

RAQUEL GONZALEZ PELLEJERO\*

## DINAMICA DE UN ESPACIO NATURAL: LOS CAÑONES CALCAREOS DEL EBRO (BURGOS)\*\*

### INTRODUCCION

Los cañones calcáreos que se analizan a continuación constituyen una pequeña porción de la cuenca alta del río Ebro. Aunque fundamentalmente se extienden por el norte de la provincia de Burgos, su extremo más occidental pertenece al apéndice meridional de Cantabria; apéndice que introduce a esta región en la problemática y en las condiciones naturales del «otro lado de la Cantábrica». El amplio sinclinal de La Lora sirve de marco a este tramo del río Ebro que, de modo repentino, abandona su amplio y apacible valle para circular encajado, aprisionado, entre los farallones calizos. Es en este tramo también donde el Ebro recibe su primer afluente de entidad, el Rudrón, río autóctono del macizo calcáreo que, tras circular igualmente encajado, acaba depositando en el colector sus aguas limpias y frescas.

Son estos valles profundos y estrechos, modelados en condiciones climáticas e hidrológicas diferentes a las actuales, los elegidos para formalizar la hipótesis de que, en general, *los espacios naturales heredados, o no funcionales, son particularmente frágiles* y, por ello, requieren un tratamiento cuidadoso y una gestión atenta. Por otro lado, las características particulares de este área —que se irán señalando a lo largo del trabajo— la mantienen todavía bastante alejada de apetencias y actuaciones exteriores capaces de generar en ella impactos fuertes, lo que proporciona datos de gran valor para una posible y posterior actuación sobre la misma.

Un conjunto de procesos combinados o alternados en el tiempo son responsables de la génesis y evolución de los valles hasta convertirse en los cañones calcáreos actuales. La importancia de la estructura en el trazado de la red fluvial; la gran extensión de los materiales calcáreos que posibilitan el desarrollo de un macizo kárstico; la profunda y rápida incisión fluvial, etc. son aspectos capaces de generar formas y procesos específicos. Y, todo ello, dentro de un marco teórico y conceptual que sitúa a la vertiente como el eje en torno al cual gira toda la

problemática a analizar. Es la vertiente el objeto real del estudio que permitirá, tras el análisis de su génesis y forma, concluir si la dinámica actual es o no activa en relación —como elemento de referencia relativo— con una dinámica pasada. Por último, se intenta poner de relieve cuál es la capacidad de respuesta —si la tiene— del medio natural frente a una serie de impactos y actuaciones ejercidos sobre él desde el exterior.

Para conseguir cubrir el objetivo propuesto se ha dividido el trabajo en dos partes bien diferenciadas. La primera de ellas analiza el espacio desde una perspectiva de espacio heredado tanto de un modo descriptivo - morfométrico, como tratando de reconstruir los procesos antiguos que han dado como resultado los valles que hoy contemplamos. El comenzar el análisis con una escala de observación más reducida tiene como finalidad encuadrar el ámbito de estudio dentro de unas coordenadas morfológicas e hidrográficas más generales. De ahí la inserción del conjunto tanto en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica como formando parte de la cuenca alta del Ebro. Un ámbito peculiar por constituir un espacio de transición en varios aspectos. De modo más específico se considerarán los cañones como integrantes, unidos genéticamente, con la plataforma de La Lora, macizo kárstico que compartimentan al atravesarlo y que inscribe los límites de este tramo particular del Ebro junto con su afluente, el Rudrón.

También en esta primera parte, pero centrados ya en el marco estricto de los cañones, se realiza una descripción morfométrica detallada de los valles y sus vertientes para acabar estableciendo una tipología de los sistemas de vertiente en ellos desarrollados. Dentro de este gran apartado se incluyen también todas las reflexiones referidas a la génesis y organización de la red antigua así como los procesos que participaron de forma decisiva en el desarrollo y evolución de los valles. El poner el acento en este aspecto parece útil pues sólo de este modo se puede realizar la comparación que permita calificar a la dinámica actual como activa o no.

\* Profesora del Departamento de Geografía de la Universidad de Santander.

\*\* El trabajo fue presentado como Memoria de Licenciatura en la Universidad de Santander (1984) y dirigido por José Ortega Valcárcel, a quien agradezco su apoyo, colaboración y ayuda real, y a quien dedico lo que de útil pueda haber en él.

La segunda parte recoge los aspectos de dinámica actual de los cañones centrándose en la noción de *equilibrio frágil* como argumento general. Un equilibrio precario por motivos diversos, pero basado en el carácter de espacio natural heredado. Un equilibrio frágil en el que resulta decisiva la intervención humana porque de ella depende que un espacio construido a escala de tiempo geológico pueda verse desarticulado a escala de tiempo histórico por una gestión especulativa o inadecuada del territorio. Así pues, este último apartado trata de poner el acento tanto en la evolución de la cobertura vegetal natural como en el uso que las comunidades campesinas en el pasado y las posibles actuaciones exteriores ahora, puedan realizar de este espacio. Un espacio cuyas fuertes pendientes, escasos suelos y cobertura vegetal castigada durante milenios exigen una planificación adecuada.

## I.- UN ESPACIO NATURAL HEREDADO

### 1. La cuenca alta del Ebro: un espacio de montaña de transición

Los cañones del Ebro - Rudrón se encuadran dentro de una región morfológica más amplia, la cuenca alta del Ebro, y, además, se inscriben en una de las unidades en que dicho conjunto se compartimenta, la plataforma de La Lora. Como consecuencia de ello, la observación de los rasgos generales permite resaltar tanto la individualidad del conjunto de los cañones en sus rasgos más específicos, como las similitudes o rasgos no específicos que constatan su pertenencia al conjunto o sistema general.

El análisis de la «región morfológica» permite detectar la posición del área de estudio en el entramado físico y tectónico general, mientras que la unidad extraída de aquélla, la «comarca» de La Lora, se constituye en nexo de unión con el «geosistema» de los cañones del Ebro - Rudrón, objeto de este trabajo<sup>1</sup>.

La región morfológica de la cuenca alta del Ebro coincide con el sector central de la Cordillera Cantábrica en su vertiente meridional<sup>2</sup>. Sus rasgos morfológicos, climáticos y ecológicos permiten concebirlo como una unidad. La región se encuentra organizada en torno a este colector que dirige su excedente hídrico hacia el Mediterráneo. La importancia de este último rasgo, que individualiza la fachada meridional oriental de la cordillera, es suficiente argumento como para permitir su organización en torno a él.

Desde el punto de vista climático y ecológico, la ambigüedad define las características de este sector. Esta condición ha sido muy resaltada en los estudios que, de modo general o específico, se han realizado sobre la zona. La vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica ha sido considerada como área de transición debido a que es una franja que yuxtapone rasgos característicos de los dominios bioclimáticos que pone en contacto. Se trata de un espacio intermedio entre la «Iberia siempre húmeda» y la «Iberia de veranos secos», entre la «España atlántica» y la «España mediterránea»<sup>3</sup>: «un espacio ambiguo... Para el castellano del Duero, este viejo rincón histórico se le aparece como antesala del norte cuyos rasgos descubre en una vegetación más abundante, en cierto aire brumoso, en el predominio de las tonalidades esmeralda. Para el norteño, supone la sensación de entrar en el mundo de la luz, del sol y de los cielos limpios»<sup>4</sup>.

Del mismo modo que los rasgos morfológicos e hidrológicos son muy contrastados a ambos lados de la divisoria cantábrica, las condiciones climáticas difieren sustancialmente en ambas vertientes. La barrera cantábrica, separa —de manera difusa en la divisoria y acentuándose progresivamente en dirección meridiana— dos regiones climáticas. A medida que se avanza hacia el sur y el este, disminuyen las precipitaciones: mientras en la confluencia del Ebro con el Hija se reciben 1.350 mm. de precipitaciones al año, en las fuentes del Rudrón tan sólo 766 mm.<sup>5</sup>. También, y en el mismo sentido, la distribución de las precipitaciones a lo largo del año se hace más irregular, y la humedad ambiente, constante en el norte, se va reduciendo.

El conjunto de condiciones morfológicas, climáticas y ecológicas convierten a la cuenca alta del Ebro en un espacio de montaña media. Pero de *montaña media de transición*, puesto que pone en contacto una cadena plegada con una cuenca sedimentaria, un clima atlántico con otro continental, y las comunidades vegetales propias del dominio atlántico con las del dominio mediterráneo.

#### A. Un relieve estructural en el sector central de la Cordillera Cantábrica (Vertiente meridional)

La cuenca vertiente del Alto Ebro, incluida en la fachada meridional del sistema Cantábrico, organiza la escorrentía de la mayor parte de un territorio que se conoce históricamente como «Las Mon-

<sup>1</sup> Los términos entrecuadrados forman parte de la taxonomía propuesta por BERTRAND que permite clasificar los paisajes en función de su escala de observación. BERTRAND, G.: «Paysage et géographie physique globale. Esquisse methodologique», 1968, págs. 249-272.

<sup>2</sup> Sector central si se aplica el término Cordillera Cantábrica en sentido amplio, es decir, «desde los Ancares y el Caurel hasta las montañas vascas». Los diferentes criterios en cuanto a la extensión de dicho conjunto se encuentran reflejados en MUÑOZ JIMENEZ, J.: *Geografía de Asturias. I. Geografía física. El relieve, el clima y las aguas*, 1982, pp. 10-11.

<sup>3</sup> Esta división de la península en dos conjuntos bien diferenciados ha sido una constante en la literatura geográfica desde que fue formulada por BRUNHES (1902), tal como expone GARCIA FERNANDEZ, hasta llegar a una división basada en la existencia de dominios ecológicos distintos. GARCIA FERNANDEZ, J.: *Organización del espacio y economía rural en la España Atlántica*, 1975, pp. 5-10.

<sup>4</sup> ORTEGA VALCARCEL, J.: *Las transformaciones de un espacio rural. Las Montañas de Burgos*, 1974, p. 95.

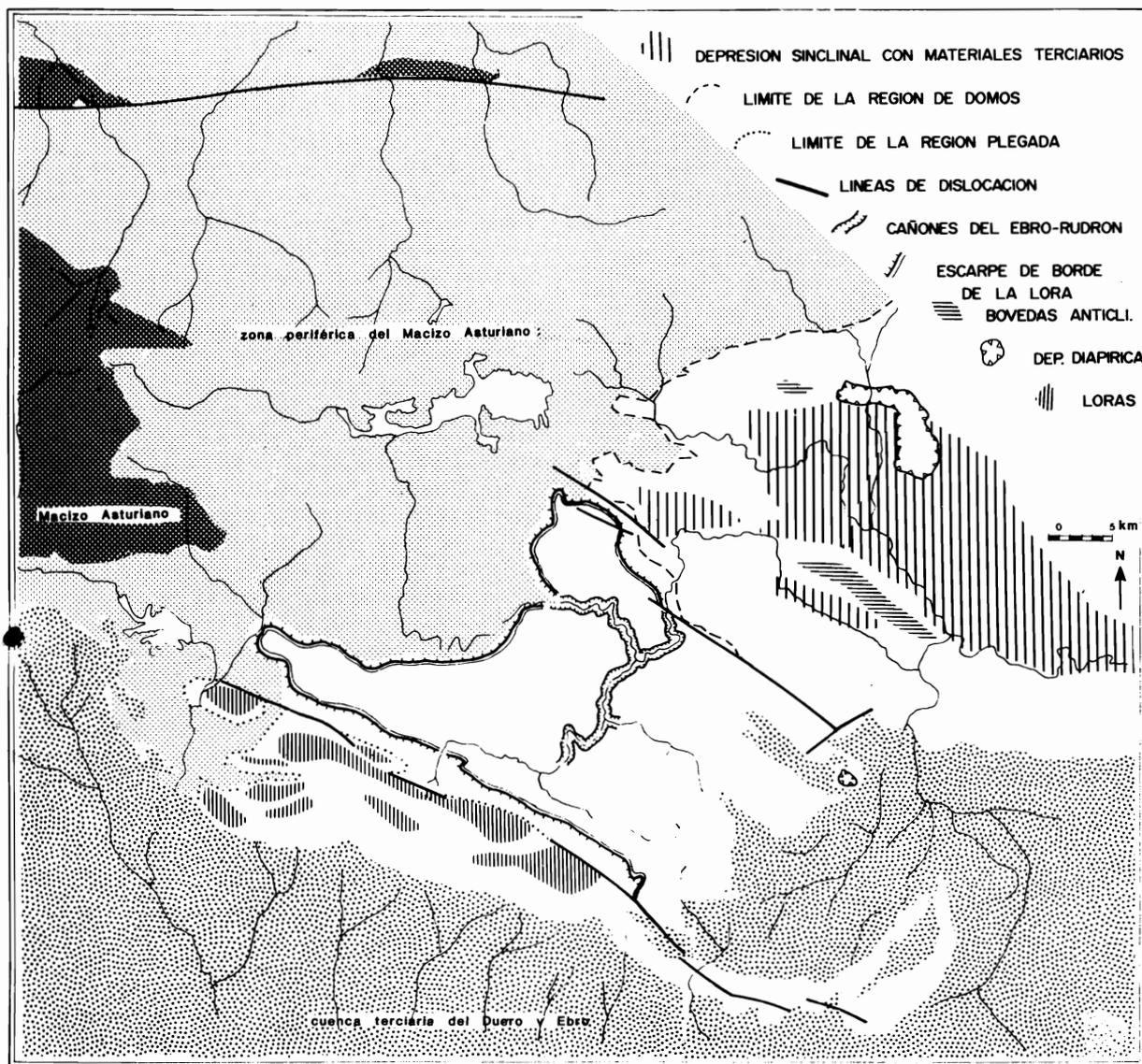
<sup>5</sup> *INVENTARIO DE RECURSOS HIDRAULICOS. Ebro, Pluviometría I*, pp. 625-627.

tañas de Burgos»<sup>6</sup>. Se trata de un área de montaña media del dominio plegado cantábrico, escalonada en su transición hacia las cuencas de sedimentación castellana, al sudoeste, y del Ebro, al este.

Este conjunto meridional de la Cordillera Cantábrica ofrece rasgos de relieve claramente diferenciados de su vertiente opuesta: son dos espacios que estructural y morfológicamente resultan contrastados. Las direcciones estructurales de la vertiente septentrional son predominantemente E - O, lo cual se refleja en el trazado general de la costa y en las alineaciones montañosas del interior, como la franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga y su prolongación hacia el anticlinal de las Caldas. A pesar de ello, esta vertiente se encuentra compartimenta-

da por la red hidrográfica cantábrica según una dirección perpendicular a la descrita, es decir, S - N. De forma general, esta red se caracteriza por el corto recorrido de sus ríos, que se ven obligados a salvar importantes desniveles de hasta 1.500 m. en sólo 40 Km. Así, el nivel de base marino, muy próximo a la cabecera de los ríos, unido al régimen torrencial de éstos posibilita una excavación intensiva y, por tanto, la compartimentación de las estructuras E - O en relieves y valles con dirección S - N.

Por el contrario, la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica, en su sector central y oriental, tiene unas trazas de relieve muy relacionadas con la estructura. En ella se yuxtaponen influencias tectónicas procedentes de los macizos asturiano por un lado, y pirenaico por otro, cuyas direcciones



Mapa I.- Morfoestructuras de la fachada meridional de la Cordillera Cantábrica (Sector central).

<sup>6</sup> Esta denominación es recogida por ORTEGA VALCARCEL, señalando que el territorio que abarca «se inicia al este de Reinosa y termina en la raya administrativa con Alava». Por tanto, aunque el autor «aplica el apelativo de Montañas de Burgos de manera restrin-

gida» al sector oriental, señala que el conjunto incluye las parameras calcáreas de La Lora y la cuenca de recepción del Ebro. ORTEGA VALCARCEL, *Op. cit.*, p. 15.

ONO - ESE y NO - SE, respectivamente<sup>7</sup>, pueden seguirse sin dificultad en las unidades de relieve que compartimentan el conjunto (MAPA I). Son unidades labradas en la cobertera mesozoica y terciaria que reflejan, acentuando o mitigando, los accidentes del zócalo paleozoico reactivados en la oreña alpina. Por tanto, la región se caracteriza por un estilo tectónico de revestimiento, cuyos pliegues, tanto en su amplitud como en su tipología, no son homogéneos<sup>8</sup>. Esta diversidad ha permitido diferenciar una serie de unidades morfoestructurales que son ya tradicionales en los estudios de geografía física y geológica de la región<sup>9</sup>.

La unidad más occidental corresponde con parte del denominado por CIRY borde oriental o *zona periférica* del Macizo Asturiano. Se trata de una aureola de sedimentos que desde el Permotrias al Wealdense envuelven por el este el Macizo Asturiano, hundiéndose progresivamente a medida que se alejan de él. La gran extensión de la facies wealdica la convierte en la más representativa de esta unidad, al tiempo que la escasa consistencia de los materiales detríticos -areniscas y arenas- generan unas formas de relieve poco contrastadas. Todo lo expuesto permite establecer una clara diferenciación entre esta unidad -wealdica- y sus vecinas -calcáreas.

La *región de domos*, la más septentrional, rebase en algunos puntos la línea divisoria de la cuenca del Ebro, extendiéndose hacia la vertiente cantábrica. Se trata de una unidad de aproximadamente 2.000 Km<sup>2</sup>, de cobertera plegada en materiales mesozoicos y terciarios. La estructura de mayor desarrollo de la unidad es el gran anticlinal de Villarcayo - Tobalina que, en dirección NO - SE, se extiende a lo largo de más de 50 Km. ocupando el área central del conjunto. La naturaleza litológica del conjunto, caracterizada por la alternancia de materiales coherentes -calizas sobre todo- y menos consistentes -margas y arcillas-, proporciona formas de relieve características al producirse un desmantelamiento diferencial según la naturaleza del roquedo. La unidad, pues, se articula como un conjunto de montaña media donde coexisten amplias depresiones y sierras.

Inmediatamente al suroeste de la región de domos se encuentran las *altas plataformas* de CIRY -o paramera de la Lora-, caracterizadas por la presencia de amplias superficies subhorizontales en ni-

veles calcáreos del Turonense y del Santonense. Este área, menos compleja que la anterior, se extiende sobre 1.000 Km<sup>2</sup>, correspondiéndose básicamente con el sinclinal de Sargentos - Sedano. Su altitud media, 900 - 1.100 m., es superior a la de la región anterior, al coincidir con un escalón más elevado del zócalo. Los materiales calcáreos alternantes constituyen el elemento fundamental del paisaje morfológico, al permitir el desarrollo de amplias cornisas rocosas que cintejan el conjunto. Este elemento, junto a los profundos cortes que introduce la red hidrográfica, constituyen los rasgos más sobresalientes de un área que, en conjunto, aparece como monótona y de amplios horizontes.

El límite meridional de la paramera de la Lora lo constituye la *región plegada*<sup>10</sup> que desborda el ámbito de la región hidrográfica del Ebro para integrarse ya en la del Duero. Esta estrecha franja, caracterizada por su relieve inverso, pone en contacto la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica en su sector central con la cuenca sedimentaria del Duero, al tiempo que constituye el límite de la paramera al cambiar el estilo de plegamiento.

Por último, el sector más oriental de la cuenca alta del Ebro, en su sector meridional, pertenece ya a La Bureba. Esta unidad tiene estructura de cuenca sedimentaria, actuando de nexo de unión entre la cuenca sedimentaria del Ebro y la del Duero<sup>11</sup>. La gran extensión de materiales terciarios (yeso, arcillas y calizas) se traduce en un relieve menos contrastado que en las unidades anteriores.

La cuenca alta del Ebro aparece compartimentada, pues, en una serie de unidades bien diferenciadas morfológicamente. Su unidad viene dada, sin embargo, por la presencia del Ebro, el cual, a partir del nudo orográfico de Tres Mares, actúa como colector de aguas de todo el área, siguiendo una dirección de conjunto NO - SE. Una dirección estructural, impuesta en buena medida por los relieves que bordean e integran su cuenca: Cordillera Cantábrica, Montañas de Burgos y Sistema Ibérico. Desde su nacimiento en Fontibre<sup>12</sup>, el Ebro canaliza parte de la escorrentía de los relieves labrados en materiales triásicos de Pico Tres Mares, de la Sierra del Cordel y de la Sierra del Híjar. Una vez alcanzados los materiales wealdenses, cambia bruscamente de dirección, adquiriendo un trazado N - S, -hecho quizás relacionado con la readaptación sufrida en función de capturas de redes preexistentes que, en un principio serían paralelas y de disposición NO - SE.

significado geomorfológico una unidad aparte». GARCIA FERNANDEZ, J.: *Introducción al estudio geomorfológico de las Loras*, 1980, p. 1.

<sup>11</sup> La unión se realiza por el denominado «estrecho de Burgos». ORTEGA VALCARCEL, J.: *La Bureba. Estudio Geográfico*, 1966. He utilizado la denominación de CIRY para todas las unidades que forman parte de su estudio, por consiguiente, la única que queda excluida es la Bureba.

