marzo	42	20	13	9	7	4	4		
Abril	53	17	17	5	8	2	2		
Mayo	45	18	19	7	6	3	5		
Junio	48	15	20	7	5	4	2		
Julio	43	13	23	6	7	5	2		
Agosto	42	18	22	5	6	5	2		
Setiembre	31	25	23	7	4	5	4		
Octubre	27	38	13	5	6	6	4		
Noviembre	35	30	11	6	7	6	5		
Diciembre	37	31	8	5	7	7	4		

1.3. Hidrología

La escorrentía superficial en esta vertiente es casi inexistente. Tratándose de un flanco calizo, las aguas que escapan a la evapotranspiración, se infiltran en profundidad alimentando los acuíferos profundos. No se observa ningún canal de escorrentía concentrada, en todo caso podría existir una escorrentía sub-superficial bajo los derrubios. En cotas cercanas a los 900 m.s.n.m. he observado algunas pequeñas exudaciones de caudal mínimo que no llegan a formar ningún canal concentrado.

Las corrientes de agua aparecen en el contacto con los materiales más impermeables: argilitas y are-

niscas del Albiense, en forme de surgencias kársticas y fuentes.

	Altura s.n.m.	Caudal estiaje l/seg.
Uríbarri, varios (Troska)	500	< 1,0
Ubao	620	10
Aguinaga (varios)	600/700	1,5/2,0
Urdanteguieta		

En el caso de Ubao se da lugar a la formación de un canal de escorrentía (río Ubao), que baja perpendicularmente a la pendiente. En el resto de los casos existen tomas de agua: para abastecimiento local (Aguinaga, Urdanteguieta); de aprovechamiento particular en el caso de Uríbarri.

Al pie del talud (750/800 m.s.n.m.), al cambiar la topografía se observan suelos más potentes (0,50/1,00 metros), abundantes en clastos calizos con matriz arcillosa y limosa.

En cotas inferiores a los 600 m.s.n.m., cuando la roca aflorante está compuesta por argilitas y delgados estratos de arenisca, el suelo resultante es un ránker bastante ácido (5).

En cuanto a humedad del suelo utilizaré el método de Thornthwaite para calcular la ETP y ETR, y obtener así el balance hidrológico del suelo a lo largo del año.

En el caso del suelo que hemos definido como rendzina sobre estratos de caliza margosa, he tomado como base de datos, los referentes a la estación de Legazpia. He tenido en cuenta el gradiente Legazpia/Otzaurre, para aplicarlo a la altura de 1.000 m.s.n.m.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura media mensual	3	3.2	3.5	4.6	6.6	8.6	10.2	10.2	9.4	7.4	4.7	3
ETP	17	19.6	24.4	36.9	56.7	69.1	81.2	75.6	62.4	51.3	29.1	16.1
P	156.9	127.8	165.2	179.9	167.1	116.1	69.7	92.8	85.2	141.5	209.8	206.7
Déficit	—	—	—	—	—	—	12.5	—	—	—	—	—
R. U.	25	25	25	25	25	25	15	25	25	25	25	25
ETR	17	19.6	24.4	36.9	56.7	69.1	79.9	75.6	62.4	51.3	29.1	16.1

2. EXPLOTACION BIOLOGICA

2.1. Suelos

Prácticamente podemos considerar que no hay suelos, dándole a este concepto su sentido estricto.

Se intercalan los bancos de caliza arrecifal, aflorantes en superficie, con los estratos de caliza margosa enmascarados por derrubios y bloques de caliza, a su vez mezclados con la vegetación y el humus. Se trata de un suelo negro (húmedo), humífero, de poca potencia (20 a 40 cm.), con abundantes elementos gruesos. Lo más lógico sería hablar de rendzinas (4).

(4) Los únicos datos concretos que podemos ofrecer son los aportados por: DONEZAR, Miguel y LOPEZ ETXEZARRETA, Pedro, en «Análisis de la influencia de las plantaciones de coníferas... (Estudio ecológico y económico de las repoblaciones de coníferas exóticas en el País Vasco). S.C.N. Aranzadi, tomo I, págs. 387-391. Caja Laboral Popular, Mondragón, 1980.