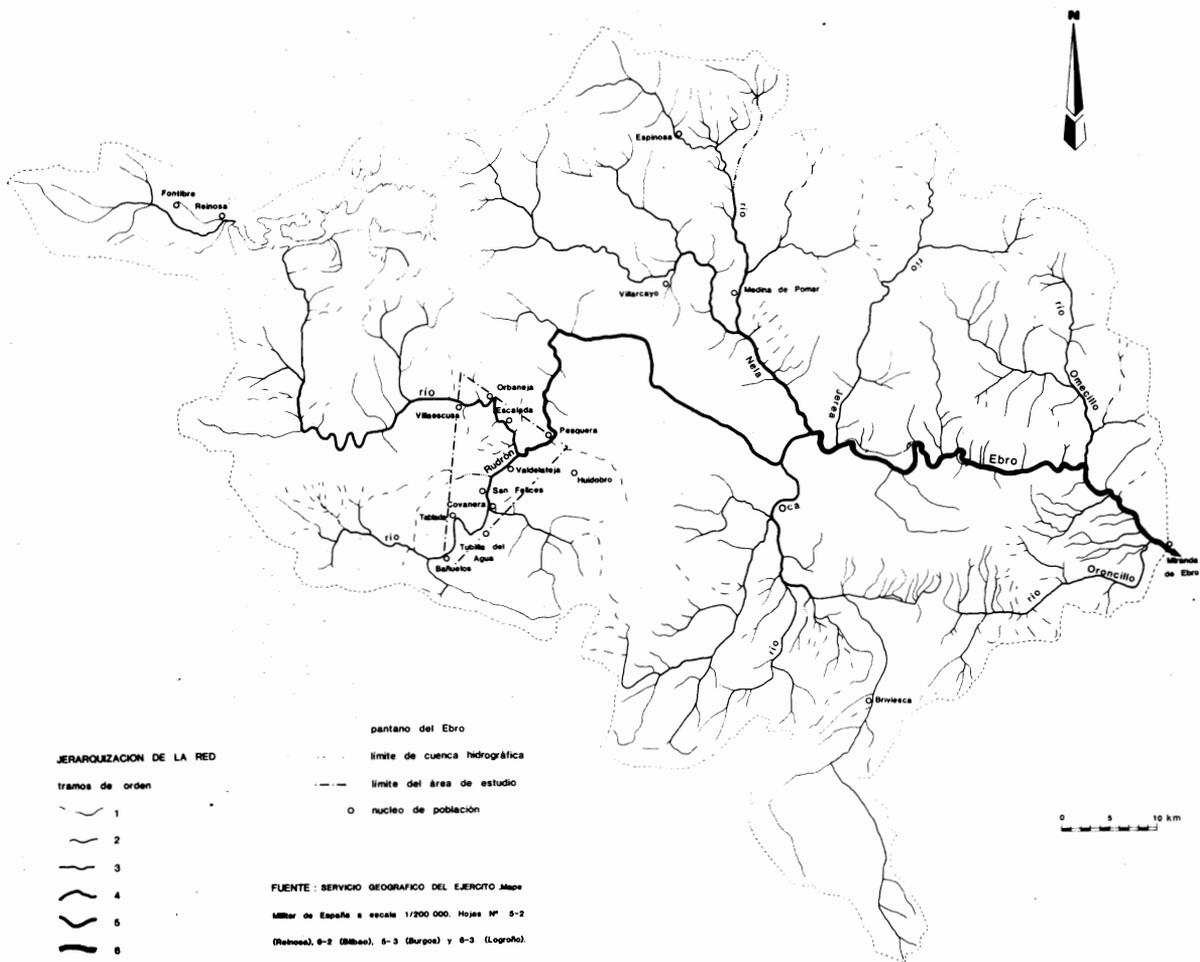
<sup>12</sup> Algunos autores consideran la cabecera del río Híjar como nacimiento del Ebro, por ser el punto más alejado de la desembocadura del colector y encontrarse a mayor altitud. Una captura subterránea desvía parte del caudal de este río que reaparece en Fontibre, nacimiento «oficial» del Ebro. Un comentario sobre este particular puede encontrarse en DAVY, L.: *L'Ebre. Etude hydrologique*, 1978, pp. 162-163.

<sup>7</sup> Este encuentro de influencias convierte a la región en dependiente estructuralmente de sus vecinas, y le da el carácter de «bisagra estructural», tal y como la denominó ORTEGA VALCARCEL, *Op. cit.*, p. 21-23.

<sup>8</sup> «La estructura del país cretácico vasco - cantábrico resulta en su mayor parte de una tectónica de revestimiento... el estilo local refleja la respuesta particular de cada terreno superficial a un mismo esfuerzo orogénico». RAT, P.: *Les pays crétacés basco - cantabriques (Espagne)*, 1959, p. 505.

<sup>9</sup> CIRY, R.: *Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*, 1939, p. 311.

<sup>10</sup> Esta unidad de CIRY designa el conjunto que GARCIA FERNANDEZ denomina la comarca de «Las Loras» que «se diferencia de los llamados páramos de La Lora, que constituyen por su estructura geológica y su



Mapa II.- Cuenca alta del Ebro; red hidrográfica.

Para ello, se aprovecharían las fracturas que en dirección N - S atraviesan el conjunto<sup>13</sup>. Tras retornar, con un trazado meandriforme, su primitiva dirección, el Ebro atraviesa encajado la plataforma de La Lora con un curso también sinuoso. Una vez abandonada esta unidad en los alrededores de Pesquera de Ebro, y tras un breve trazado S - N paralelo al realizado en el Wealdense, penetra en la región de domos sin abandonar ya la dirección estructural NO - SE hasta las Conchas de Haro.

### B. Una red hidrográfica de escasa densidad y jerarquización

La forma triangular de la cuenca alta del Ebro indica el escaso desarrollo de los afluentes aguas arriba del Oca, que discurre por la Bureba (MAPA II). El triángulo, cuyo vértice más occidental es el

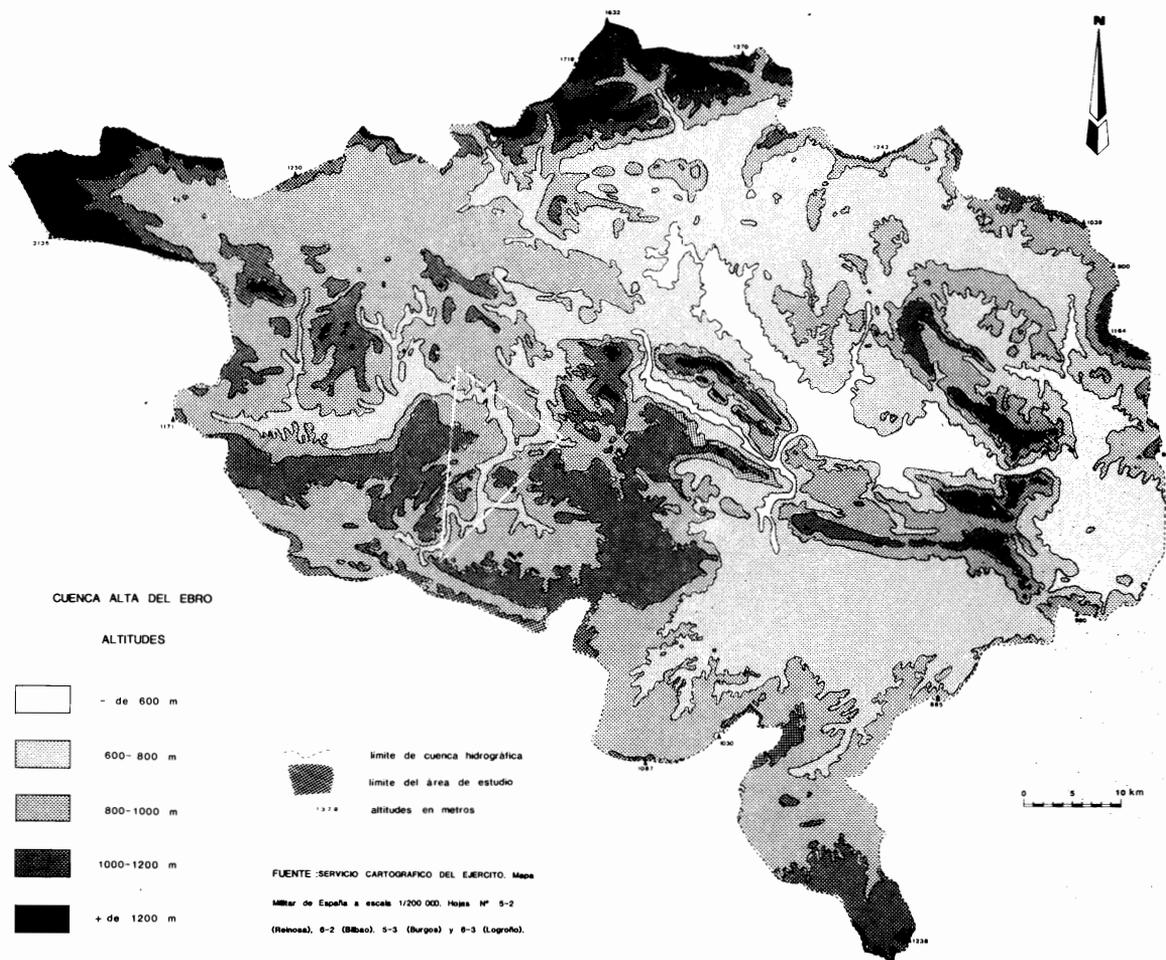
Pico Tres Mares, tiene como base, a la altura de Miranda de Ebro, un lado de 100 Km. de largo. El Ebro tiene que recorrer 125 Km. hasta recibir las aguas del Rudrón, el primer afluente de mediana importancia de su cuenca alta. Hasta entonces se nutre de multitud de arroyos de escasa jerarquización que no sobrepasan, en ningún caso, la decena de kilómetros de longitud.

No existen en el conjunto marcados contrastes altitudinales (MAPA III). Esta falta de relieves contrastados es la causa de que las divisorias de aguas sean, en muchos casos, indecisas o poco claras. También, y a consecuencia de ello, la cuenca del Ebro va «perdiendo terreno» en favor de las cuencas limítrofes. Los ríos cantábricos, más agresivos y con pendientes longitudinales más pronunciadas, avanzan en sus cabeceras, y allí donde la divisoria está poco marcada se han producido, o se pueden producir, capturas en beneficio de la cuenca cántabrica<sup>14</sup>. Algo similar ocurre en la divisoria con el

<sup>13</sup> Así, si prolongamos el trazado del río en este tramo hacia el norte, enlazamos directamente con la red de fracturación que, en la misma dirección, hace aparecer el Trías a lo largo del valle medio del río Besaya.

<sup>14</sup> En concreto, la llanura de la Virga, junto al área ocupada por el Pantano del Ebro, estaba amenazada en su parte más occidental por ser capturada por el Besaya, con lo que se reduciría considerablemente la cabecera del Ebro. En relación con la posible captura ver: HERNANDEZ PACHECO, F.: *Estudio geológico y físico-*

*gráfico del valle alto y medio del río Besaya*, 1940. También alude a ella DAVY, *op. cit.*, p. 152. Sin esperar a que tal hecho se produjera, la Confederación Hidrográfica del Norte de España ha finalizado el «travase Ebro - Besaya» mediante un túnel de, tan sólo, 4,5 Km. Los datos sobre el proyecto y su funcionamiento pueden encontrarse en la *Guía de Excursiones de la I Reunión Nacional de Geología Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, 1980, pp. 136-147.



Mapa III.- Cuenca alta del Ebro; altitudes.

Duero, más difusa, si cabe, que la anterior<sup>15</sup>.

Por otro lado, y ello constituye un rasgo característico, la *pendiente longitudinal* del Ebro en este primer tramo es anómalamente escasa. Desde las fuentes del Hajar al Pantano del Ebro la pendiente es de 25 ‰, cifra muy reducida para ser los 45 Km. de la cabecera de un curso de agua de aproximadamente 500 Km. de recorrido total<sup>16</sup>. Para toda la cuenca alta, hasta las Conchas de Haro, cuando ya lleva recorridos 194 Km., el río es aún más tranquilo, y la pendiente media desde su cabecera no es más que de 2,4 ‰ ó 6,7 ‰ según tomemos el nacimiento en Fontibre o en el Hajar. Ciñéndonos al ámbito de estudio, el Ebro en el tramo de la Lora recorre 23 Km. salvando un desnivel de 40 m., lo que supone una pendiente del 1,7 ‰; mientras que el Rudrón en 31 Km. desciende 260 m., es decir, tiene una pendiente del 8,3 ‰. Como vemos, los desniveles que salva el Ebro son muy poco importantes, sobre todo teniendo en cuenta que se trata

del curso alto, teóricamente el tramo fluvial de mayor pendiente.

Desde su nacimiento hasta Miranda, la cuenca vertiente del Ebro tiene una *densidad de drenaje* muy baja: por cada kilómetro cuadrado de superficie hay tan sólo 0,37 Km. de cauce (Cuadro I y Anexo I). Individualizando las subcuencas afluentes destacan, dentro de la escasa densidad general, las que corresponden al Ebro en sus tramos entre el Oca y el Nela (0,54 Km./Km<sup>2</sup>), y entre el Omecillo y el Oroncillo (0,59 Km./Km<sup>2</sup>); Pero puede que su valoración se encuentre sobrestimada debido a que las superficies que drenan son muy reducidas. En cuanto a las cuencas de los afluentes de cierta entidad, la correspondiente a la Lora -río Rudrón- y las de la margen izquierda del Ebro, cuyos ríos drenan la «región de domos», tienen densidades inferiores a 0,40 Km./Km<sup>2</sup>. Esta cifra homogéneamente baja se debe a que las cuencas se encuentran inscritas en terrenos total o parcialmente calcáreos y,

<sup>15</sup> Teniendo en cuenta lo expuesto por MABESOONE este límite también se redujo a consecuencia del basculamiento de la cuenca del Duero hacia el oeste, el alto Pisuerga y el Carrión pasaron a formar parte de dicha cuenca en detrimento de la del Ebro a la que pertenecían. MABESOONE, J. M.: «La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Duero (Provincia de Palencia)», 1961, pp. 101-130, en p. 125.

<sup>16</sup> E incluso la pendiente es mucho menor si se toma como punto de partida Fontibre, descendiendo a 3,4 ‰ según DAVY, L.: *op. cit.*, p. 164. En cambio, el curso alto del Besaya, por ejemplo río cantábrico que nace en las cercanías de Reinosa, tiene una pendiente longitudinal de 41 ‰ según HERNANDEZ PACHECO, *op. cit.*, p. 4.

**CUADRO I**  
**SUPERFICIES PARCIALES Y DENSIDAD DE DRENAJE DE LAS PRINCIPALES SUBCUENCAS AFLUENTES**

	SUBCUENCAS	Km.	Km <sup>2</sup>	DENSIDAD
<b>MARGEN DERECHA</b>	Rudrón	172,2	522,7	0,33
	Oca	433,4	1.093,1	0,40
	Oroncillo	147,7	237,1	0,62
<b>MARGEN IZQUIERDA</b>	Nela	406,9	1.100,8	0,37
	Jerea	96,6	306,4	0,31
	Omecillo	133,7	351,0	0,38

Fuente: Inventario de Recursos hidráulicos. Ebro. IV («Evaluación del potencial») y elaboración propia.

**CUADRO II**  
**ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA ALTA DEL EBRO (17)**  
**(A = 5.500 Km<sup>2</sup>)**

ORDEN X	NUMERO Nx	LONGITUD Lx (km.)	$\bar{L}_x$ (km)	Relación bifurcación $R_b = N_x / N_{x+1}$	Relación longitud $RL = \frac{\bar{L}_x + 1}{L_x}$
1	340	1.239,8	3,65		
2	78	375,0	4,80	4,36	1,32
3	21	243,1	11,58	3,71	2,42
4	6	119,4	19,90	3,50	1,72
5	2	68,9	34,45	3,00	1,73
6	1	29,0	29 + ...	2,00	—
<b>Totales</b>	<b>448</b>	<b>2.075,2</b>	<b>4,6</b>	<b>3,3</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por el Mapa Militar de España a escala 1/200.000, hojas nº 11, 12, 20 y 21.

por tanto, la escorrentía superficial sufre pérdidas importantes en favor de la escorrentía subterránea.

Por último, las densidades más altas, que corresponden al Oca (0,40 Km./Km<sup>2</sup>) y al Oroncillo (0,62 Km./Km<sup>2</sup>), están también en relación con la litología de las áreas que drenan. El Oca atraviesa la Bureba, donde la menor permeabilidad de los materiales terciarios, al tiempo que su menor resistencia, favorecen el desarrollo de cauces secundarios. El Oroncillo, afluente de la margen derecha del colector, inmediatamente aguas abajo del Oca, participa de las mismas características litológicas de la cuenca del Oca, además de los terrenos oligocenos de la depresión de Miranda. En ambas cuencas, los contrastes altitudinales son escasos, lo que no impide que las incisiones marcadas por los cauces sean patentes.

Como consecuencia de la diversidad de unidades morfológicas que integran la cuenca vertiente del alto Ebro, la jerarquización en conjunto es escasa y manifiesta desigualdades muy marcadas en la red de avenamiento (Cuadro II). El resultado de este cálculo morfométrico es un colector de orden 6 en Miranda de Ebro y un único curso secundario de orden 5, el Nela, que es el aparato fluvial afluente más desarrollado de cuantos integran el conjunto. La forma dendrítica de la red del Nela, abanico que

se estrecha considerablemente aguas abajo, finaliza en un área drenada tan sólo por el colector y media docena de pequeños arroyos de orden 1 que desaguan en él ortogonalmente con una escasa densidad.

De los tres afluentes que alcanzan el orden 4 de jerarquización, dos pertenecen a la margen derecha –Rudrón y Oca–, y el otro a la izquierda –Omecillo–, presentando unos y otros rasgos muy distintos en cuanto a la forma de su cuenca. La del Rudrón es rectangular, siendo los lados más largos los que corresponden a las fuentes y a la desembocadura. En esta cuenca de forma achatada también es escasa la densidad de drenaje (0,33 Km./Km<sup>2</sup>) y el curso de orden superior presenta un desarrollo longitudinal considerablemente menor que los de orden 3. Por esta razón, la relación de longitud no sigue tampoco una constante exponencial y el orden superior tiene una longitud poco mayor que los de orden 1 (Cuadro III).

El Oca tiene una cuenca muy alargada, trilobulada, poco jerarquizada y de escasa densidad en su cabecera, que se alarga y estrecha de forma llamativa. Pese a ello, sus relaciones de longitud y bifurcación son más regulares que en los casos anteriores (Anexo II). En realidad es el primer afluente de importancia en cuanto al aporte de caudal, ya que su cabecera se encuentra en el occidente del Sistema

<sup>17</sup> «La relación de bifurcación o confluencia trata de demostrar que en una cuenca, el número de cursos de agua de órdenes crecientes sucesivos forman una serie geométrica inversa». DUBREUIL, P.: *Initiation a l'analyse hydrologique*, 1974, p. 158. Pero, en el caso analizado no sigue una progresión constante, sino más bien al contrario, manifiesta una tendencia a decrecer a medida que aumenta el orden de los cauces (Anexo

II). La relación de longitud expresa la tendencia a que «en una cuenca las longitudes medias de los talwegs de órdenes sucesivos crecientes forman una serie geométrica directa». DUBREUIL, *op. cit.*, pág. 161. Pero como se desprende del cuadro, en el caso del Ebro la longitud de los diversos órdenes es sensiblemente similar, a excepción de la razón entre el orden 3 y 2, que manifiesta tendencia a aumentar.

**CUADRO III**  
**ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LA SUBCUENCA DEL RUDRÓN**  
**(A = 522,7 Km<sup>2</sup>)**

ORDEN X	NUMERO Nx	LONGITUD Lx (km.)	$\bar{L}_x$ (km)	Relación bifurcación Rb = Nx / x + 1	Relación longitud $RI = \frac{\bar{L}_x + 1}{\bar{L}_x}$
1	29	110,9	3,82		
2	8	27,5	3,44	3,6	0,90
3	2	32,3	16,50	4,0	4,80
4	1	5,8	5,80	2,0	0,35
Total	40	176,5	7,4	—	—

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por el Mapa Militar de España a escala 1/200.000, hojas n°

Ibérico. El Rudrón, en cambio, no tiene en sus fuentes relieves elevados, y toda su cuenca se mantiene en torno a los 800 - 1.000 m. Por su parte el Omecillo tiene una cuenca más redondeada, aunque de escasas dimensiones (351 Km<sup>2</sup>), siguiendo sus relaciones de longitud y bifurcación una progresión en cierto modo regular.

Cada una de las cuencas afluentes tiene formas y relaciones morfométricas diferentes, como diferentes son las unidades morfoestructurales que componen el conjunto. Sólo parecen coincidir en la escasa densidad de drenaje, hecho que no parece estar en relación con el régimen de precipitaciones sino con los índices de infiltración y escorrentía subterránea. Esta última debe generar pérdidas muy cuantiosas, a juzgar por el gran desarrollo del karst subterráneo tanto en la Lora como en la región de domos, donde se encuentra el complejo subterráneo de «Ojo Guareña»<sup>18</sup>. En cualquier caso, la degradación que sufren en sentido meridional las condiciones climáticas atlánticas, la escasa elevación de las cabeceras de los cursos en relación a la altitud media de la cuenca, la cubierta vegetal desigualmente distribuida, etc., son otros tantos factores que contribuyen a proporcionar a las subcuencas afluentes caracteres propios.

### C. La abundancia como exponente de la disimetría de la cuenca afluente del Ebro

Los caudales o aportes de la cuenca alta y de las subcuencas afluentes son más expresivos que las medidas de densidad en cuanto que permiten hacer una valoración más real de las disponibilidades de agua de cada sector, fenómeno que la densidad no necesariamente refleja. El examen de los caudales absolutos (m<sup>3</sup>/seg.) permite establecer una primera diferencia entre los afluentes de una y otra margen del Ebro (Cuadro IV). Los cursos que el colector recibe por la izquierda, procedentes de la divisoria cantábrica, presentan en conjunto caudales mayores (19,48 m<sup>3</sup>/seg.). El principal de ellos, el Nela, cuya cuenca no se destacaba de las demás por su densi-

dad de drenaje —aunque sí por su mayor amplitud y más desarrollada jerarquización—, tiene un caudal de 12,6 m<sup>3</sup>/seg. Por su parte, los de la orilla derecha tienen en conjunto caudales más exiguos (12,64 m<sup>3</sup>/seg.), y sólo el Oca mantiene un caudal mediano (7,3 m<sup>3</sup>/seg.).

Los tres afluentes de cada margen drenan una superficie semejante, de aproximadamente 1.800 Km<sup>2</sup> cada una, pero los caudales relativos de ambas orillas son sensiblemente distintos, lo que corrobora la impresión de disimetría. Los valores son mucho más bajos en la orilla derecha que en su opuesta. Estas disparidades no parecen debidas a las mayores altitudes de las cuencas meridionales pues, excepto el Nela, los demás afluentes tienen su nacimiento en relieves que no superan los 1.200 m. Además, la cuenca del Rudrón se sitúa por encima de los 800 m., mientras los cursos medio y bajo de los afluentes que proceden de la divisoria cantábrica se sitúan por debajo de esta cota e incluso, en gran parte, por debajo de los 600 m. Son más bien las condiciones climáticas generales del conjunto las responsables de tal disparidad. La progresiva disminución de las precipitaciones (Cuadro V) que se produce desde la divisoria cantábrica hacia el sur explica esta disimetría. De tal modo que los afluentes meridionales participan ya de un régimen de temperaturas y precipitaciones con marcados caracteres de continentalidad. Mientras los afluentes de la Cantábrica nacen en regiones que reciben más de 1.200 mm. de precipitaciones al año, los ríos meridionales se encuentran en áreas peor irrigadas: el Oroncillo, en torno a 500 - 600 mm., el Rudrón entre 700 - 800 mm. y el Oca, pese a nacer en la Cordillera Ibérica, drenan una extensa zona que presenta también similares características pluviométricas<sup>19</sup>.

El Rudrón y el tramo del Ebro que atraviesa la Lora participan, por tanto, de las características hidrológicas que definen el sector meridional de la cuenca. Aunque el caudal del Rudrón es bastante escaso, la gran reserva hídrica subterránea que supone el macizo del páramo de la Lora tiene que ser importante. La intermitencia de las fuentes y surgencias del mismo hace pensar en una sobresatura-

<sup>18</sup> Se trata del complejo kárstico de mayores dimensiones de España, por lo que ha sido objeto de numerosos estudios, por ejemplo: ERASO, A.: «Introducción al estudio del karst de «Ojo Guareña»», 1965.

<sup>19</sup> El régimen hidrológico de esta cuenca alta del Ebro es

pluvionival en los cursos de cabecera hasta el Jerea, para convertirse en pluvial en el Oroncillo y Omecillo. El Oca participa de un régimen mixto: pluvionival en su cuenca alta y media y pluvial en la cuenca baja. Según DAVY, *Op. cit.*, p. 232 y ss.

**CUADRO IV  
MODULOS ABSOLUTO Y RELATIVO DE LA CUENCA ALTA DEL EBRO**

CUENCAS AFLUENTES Y PARCIALES	Superficie Km <sup>2</sup>		Módulo absoluto m <sup>3</sup> / seg.		Módulo relativo l / seg. / km <sup>2</sup>	
	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
Ebro h. Rudrón	1.004,8	1.004,8	15,10	15,1	15,03	15,03
Rudrón	522,7	1.527,5	3,81	18,9	7,3	12,37
Ebro e. Rudrón y Oca	419,3	1.946,8	3,60	22,5	8,6	11,54
Oca	1.093,1	3.039,9	7,30	29,8	6,7	9,80
Ebro e. Oca y Nela	14,1	3.054,0	0,09	29,9	6,4	9,80
Nela	1.100,8	4.154,8	12,60	42,5	11,4	10,21
Ebro e. Nela y Jerea	20,1	4.174,9	0,13	42,6	6,5	10,24
Jerea	306,4	4.481,3	3,14	45,8	10,3	10,21
Ebro e. Jerea y Omecillo	286,4	4.767,7	2,00	47,8	7,0	10,02
Omecillo	351,0	5.118,7	3,64	51,4	10,4	10,05
Ebro e. Omecillo y Oroncillo	131,8	5.250,5	0,95	52,4	7,2	9,96
Oroncillo	237,1	5.487,6	1,53	53,9	6,5	9,83
Ebro e. Oroncillo y Baya	22,4	5.510,0	0,15	54,0	6,7	9,80

Fuente: Inventario de recursos hidráulicos. Ebro IV. «Potencial hidroeléctrico». Elaboración propia.

**CUADRO V  
MODULOS RELATIVOS Y PRECIPITACIONES DE LOS AFLUENTES DEL EBRO**

IZQUIERDA			DERECHA		
Subcuencas	l/seg./km <sup>2</sup>	mm.	Subcuencas	l/seg./km <sup>2</sup>	mm.
Nela	11,4	1.076,4	Rudrón	7,3	743,4
Jerea	10,3	848,2	Oca	6,3	611,8
Omecillo	10,4	857,8	Oroncillo	6,5	529,3

Fuente: Inventario de Recursos Hidráulicos. I. «Pluviometría». Elaboración propia.

ción del gran depósito que constituye el área en los momentos de lluvias. El sifonamiento de algunas cavidades (Tobazo, Pozo Azul) permite suponer que no llega a emitirse al exterior todo el volumen de agua infiltrada.

#### D. El trazado estructural de la red de La Lora

La plataforma de la Lora se caracteriza por tener una red fluvial muy poco densa, jerarquizada en torno al Rudrón y al Ebro. El Rudrón recibe los afluentes más importantes de la red de la Lora (Moradillo, San Antón y Turón), mientras que el Ebro discurre compartimentando el macizo en tres unidades de desigual superficie: Lora de Bricia, al norte, Lora de Sargentas, al oeste, y Lora de Sedano, al este.

La red discurre profundamente encajada (más de 200 m.) en el macizo calcáreo, y esta característica afecta tanto a los colectores como a los afluentes. Una red antigua, apenas insinuada y de escorrentía temporal, esporádica o incluso seca, completa el trazado fluvial de la Lora. Un conjunto de manantiales, estacionales también o con fuertes variaciones de caudal, se distribuyen por las áreas de contacto entre calizas y margas (materiales permeables e impermeables).

La dirección general mantenida por los cursos es noroeste - sureste (MAPA IV). El Moradillo y el San Antón siguen esta trayectoria casi sin varia-

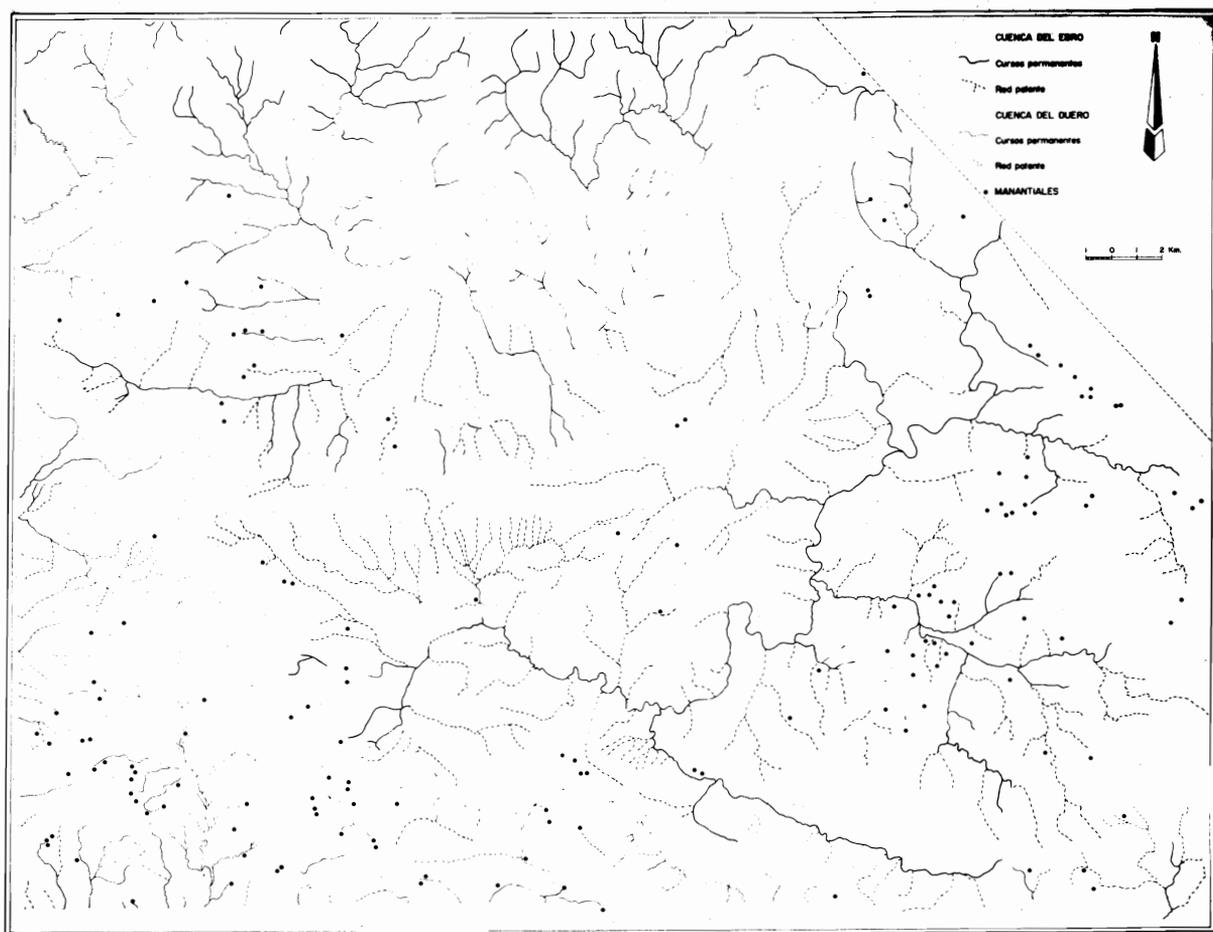
ción, lo mismo que el Rudrón en su curso alto. Tras la confluencia del Rudrón con el arroyo San Antón, el primero emprende su camino hacia el norte para reunirse con el Ebro atravesando transversalmente las estructuras.

Un análisis más pormenorizado de los colectores puede darnos idea de los reajustes y variaciones a gran escala<sup>20</sup>, ya que una serie de sinuosidades, fáciles de percibir, introducen variaciones y cambios de trayectoria.

El curso de Ebro recorre aproximadamente 22 Km. desde que, tras describir una serie de meandros en el Wealdense con dirección oeste - este, se introduce en La Lora a la altura de Villaescusa de Ebro hasta que finaliza su recorrido por el macizo calcáreo en Pesquera de Ebro, tomando una dirección sur - norte para atravesar la dislocación de Zamanzas. En este breve recorrido, *grosso modo* noroeste - sureste, pueden individualizarse tres tramos de orientaciones y sinuosidad variables:

1º.- De Villaescusa a Orbaneja persiste la dirección oeste - este que mantenía aguas arriba en el Wealdense. Es un tramo de meandros muy pronunciados, lo que se refleja en el coeficiente de sinuosidad, que al ser 2,5, se convierte en el más elevado de todo el área (Cuadro VI). En estos 8,4 Km., el río forma un tren de meandros de amplitud creciente (650, 1.000 y 1.500 m.) y longitud de onda decreciente (2 y 1,6 Km.), con un perceptible desplazamiento hacia el noroeste. El conjunto de meandros era más regular cuando el río circulaba por Villaes-

<sup>20</sup> Sólo se analiza en detalle el tramo de red objeto específico de este trabajo.



Mapa IV.- Macizo calcáreo de la Lora; red hidrográfica.

cosa describiendo un meandro mucho más alargado que el actual, posteriormente recortado y abandonado.

2º.- Desde que finaliza el meandro de Orbaneja hasta la confluencia con el Rudrón el río recorre 7,1 Km. con clara dirección noroeste - sureste. El tramo, más rectilíneo que el anterior, no alcanza el valor mínimo requerido para calificarlo de meandriforme<sup>21</sup>. Es tan sólo un tramo sinuoso (coeficiente de sinuosidad 1,2), en el que las variaciones más importantes del trazado se producen por divagación del talweg con cierta independencia del valle encajado en los lugares en que puntualmente éste se amplía.

3º.- Desde la confluencia a Pesquera, los últimos siete kilómetros de recorrido del Ebro en La

Lora vuelven a ser de trazado meandriforme. Sin alcanzar los valores de meandrización del primer tramo, el Ebro, no obstante, desarrolla en su comienzo dos meandros de amplitud similar a los de aquél (1.000 m.), consiguiendo en conjunto un valor de sinuosidad de 1,7. La dirección suroeste - noroeste del tramo es coincidente con la observada por el curso bajo del Rudrón, del que parece ser continuación. Es más, el meandro abandonado de Valdeiateja, parece formar con los dos existentes en esta unidad, un tren bastante homogéneo.

El río Rudrón desarrolla todo su curso dentro de los límites de la plataforma calcárea. Nace en un área de la Lora de Sargentos cuya escorrentía subterránea es muy intensa. El curso toma su nombre a partir de la resurgencia situada en los alrededores

CUADRO VI  
TRAZADO DEL EBRO EN LA LORA

DIRECCION	TRAMO	Long. recta (km.)	Long. real (km.)	Relación sinuosidad
O-E	1. Villaescusa-Orbaneja	3,4	8,4	2,5
NO-SE	2. Orbaneja-confluencia	5,8	7,1	1,2
SO-NE	3. Confluencia-Pesquera	3,7	6,9	1,9
NO-SE	TOTAL	12,9	22,4	1,7

<sup>21</sup> Se considera que un río meandriza cuando el coeficiente de sinuosidad es igual o superior a 1,5. Según la opinión expresada por DURY, G. H.: «Relation of

Morphometry to Runoff Frequency» en CHORLEY, R.: *Introduction to Fluvial Processes*, 1977, pp. 177-188.

**CUADRO VII  
TRAZADO DEL RUDRÓN DESDE MORADILLO**

DIRECCION	TRAMO	Long. recta (km.)	Long. real (km.)	Relación sinuosidad
SO-NE	1. Moradillo-Tubilla	7,8	13	1,7
S-N	2. Tubilla-San Felices	4,4	5,4	1,2
SO-NE	3. S. Felices-confluencia	4,5	5,1	1,1
SO-NE	TOTAL	16,7	23,5	1,4

de Barrio Panizares, tras un curso subterráneo de 1,5 Km., alimentado por el río Hurón y por el arroyo de Mundilla fundamentalmente. Desde Barrio Panizares hasta Moradillo del Castillo sigue una dirección noroeste - sureste, dirección que se continúa por el arroyo San Antón, que desagua en el Rudrón en Santa Coloma, lugar en que el colector emprende su dirección ascendente que le conectará con el Ebro. El curso alto del Rudrón pese a originar un valle encajado, no es tan profundo como lo es a partir de Moradillo, o incluso de Santa Coloma; por este motivo es desde este último punto desde el que he considerado el valle del Rudrón como cañón, aunque es indudable que las características que presenta el primer tramo son del mismo tipo.

Desde Moradillo, se pueden compartimentar los 23,5 Km. del curso del Rudrón en tres tramos claramente diferenciados (Cuadro VII):

1º.- De Moradillo del Castillo a Tubilla del Agua, El Rudrón mantiene una dirección suroeste - noroeste durante 13 Km., realizando un brusco cambio de dirección que da lugar a un meandro de más de 2 Km. de amplitud, lo cual permite definir al conjunto como un tramo meandriforme con coeficiente de sinuosidad de 1,7.

2º.- De Tubilla del Agua a San Felices, el Rudrón discurre en clara disposición sur - norte con pequeñas sinuosidades en el lecho que no tienen correspondencia en el valle. Es decir, que mientras en otros casos los meandros eran encajados, en este tramo las variaciones del trazado del río son, en gran medida provocadas por su sola dinámica; por ejemplo, realiza un pequeño bucle al recibir las aguas del Moradillo que con dirección sureste - noroeste desagua en él a la altura de Covanera.

3º.- Desde San Felices a la confluencia con el Ebro, en los últimos 5 Km. de su recorrido, vuelve el Rudrón a tomar la dirección suroeste - noroeste. Es también un tramo con cambios de trazado poco acusados. En Valdelateja, un kilómetro antes de la confluencia existe un meandro abandonado, aludido al hablar del Ebro, que sugiere la continuidad de este curso con el actual tramo final del Ebro. La similitud de dirección y trazado de este antiguo meandro con los del inicio del mencionado tramo del colector parecen abogar por esta hipótesis.

De la descripción de la red hidrográfica de la Lora puede concluirse que, en general, las direcciones de los cursos de agua son acordes con las observadas por las estructuras. Es, pues, una red estructural. En detalle se pierde un poco la noción general, pero las pequeñas variaciones en el trazado son también, en muchas ocasiones, guiadas por accidentes tectónicos menores que cruzan los principales.

La red actual, sobre la que se ha realizado la descripción, sólo en parte coincide con una red antigua y patente en la unidad morfológica. Huellas de los cambios más recientes las proporcionan los meandros abandonados de Villaescusa y Valdelateja. Aunque pueden intuirse por los rasgos de relieve variaciones más importantes que afectan a la red en su conjunto y plantean una clara diferenciación entre una posible red antigua que implicaría sobre todo al Rudrón y gran parte de sus tributarios y otra actual representada por el Ebro y la readaptación del Rudrón. Problemática ésta que trataré al abordar el análisis concreto de la red antigua.

Por otro lado, el análisis individualizado de los dos cursos principales permite observar que uno y otro presentan caracteres propios. El área drenada por el Ebro tiene una densidad de drenaje inferior, característica aplicable a toda la plataforma turonense. En cambio, el Rudrón posee una red afluyente más desarrollada y jerarquizada, coincidente, en general, con la plataforma santonesa - campanense. Las diferencias en cuanto a dirección y sinuosidad son bien notables, pues mientras el Ebro conserva la dirección estructural y presenta un curso meandriforme, el Rudrón —exceptuando el tramo de cabeceras— mantiene un curso perpendicular a las estructuras, y tiene un coeficiente de sinuosidad reducido.

En todos los casos, los cambios de dirección en el trazado de los cursos de agua se realizan acompañados de cambios en el trazado de los valles, que producen el esquema de los primeros con bastante exactitud. Quiere esto decir que nos encontramos ante valles encajados en materiales consistentes. Por este motivo, los valles presentan una gran variedad de orientaciones y situaciones específicas en las que ha intervenido tanto la dinámica fluvial como otros procesos antiguos y recientes.

Tanto el carácter de macizo subhorizontal que presenta La Lora, como las formaciones litológicas calcáreas de gran espesor, han posibilitado el desarrollo de estos valles profundos. Las particulares condiciones climáticas durante la elevación del macizo, permitieron la evolución morfológica del mismo, que se consiguió durante las crisis climáticas cuaternarias. Los periodos de frío intenso de esta última era favorecieron el encajamiento profundo de la red hidrográfica.

Estos valles profundos, por su energía de relieve, sus fuertes pendientes y las particularidades en conexión con el macizo calcáreo, ofrecen un buen observatorio de análisis tanto morfológico como dinámico.

#### E. Un espacio ecológico «ambiguo»

Los rasgos generales —morfológicos, hidrológi-

cos y climáticos— se ven matizados si los analizamos a mayor escala. La degradación de las condiciones climáticas atlánticas no se produce de un modo estrictamente progresivo, pues el relieve de la región —que ofrece sierras y depresiones a la circulación atmosférica de superficie, ya sea en forma de obstáculos o favoreciendo su penetración— introduce variaciones locales que acentúan o mitigan la variación climática impuesta por la latitud. De este modo, climas locales y microclimas completan el entramado de matices que enriquecen en peculiaridades el conjunto<sup>22</sup>.

La distribución de precipitaciones a lo largo del año, pasa de ser relativamente homogénea en la divisoria a tener un marcado carácter estacional, con la tenue —pero progresiva— aparición de la aridez estival, más marcada cuanto más al mediodía. Uno o dos meses veraniegos —y algunos años más, a veces, en la Lora—, reciben menos de 30 mm. y, además, de forma irregular. Con ello, las precipitaciones se concentran en el resto del año, siendo parte de ellas en forma de nieve (entre veinte y treinta días al año en La Lora).

Por otra parte, las temperaturas se hacen más extremas siguiendo, de igual forma, una degradación norte - sur. En las Montañas de Burgos se encuentra ya una muy acentuada amplitud térmica, oscilando las temperaturas medias mensuales entre los 4° de Enero y los 19° de julio y agosto. A consecuencia de ello se subrayan los rasgos de continentalidad y se acentúa el riesgo de heladas. Estos caracteres, unidos a la ya señalada aparición de sequía estival, preludian los rasgos climáticos mediterráneos, aunque sin asumirlos en toda su integridad.

A primera vista, es mucho más llamativo el cambio que se produce, como consecuencia de dicha degradación, en los ecosistemas que se suceden hacia el sur. Tanto las formaciones arbóreas espontáneas como los cultivos —y la lenta recolonización que conlleva su posterior abandono— se modifican. Los meses de sequía —o su riesgo— se traducen en la desaparición de los prados, elemento característico y fundamental del paisaje de la España atlántica, y en la aparición de especies adaptadas a aquélla. Las masas forestales de ambos dominios se dan cita en este espacio intermedio. Robles y hayas comparten su hábitat con la encina, y el quejigo, especie de transición, ocupa profusamente los lugares más bajos.

Las distintas asociaciones se distribuyen en el área explotando al máximo las condiciones de espacio intermedio que ofrece. Las especies xerófilas como la encina (*Quercus ilex*) y su cortejo, están claramente asociadas a los terrenos calcáreos, donde los suelos, escasos y pedregosos, aseguran la infiltración del excedente de agua. La sobriedad de este hábitat elimina la competencia interespecífica, puesto que ni los cultivos ni el resto de las comunidades vegetales soportan unos suelos tan raquíuticos.

En contraposición, las especies atlánticas buscan los lugares más húmedos, ya sea en altitud, en los suelos menos porosos, o en las condiciones microclimáticas específicas de las umbrías. El haya

(*Fagus sylvatica*) aparece tanto en terrenos calcáreos como silíceos, siendo variables sus límites altitudinales, pero adquiriendo el mayor desarrollo hacia los 850 - 900 m. en los relieves más septentrionales y en la divisoria. Hacia el sur disminuye la frecuencia de su aparición, de tal modo que sólo se encuentran pequeños bosquetes en orientaciones muy favorables sobre las calizas o areniscas. Los robles (*Quercus sessiliflora* y *Q. pirenaica*) aparecen por su parte estrictamente ligados a la litología silícea. Es frecuente encontrarlos sobre las arenas y areniscas wealdenses mostrando cierta indiferencia por la altitud. Los quejigos (*Quercus faginea*) enraízan en las partes más bajas de las vertientes, formando rodales entre los cultivos, en pequeñas manchas muy dispersas. Esta especie de transición encarna y simboliza el carácter de zona intermedia del área y en ella se resume, con su adaptación a la humedad y a la aridez estival, el carácter transicional del conjunto.