Análisis de suelo en Zapata (litología caliza similar a ésta). Clasificación (7.ª Aproximación Americana). TYPIC UDORTHENT. Textura franca, pH 5,25/5,90. Arena gruesa %: 1.46/1.12; arena fina: 45.36/43.61; arena muy fina: 12.55/13.07; limo: 24.69/21.10; arcilla: 15.94/18.40.

Las diferentes cantidades representan a los dos horizontes del suelo.

Aun cuando las cifras de precipitaciones corresponden a Aránzazu (lógicamente a esta altura debe llover más), solamente existe un mes (julio) en el que las precipitaciones son inferiores a la ETP. Teniendo en cuenta la R.U. (reserva de agua útil) del suelo, aún en este mes apenas habría déficit, lo cual concuerda con las observaciones que he realizado directamente sobre el terreno.

La situación difiere totalmente en lo que respecta a las superficies sobre las barras urgonianas aflorantes, sin apenas suelo ni vegetación. En este caso la escorrentía lateral o en profundidad (infiltración), drenan el agua de la superficie haciendo que el déficit de humedad sea la tónica general en los meses de humedad ambiental restringida (julio, agosto, setiembre, octubre: entre 43 y 50 % de días con

(5) Datos de GANDULLO, GONZALEZ ALONSO y SANCHEZ PALOMINO, en «Ecología de los pinares españoles: Pinus radiata D. Don». Ministerio de Agricultura. Madrid, 1974, pág. 164. Andra-zuri (Zubillaga) 305 m.s.n.m. (suelo similar).

Horizonte A: 17 cm. Textura, arena % 8; limo: 63.7; arcilla: 28.2.

Horizonte AB: 29 cm. Textura, arena % 12.7; limo: 59.8; arcilla: 27.5.

Horizonte BsC. pH: 5.

Toponimia-Cota	Dinámica	ESTRATO												ESTRATO		
		I	A/D	S	II	A/D	S	III	A/D	S	IV	A/D	S	V	A/D	S
1 600/720	Progresiva Plantaciones de coníferas en los alrededores	Herbáceas Helechos	5	5	F. sylvatica	2	2				Crataegus monogyna	+		F. sylvatica	5	5
2 LEARZABAL 720/780	Progresiva Abundantes plantaciones de conif. Intercaladas	Herbáceas Musgo	5	5				F. sylvatica (2) Crataegus monogyna (1)	2	2	Corylus avellana	2	2	F. sylvatica Prunella y Larix decidua de planta	5	5
3 TXIKILLAR 780/870	Progresiva	Herbáceas	5	5							Crataegus monogyna Corylus avellana	3	3	F. sylvatica Q. robur +	3	3
4 HAITZ IXARIA 870/900	Progresiva en todos los estratos	Herbáceas Ortigas Helechos	5	5										F. sylvatica Larix decidua (plantación)	4	4
5 900/990	Progresiva	Herbáceas Musgo s/roca caliza F. sylvatica	1 1 1	1 1 1	F. sylvatica	1	1	F. sylvatica	2	2				F. sylvatica	5	5
6 990/1000	Progresiva	Herbáceas	4	4							Corylus avellana Crataegus monogyna	5 1	5 1	F. sylvatica	1	1
7 1000/1050	Progresiva	Herbáceas Ortigas F. sylvatica	5 2	5 2							Corylus avellana	3	3	F. sylvatica	2	2
8 1050/1080	Progresiva	Herbáceas Erica sp.	4 3	4 3							Corylus avellana Sorbus aria	2 1	2 1	F. sylvatica	4	4
9 1080/1100	Progresiva	Herbáceas Erica sp.	4 3	4 3				Sorbus aria + Corylus avellana +	1	1	F. sylvatica	5	5			
10 1100/1238		Herbáceas (3) Erica sp. (3)	5	5				Sorbus aria (asto zuri)	1	1						

meteoros) y de insolación más intensa. Por ello la vegetación rupícola y las hayas, adaptadas a este ecotopo, son los que predominan.

En cotas inferiores a los 800 m.s.n.m., allá donde termina el talud más abrupto la humedad del suelo presenta ya un déficit mayor (5a): julio-agosto, y a los 400 m.s.n.m. los meses con déficit son ya 3: julio, agosto y setiembre (5b). En todo caso no se puede hablar de sequía acentuada, sino de ligero déficit.