El bosque ha sido objeto de una utilización intensa y dilatada en el tiempo. Por esta razón, las masas forestales actuales sólo son reliquias que pueden servir de base para una posible reconstrucción de su antigua extensión. Robles y hayas han sido siempre apreciados por su madera, lo que ha provocado la merma constante de las primitivas masas. Los quejigos, debido a las áreas que ocupan, entran en competencia con las especies de cultivo y de repoblación que se amplían a sus expensas. Por último, los encinares aunque ocupan espacios poco apetecidos por otras especies o usos, han sufrido una profunda degradación de su estructura interna y por lo general aparecen en forma de monte bajo y claro, puesto que el continuado —y en algunas épocas abusivo— carboneo ha ido achaparrando los árboles y no es frecuente encontrar árboles de buen porte.

La consecuencia de esta degradación milenaria —pero de desigual desarrollo en el tiempo— de la cubierta forestal es el predominio en el paisaje de formaciones ralas de matorral. Esta degradación se ha producido tanto en áreas elevadas y crestas como en los pasillos intermedios y en los terrenos de cultivo, hoy abandonados en gran parte. Así, un matorral de brezos, brecinas, enebros, majuelos y una serie de matorrales subseriales, recubren grandes extensiones. El problema se plantea en cuanto a la capacidad de reconstrucción natural, de asociaciones que se instalaron en condiciones ambientales muy diferentes a las actuales.

La cuenca alta del Ebro es, pues, un espacio no homogéneo, donde la estructura tiene un gran peso al ordenar el conjunto en torno a una serie de unidades de relieve con clara disposición NO - SE. En esta región se encuentra inmersa la plataforma de La Lora, donde ríos y arroyos discurren profundamente encajados, abiertos al cielo, sin más vía de acceso que el estrecho fondo.

## 2. La Lora: plataforma sinclinal donde se inscriben los cañones

El macizo de La Lora ocupa un pequeño sector

cesión de tipos de tiempo se encuentra en ORTEGA VALCARCEL, *Op. cit.*, pp. 87-104.

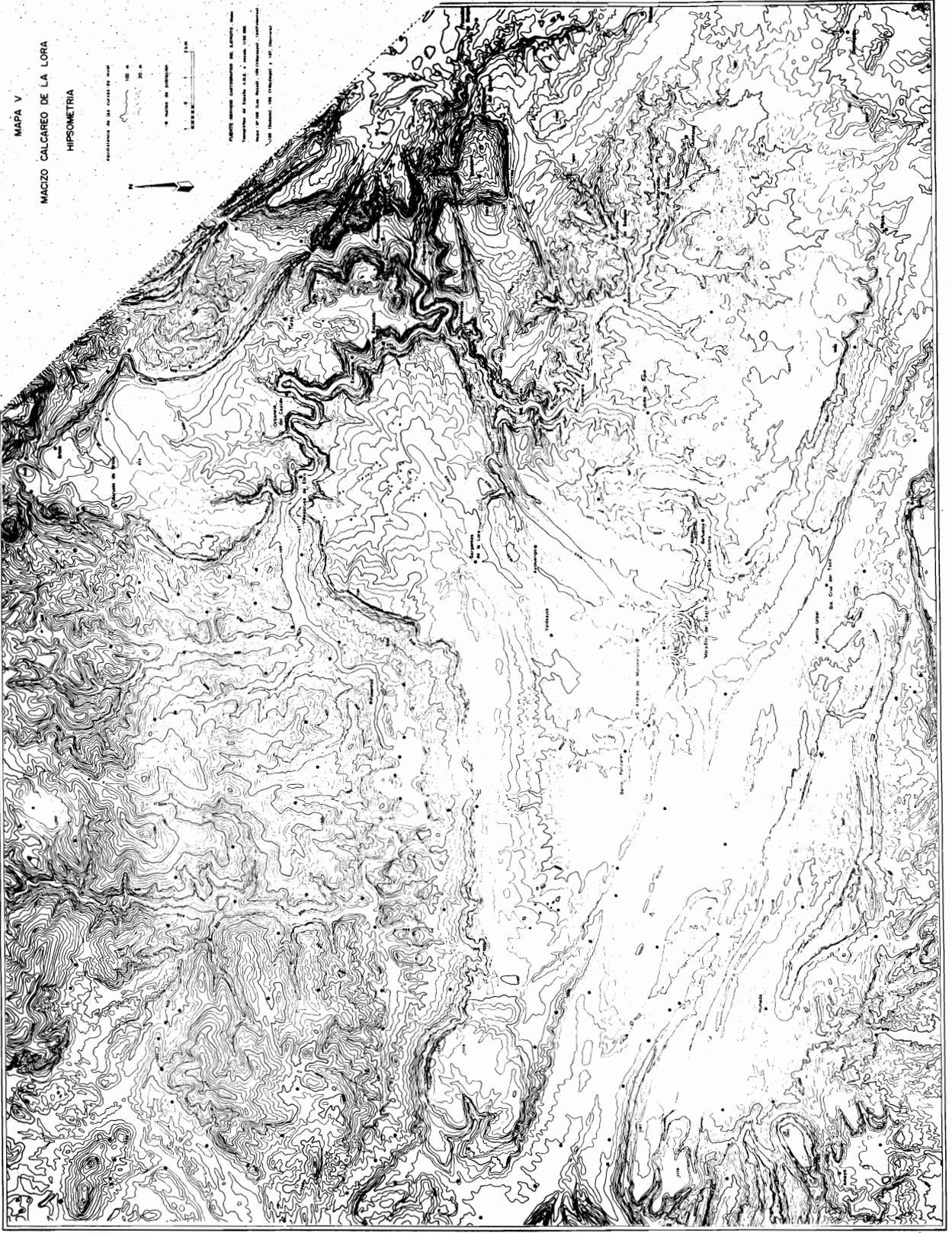
<sup>22</sup> Un buen ejemplo de estas peculiaridades, además de una visión de la situación general atmosférica y la su-

MAPA V  
MACIZO CALCAREO DE LA LORA  
HIPSOMETRIA

CONTORNOS DE LAS CURVAS DE NIVEL



PLANTEO Y DIBUJO DEL MAPA: 1968  
CORRECCIONES Y REVISIONES: 1970  
Escala: 1:50,000  
Proyección: UTM  
Datum: Everest  
Sistema de coordenadas: UTM  
Escala horizontal: 1:50,000  
Escala vertical: 1:100,000



Mapa V.- Macizo calcáreo de la Lora. Hipsometría.



en el noroeste de Burgos de aproximadamente 550 Km<sup>2</sup> de superficie. Su forma puede asimilarse a la de un triángulo escaleno cuyos vértices corresponden, en el oeste con el monte Bernorio (Palencia), que se alza sobre el valle del río Camesa, afluente del Duero; en el sureste con el pliegue diapírico de Poza de la Sal y en el norte —aunque el vértice es menos preciso— viene a coincidir con el Puerto de Carrales (Burgos). De forma que, si bien la mayor extensión de La Lora es burgalesa, penetran por el noroeste en Cantabria y por el oeste en Palencia.

Las altitudes del conjunto son bastante homogéneas, oscilando por lo general entre 900 - 1.100 m., aunque existen lugares que superan estas cotas: Bernorio, 1.171 m., Valcabado, 1.221 m., Muneta, 1.181 m. y Peña Otero 1.203 m., todos ellos en los bordes de la plataforma (MAPA V). Los cursos de agua que surcan La Lora pertenecen a la red del Ebro y, en concreto, son el propio colector junto con el Rudrón, su tributario, los que organizan y jerarquizan la totalidad del drenaje del conjunto. El límite meridional de La Lora es también la línea divisoria de aguas entre la cuenca mediterránea —Ebro— y atlántica —Duero—. La red hidrográfica compartimenta el macizo al circular muy encajada —los talwegs actuales se localizan entre 700 - 650 m.—, lo que proporciona a La Lora su carácter de plataforma.

#### A. Un área de relativa calma tectónica

Desde el punto de vista morfoestructural, La Lora forma parte de la aureola de sedimentos secundarios que, por el Este, bordean el Macizo Asturiano. Tanto la orogenia herciniana, responsable de la fracturación y desniveles en el zócalo, como posteriormente la alpina, que reactivó dichas líneas de debilidad y añadió complejidad al área, al implicar ya a la cobertera, marcan las direcciones fundamentales del plegamiento y tectonización en los materiales mesoterciarios. Por tanto, se trata de un área tectónica de revestimiento en la que la cobertera secundaria y eocena ha seguido en su conjunto las deformaciones del zócalo, dependiendo de ellas el estilo de plegamiento que la caracteriza.

La Lora coincide en conjunto con un bloque del zócalo bien delimitado. La unidad se define por la debilidad del plegamiento, lo que permite individualizarla como área de calma tectónica. Pliegues amplios de flancos muy tendidos, casi insinuados, que en realidad se resumen en la existencia de un gran sinclinal y pequeños repliegues satélites.

El sinclinal de Sargentas - Sedano ocupa la mayor parte de los denominados Páramos de La Lora (o de la Pata del Cid). Este pliegue de grandes dimensiones —50 Km. de largo y una anchura de hasta 15 Km.— prolonga su eje a ambos lados de las poblaciones que lo denominan. Siguiendo una dirección NO - SE, el conjunto se hunde progresivamente hacia su parte oriental bajo los depósitos terciarios de la Bureba.

La unidad morfológica se caracteriza por ser un pliegue de amplio radio con buzamientos que rara vez sobrepasan los 12°. La escasez de accidentes, o la pequeña importancia de los mismos indivi-

dualiza a La Lora de las unidades limítrofes, más complejas y con pliegues más apretados. La casi nula deformación de la estructura simple y regular, tajada profundamente por los ríos, permite analizar la estratigrafía con bastante facilidad. De este modo, La Lora se concreta en una alargada plataforma subhorizontal de dirección NO - SE que se estrecha considerablemente hacia el oeste y que aparece en resalte respecto a las depresiones wealdenses que la rodean, cerrando su ámbito con una cornisa subvertical casi continua. La mayor parte de la plataforma corresponde al Cretácico Superior, aunque localmente aparecen reductos de materiales terciarios o pequeños afloramientos del Cretácico Inferior.

Esta monótona superficie se encuentra coronada por un caparazón de materiales cretácicos que actúan de protector, acentuando la repetición constante de un mismo tipo de relieve, aunque en detalle presenta algunas deformaciones. Las dos líneas de tectonización que afectan a sus bordes son, a veces, causa de la existencia de pequeños pliegues o fallas en el interior de La Lora (MAPA VI).

El sector meridional de La Lora se encuentra delimitado por la *línea de dislocación de Lomilla - Castillo*, la cual con disposición paralela al eje del sinclinal de Sargentas - Sedano, separa el páramo de La Lora de la comarca de las Loras. Se trata de una larga fractura subvertical o con leve vergencia al norte, alrededor de la cual se articulan una serie de pequeñas fracturas coincidentes o transversales a la principal. A uno y otro lado de la fractura, el sector correspondiente de las unidades que pone en contacto ha sufrido una serie de deformaciones, consecuencia de este accidente «producido por movimientos que han levantado y empujado hacia el sur todo el páramo de La Lora»<sup>23</sup>. La comarca de las Loras —país plegado— recibe los empujes más violentos, por lo que «las Loras», pequeños sinclinales colgados que caracterizan este sector son, por lo general, pliegues disimétricos, con el flanco septentrional muy vergente e incluso volcado en las proximidades de la gran fractura.

El sector deformado al norte de la línea de dislocación es menos complejo en cuanto a sus accidentes; pero reconocer su estructura es difícil ya que se trata de un área deprimida con materiales wealdenses, cuyas facies detrítico - arenosas no presentan una clara estratificación. No obstante, en relación con la fractura se encuentran una serie de accidentes de pequeña importancia que afectan a la plataforma o, con más precisión, a su borde meridional.

Por su parte, la *línea de dislocación de Zamanzas*, en el flanco sur del anticlinal del mismo nombre, presenta también dirección NO - SE y constituye el límite de La Lora por el noreste. Son 17 Km. de accidentes tectónicos, entre los que aparece una falla inversa y un conjunto de pliegues apretados que siguen la dirección principal, además de la O - E, cortados por una amplia red de fallas inversas y normales. Esta línea, fuertemente tectonizada, supone el enlace con la región de domos, unidad morfológica vecina. El límite inferior de la

<sup>23</sup> CIRY, *Op. cit.*, p. 427.

fractura se pierde bajo los sedimentos Eocenos que, formando una gran lengua en la misma dirección que los accidentes principales, se extiende desde Pesadas de Burgos hasta Padrones de Bureba.

En este borde oriental de La Lora una serie de pliegues, algunos de marcado carácter extrusivo, ponen fin a la regular calma del conjunto.

Así pues, las dos líneas de tectonización marginales -Lomilla - Castillo y Zamanzas- individualizan con gran nitidez a La Lora respecto a las unidades colindantes. El amplio espesor y desarrollo del Wealdense cumple el mismo cometido por el NO. Sólo por el este, el tránsito es menos brusco, debido al progresivo hundimiento de la unidad hacia oriente. Las líneas tectónicas de la plataforma son sencillas. Pero los pequeños accidentes que la afectan tienen gran importancia desde el punto de vista morfológico. Casi todas las deformaciones introducen variaciones notables en los cursos de agua, tanto en su trazado como en la mayor o menor complejidad de sus vertientes. Por esa razón, la red hidrográfica de la Lora puede considerarse estructural, puesto que -sobre todo en detalle, pero también a menor escala, las condiciones tectónicas han tenido un peso considerable.

El anticlinal de Huidobro, al este del curso bajo del Rudrón y al sur del tramo final del Ebro en La Lora presenta una dirección E - O, ligeramente incurvada al SE en su parte occidental, y con deformación de los materiales y fracturas en la citada dirección. Es un pliegue de carácter extrusivo, vaciado hasta el Wealdense, cuyos flancos aparecen muy vergentes, de tal modo que adquiere la forma de depresión, u hoya, rodeada de cornisas calcáreas turonenses. Esta unidad tiene una longitud aproximada de 7 Km., pero sus efectos persisten, aunque más atenuados, hacia el oeste. De tal manera que el flanco norte afecta directamente al tramo inferior del cañón del Ebro, dando paso a un ligero sinclinal que se extiende por la lora de Bricia. El flanco meridional, más erguido que el anterior, se encuentra afectado por una fractura que se prolonga hacia el oeste, donde el valle del Rudrón permite observar la vergencia de las capas en la *flexión de San Felices*. Este accidente, que provoca la desaparición del Turonense como piso culminante de la plataforma, señala de modo brusco el límite entre dos tramos, de diferentes características, del curso del Rudrón<sup>24</sup>.

En el centro de la plataforma, tan sólo las deformaciones relacionadas con el anticlinal de Ayo-luengo merecen ser mencionadas. En torno a ellas se pueden encuadrar las fallas de los alrededores de Sargentos y Barrio - Panizares, todas ellas de dirección perpendicular (SO - NE) a las estructuras principales. Un haz de pliegues de escaso desarrollo en el que alternan dos ondulaciones anticlinales y una sinclinal, de intensidad reducida en todos los casos, parecen prolongar hacia el NE dicho anticlinal. Estas últimas inciden en el desarrollo del valle del Ebro, en el tramo de Escalada.

## B. Una plataforma calcárea

El trazado de la red hidrográfica de la Lora es

dependiente de las incidencias tectónicas de la misma, pero otro elemento, también estructural, incide profundamente en su desarrollo y evolución: la litología. La existencia de potentes series calcáreas ha permitido el desarrollo de valles estrechos y la competencia diferencial de los materiales ha dado lugar en ellos a formas de vertiente específicas. La complejidad de las vertientes aumenta con la profundización: cuanto mayor sea ésta, más series sedimentarias diferenciadas alternan sus formas en las vertientes de los valles.

a) *La distribución concéntrica de los materiales*. Las formaciones que alcanzan mayor desarrollo en La Lora son las pertenecientes a las series del Cretácico Superior. Es, pues, La Lora una plataforma mesozoica, aunque aparezcan también, en puntos localizados, materiales de edad Terciaria.

La distribución espacial de dichos materiales parece seguir una estructura simple. En líneas generales, los más modernos dan paso a los más antiguos de este a oeste. Por ello, el Terciario está presente en el área suroriental de La Lora en forma de una gran lengua de Mioceno que se desarrolla desde Pesadas de Burgos hacia el Sureste, encontrándose afectada por deformaciones. Del mismo modo, en las proximidades del eje sinclinal de Sedano, existen pequeñas manchas de Mioceno que se prolongan hacia el sureste. Se trata de conglomerados tipo raña, o de pequeñas acumulaciones de cantos rodados cuarcíticos y calcáreos. Hipotéticamente estos restos, datados como Vindobonienses, pueden relacionarse con una red fluvial coetánea, o inmediatamente posterior, a los últimos momentos de la orogénia alpina.

El Cretácico Superior ocupa prácticamente todo el conjunto, la mayor extensión superficial de los pisos más recientes (Campanense) se concentra en torno al eje sinclinal en su sector oriental, pues la unidad se hunde progresivamente en esta dirección. El Santonense forma una extensa aureola que rodea al Campanense, y que se desarrolla fundamentalmente en la parte central del eje sinclinal. El Turonense, por último, rodea a los dos anteriores, adquiriendo mayor desarrollo en el norte y oeste de la unidad, debido al mayor levantamiento de los bordes en este sector.

Excepción hecha del diapiro de Poza de la Sal, los materiales más antiguos que afloran en La Lora son los correspondientes a la serie detrítica del Cretácico Inferior. El Wealdense aparece en las Combes -Huidobro- o en las fracturas más violentas, y es del mismo carácter que el que limita a La Lora por el noroeste, donde su desarrollo es más importante. En los valles de La Lora, la excavación de los ríos sólo ha llegado a alcanzar las capas más superficiales del Albense, y ello sólo en lugares muy reducidos y localizados.

Todos los pequeños accidentes tectónicos citados anteriormente introducen variaciones en este esquema general, pero sólo serán tratados si afectan a los cursos de agua. En líneas generales, La Lora presenta una disposición de los materiales en aureolas de más antigua a más reciente de los bordes al

<sup>24</sup> Desde el anticlinal de Huidobro, el límite oriental de La Lora, coincide con un largo anticlinal de dirección NO - SE -anticlinal de Villalta- y, en el vértice más

meridional, con el anticlinal de Poza de la Sal, embudo elíptico de carácter diapírico con afloramientos de Keuper.

centro, y una clara relación de su desarrollo en virtud del progresivo hundimiento de la estructura hacia el sureste donde, el Terciario es ya dominante, con la única excepción del afloramiento diapírico de Poza, que provoca la repetición de la serie.

b) *La variedad litológica, clave de las formas de relieve.* El conjunto de La Lora se puede caracterizar como un área de gran variedad litológica: en él se encuentran formaciones carbonatadas y detríticas en diferentes facies. En su totalidad, la potente serie del Cretácico Superior presenta un predominio de materiales carbonatados, ya se trate de calizas o margas. Los afloramientos del Cretácico Inferior presentan serie detríticas, y lo mismo ocurre en el techo del Superior. Así pues, en líneas generales, nos encontramos con un potente conjunto de materiales carbonatados de carácter transgresivo, aunque existen algunas fluctuaciones internas. Tanto el techo como la base se encuentran flaqueados por materiales predominantemente detríticos propios de etapas de regresión.

Pese a esta variedad, el predominio de materiales calcáreos, tanto en su extensión superficial como en potencia de las formaciones, permiten hablar de La Lora como *plataforma calcárea*. Las condiciones específicas de estos materiales han jugado un importante papel morfológico por su forma de responder a las presiones e influjos orogénicos, bien distinta de la que observan los materiales menos consistentes también presentes en La Lora.

Además, el predominio de materiales calcáreos constituye un rasgo común tanto para el área drenada por el Ebro como para la del Rudrón, aunque con matices en cuanto a la naturaleza y antigüedad de los materiales calcáreos dominantes en los valles de cada uno de los cursos de agua (FIGURA I). Por otro lado, en ambos casos estos materiales presentan una *disposición alternante* en función de su dureza y resistencia: junto a capas consistentes, generalmente calcáreas, y como complemento de ellas, aparecen intercaladas otras de naturaleza margosa o detrítica.

A pesar de esta aparente alternancia uniforme, las formaciones litológicas de La Lora —de muy desigual espesor— acusan *gran variedad interna*. Entre las rocas calcáreas, las más significativas por su competencia y valor morfológico son las calizas marinas microcristalinas. La gran potencia de esta formación del Turonense Medio - Coniacense, así como su masividad, refuerzan su competencia. Su presencia es constante en todo el tramo del Ebro, desde Villaescusa a Pesquera, así como en el curso inferior del Rudrón, aproximadamente desde San Felices. Esta roca masiva, de color claro, desempeña un papel muy importante en las formas de relieve de la región, originando abruptas paredes que, casi sin interrupción, rodean La Lora, emulando murallas. En cambio, cuando constituyen el fondo del sinclinal, su gran resistencia da lugar al área de

menor energía del relieve del conjunto. El Ebro, por su estrecho valle, atraviesa la parte septentrional del afloramiento calcáreo turonense de La Lora, marcando la división entre la Lora de Sargentos y la Lora de Bricia<sup>25</sup>.

Las calcarenitas bioclásticas son las rocas que con mayor asiduidad aparecen representadas en los diversos niveles calcáreos. Se encuentran, de base a techo, en el cenomanense, Turonense Medio - Coniacense y Santonense Superior. En el Cenomanense constituyen por lo general afloramientos de amplitud mediocre, aunque destacados bajo los farallones del Turonense Medio. En este último caso, forman una cornisa de menor salto, discontinua y, en ocasiones, totalmente oculta por los recubrimientos de vertiente procedentes de la cornisa superior (tramo del Ebro hasta Escalada). También aparecen estas calcarenitas sobre las calizas microcristalinas del Turonense Medio, formando la base del Coniacense<sup>26</sup> y, con mayor desarrollo, en el Santonense Superior. En general, es una roca muy karstificada, característica particularmente destacable en el caso del Santonense, dado que presenta mayor desarrollo y espesor (de 0 a 150 m.) que los otros pisos. También influye en la intensidad de la karstificación el hecho de que el Santonense se encuentra topográficamente situado en las culminaciones, allí donde los pisos superiores han sido total o parcialmente exhumados, facilitando con ello la acción de los procesos kársticos en superficie.

Estos materiales calcáreos configuran los tres pisos más competentes de los cañones. Es en ellos donde se desarrollan las cornisas fundamentales: la Turonense dominando todo el tramo del Ebro y curso inferior del Rudrón; la Cenomanense, que acompaña al Turonense formando un escalón inferior, de menor relevancia, en el tramo del Ebro hasta Escalada; y la Santonense, que es el piso fundamental en el curso alto y medio del Rudrón y que domina, a una distancia que puede llegar a ser hasta de un kilómetro, los cantiles turonenses del último tramo del Ebro, desde Escalada hasta Pesquera.

La serie de Turonense Medio - Coniacense engloba, hacia su techo, calciruditas y calizas dolomíticas, pero son niveles de escaso espesor en relación a las calizas microcristalinas que integran la mayor parte del piso. La facies dolomítica es más significativa en el techo del Campanense superior, se trata de dolomías arenosas (calizas dolomíticas según CIRY) que proporcionan murallas ruiniformes de rica coloración ocre - amarillenta —es el caso de los alrededores de Covanera—, y que son muy significativas en todo el tramo del Rudrón.

Otros materiales calcáreos entran a formar parte de algunos de los pisos litológicos de La Lora, pero el hecho de presentarse en espesores más reducidos y discontinuos les confiere un carácter menos decisivo desde el punto de vista morfológico. Se pueden citar calizas arenosas en el Cenomanense, calizas arcillosas intercaladas en finas pasadas entre

<sup>25</sup> «Son depósitos de calizas masivas casi sin contenido en elementos terrígenos groseros y acompañados localmente de dolomías. Testimonia una parada en los aportes detríticos procedentes del continente aplanado casi a nivel de la superficie marina por lo que la erosión y sus efectos quedan reducidos», CIRY, *op. cit.*, p. 181.

<sup>26</sup> Esta es la opinión de CIRY, ya que CARRERAS SUAREZ y RAMIREZ DEL POZO no diferencian entre los materiales del Turonense Medio - Superior, Coniacense y Santonense Inferior. CARRERAS SUAREZ, F. y RAMIREZ DEL POZO, J.: *Memoria del Papa Geológico de España, E. 1/50.000, SEDANO, 1979*, p. 12.

las margas del Santonense Superior, calizas margosas entre las margas del Santonense Inferior, y calizas tableadas en el techo del Campanense Inferior. En cualquier caso se trata de facies muy localizadas.

La única roca compacta no calcárea son las areniscas. Esta roca detrítica consistente puede encontrarse en el techo del Albense y en el Cenomanense, es decir, en los niveles más antiguos de los valles, y vuelven a encontrarse en el techo del santonense Superior - Campanense, en este caso con una fuerte coloración rojiza<sup>27</sup>.

Las rocas inconsistentes, o de consistencia media que mayor desarrollo estratigráfico adquiere en La Lora son las margosas. En facies diversas, las margas están presentes en los principales pisos. Los espesores son variables, siendo los más modernos los de mayor potencia. En el Santonense Inferior -Medio llegan a alcanzar 200 m. de espesor, y se encuentran depositadas entre las dos potentes series calcáreas del Turonense y Santonense. El Turonense Inferior es una formación margosa heterogénea con margas calcáreas, hojosas y arenosas. Es un delgado nivel, de 20 a 50 m., apenas visible por encontrarse bajo los derrubios procedentes de la potente serie calcárea suprayacente. En el piso que corona el conjunto, el Campanense, también se encuentran margas arenosas.

Por último, las arenas forman el segundo conjunto de rocas deleznable de la zona. Esta formación detrítica es la más característica del Albense («arenas de Utrillas»), y presenta un carácter secundario en el Cenomanense y Santonense superior, donde acompaña a las areniscas.

De la anterior descripción litológica puede colegirse que no existe similitud entre las formaciones sedimentarias atravesadas por los cursos del Ebro y del Rudrón. Los pisos más antiguos afloran fundamentalmente en el área del Ebro. En dos tramos discontinuos, el valle del Ebro alcanza los niveles del Cenomanense y del Albense. El más occidental coincide con el levantamiento del borde de La Lora y el otro, que tiene por centro los núcleos de Quintanilla y Escalada, es consecuencia de un pequeño repliegue anticlinal que cruza el valle en dirección SO - NE.

En cambio, los pisos superiores del Cretácico, en particular el santonense Superior - Campanense, sólo se encuentran en el curso alto y medio del Rudrón, ya que el afluente discurre por las inmediaciones del eje del sinclinal de Sedano, además de tener un menor encajamiento que el colector.

En resumen, el Turonense Superior - Coniacense es el elemento litológico que mejor define y caracteriza el encajamiento del río Ebro en La Lora. Los materiales calizos compactos, de gran potencia, propios de esta formación, son los que con mayor extensión y continuidad contornean el trazado del río, ya que aparecen formando una cornisa culminante a lo largo de este tramo del Ebro y en el curso bajo del Rudrón, aproximadamente a partir de San Felices. La formación margosa subyacente del Turonense Inferior, tiene un desarrollo equivalente, aunque su espesor no sobrepasa los 50 m. Estas margas, generalmente, aparecen enmascaradas por los derrubios procedentes de las cornisas calcáreas del Turonense Superior.

Las margas santonenses, que reposan sobre las

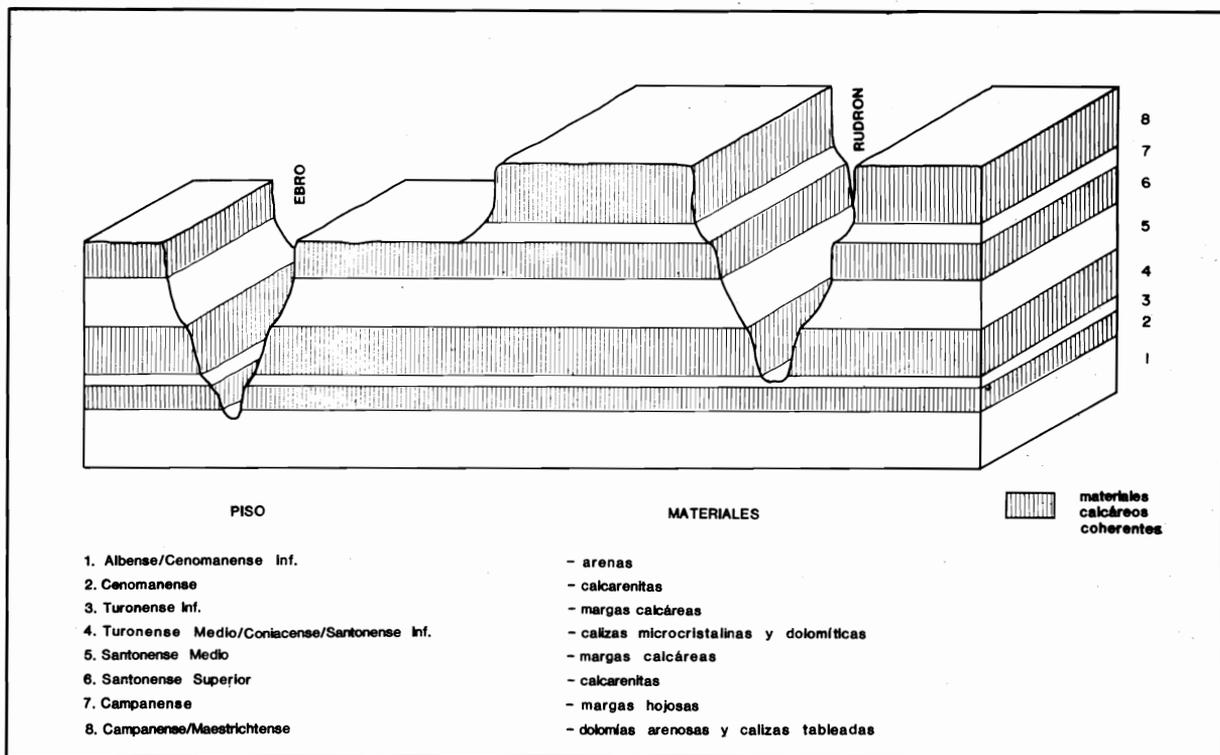


Fig. 1. Esquema de los diferentes materiales atravesados por el Ebro y el Rudrón.

<sup>27</sup> A estas últimas se les da el carácter de formación denominándolas «areniscas de Sedano». CIRY, *op. cit.*, p. 227.

calizas Turonenses, no son visibles en este tramo del Ebro, sólo en el área cercana a Pesquera son significativas. Por lo general, se encuentran demasiado retiradas de los cantiles turonenses debido a la escasa consistencia de estos materiales de gran espesor. Las margas se retrotraen hacia el norte o hacia el sur dejando una amplia plataforma turonenses a ambos lados del curso, sobre la que domina, a lo lejos, una cornisa Santonense que en algunos casos dista más de 1 Km. del borde de la turonense.

Por el contrario, el curso del Rudrón labrado en las calizas turonenses es de escasas dimensiones, correspondiendo con el tramo de su nacimiento y el curso bajo —desde San Felices a la confluencia—. En el valle de este río, el Santonense es el piso de mayor carácter: tanto el gran espesor de margas como las calizas que reposan sobre ellas, cumplen un papel morfológico semejante al desempeñado por la serie turonense en el curso del Ebro. La alternancia de materiales es similar, aunque con caracteres particulares derivados de la mayor potencia de las margas en este último caso. El conjunto del Rudrón culmina con las series correspondientes al Santonense Superior - Campanense, que coronan el valle del curso medio del Rudrón con sus calizas areniscosas y dolomíticas.

### C. Las variaciones climáticas de la plataforma

a) *La degradación meridiana de las precipitaciones.* La situación de La Lora en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica, a sotavento de los influjos oceánicos, se traduce en una degradación de las precipitaciones muy clara de norte a sur, y en la aparición de rasgos patentes de aridez estival consecuencia de la continentalidad. La elevada altitud media de la plataforma, en torno a 1.000 m.,

influye en el descenso de las temperaturas y en la acentuación de la amplitud térmica. Los amplios horizontes convierten a la plataforma en un área abierta a la libre circulación de los vientos dominantes, lo que contribuye a facilitar el descenso de la humedad ambiente.

Por tanto, La Lora se configura como un área de elevada altitud media, que enlaza con la planitud de la cuenca sedimentaria del Duero de la que forma una antesala, un escalón más elevado, pero también llano. Está más cerca de esta unidad, que la delimita por el sur, que de las condiciones ambientales que caracterizan a la España Atlántica, cuya influencia, ya lejana, se manifiesta a través de la mayor formación de nieblas, que aumentan la humedad, pero de la que le separan tajantemente las precipitaciones mucho menos intensas, su desigual distribución a lo largo del año y sobre todo, las temperaturas más contrastadas<sup>28</sup>.

Los caracteres climáticos específicos de La Lora no son, en modo alguno, homogéneos, lo que puede percibirse en la clara degradación meridiana de las precipitaciones recibidas por el macizo. Como resultado de esto (Figura 2). La aridez estival, que en Cabañas constituye un riesgo escaso que afecta a un solo mes (julio) durante el año, se mantiene durante dos meses (julio y agosto) en Cilleruelo y con un margen más amplio respecto al límite convencional de la aridez en 30 mm. mensuales. Sargentos, la estación más meridional, presenta un acusado tono de aridez en los meses de estío (julio, agosto y setiembre), cuyas precipitaciones no superan los 20 - 25 mm.; en esta observatorio, si bien no es frecuente la constatación de la existencia de meses sin precipitaciones, algunos años no reciben ninguna, y varios de ellos no llegan a alcanzar los 10 mm. (Cuadro VIII).

CUADRO VIII  
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (en mm.)

Estaciones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Cabañas	98,3	115,2	109,0	115,0	91,7	66,6	29,4	38,6	55,5	116,3	145,0	171,7	1.143,0
Cilleruelo	69,1	87,3	83,0	78,3	61,8	47,2	25,9	24,9	30,5	83,6	96,3	115,9	803,8
Sargentos	62,9	64,7	57,4	54,9	66,7	49,1	21,7	20,3	24,4	67,3	71,3	59,2	620,0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, para los años 1964-1974.

CUADRO IX  
MEDIA DIAS DE LLUVIA (nº)

Estaciones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media anual
Cabañas	6	6	6	9	11	7	4	4	6	9	9	9	87
Cilleruelo	6	5	5	7	9	5	2	3	4	5	9	7	67
Sargentos	5	5	5	6	8	5	2	2	3	5	6	5	57

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, para una serie de 11 años. 1964-1974.

<sup>28</sup> Es difícil analizar con precisión las condiciones climáticas de La Lora debido a la inexistencia de estaciones meteorológicas termométricas —las escasas existentes son exclusivamente pluviométricas—. En el fondo, o vertientes, de los cañones, la inexistencia de ambas es absoluta, de modo que se carece de información sobre periodos amplios de tiempo. No obstante, los datos de precipitaciones permiten hacer algunas precisiones, y las observaciones de campo sobre temperaturas y humedad relativa del aire, aunque carecen de la continui-

dad y periodicidad deseables, permiten realizar comparaciones entre la plataforma y los valles, lo que atestigua el carácter específico del clima local de los cañones. El análisis de las precipitaciones se realiza sobre la observación de 3 estaciones pluviométricas: Cabañas (850 m.), Cilleruelo de Bricia (1.000 m.) y Sargentos de La Lora (1.019 m.), que de norte a sur se sitúan: a escasa distancia del Puerto de Carrales, en la divisoria cantábrica; en la Lora de Bricia; y en la Lora de Sargentos, respectivamente.

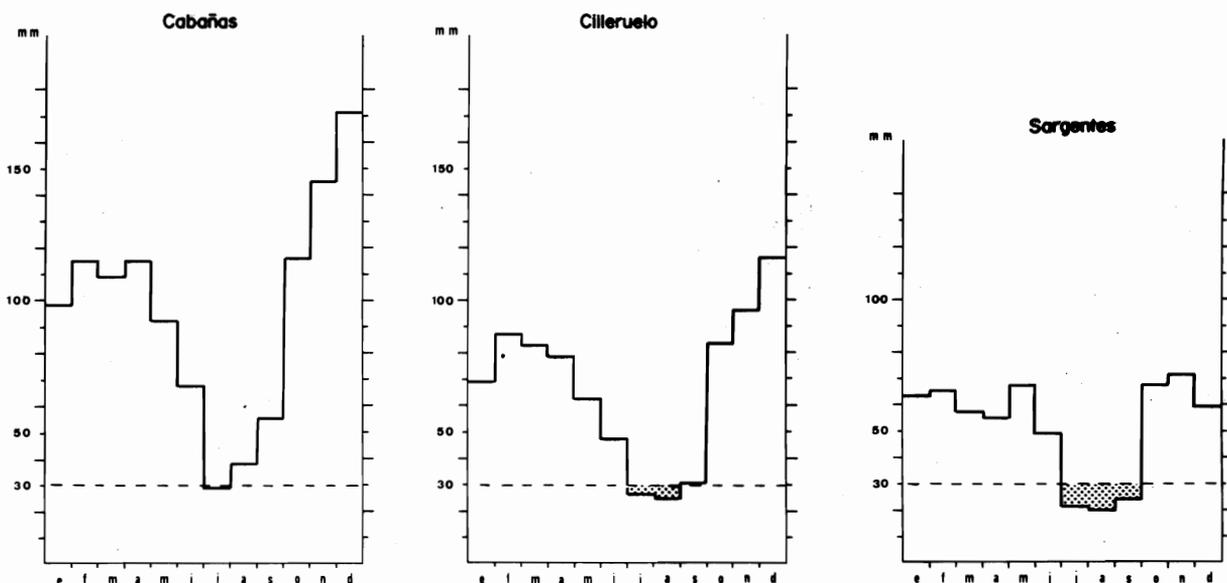


Fig. 2. Evolución de las precipitaciones a lo largo del año.

Del mismo modo que el volumen de precipitaciones, el número de días al año afectados por las mismas (Cuadro IX) va disminuyendo de norte a sur, pasando de los 87 días de Cabañas a los 57 de Sargentés, al tiempo que su distribución anual marca periodos estacionales con claras deficiencias, siendo la media de días con precipitaciones de 2 - 3 en los meses estivales en Sargentés, mientras en Cabañas es de 4 - 6.

Otro parámetro a tener en cuenta por su significado es el número de días con precipitaciones en forma de nieve y su distribución en el periodo invernal (Cuadro X). La estación que registra los máximos en el periodo analizado es Cilleruelo -32 días-, cifra que sufre una ostensible disminución tanto en Cabañas -23 días- como en Sargentés -22 días-<sup>29</sup>. El periodo del año que puede verse afectado por la nieve es muy amplio, extendiéndose de noviembre a abril en todos los casos, pero con mayor incidencia en febrero y marzo (de 5 a 6 días) y decayendo la probabilidad tanto a comienzos como a final del periodo.

La persistencia y endurecimiento de la nieve en el suelo, sobre todo en las orientaciones favorables,

así como la formación de hielo en las surgencias y fuentes indican que las temperaturas por debajo de 0° son frecuentes e intensas. Este dato tiene un valor morfológico particularmente importante, pues, junto a la elevada amplitud térmica diaria, permite la aparición de cortos y constantes ciclos de hielo - deshielo de ese agua o nieve superficial.

La inexistencia absoluta de datos térmicos impide hacer un análisis completo del clima específico de la Lorá, pero conviene destacar además la importancia e intensidad de nieblas y brumas que matizan y difuminan el conjunto, así como la intensidad de los vientos en estas culminaciones libremente expuestas a los procedentes de todas direcciones.

b) *Un clima local diferenciado en los valles.* En cambio, los valles encajados, los cañones, que surcan La Lora gozan de un *clima local*<sup>30</sup> diferenciado del general que afecta al conjunto. Estos pasillos estrechos, profundos y sinuosos se encuentran, por lo general, mucho más protegidos que las amplias culminaciones, expuestas tanto a los vientos como a la insolación de un modo insoslayable. Los datos climáticos obtenidos en las observaciones de campo

CUADRO X  
NUMERO DIAS DE NIEVE. MEDIA MENSUAL Y ANUAL

Estaciones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media anual
Cabañas	4	5	6	3	-	-	-	-	-	-	2	4	22
Cilleruelo	5	6	5	5	-	-	-	-	-	-	4	4	32
Sargentés	4	5	3	2	-	-	-	-	-	-	2	4	23

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, datos referidos al periodo 1964-1974.

<sup>29</sup> En el caso de Cabañas, pese a estar junto a la divisoria, puede influir la menor altitud respecto a las otras dos estaciones y la variación local que introduce la gran masa de agua del Pantano del Ebro; y en el caso de Sargentés es, quizás, el argumento la ostensible disminución general de las precipitaciones.

<sup>30</sup> Desde este punto de vista, es muy interesante el estudio realizado por PAUL sobre la observación de dos estaciones -una de fondo de valle y otra de culmina-

ción. Sin elaboraciones muy complicadas, permite llegar a conclusiones muy interesantes acerca del clima local del fondo de valle. PAUL, P.: «Remarques préliminaires a propos de deux climats locaux dans le bassin versant expérimental de Soultzeren (Vosges)», 1977, pp. 93-98. La única exigencia para la realización de este trabajo es la colocación en las estaciones de unos termógrafos Richard y su verificación mediante termómetros de máxima - mínima, material del que no se dispuso en la realización del presente trabajo.

**CUADRO XI**  
**OBSERVACIONES CLIMATICAS: TEMPERATURA Y HUMEDAD**

Fecha	Estación alta: Venta Orbaneja				Estación fondo de valle			
	G.M.T. hora solar	temperatura (°)		hum. rel. (%)	G.M.T. hora solar	temperatura (°)		hum. relat. (%)
		seco	húmedo			seco	húmedo	
7-3-81	9,36 17,55	10,0 15,5	9,0 12,0	87 62	9,55 17,45	12,5 17,0	10,5 13,0	76,5 60,0
8-3-81	8,40 16,30	13,5 19,0	12,0 14,0	82 55	8,55 16,20	16,0 19,0	13,5 14,0	74,0 55,0
15-3-81	8,50 18,10	4,5 7,0	4,0 6,0	91 65	9,05 16,55	5,0 13,5	4,5 9,5	92,0 56,0
5-4-81	8,05 17,22	5,0 22,5	5,5 15,0	100 40	8,30 17,10	7,0 23,0	7,0 15,0	100,0 38,0
9-8-82	9,30 18,55	21,5 19,55	18,0 16,5	78 72	9,45 19,05	22,5 21,0	18,5 17,0	65,0 64,0
28-8-82	9,05 19,00	13,5 19,0	12,5 16,0	83 72	9,12 19,15	15,0 20,5	13,0 16,5	78,0 63,0
29-8-82	7,57 19,00	11,0 21,0	11,5 18,5	93 78	8,0 18,50	13,0 23,0	13,0 18,5	100,0 63,0

Fuente: Elaboración propia, sobre datos de campo con psicrómetro de carraca. La estación alta se encuentra a 840 m. y la de fondo de valle, en el cruce con la carretera de Escalada, a 680 m.

permiten dejar constancia de las variaciones ambientales existentes entre culminaciones y valles (Cuadro XI).