(5a) Evapotranspiración potencial y real. Método de Thornthwaite. Datos de Aránzazu.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	17	17	28	37	64	88	108	101	78	54	24	16
P	157	128	165	180	167	116	70	93	85	142	210	207
Σ déficit	—	—	—	—	—	—	38	46	—	—	—	—
R. U.	100	100	100	100	100	100	68	62	69	100	100	100
ETR	17	17	28	37	64	116	102	99	78	54	24	16

(5b) Evapotranspiración potencial y real. Método de Thornthwaite. Datos de Legazpia.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	17	20	31	47	79	107	124	112	84	54	24	16
P	156	128	147	158	111	80	51	87	88	130	178	208
Σ déficit	—	—	—	—	—	27	125	—	—	—	—	—
R. U.	100	100	100	100	100	76	36	28	32	100	100	100
ETR	17	20	31	47	79	104	91	95	84	54	24	16

2.2. Fauna

Ante la imposibilidad de dar a este apartado un tratamiento en profundidad que contemple la macro, meso y micro fauna, íntimamente ligadas a la dinámica de suelos, he optado sencillamente por enunciarlo, dejando pendiente su estudio.

2.3. Vegetación

Para obtener datos sectoriales de la vegetación me he valido del método de Bertrand (6), cuyo resultado expongo en el cuadro.

(6) BERTRAND, Georges (1966).

Datos de cada inventario:

Abundancia-dominancia (superf. cubierta) Clase	Sociabilidad (Modo de agrupamiento)
5 75-100 %	Mancha densa
4 50-75 %	Mancha poco extendida
3 25-50 %	En grupo
2 10-25 %	Agrupados en dos o tres ejemplares aislados
1 10 %	Ejemplar raro (+)

Estratificación de la vegetación	Porte
V estrato arbóreo	7 mtrs.
IV estrato arborescente	3-7 mtrs.
III estrato arbustivo	1-3 mtrs.
II estrato sub-arbustivo	0,50-1,50
I estrato herbáceo	0,00-0,50 mtrs.
~ forna	

Es fácil darse cuenta, como resultado de encuestas directas que la vegetación ha sufrido profundos cambios en cotas inferiores a los 700 metros (dominio del «ager» y zonas colindantes). Hasta la introducción masiva de las coníferas, primero por la crisis del castaño (enfermedad de la tinta, años 20-30), y después como consecuencia de las transformaciones sociales industrialización —> demanda de mano de obra —> demanda de ciertos productos —> especialización ganadera y lechera —eliminación de cultivos herbáceos—, estas zonas (entre los 400 y 600 m.) se hallaban cubiertas de castañales, con algunas intercalaciones de pequeños bosques de roble. A partir de la cota de los 600 metros y sobre todo, en las zonas de topografía abrupta, comenzaban los jarales de haya. En las inmediaciones de Learzábal (700-800 metros), se situaba una zona dedicada a los prados artificiales, con aprovechamiento de heno (siegas veraniegas). Estos pastos alejados del caserío se explican por el hecho de que en los años de la economía tradicional del caserío (hasta la década de los 50), las zonas bajas estaban ocupadas enteramente por las tierras de labor (trigo/maíz/forrajes/huerta).

Incluso las hierbas situadas en el talud (en cotas superiores a los 80 metros y hasta los 1.000 metros), eran aprovechadas como heno, siendo segadas en verano y transportadas con gran trabajo.

La cota más alta de poblamiento en esta zona es de 515 metros. (Eiciar goikoa), pero el resto de los caseríos se hallan en cotas inferiores a los 400 metros.

La recopilación de datos la hice en julio-agosto (1980), es decir, en el óptimo del desarrollo fenológico. Hay que tener este dato en cuenta, a la hora de sacar ciertas conclusiones.

Además de los ejemplares que he constatado en el inventario, he podido hallar, en otras ocasiones, algunos ejemplares de serbal (*Sorbus aucuparia* —basa lizarra—) y acebo (*Ilex aquifolium* —korosti—), en cotas situadas entre los 800 y 1.000 metros.

— Los bosques de haya aparecen aquí —cota 1,2— con poco porte ± 7 metros, con abundancia de brotes «jaral de haya» (pago txara). La influencia humana es aquí patente. El hombre ha utilizado este tipo de bosques para obtener material de carboneo y leña. En este mismo tipo de bosque —cotas 1, 2, 3, 4— se mezclan otro tipo de ejemplares de haya, de mayor porte, sobre todo en anchura: hayas trasnochas (pago motzak/burudunak), cortados por el hombre a unos 3 metros del suelo, para que el enramado sea abundante y se desarrolle lateralmente, su ramaje se utilizaba como material de carboneo. Hayas de crecimiento natural, porte largo y recto (tantaixa), apenas se encuentran en el Valle de Oñate.