La situación de abrigo respecto a los vientos que circulan libremente por la paramera, puede observarse en el hecho de que sólo por los portillos de acceso el viento desciende a los fondos de valle, pero sin llegar a alcanzar la intensidad mantenida en las partes bajas. Días con viento de 10 Km/hora en la paramera, se corresponden en el fondo del valle con situaciones de calma o de viento racheado y menos intenso (5 km/hora). Otro efecto de la situación de abrigo de los valles procede de la observación de que, aunque la amplitud térmica no parece muy diferente de la de la paramera, las temperaturas mínimas y máximas son más elevadas en el fondo que en la plataforma (en torno a 1 - 2°).

Los tipos de tiempo influyen, de todos modos, en la relación existente entre las temperaturas del páramo y del fondo. Los tipos de tiempo perturbados y nubosos van acompañados de una uniformización de las temperaturas entre plataforma, ver-

tiente y fondo de valle. Caso que se refleja en las observaciones tomadas el día 5 - 4 - 81 donde una niebla densa cubría el espacio desde el Puerto del Escudo hasta los cañones.

Los datos aportados por el Cuadro XII permiten dar una idea aproximada de la amplitud térmica que, en este caso, sobre las muestras recogidas, (un día sin fuerte insolación para el que, además, carecemos de información nocturna), es de casi 20°. Por otro lado, los datos de temperatura de Escalada y la Venta de Orbaneja por la tarde son significativos en cuanto que apenas presentan diferencia (0,5°). Por su parte, los valores de la humedad relativa del aire permiten detectar el efecto inmediato de la radiación solar: en cuanto aparece el sol, la humedad relativa desciende a menos de la mitad - caso de las observaciones 5 y 6, distantes apenas medio kilómetro y con altitud similar-; al poco tiempo de la última observación, la niebla bajaba por el Escudo para extenderse por la Lora. En total, apenas 7 horas al día con insolación directa y humedad media (entre 35 - 45%).

**CUADRO XII**  
**OBSERVACIONES CLIMATICAS: TEMPERATURA Y HUMEDAD. 5-4-81.**

ESTACION	G.M.T.	temperatura (°)		Humedad (%)	Observaciones
		seco	húmedo		
1. Venta Orbaneja. 840 m.	9,05	5,0	5,5	92	niebla, calma
2. Desviación a Pesquera. 800 m.	9,15	6,0	6,5	92	niebla, calma
3. Cruce cª Escalada. 680 m.	9,25	6,5	7,0	100	niebla, calma
4. Escalada. 680 m.	9,30	7,0	7,0	100	niebla menos densa
5. Cª a Pesquera. 900 m.	10,10	9,0	9,0	100	niebla, algo de sol
6. Cª Pesquera (adelante). 880 m.	11,40	19,0	12,5	42	sol, neblina, calma
7. Sargentos. 980 m.	14,50	24,0	17,0	46	sol, calma nubes
8. Sondeo Lora Escalada. 880 m.	16,00	23,0	14,5	35	sol/nubes, viento suave
9. Escalada. 680 m.	18,10	23,0	15,0	38	sol, cortina nubes
10. Cruce Escalada. 680 m.	18,13	23,0	14,5	35	sol, cortina nubes
11. Cruce Pesquera. 800 m.	18,18	22,0	14,0	37	sol, cortina nubes
12. Venta Orbaneja. 840 m.	18,22	22,5	15,0	40	sol, cortina nubes

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la humedad relativa del aire<sup>31</sup> por lo general es más elevada en la estación de la paramera, excepto cuando existe *inversión térmica*. Esta situación se suele producir con buen tiempo anticiclónico y viento débil y es bastante frecuente en los cañones. La inexistencia de datos para las horas nocturnas impide cuantificar la existencia e intensidad del fenómeno, pero su constatación visual en numerosas ocasiones permite dar cuenta de su frecuencia. Las primeras observaciones de la mañana ponen de manifiesto que, aunque las inversiones térmicas ya no se reflejan en las temperaturas, sin embargo pueden apreciarse en la humedad: Es el caso de los días 15 - 3 - 81 y 29 - 8 - 82, en las que, tan sólo la humedad mayor del fondo del valle queda como constatación de la evolución climática nocturna.

Estas diferencias que mantienen individualizado el clima local de los cañones del que afecta al resto de la paramera, se encuentran matizadas por la presencia de microclimas locales en función de factores muy localizados. Desde este punto de vista, la orientación solana - umbría introduce variaciones tanto en la temperatura como en la humedad relativa; por otro lado, al tratarse de valles con vertientes muy pendientes, el ascenso altitudinal provoca un constante rápido descenso de las temperaturas. Situaciones más concretas como la presencia - ausencia de vegetación, la existencia de fuentes o puntos emisores de aguas, etc. pueden provocar variaciones que, sin ser muy acusadas, tienen importancia en la actividad o no de los procesos morfogenéticos actuales.

Diferentes datos recogidos en el campo permiten detectar estos microclimas o situaciones específicas de enclave. Por ejemplo, la subida al Tobazo (ANEXO III) aunque no permite precisiones en cuanto a temperaturas puesto que se van elevando a medida que se asciende a consecuencia de la hora, sí proporciona, en cambio, una información clara del papel que algunos factores desempeñan en las variaciones de humedad: así mientras la humedad va descendiendo progresivamente, en dos estaciones se incrementa llegando al 73%; ambas coinciden, la primera con un rodal de hayas de gran tamaño y la segunda con el estanque regulador de la salida de la surgencia en un paraje de gran frescor.

Por el fondo de valle, la orientación solana - umbría genera diferencias que pueden llegar a ser hasta de 2°, en áreas muy próximas -de todos modos es fundamental la hora de la observación, puesto que un recorrido realizado por el fondo del Rudrón a mediodía, no ofrecía apenas diferencias de temperatura en las distintas orientaciones-. En cuanto a la humedad relativa, los contrastes son más nítidos con buen tiempo que en presencia de nubes. Un recorrido por el fondo de valle desde Escalada a Villaescusa (ANEXO III) permite detectar diferencias notables sobre todo en humedad, y además proporciona información sobre la amplitud térmica -que supera los 20°- en las horas de observación. La humedad relativa desciende paulatinamente durante el día hasta un 36 - 23%, mientras por la mañana llegaba al 90%, probablemente

como consecuencia de una inversión térmica nocturna.

De todo lo expuesto puede deducirse que el clima de los cañones es bastante contrastado, con pronunciada amplitud térmica tanto diaria como estacional. Su régimen pluviométrico permite una no deficiente disponibilidad de agua, si se exceptúan los dos o tres meses de estío, lo que se refleja en la multitud de surgencias estacionales que cesan su actividad en este periodo. Por ello es un medio donde pueden desarrollarse procesos morfogenéticos que dependen del agua y de las alternancias fuertes de temperatura: aunque, como se verán más adelante, la intensidad de dichos procesos es escasa si se compara con la que existió en periodos climáticos precedentes.

### 3. Los sistemas de vertiente. La morfometría de los valles

El trazado de los valles de La Lora coincide en líneas generales con el de los cursos de agua que los han labrado, puesto que se trata de valles encajados. Toda la red hidrográfica de la plataforma participa de esta característica, si bien es en los colectores donde este rasgo se encuentra más acentuado. De este modo, los valles quedan reducidos a estrechas franjas sinuosas, angostas, cerradas, cuyos horizontes acaban allí donde la línea monótona e inaccesible de las cornisas se une con el cielo.

No cabe duda de que los materiales calcáreos coherentes, que definen la plataforma, juegan un importante papel en el desarrollo de este tipo específico de valles. La gran diferencia existente entre ellos y los desarrollados en el área wealdica inmediata, en la que el Ebro fluye serpenteando entre las areniscas, dando origen a valles más abiertos, con lechos mucho más amplios y vertientes de pendientes menos contrastadas, es buena prueba de ello.

Tampoco carece de valor el hecho de que el macizo mantenga una estructura casi horizontal, puesto que el profundo corte de los cursos de agua, perpendicular a los bancos sedimentarios, proporciona cornisas muy verticalizadas, en las capas superiores.

Otro elemento a tener en cuenta es la considerable importancia que adquiere la alternancia de materiales en el desarrollo de sistemas de vertiente más o menos complejos: se conjugan así, en los valles, las elevadas pendientes características de las rocas más compactas, con las pendientes menos acusadas propias de materiales más deleznales.

La escasa variedad que presentan estos sistemas de vertiente permite concebir el conjunto de los cañones como una unidad, si bien, es posible percibir la singularidad de cada tramo, y la existencia de disimetrías de interés en las vertientes.

#### A. *El encajamiento de los valles: Una constante en la red fluvial actual de La Lora*

La red hidrográfica actual de La Lora se indivi-

entre el termómetro seco y el húmedo, de acuerdo con la temperatura del seco.

<sup>31</sup> Su cálculo se reduce a la aplicación de las tablas psicométricas que relacionan la diferencia de temperatura

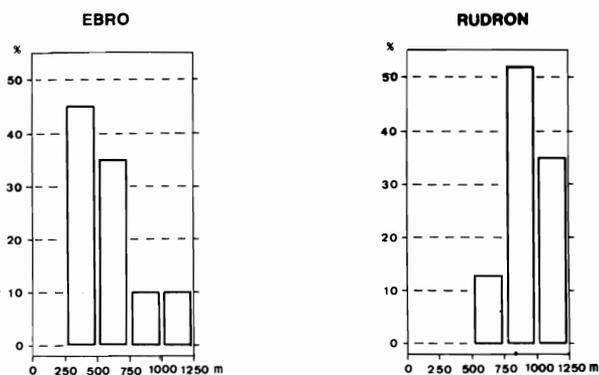


Fig. 3. Histograma de frecuencias: anchura de los valles (m).

dualiza del resto del curso alto del Ebro por la persistencia de su encajamiento. Es verdad que en otros puntos de la cuenca alta, tanto el Ebro como sus afluentes, atraviesan las estructuras plegadas por angostas cluses, dando lugar, cuando la litología lo permite, a gargantas y desfiladeros. Es el caso de las hoces del Trema y de Cena o las del Ebro en Incinillas, Sobrón o La Horadada<sup>32</sup>. Pero no es menos cierto que, aunque el encajamiento no es privativo de este área, lo que singulariza al tramo fluvial de La Lora es el *mantenimiento del encajamiento* a lo largo de decenas de kilómetros. Esta característica, unida al predominio de las calizas en la plataforma, es lo que me ha llevado a definir el conjunto como *cañones calcáreos*. El análisis de las formas de estos valles constituyen la base para intuir, en algunos casos, o, constatar, en otros, qué procesos las han originado.

a) *Valles estrechos y profundos*. El análisis de las dimensiones transversales de los valles del Ebro - Rudrón pone de manifiesto, en primer lugar, su *escasa amplitud*. En ningún lugar, la anchura de los valles sobrepasa los 1.250 m. y pueden llegar a estrecharse hasta el punto de no superar los 300 m. Llama la atención, por otro lado, la diferencia de dimensiones que uno y otro río presentan (Cuadro XIII).

La mayor parte del valle del Ebro en la Lora (80% de su recorrido total en este tramo) tiene una anchura inferior a 750 m. y sólo un 10% sobrepasa el kilómetro (Figura 3). Además, el tramo en que se

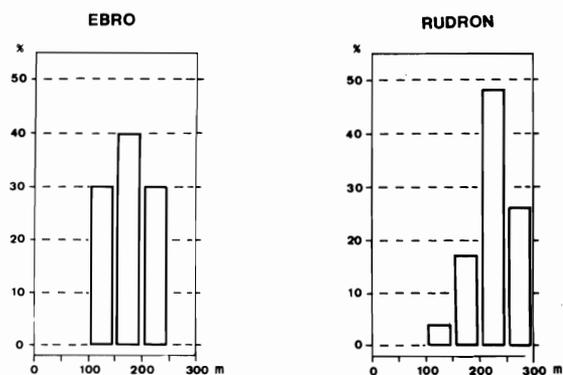


Fig. 4. Histograma de frecuencias: profundidad de los valles (m).

produce la ampliación se encuentra especialmente concentrado en los alrededores de Escalada, donde el río describe un gran meandro para cambiar su inicial dirección NO - SE, mantenida hasta que recibe las aguas del Rudrón. A partir de este punto y realizando un giro en ángulo recto, toma la dirección SO - NE, estrechándose progresivamente hacia el final del tramo, en los alrededores de Pesquera. La amplitud de la variación es considerable pues, mientras en la parte oriental la anchura máxima es de 200 m., en Escalada alcanza los 1.150 m. De todos modos, si se exceptúa el tramo de 4 - 5 Km, en que el valle se amplía, el resto permanece en torno a los 500 m. (Figura 4) reduciéndose progresivamente hacia el final del recorrido.

El valle del Rudrón, por su parte, puede subdividirse en dos sectores de desigual amplitud. El tramo inicial, que corresponde a parte del curso medio del río, se extiende desde Bañuelos a San Felices, con un recorrido de 17 Km. El segundo sector, de tan sólo 5 Km. de longitud, de San Felices a la confluencia con el Ebro, presenta caracteres morfométricos que le asemejan al colector. Lo más destacable a señalar es la mayor amplitud media del afluente (934 m.) respecto de la del colector (575,5 m.), y la concentración de los valores en la clase 750 - 1.000 m. En cuanto a su distribución, cabe añadir que es menos homogénea y que acusa fuertes disimetrías entre las dos vertientes (Figura 4).

La posible explicación de esta disparidad puede encontrarse en los diferentes materiales que am-

CUADRO XIII  
AMPLITUD DE LOS VALLES DEL EBRO - RUDRON (33)

CLASES (m)	EBRO			RUDRON		
	Frecuencias			Frecuencias		
	Absoluta	Relativa	Acumulada	Absoluta	Relativa	Acumulada
250-500	9	0,45	0,45	-	-	-
500-750	7	0,35	0,80	3	0,13	0,13
750-1.000	2	0,10	0,90	12	0,52	0,65
1.000-1.250	2	0,10	1,00	8	0,35	1,00

Fuente: Elaboración propia.

<sup>32</sup> Sobre estas «hoces» ver ORTEGA VALCARCEL, *Op. cit.*, pp. 49 y 62-64.

<sup>33</sup> Entiendo por *amplitud* la distancia existente entre las culminaciones de las vertientes a uno y otro lado del río. He tomado como culminación la línea continua

marcada por el cantil. Aunque, en sentido estricto, el tramo superior forma parte de la vertiente, lo he considerado como interfluvio puesto que el interés de estos análisis morfométricos reside en ver cuál es la amplitud del «cañón». Los datos obtenidos en cada observación pueden verse en el Anexo IV.

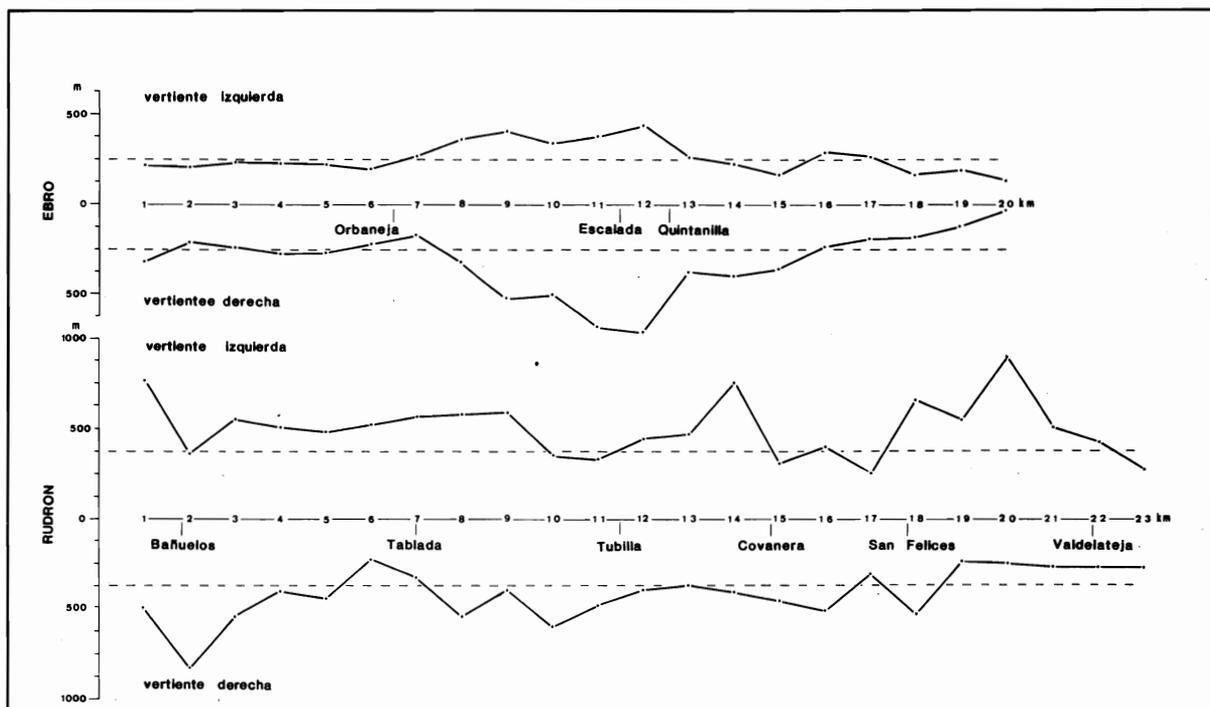


Fig. 5. Amplitud de los valles (m).

bos ríos atraviesan. El Ebro realiza su recorrido por La Lora a través de las calizas del Turonense Superior, las más coherentes del conjunto, y, si se exceptúa el Rudrón, ningún afluente rompe la continuidad de sus bordes. Es este hecho lo que me ha llevado a diferenciar dos sectores en el Rudrón, ya que el tramo final se encaja en los mismos materiales que el colector. La diferencia de amplitud respecto al Ebro en este tramo se produce sólo en una vertiente, la izquierda<sup>34</sup>.

El resto del valle del Rudrón, más amplio, y compartimentado por una serie de arroyos afluentes, ha excavado materiales calcáreos menos resistentes y compactos, lo que incide en su amplitud variable.

Por otro lado, el análisis de las dimensiones verticales de los valles permite hacer una valoración de su *profundidad*. El estrecho valle del Ebro alcanza una profundidad media de 161,5 m. Más de la cuarta parte de las medidas realizadas alcanzan o superan los 200 m. (Cuadro XIV) y tan sólo al final del tramo la profundidad del valle desciende por debajo de los 100 m., coincidiendo con el progresivo hundimiento de las calizas turonenses, que en Pesquera desaparecen bajo sedimentos más recientes (Figura 5). Este fenómeno provoca la desaparición del cañón como tal para dar paso a un ensanchamiento en el gran espesor de margas del Santonense Inferior. Las clases de profundidad que mejor definen al cañón del Ebro son las comprendidas en-

CUADRO XIV  
PROFUNDIDAD DE LOS VALLES DEL EBRO - RUDRON (35)

CLASES (m)	EBRO			RUDRON		
	Frecuencias			Frecuencias		
	Absoluta	Relativa	Acumulada	Absoluta	Relativa	Acumulada
100 - 150	6	0,30	0,30	1	0,04	0,04
150 - 200	8	0,40	0,70	4	0,17	0,21
200 - 250	6	0,30	1,00	11	0,48	0,69
250 - 300	—	—	—	6	0,26	0,95

Fuente: Elaboración propia.

<sup>34</sup> Como se verá más adelante, esta ampliación de la vertiente es debida a un condicionamiento estructural específico de ella.

<sup>35</sup> Para valorar esta magnitud, me ha parecido conveniente utilizar como umbral culminante el borde superior del cantil, considerando el tramo por encima de esta línea como parte del interfluvio. Según esta opción, pueden existir diferencias notables en la altitud de la culminación de vertientes opuestas de un mismo corte, justificadas en algunos puntos por el escalona-

miento existente entre la Lora de Sargentos y la de Sedano, vertiente izquierda y derecha respectivamente. Cuando los dos labios del cañón tenían distinta altitud, he considerado para el conjunto la altitud mayor, por lo que la profundidad puede estar sobreestimada. Cuando el cantil no estaba bien definido, he considerado como culminación el límite superior del talud —a veces perfectamente regular— de ahí la diferencia de altitud entre las dos vertientes opuestas, una con cantil y otra sin él (los datos de cada observación se encuentran en el Anexo V).

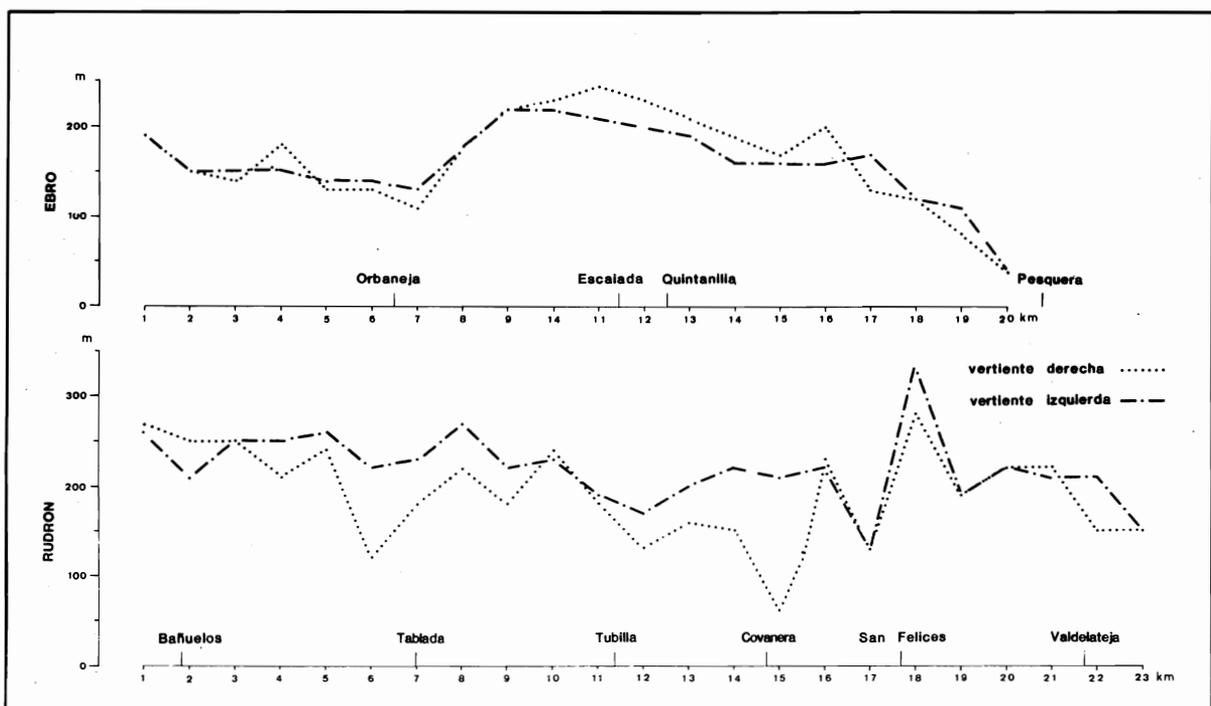


Fig. 6. Profundidad de los valles (m).

tre 150 m. y 250 m. las cuales, agrupadas, forman un conjunto compacto en el área central del mismo (Figura 5), mientras a uno y otro lado –Orbaneja y Pesquera– la profundidad es significativamente menor.

En cambio, el valle del Rudrón tiene una profundidad media (223 m.) bastante superior a la del Ebro. Especialmente la distribución de las clases es menos compacta que en el colector –esta falta de homogeneidad también era patente en los valores de anchura–, de modo que no existen áreas claramente diferenciadas. Hay que resaltar también las diferencias existentes entre vertientes opuestas (Figura 6). Esta acentuación de las disimetrías es debida tanto a la discontinuidad del cantil como a las incisiones provocadas por los arroyos que vierten al Rudrón, más numerosos que en el valle del Ebro.

Pero, tanto la anchura como la profundidad de

los valles pierden parte de su significado si se analizan separadamente. Es la conjugación de ambas magnitudes, su relación, el parámetro que puede ofrecer una valoración relativa del *encajamiento*. Si se atiende solamente a la profundidad, por ejemplo, la mayor profundidad del Rudrón respecto al colector puede ofrecer la imagen de un valle más angosto. Sin embargo, la relación existente entre profundidad y anchura conduce a conclusiones bien distintas.

Habida cuenta de que los fondos de valle son prácticamente inexistentes en ambos ríos –si se exceptúan lugares muy concretos que no alteran la valoración global– la elevación del valor de la relación  $l/L$  es un índice claro de la mayor amplitud del valle. Como sucede que, en conjunto, esta relación es mayor para el Rudrón (media: 4,17) que para el Ebro (media: 3,4), hay que concluir que el

CUADRO XV  
ENCAJAMIENTO DE LOS VALLES DEL EBRO - RUDRON (36)

Relación l/L	EBRO			RUDRON		
	Frecuencias			Frecuencias		
	Absoluta	Relativa	Acumulada	Absoluta	Relativa	Acumulada
2,5 - 3,0	8	0,40	0,40	–	–	–
3,0 - 3,5	6	0,30	0,70	2	0,10	0,10
3,5 - 4,0	2	0,10	0,80	7	0,30	0,40
4,0 - 4,5	3	0,15	0,95	8	0,35	0,75
4,5 - 5,0	1	0,05	1,00	5	0,25	1,00

Fuente: Elaboración propia.

<sup>36</sup> El encajamiento de los valles se ha considerado en base a la relación anchura (l)/ profundidad (L). De modo que, cuanto menor sea el valor de la relación, mayor será el encajamiento del valle. Este valor será 1 en el caso de que anchura y profundidad sean iguales,

e inferior a la unidad si su profundidad fuera mayor que la anchura. En los casos analizados la anchura es siempre superior a la profundidad, por lo que los valores son siempre superiores a 1.

encajamiento del Ebro es superior al de su afluente. Por otro lado, es necesario aclarar que, en este caso, la media no encubre valores extremos (Cuadro XV) que distorsionen los resultados medios. La concentración del 70% de las muestras del Ebro en las clases con valores más bajos (2,5 - 3 y 3 - 3,5) contrasta, de manera notable, con la reunión de un porcentaje similar en clases de valores superiores (3,5 - 4 y 4 - 4,5) para el caso del Rudrón (Figura 7).

Se ha aludido ya a la importancia del factor litológico como desencadenante de tales diferencias, pues, de nuevo, puede comprobarse que el tramo final del Rudrón mantiene un encajamiento similar al del colector<sup>37</sup>. De todos modos el desarrollo y mayor degradación del valle del Rudrón respecto del valle del Ebro plantea una cuestión importante: ¿Cómo un río autóctono, que se desarrolla sobre materiales calcáreos, con la consiguiente pérdida de escorrentía superficial, ha podido excavar un valle de estas características? No parece que la litología pueda dar solución a este interrogante; sin embargo, otra serie de observaciones respecto a la génesis de estos valles pueden, en parte, explicarlo.

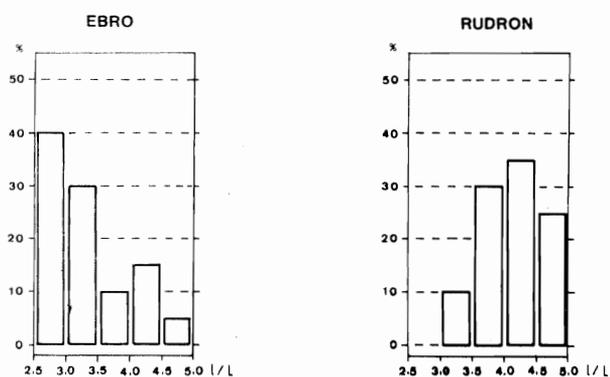


Fig. 7. Histograma de frecuencias: encajamiento de los valles (I/L).

b) *Valles con pendientes pronunciadas.* El encajamiento de los valles del Ebro - Rudrón, tal y como ha sido señalado, presupone, por definición, la existencia en ellos de fuertes pendientes. Dada la relación existente entre anchura y profundidad, el enlace entre el estrecho fondo de valle y la culminación escasamente retrotraída respecto a la vertical trazada desde el primero, sólo puede efectuarse mediante un área de gran inclinación. Así pues, el análisis de las pendientes permite reforzar la caracterización -ya apuntada- de áreas escarpadas, añadiendo un nuevo punto de vista a los ya expresados con anterioridad. El análisis clinométrico permite detectar las rugosidades existentes respecto al hipotético plano inclinado que uniría el talweg con el borde de la plataforma<sup>38</sup>.

Las observaciones resultantes de este análisis pone de relieve claramente la diferencia que al res-

pecto presentan los dos grandes conjuntos que configuran este espacio: plataformas y valles encajados. Su antagonismo procede del predominio abrumador, casi exclusivo, de las clases de pendientes de valores muy escasos en el caso de las plataformas, mientras que los valles se caracterizan por poseer pendientes superiores al 40% (22°). No quiere esto decir, en modo alguno, que cada uno de estos conjuntos sea homogéneo; más bien al contrario: es posible en cada uno de ellos establecer una secuencia de valores de pendiente específicos en estrecha relación con factores condicionantes tanto litológico -estructurales como morfológicos.

*Las plataformas*<sup>39</sup>, cuyas débiles pendientes en conjunto reflejan el carácter de área de calma estructural de la zona presentan, no obstante, desigualdades debidas, fundamentalmente, a la importancia del factor litológico en la existencia y mantenimiento de unas determinadas formas de relieve. En consecuencia parece oportuno diferenciar las plataformas turonenses de Sargentas y Bricia, por un lado, y la plataforma santonense - campanense de Sedano, por otro. Cabe afirmar, por otro lado, que, cuanto más espacio media entre las áreas de débiles pendientes y el borde de los valles, más continua es la extensión de los sectores de pendiente inferior a 5%.

Las plataformas de Sargentas y Bricia se caracterizan por la continuidad y dominancia de las clases de pendiente inferiores (de 0 a 5%); sólo en los bordes de contacto con los cañones o en torno a las valladas que se dirigen hacia ellos, se incrementan hasta alcanzar valores del 5 - 15%, formando una aureola claramente diferenciable de tan sólo unos centenares de metros de amplitud, al tiempo que pequeñas áreas de escasos cientos de metros cuadrados dispersas por la plataforma, con pendientes de 5 - 25%, atestiguan fenómenos puntuales de disolución de las calizas.

La plataforma de Sedano y el sector sudoriental de la de Sargentas se diferencian de las anteriores por su mayor grado de accidentación y compartimentación. Aunque las pendientes más débiles son superficialmente las más importantes, las de 5 - 15% son más extensas que en la unidad anterior, porque al ser más densa la red de afluentes con valles pronunciados, se multiplica la presencia de estas áreas de relación. Además, en esta unidad el área de contacto entre plataforma y valles es más extensa que en la precedente, pues una aureola de menor anchura -en torno a 50 m.-, con pendientes entre 15 - 25%, sucede a la de pendientes de 5 - 15%, formando el contacto con los valles. La mayor amplitud y complejidad de las pendientes de relación en esta unidad está ligada al gran espesor de margas del Santonense Inferior, mientras que en la plataforma Turonense el limado del borde de las calizas es menos acentuado.

Los afluentes de los valles principales introducen variaciones y rupturas en las escasas pendientes de todas las plataformas. Pero mientras en las áreas

<sup>37</sup> En los ANEXOS IV y V puede consultarse el cuadro completo con los valores de cada observación.

<sup>38</sup> El método elegido para efectuar el análisis de las pendientes es el de delimitación de áreas homogéneas que, según lo expuesto por BRUNET, parecía el más idó-

neo para la escala utilizada (1/20.000). BRUNET, R.: «Les cartes des pentes», 1963, p. 322.

<sup>39</sup> Sólo se analiza el sector de 2 - 3 Km. de plataforma que bordea los cañones.

turonenses los cursos de agua secundarios dan lugar a pequeñas entalladuras cuyas pendientes no sobrepasan más que excepcionalmente el 25%, quedando bruscamente interrumpidas en el contacto con el borde superior del valle (valles colgados), en la plataforma Santonense - Campanense aquellos afluentes, en la mayor parte de los casos, entran a formar parte de la red encajada, con pendientes superiores y prolongación de las mismas hasta el nivel de base local proporcionado por los colectores.

*Los valles encajados*<sup>40</sup>, por su parte, introducen un brusco y claro cambio en relación a las plataformas. El análisis clinométrico permite caracterizar a los valles como *áreas con gran extensión de superficies con pendientes de valores superiores al 40%, y que llegan en franjas bastante continuas a alcanzar valores por encima del 200% y hasta del 500%*. La diferente extensión superficial de unas u otras clases de pendientes permite diferenciar dos subconjuntos que, a su vez, ofrecen matices.

*El valle del Ebro* aparece compartimentado en tres unidades coincidentes con las que le definían por su profundidad y anchura.

El primer tramo, con *claro predominio de las pendientes más enérgicas* (más del 70%), se extiende hasta finalizado el meandro de Orbaneja. Las fuertes pendientes ocupan de modo continuo la parte superior de las vertientes, llegando en algunos sectores a extenderse por la totalidad hasta alcanzar el lecho del río como sucede en la vertiente derecha de los bucles de los dos grandes meandros de la unidad. En los sectores de vertiente que coinciden con la existencia de valles colgados en la plataforma, desde media vertiente hasta el fondo del valle, las pendientes se atenúan (40 - 70%). Las partes cóncavas de los meandros y sinuosidades del río son las que presentan pendientes más débiles (15 - 40%), pero su extensión superficial es escasa y poco representativa. Los fondos de valles planos son prácticamente inexistentes y las pendientes fuertes (más del 40%) o intermedias (15 - 40%) enlazan directamente con el lecho del río<sup>41</sup>.

Desde el meandro de Orbaneja hasta Quintanilla Escalada se produce una clara atenuación de las pendientes medias. Las pendientes por encima del 70% siguen existiendo, pero sólo en la parte superior de las vertientes donde forman una franja estrecha y continúa que enlaza con la plataforma. Predominan las *pendientes con valores comprendidos entre 25% y 70%*, que son las que definen a esta unidad y la diferencian de la anterior. Este tramo, en el que los valles se amplían, tiene unas *pendientes basales débiles a ambos lados del río, que oscilan entre 0% y 25% con fluctuaciones en su ampli-*

*tud que van de 50 a 250 m. en ambas márgenes o en una sóla*<sup>42</sup>.

A partir de Quintanilla, y hasta Pesquera, la unidad existente es menos homogénea porque, aunque mantiene algunas constantes, hacia el final del tramo se va produciendo la gradual desaparición de las pendientes enérgicas y la ampliación del valle, que deja de presentar características de cañón.

En líneas generales, puede decirse que hasta la confluencia del Ebro con el Rudrón, las pendientes más enérgicas ocupan de la mitad a los 2/3 superiores de las vertientes, mientras que la parte inferior mantiene pendientes entre 25 - 70%. A partir de la confluencia se sigue manteniendo el esquema de pendientes apuntando, pero, a consecuencia del progresivo hundimiento de los materiales hacia el E., cada vez es menor la extensión superficial de las pendientes más enérgicas, y cambia su situación en el conjunto de la vertiente pasando a formar exclusivamente el área más baja. Sobre ella, un rellano de 700 a 200 m. de amplitud con pendientes de 5 - 25% enlaza con otro tramo de pendientes más fuertes (40 - 70%) coronado por una estrecha franja de pendientes muy pronunciadas que enlaza con la superficie culminante.

Aproximadamente 2 Km. antes de Pesquera, el valle cambia totalmente; desaparecen las pendientes fuertes y la parte inferior de las vertientes, con pendientes muy débiles, se amplía hasta llegar a tener más de 1 Km. de anchura en el lugar en que se encuentra Pesquera, finalizando así, por desaparición de los elementos que lo definían, el cañón del Ebro.

*El Valle del Rudrón* puede considerarse subdividido en dos unidades de diferente longitud y características que tienen en San Felices su contacto, pues es a partir de este núcleo de población donde el valle del Rudrón adquiere una forma y pendientes similares a las del Ebro, aunque presente peculiaridades respecto de él.

Hasta San Felices, el valle del Rudrón queda definido por el *predominio de pendientes de 40 - 70%*. Además, existe una *mayor homogeneidad* que en el valle del Ebro, pues esta clase de pendientes llega a representar desde las tres cuartas partes a la totalidad de las vertientes en muchos casos. Puede hablarse de una auténtica *regularidad* de las pendientes en todo el tramo, aunque no están ausentes culminaciones más enérgicas; pero dada su discontinuidad y su escasa superficie constituyen sólo un elemento de detalle. Por otro lado, los fondos de valle de pendiente escasa, sin llegar a presentar una continuidad absoluta, están mejor representados superficialmente que en el Ebro<sup>43</sup>.

<sup>40</sup> La cartografía sólo cubre el tramo del Ebro comprendido entre el límite provincial Santander - Burgos y Pesquera de Ebro. En el caso del Rudrón, comienza en el límite municipal de Tubilla del Agua en torno al núcleo de Bañuelos de Rudrón. (El gran formato del mapa y el estar realizado en color ha impedido su inclusión en la presente publicación).

<sup>41</sup> La única excepción a esta tendencia general la constituye un rellano desarrollado en la parte inferior de la vertiente, con pendiente escasa (5 - 25%), donde se asienta el único núcleo de población de esta unidad: Orbaneja del Castillo.

<sup>42</sup> En dos ampliaciones de estas áreas de pendiente reducida en la parte baja de la vertiente —a izquierda y derecha del río, respectivamente se encuentran los núcleos de Escalada y Quintanilla Escalada.

<sup>43</sup> Las ampliaciones más significativas de este fondo de valle, con más de 200 m. de amplitud, están ocupadas por los núcleos de Bañuelos, Tablada y Tubilla del Agua. Covanera ocupa el área de confluencia del Rudrón con el Moradillo, un fondo de valle más estrecho que los anteriores y cuyas pendientes son más pronunciadas (15 - 25%), de ahí la mayor dispersión del núcleo, que se alarga a uno y otro margen del Rudrón y penetra por el valle del Moradillo.

Aunque el Rudrón mantiene mayor regularidad que el Ebro, sus afluentes, más abundantes que en el caso del colector, compartimentan las vertientes puesto que al no quedar colgados en la parte superior de éstos, diseccionan profundamente la plataforma hasta conectar con el nivel de base local proporcionado por el Rudrón<sup>44</sup>.

El río Moradillo, el afluente más importante del Rudrón, al que llega procedente del este, presenta en el tramo analizado una total similitud con el colector, tanto en el dominio de las pendientes de 40 - 70% en toda la vertiente, como en la anchura de sus fondos planos y bastante amplios.

Por último, la unidad comprendida entre San Felices y la confluencia, presenta peculiaridades que la singularizan del resto del valle, en el sentido de que no existen clases de pendientes particularmente dominantes y significativas. A partir del núcleo de San Felices, que se encuentra en un extenso fondo de valle de 300 m. de amplitud, las dos vertientes difieren tanto que merecen una consideración por separado.

La vertiente derecha se caracteriza en los 2 Km. iniciales por el predominio de las pendientes de 40 - 70% y la existencia de dos bandas estrechas y continuas —en situación culminante e intermedia, respectivamente— que rompen la regularidad de la vertiente con sus pendientes más enérgicas (más de 70% y más de 200% en algunos casos). Las pendientes de 40 - 70%, exceptuando dos rellanos de pendientes más escasas, uno en situación intermedia sobre la franja de pendientes fuertes (15 - 25%) y otro en el fondo (25 - 40%), se extienden hasta el fondo del valle<sup>45</sup>.

Finalizado este sector, las pendientes fuertes que formaban las dos bandas culminantes e intermedia se distancian, dejando entre ambas un amplio rellano de 5 - 15% de pendiente, como sucedía en el tramo final de Ebro. La parte superior —es decir, el sistema de pendientes formado por la banda culminante muy enérgica y el gran desarrollo de pendientes de 40 - 70% bajo ella— se aleja progresivamente del valle encajado hacia un área de fuertes pendientes y un complejo sector artificialmente abancalado y cultivado en torno a un cerro dejado por el río al abandonar un meandro en Valdelateja. Aguas abajo, la vertiente vuelve a reducirse a un área culminante de pendientes fuertes y un sector que enlaza con el lecho del río, de pendientes entre 25 - 70%.

La vertiente izquierda tiene poco que ver con su opuesta. Desde el barranco de las Bozas hasta la confluencia con el Ebro, el borde superior del valle sigue una línea recta con pendientes fuertes, muy estrecha al comienzo y que se va ampliando aguas abajo. Bajo él, un reducido sector de pendientes medias (40 - 70%), y por último, el tramo inferior que llega a tener 600 m. de anchura, con pendientes entre 15 - 40%, compartimentado en franjas irregulares por estrechos sectores más escarpados con

pendientes de 25 - 70%. Al final del tramo, la franja de pendientes superiores se amplía hasta ocupar un tercio de la vertiente, siendo las pendientes de 25 - 70% las que conforman la parte inferior.

De las anteriores consideraciones puede resumirse que las pendientes de 40 - 70% son las que de modo más generalizado caracterizan los valles del Ebro y Rudrón. La extensión superficial que alcanza esta clase de pendientes es tan significativa que, llega a convertirse en exclusiva en algunos tramos del Rudrón. Pero, a pesar de ello, son quizás las pendientes muy fuertes —con valores que superan el 70% y pueden llegar al 500%— las más significativas de los cañones. Su importancia reside en que delimitan el elemento morfológico más importante de estos estrechos valles al definir su borde superior, pese a que su extensión superficial no sea, ni mucho menos, comparable a la de la clase anterior.

El análisis morfométrico de los valles permite ir diferenciando áreas específicas en las que el encajamiento es más o menos acusado. A una escala de conjunto, las diferencias entre el Ebro y el Rudrón a este respecto son —como hemos visto— muy significativas.

Valoradas estas disparidades desde una perspectiva actual quizás permitieran concluir que el mayor caudal y por ello la mayor potencia del Ebro, río alóctono, permitió la profundización más rápida y, como consecuencia, el valle es más estrecho y las pendientes más fuertes. En el caso del Rudrón, un valle fluvial en V de mayor anchura, aunque profundo, con pendientes menos fuertes y más regulares, el mismo razonamiento llevaría a pensar que su menor potencia, como río autóctono de caudal más exiguo, ha permitido el desarrollo simultáneo de los procesos de vertiente que cobran mayor intensidad que en el caso anterior.

De todos modos, tampoco parece improbable que el argumento de esta diferencia lo constituyan las distintas formaciones litológicas que ambos ríos diseccionan al encajarse. Así, resulta significativa la ampliación del Ebro en los tramos en que las formaciones menos coherentes tienen mayor amplitud, como sucede en el límite de La Lora en torno a Villaescusa y en el repliegue anticlinal de Escalada. El cañón del Rudrón, por su parte, sólo tiene características similares al del Ebro en su tramo final, donde el río taja los sedimentos turonenses, mientras que al atravesar formaciones más recientes —las series correspondientes al Santonense - Campanense— el valle se amplía. Estas últimas presentan también materiales alternantes de diferente coherencia, pero no tienen —en ningún caso, las características de las calizas microcristalinas del Turonense, que se revelan como las rocas más consistentes del conjunto y las que proporcionan pendientes más fuertes.

El análisis hasta ahora desarrollado —puramente morfométrico— nos sitúa en condiciones de describir las formas específicas de las vertientes, así como de interpretar los posibles proce-

<sup>44</sup> Tanto el arroyo del Monte —que presenta pendientes similares a las del Rudrón— como el Valeria y Valdemantillo, contribuyen a accidentar y compartimentar la plataforma de Sedano. Desde la confluencia de los dos últimos hasta el Rudrón, una serie de rellanos constituyen el área de 200 Ha. de escasa pendiente (0 - 15%) en la que se ha instalado el núcleo de Tubilla y su terrazgo.