Este tipo de bosques (jarales), también se han dado con robles y castaños. En este último caso se les daba el apelativo de «erauna». El aprovechamiento de este tipo de bosques era como material para la industria de la cestería: «ondagaixa» (para fabricar el fleje para cestos), «eskarpa», ramaje delgado y largo (para fabricar el asa de los cestos). También para construcción de setos y mampostería. Una vez realizada la corta que era a «matarrasa», se cerraba el monte de dos a 4 años para impedir que el ganado destruyese los nuevos brotes.

Otro tipo de aprovechamiento de los montes de roble y castaño era en base a los ejemplares trasnochos. Hoja en el caso del roble y fruto (ejemplar injertado) en el caso del castaño. Los ejemplares de gran porte, en altura, eran para el aprovechamiento maderero, construcción sobre todo.

— Este tipo de bosque de jaral de haya, se adapta especialmente al geotopo de lapiaz o zona con abundantes bloques y derrubios de caliza. Estos se observan en la cota 5, con abundantes bloques de caliza, intercalados con espacios cubiertos con suelo esquelético abundante en humus, sin vegetación herbácea y con abundante forna ($\pm 10-15$ cm.). Los helechos son de pequeño tamaño (10-15 cm.) y el musgo se extiende sobre los bloques calcáreos y la roca. Salvo algunos brotes de haya, no hay otro tipo de vegetación en los diversos estratos.

— Los avellanos (urritza), casi siempre de porte arborescente (de 2 a 4 metros), crecen en conjuntos de amplio ramaje a partir de un tocón («tortua»).

Busca normalmente suelos que tengan abundante material mueble: derrubios y clastos de caliza. En estos casos el sotobosque (estrato 1, herbáceas), sigue siendo importante.

— El estrato herbáceo es muy denso y de gran porte en las cotas 3, 4, 6; a partir de la cota 7, su porte se hace inferior (< 30 cm.), al mismo tiempo que la superficie ocupada por el brezo aumenta.

Igual sucede con los helechos que en la cota 4 no superan los 40 cm, llegando a tener 1,50 metros en la cota 2.

— Los «*Sorbus aria*» (ostro-zuri) presentan un porte arbustivo y arborescente (entre 2 y 4 metros), con troncos muy retorcidos, posiblemente debido a la fuerza del viento y quizá también a problemas de reptación del suelo.

Este arbusto (7) crece normalmente en ambientes orófilos (montanos y sub-alpinos). En la vertiente N. de Aloña, es la única especie que resiste en cotas superiores a los 1.100 metros. Aparece en ejemplares aislados, en lugares de difícil acceso.

(7) CEBALLOS, L.; RUIZ DE LA TORRE, J.: «Arboles y arbustos». Escuela Técnica S. de Ing. de Montes. Madrid, 1979, páge. 299.

Esto se explica por el hecho de que sus hojas son un alimento excelente para el ganado, por ello, solamente crece en lugares inaccesibles al mismo. En muchos casos son las aves las que extienden su semilla. Poseen amplias y profundas raíces, sirven muy bien como fijadores de suelo en pendientes de gran desnivel, son de crecimiento lento.

3. ACCION HUMANA

Este flanco del Aloña, apartado siempre, físicamente, de la zona del «ager», ha soportado, sin embargo, cierta influencia de la comunidad humana cercana. Aunque claro es, con diferencias de intensidad, según los tiempos.

En el Antiguo Régimen, esta zona era considerada, jurídicamente hablando, como tierra comunal. Cedió a las comunidades de los barrios (Uríbarri, Berzano, Murguía, Olabarrieta, etc.), como «hauzobaso». Cada casa o caserío era titular de una «suerte» (parcela), generalmente estrecha y alargada (perpendicular a la pendiente), con derecho a utilizar madera para leña, hierba, hoja... El pastoreo era libre y lo sigue siendo en la actualidad.

Durante el siglo XIX, a través de un proceso que no se ha esclarecido suficientemente, estas parcelas van a parar a manos de sus detentadores consuetudinarios, tal como se presentan en la actualidad. El Catastro Local de Rústica, muestra perfectamente la parcelación actual, con toda la vertiente repartida en estrechas franjas (algunos con menos de 50 metros de anchura), desde lo alto de la vertiente hasta la base ($\pm$ 800 m.s.n.m.). El flanco S., desde la misma arista, es propiedad del Concejo: montes comunales, utilizados para el pastoreo veraniego y plantaciones de coníferas.

Aprovechamientos efectuados:

Zona alta (1.238/1.000). Pasturaje veraniego de ovino; siega veraniega de hierba.

Zona media (1.000/800). Jarales de haya: material para carboneo, madera para leña.

Zona baja (800/600) Jaral y hayedo: carboneo, material para leña, pastoreo.

Actualmente, aparte del pastoreo veraniego en la zona alta, no hay otro aprovechamiento. Durante la década de los 50-60, se explotó por última vez (con cierta intensidad) la zona media y baja, para leña y carboneo.

* He calculado una intensidad de 80/100 cabezas de ovino por Km², en los meses veraniegos: Junio/Setiembre-Octubre.

La utilización de diferentes maderas autóctonas en la construcción y en la fabricación de herramientas, ha sido siempre muy importante en nuestra economía rural tradicional. La siguiente información nos puede dar idea de los materiales más utilizados:

Roble (*Q. robur-aritza*). Construcción: vigas, travesaños, tablones. Gurdi (carro de tiro). Cestería.

Hoja para cama y alimentación del ganado.

Haya (*F. sylvaticae-pago*). Carboneo, material para leña, fabricación de yugos (uztarri).

Castaño (*Castanea sativa-gaztaina*). Construcción: vigas, etc. Material para cestería. Instrumentos de labranza. Setos, paredes de mampostería (esixa). Sujetador para el cencerro (uztai).

Fresno (*Fraxinus excelsior-lizarra*). Hoja en verde para alimentación de ganado, fabricación de elementos del carro.

Serbal (*Sorbus aucuparia-baza lizarra*). Mangos de laya.

Acebo (*Ilex aquifolium-korosti*), *Sorbus aria* (ostro zuri). Tacos de madera para el eje del freno del carro.

Aliso (*Alnus glutinosa-altza*). Fabricación de yugos.

Nogal (*Juglans regia-intxaurra*). Yugos.

Tilo (*Tilia sp.-ezkia*). Utensilios para la fabricación del queso: apatza, kaiku, zimitza...

LA DINAMICA GEOMORFOLOGICA ACTUAL

Los datos que nos han ayudado a plantear este tema, han sido obtenidos durante el óptimo fenológico, lo cual ha podido enmascarar ciertos procesos erosivos, tales como canales de circulación hídrica superficial propios de épocas con precipitaciones abundantes o, restos de clastos originados por procesos erosivos debidos al frío (crioclastia). La verdad es que este tipo de testigos debían de ser visibles en cualquier época, pero en nuestro caso no los hemos hallado.

El hecho es que las vertientes están perfectamente regularizadas, no se ve en superficie ningún cono de derrubios funcional, apenas alguna aportación de derrubios crioclasticos, ni material transportado por escorrentía superficial.

Los derrubios clásticos que tapizan los estratos de calizas margosas, son los antiguos testigos de erosión. Su enmascaramiento por la vegetación y el suelo hace que sea muy difícil buscar su origen morfológico.

En el contacto mecánico de las calizas con las argilitas y areniscas (entre 600 y 800 m.), al pie del talud más duro, comienza un depósito de clastos calizos de morfometría variada (bloques $\pm 1 \text{ m}^3$, hasta clastos mínimos), empastados en una matriz limo-arcillosa, con una potencia superior a los 50 metros.

Los afloramientos de caliza urgoniana presentan formas de escalonamiento abrupto, con ausencia de suelos y vegetación exigua. El índice de diaclasamiento es muy alto, ofreciendo una superficie muy apta para la actuación de los procesos fríos (crioclastia), aunque la incidencia de estos procesos en la actividad erosiva parece ser muy débil en la actualidad.

El tipo de litología existente evita, prácticamente, toda circulación superficial de agua. Esta se infiltra con rapidez en las barras urgonianas. En los estratos margosos, la circulación es sub-superficial (saturando en primer lugar los suelos y las capas de derrubios) e infiltrándose a continuación hacia el acuífero profundo. El suelo que cubre los estratos margosos (muy permeable), evita la circulación superficial y la formación de redes concentradas de drenaje.

El drenaje subterráneo (asentado en este macizo calizo de Aloña), con un índice muy denso de karstificación y un nivel de base situado al pie de las calizas, hace que la circulación de agua aparezca fuera de la zona caliza: Ubao (480 m.), Urdanteguieta (400 m.), Aguinaga (550 m.). La escorrentía concentrada a partir de Ubao, corta las pendientes, más o menos tendidas, que forman la capa de derrubios (primero, entre 800 y 600 metros) y la roca «in situ» después.

A pesar de este hecho poco favorable para la circulación superficial, la humedad del suelo en este flanco no se ve en peligro, debido a su situación (umbría, vertiente N.), incluido en un clima húmedo (Cfb de Köppen) e incrementado su índice de humedad por la influencia de la altura. Los datos obtenidos a través del método de Thornthwaite, indican un ligero déficit de humedad para los 1.000 metros de altura: 1 mes (julio) y de dos meses (julio-agosto) para los 700 metros de altura. Todo ello explica la predominancia de las especies hidrófilas, mesófilas y esciófilas.

Esta situación de calma erosiva lleva directamente a un estado de biostaxia y a la edafogénesis, contribuyendo a ello el decaimiento de la explotación humana (actualmente sólo se consume el pasto veraniego por el ganado ovino, en cotas superiores a los 1.000 metros). La vegetación camina, sin duda, hacia el clímax, favoreciendo los procesos edafogénicos con la aportación masiva de materia orgánica, ayudando a la retención y fijación del suelo (raíces) y coadyudando a la aportación de humedad.

LA VEGETACION EN RELACION CON EL RESTO DE LOS FACTORES DE LA GEOFACIES

1) Gradación de la cliserie vegetal:

Q. robur pedunculata, llega a los 800 m s.n.m.

Fagus sylvatica; *Corylus avellana*; *Sorbus aucuparia*; *Ilex aquifolium*, llegan a los 1.100 m.

Sorbus aria, llega a los 1.200 m.

Los factores 1.1, 1.3, 2.1, 2.2; son similares en toda la superficie de la geofacies. El factor humano introduce variables en diversas alturas: pastoreo de ovino en cotas superiores a los 1.000 metros, explotación de jarales de haya, efectuados en cotas correspondientes a los 700-900 metros, sin embargo no es un hecho que explique la gradación. El único factor que puede explicar ésta, es el climático. Se trata de un medio incrustado en un clima Cfb (Köppen), esciófilo con más de 200 días anuales de nubosidad parcial, soleamiento anual inferior a las 1.500 horas, lluvias anuales superiores a los 1.700 mm., suelo nevado en más de 30 días anuales... Son la temperatura y los vientos, los que pueden explicar la interrupción de diversas especies a los 1.100 m. (5° 1', temp. media), vientos cada vez más violentos, tal como lo indican la disposición de los brezos a estas alturas: aspecto achaparrado y pegado al suelo. El tipo de roca «in situ», ayuda a explicar la interrupción brusca en el caso del haya; a esta altura (1.100 m) desaparece la penúltima barra urgoniana antes de la cima, a la cual va estrechamente ligada el haya.

El roble, los raros ejemplares que hemos hallado, no sobrepasa los 700/800 metros donde hemos calculado una temperatura media de 8° 3'/9° 4'. En todo caso, esta zona no es un ecotopo favorable, ya que esta especie es acidófila.

2) Discontinuidad en la distribución espacial de la vegetación.

En el caso de las diversas zonas de preponderancia alternativa *Fagus/Corylus*, pueden explicarse por el factor 2.1. Suelos, y a través de él de las diferencias de humedad. El avellano necesita un suelo suelto (mueble), con mezcla de humus, materia orgánica y matriz fina limosa-arcillosa. El haya, en cambio, busca con preferencia un ecotopo en donde aflore la caliza compacta urgoniana, intercalada con pequeñas acumulaciones de suelo húmifero, aguantando sequedad en época estival por falta de R.U. en el suelo.

El sotobosque resultante es muy diferente en ambos casos. Hayedo: ausencia de herbáceas, algo de musgo sobre la roca, forna abundante. *Corylus*; herbáceas que tapizan el suelo, plantas arbustivas acompañantes *Crataegus*.

El tapiz herbáceo ocupa una superficie mucho mayor que el brezo en la cota n.º 8; a medida que ascendemos en altura, el brezo llega a igualar la superficie del tapiz herbáceo e incluso las hierbas se aprovechan de las defensas que ofrecen los brezos para crecer en sus inmediaciones. La dureza del clima impone sus condiciones.

3) Relación de la altitud con el porte de la vegetación.

Es bien notoria la relación mayor altitud/menor porte. Se observa esto, perfectamente, en los diversos puntos de recogida de datos, el tapiz herbáceo y los brezos apenas sobrepasan los 30 cm. en la cota 10, llegando a los 0,40/0,50 metros en la cota 8. Los helechos en el punto 4 apenas sobrepasan los 30 cm., pero llegan a los 1,50 metros en la cota 2. El porte de las hayas llega al máximo en la cota 2, allí donde la pendiente comienza a ser débil.

LABURPENA

Lan honek, gaur eguneko Euskal-herrian badu bere garrantzia. Gizarteak bere indar eta lan zabaltzean ingurua (natura) menderatu du (aldatuaz eta, sarri askotan, naturaren eboluzioa zapalduaz). Gizonak ikutu gabeko lurralde gutxi gelditu dira Euskal-herrian: Aloña-Aizkorri mendiarteko ipar malkarra dugu hoieta-riko bat. Egia esan gizonak lurralde honekin zer-ikusirik izan du, baina, dena dela, oraindago ez du guztiz aldatu.

Lan hontan Aloñako ipar-malkar hau geofazie bat bezela azaltzea nahi nuke. Hortan saiatzea da nere asmoa. Hori lortzeko Bertrand-en metodologiaz (ikus bibliografia) baliatzea erabaki dut. Honentzat lurralde bat fisikoki aztertzeko neurri-eskala egokia dago: geosistema deitua. Geosistema neurri batzuren barnean dagoen lurralde-egitura dugu: km² gutxi batzuek/ehundaka km²-raino. Aloña-Aizkorriko mendiartea geosistema izango litzateke. Geosistema barnean faktore fisiko guztiak dialektikoki jotzen dute, geografoentzat eskala-neurri egokia izanik elkarrekiko erlazioak aztertzeko.

Lehen zatian faktore bakoitza berek aztertuko dut: 1) Abiotiko potentziala (haitzama-geologia, klima, hidrologia); 2) Biologiko esplotakuntza (landaredia, lurrazala, fauna); 3) Gizonaren ekintzak (laborantza, ertzantza, basa-lanak, etab.).

Geroago, faktore guzti hauen artean dauden harremanak aztertzen saiatu behar gara, eta elkarrekiko loturak azaltzen arduratu.

Aloñako geofazies hontan erlazio batzuk garbi ikusi ahal izan dugu:

— Landarediaren kliserie edo mailaketa, klima eta litologiari loturik:

800 m. goieraraino, haritza iristen da.

1.100 m. goieraraino pagua, urritza, ostro-zuria, lizarra, korostia, arantza-zuria, etab. ailegatzen dira.

1.200 m. goieraraino; ostro-zuria, ilarra eta larrak, agertzen diren bakarrak dugu.

— Landarediaren neurri edo tamainua klimari ezarrita dago.

— Litologia eta lurrazalaren tankerak, landarediaren hedadura eta egoera bideratzen dituzte:

Karearri urgonianoaren inguruan pagoa indartzen da.

Karearri tuparritsuen gainean dauden harmorak, urritzaren hedadura erretzen dute.

Azterketa hau udan egina izan da; landarediak orri guztiak zabalduak zeukanean (egokien fenologikoa iritxi ta gero). Azterketa hau estatikoa izan da, ta ez dinamikoa (egokiakoa izango zena). Dena dela jaso dugun datoak egoera biostasikoa adierazten digute. Hontarako geomorfologia dinamikaren aldetik oreka osoa behar da eta hori frogatu dugu: isurien oreka, uren higadura ahula (karearri lurraldean gaudelarik eta base maila 800 m. baino beheago egonik, urak barneruntz iragazten dira), lurrazalaren eraketa, guzti hauek lekuko.

Beste aldetik, gizartearen presioa gutxitzean landarediaren eboluzioa edo bilakaera klimaxeruntz dijoa.