<sup>45</sup> La franja de pendientes fuertes intermedia comienza en San Felices a nivel del río y va ascendiendo en la vertiente progresivamente a medida que se aleja de este punto. Es la repercusión que el hundimiento de las capas de la flexión de San Felices tiene en las pendientes.

sos que han intervenido en su génesis.

### B. Cantiles y taludes, los dos componentes básicos de las vertientes

Los ríos Ebro y Rudrón surcan La Lora a través de estrechos valles que quiebran la continuidad de la plataforma. Las estructuras subhorizontales del área propician la aparición de la serie sedimentaria a medida que el río profundiza en su talweg, lo que permite que afloren en superficie series alternantes de materiales calizos y margosos con comportamientos diferentes frente a los mismos agentes erosivos. Los cañones introducen así un brusco corte entre las suaves pendientes —de menos de 8°— que existen en las amplias culminaciones de La Lora y las pendientes superiores a 22° que predominan en las vertientes de aquellos.

Dentro de las vertientes de los cañones se observa una gradación de las pendientes, sucediéndose en sentido altitudinal áreas de similar inclinación, dispuestas en franjas paralelas al río. La situación más característica (Figura 8) es la de una culminación prácticamente horizontal, seguida de un área de fuertes pendientes que pueden incluso llegar a alcanzar la vertical. Bajo ella, se extiende una franja más extensa, con pendientes menos pronunciadas pero aún fuertes. La vertiente finaliza con una superficie más o menos cóncava, de escasa pendiente, que establece la relación basal.

De este modo, un corte en la vertiente revela la existencia de tramos específicos con pendientes y formas que los individualizan. Estos elementos de la vertiente se encuentran muy relacionados con la alternancia de materiales de diferente potencia y

competencia. La combinación y sucesión en sentido vertical de elementos diferenciados proporciona a la vertiente el carácter de resultante compleja.

Por consiguiente, la yuxtaposición de áreas de pendientes de diferente valor, en forma de bandas alargadas, que aparecen en distinta posición altitudinal, complica las formas de los valles, permitiendo la diferenciación de distintos elementos.

El esquema anterior parece sugerir una uniformidad en las vertientes que no existe en la realidad. Multitud de variables hacen que, en detalle, tal homogeneidad desaparezca. El hecho de que la parte superior de la vertiente corresponda o no a una caliza masiva, determinará la existencia o ausencia de una cornisa culminante desarrollada; que este banco calcáreo se encuentre más o menos afectado por la karstificación en su red de diaclasas permitirá la aparición de cornisas más o menos irregulares, cuyas inflexiones siguen claramente las direcciones de dicha red. Las áreas de pendientes menos enérgicas, que en general se corresponden con tramos margosos, comportan un manto de derrubios procedentes de las áreas suprayacentes que enmascara la base de las capas más resistentes sobre las que se labran las cornisas, debilitando o atenuando el salto real. Los tramos calizos intermedios interrumpen en ocasiones la regularidad del tramo de pendientes medias, formando rellanos estructurales, mientras en otros casos desaparecen bajo el manto de derrubios, proporcionando a la vertiente un aspecto uniforme. Dar cuenta de tan diversas situaciones exige la individualización de los elementos básicos constitutivos de las vertientes. Estas unidades básicas se combinan de diferentes modos en altitud, proporcionando mayor o menor complejidad al conjunto.

El elemento que con mayor entidad define las

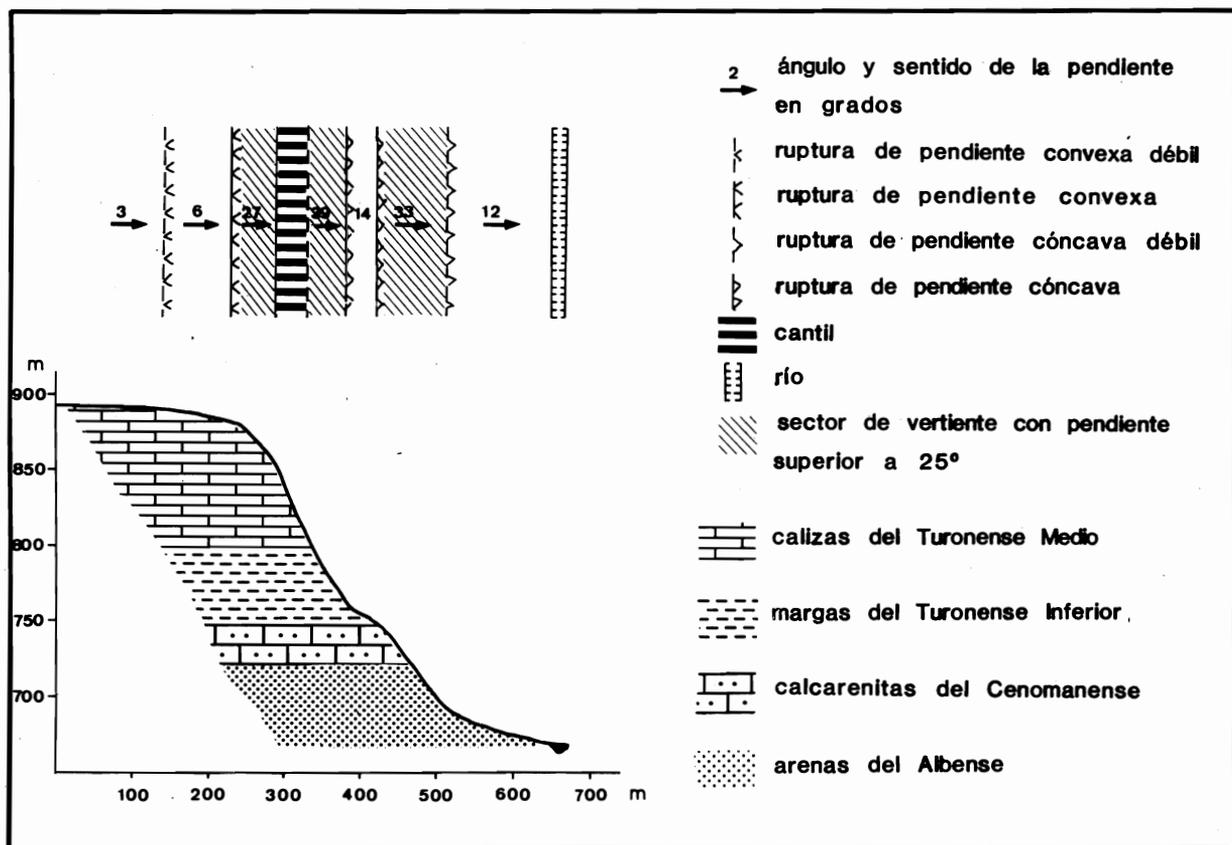


Fig. 8. Planta y sección de una vertiente del cañón del Ebro.

vertientes de estos valles estrechos y profundos es el cantil. Corresponde con el sector de máxima inclinación, pues agrupa los tramos con pendientes superiores a 45° (100%). Afecta exclusivamente a la litología calcárea y, dentro de ella, con mayor intensidad a los tramos más masivos y coherentes. La nota característica de esta forma de relieve es su variedad morfológica. La potencia y específicas características litológicas de las diferentes facies calcáreas influyen en el desarrollo y homogeneidad de los cantiles.

Los tramos con pendientes medias, variables entre 25 - 100%, corresponden al talud. Es el elemento de la vertiente mejor representado en cuanto a extensión superficial, ya que puede encontrarse en cualquier litología. Junto con el cantil constituye el elemento fundamental de la vertiente.

Por último, los fondos de valle, en los espacios en que adquieren cierta entidad, presentan débiles pendientes, por debajo de 25%, y responden tanto a la propia dinámica fluvial como al área de relación basal.

a) *El cantil calcáreo: un componente morfológico dominante.* Las áreas con mayor pendiente de los cañones corresponden a los cantiles, formas de relieve desarrolladas *exclusivamente* en los tramos calcáreos, por ser ésta la única roca coherente o, en cualquier caso, la más coherente del área. Debido a su fuerte inclinación, los cantiles no permiten la acumulación de fragmentos, por lo que se singularizan por ser áreas de partida de material que suministran a las áreas inferiores los derrubios procedentes de la acción de la gravedad, del cizallamiento, de distensión de la roca y de los procesos morfoclimáticos y kársticos. Por todo ello, aparecen como rocas al desnudo sin ningún tipo de recubrimiento más que en puntos muy localizados en los que algún accidente topográfico puede permitir la retención o acumulación de materiales sueltos. En el mapa de pendientes no aparecen individualizados puesto que la clase de pendientes más fuertes engloba las superiores al 70% (33,5°), pero puede afirmarse que aparecen conformando la franja superior de dichas áreas, cuya inclinación va disminuyendo a medida que se desciende en la vertiente. La amplitud de valores de pendiente de este elemento es muy amplia, variando entre los 45° (100%) y la práctica verticalidad.

Todas estas consideraciones permiten perfilar una tipología de esta forma de relieve, la más relevante en los cañones. Según su situación en la vertiente del cañón, los cantiles pueden encontrarse en las culminaciones o, por el contrario, aunque es menos frecuente y con menor incidencia en la forma global de la vertiente, en situación intermedia o de fondo.

Los *cantiles culminantes* son los que definen el trazado del cañón, su silueta en el mapa reproduce con bastante exactitud el trazado del río, al que encierra por ambos lados. Tal es el caso del Ebro en el

tramo que se extiende desde Villaescusa a la confluencia con el Rudrón, o, lo que es lo mismo, al tramo limitado por las plataformas estructurales turomenses de Sargentos y Bricia (al sur y al norte, respectivamente). Al analizar en detalle este primer tipo de cantil, puede observarse que existen variedades que permiten establecer una tipología más desarrollada.

Cuando el enlace con la plataforma subhorizontal se realiza aproximadamente en ángulo recto nos encontramos ante *cantiles culminantes propiamente dichos*. El retroceso del cantil, en este caso, se habrá producido por caída de bloques, y el borde aparece siempre «limpio». No obstante, y dado que las direcciones fundamentales del cañón son estructurales, pueden observarse variaciones desde un cantil rectilíneo hasta cantiles festoneados cuando la intensidad de la red de fracturas lo propicia.

Pero, en la mayor parte de los casos, el enlace cantil - plataforma culminante ha sufrido un deterioro, de modo que la ruptura de pendiente no es tan nítida: estamos entonces ante *cantiles degradados*, bien lo sean en su totalidad o sólo en parte. Cuando la degradación afecta exclusivamente al borde superior del cantil, genera un tramo de pendientes medias entre la horizontalidad de la plataforma y la subverticalidad del cantil, de modo que el enlace no se produce ya en ángulo recto. Ello parece ser consecuencia, en unos casos, de procesos provocados por la arroyada difusa, que produce una acción general de limado en los bordes demasiado enérgicos, o de procesos kársticos de frente de estrato<sup>46</sup>; en otras ocasiones, la degradación afecta

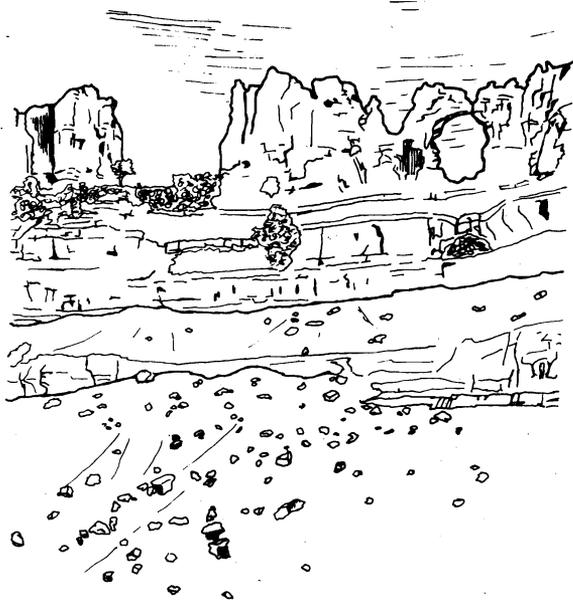


Fig. 9. Un tipo de cantil expresivo de la degradación sufrida por los materiales calcáreos: cantil ruininforme (alrededores de Orbaneja del Castillo).

<sup>46</sup> «... el contacto plataforma - labios del cañón se caracteriza por una convexidad generalizada que es tanto más corta cuanto más masivas y horizontales sean las calizas, y a la inversa». Este fenómeno, apuntado por FABRE para las gargantas del Gardon se reproduce en

el caso de los cañones del Ebro, como puede observarse en detenido análisis de las pendientes. FABRE, G.: «Modèle des versants calcaires des gorges du Gardon (Bas Languedoc, France)», 1975, p. 10.



Fig. 10. Dos tipos de cantil culminante en el Turonense calizo: cantil escalonado (izquierda) y cantil ruiforme con degradación de borde (derecha), en Quintanilla Escalada.

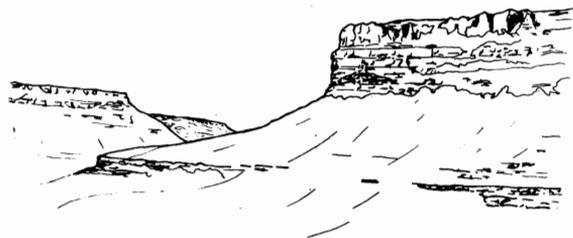


Fig. 11. Cantil intermedio reducido con papel morfológico menor: el Cenomanense en Escalada.

al cantil en su totalidad dando al conjunto un aspecto *ruiforme* jalonado de pináculos, oquedades, puentes naturales,... que resultan de gran belleza (Figura 9). Esta situación es provocada fundamentalmente por procesos kársticos, y suponen un estadio más avanzado de degradación que el caso anterior.

Las formas originales de cantil subvertical pueden también manifestar la degradación en forma de un desdoblamiento en *cantiles escalonados* de menor salto, con estrechos rellanos entre ellos que aprovechan los planos de estratificación para individualizarse (Figura 10). Esta singularización queda resaltada, además, por la acumulación de materiales y por la existencia de estrechas franjas de vegetación. Lo más frecuente es que aparezcan tres escalones, de varios metros de altura, correspondientes a otros tantos bancos calizos que pueden seguirse en extensos tramos<sup>47</sup>.

Pero no siempre los cantiles ocupan la parte superior de la vertiente. Así, en el tramo final del Ebro, lo que eran cantil culminante en su tramo inicial, deja de serlo. Las calizas masivas del Turonense Superior, que son culminantes en los bordes occidentales de la plataforma de Sargentos y Bricia, en el resto del área se encuentran bajo las margas coniacenses y las calizas santonenses, con lo que el cantil sigue manteniendo las mismas características con las que aparecía en situación culminante—dado que afecta a la misma litología— pero aparece en situación intermedia en el conjunto de la vertiente.

Los *cantiles intermedios* son también susceptibles de distinción. Pueden ser *cantiles intermedios de gran potencia*, que afectan en particular al Turonense Superior, como el caso expresado en el párrafo anterior. Estos difieren de los que, aún presentándose en la misma situación, tienen menor potencia y están labrados en rocas menos consistentes. Ambas características permiten definir este tipo como *cantil intermedio reducido* (Figura 11). Reducción que afecta tanto al espesor como a la longitud, puesto que sólo se desarrollan en orientaciones o lugares muy favorables, quedando en el resto de los casos englobados dentro del talud.

Puede hablarse, por último, de *cantiles de fondo de valle* cuando el agua del río baña la parte inferior de la cornisa, que se precipita en el propio lecho. Esta situación no es frecuente y coincide con los lugares de mayor angostura, donde la amplitud del cañón es mínima porque el curso no ha alcanzado niveles más deleznable (tramo final del Ebro, labrado en el Turonense Superior).

Otro tipo de cantiles difícilmente pueden definirse por su situación en la vertiente, ya que se encuentran tanto en las partes altas como bajas, sin relación en muchos casos con la roca in situ. Se trata de cantiles resultantes de muy variados procesos: cantiles de terraza de toba, cuya situación está determinada por su origen lacustre o de surgencia; cantiles consecuencia de fenómenos de colapso, etc. Pero todos ellos tienen en común su carácter puntual y su escaso salto.

b) *Los taludes: una forma generalizada de gran desarrollo superficial sobre cualquier litología.* Si bien los cantiles son los elementos más relevantes del sistema de vertientes analizado, dado lo importante de sus formas y el aspecto inaccesible que confieren al conjunto, es preciso tener en cuenta que gran parte de los cañones tienen pendientes menos enérgicas. Esto es debido a la degradación de las fuertes pendientes iniciales por procesos de vertiente, mientras la verticalidad de las paredes de cantil es consecuencia de un proceso de erosión lineal en los talwegs reforzado y aumentado por los procesos kársticos y de retroceso del cantil.

El talud es el elemento de mayor desarrollo superficial de los cañones. Caracterizado por valores de pendiente medios, variables entre 25 y 70% (14° y 33,5°). La alternancia litológica y los climas cuaternarios han contribuido a la generalización de esta forma de relieve en las vertientes (Figura 12).

En contraposición a lo que sucede con los cantiles, los taludes se desarrollan sobre *cualquier litología*, aunque las características de la roca influyen en el tipo específico del mismo. De modo que si los cantiles se encuentran asociados a las rocas más coherentes y masivas y —por ello— restringidos en su desarrollo a los afloramientos calcáreos específicos, la no asociación del talud a una litología concreta permite el más extenso desarrollo del mismo.

Desde otro punto de vista, si las fuertes pen-

<sup>47</sup> Este tipo de vertiente en escalones o gradas separadas por rellanos de amplitud variable es generalizado sobre rocas con clara estratificación, donde los bancos

sedimentarios son gruesos y bien definidos. NICOD, J.: «Sur l'évolution des versants des canyons karstiques dans les régions méditerranéens», p. 16.

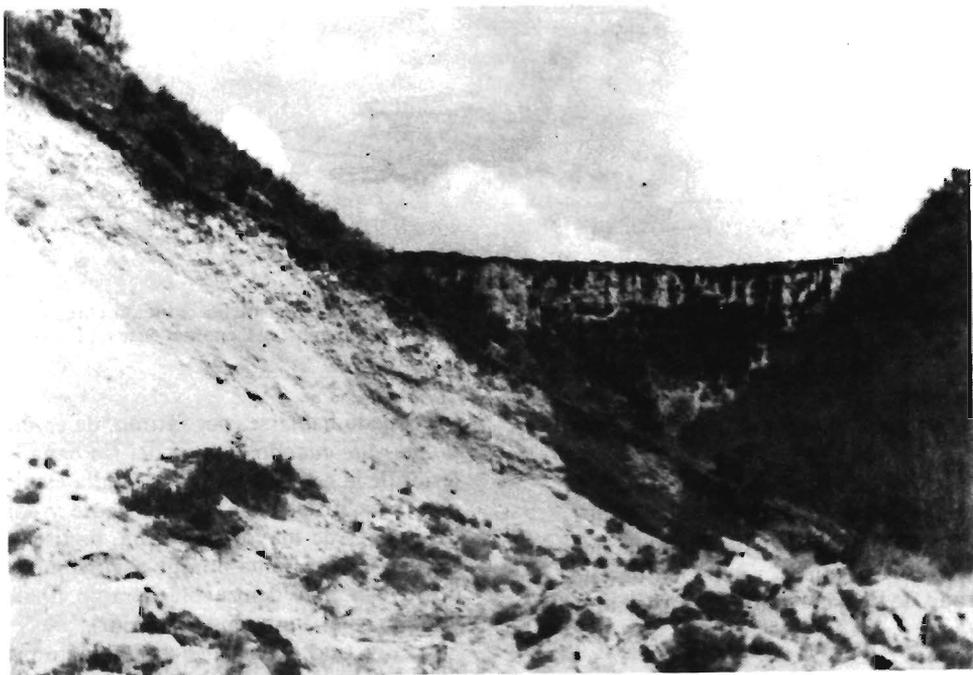


Fig. 12. Otro elemento fundamental de la vertiente: los taludes. Arriba, talud de acumulación; abajo, talud de excavación.

dientes del cantil conducen a caracterizarlo como área de partida de material, las pendientes menos enérgicas del talud le confieren funciones de *transporte* de material procedente del tramo superior de la vertiente, cuando están por encima de la pendiente límite de transporte, y de *acumulación* de dichos materiales en el caso de que no llegue al valor de la pendiente de equilibrio.

Como consecuencia de las funciones bien diferentes que puede cumplir el talud, pueden observarse taludes perfectamente limpios donde se siguen con facilidad las líneas de estratificación, cubiertas por una delgada capa de material muy fino y, por ello, fácilmente movilizable. Aunque los valores de la pendiente límite de transporte oscilan entre  $31^\circ$  y  $38^\circ$ , el desplazamiento depende de la forma y tamaño de los materiales movilizados y de las condicio-

nes físicas de los mismos<sup>48</sup>. Por ello, dentro de esos límites pueden encontrarse taludes de acumulación de derrubios muy variables en cuanto a espesor e incluso pueden observarse «grêzes litées» que atestiguan antiguos procesos periglaciares de vertiente.

En los lugares en que el talud es el elemento dominante del cañón, éste se amplía e incluso llega a desaparecer puesto que dejan de existir las condiciones de verticalidad que lo definen, operándose el tránsito hacia un tipo de vertiente regularizada.

El talud, por su situación en la vertiente puede presentar una disposición *culminante*, como sucede en amplios tramos del Rudrón, en los que la degradación del cantil es tal que llega prácticamente a desaparecer bajo el espesor de coluviones. De todos modos, el desarrollo del talud parece depender en mayor medida de la potencia del tramo litológico sobre el que se modela. Así, por ejemplo, el considerable espesor del tramo margoso del Santonense Inferior - Medio (de 100 a 200 m.) facilita el desarrollo de un amplio talud, mientras que, la menor potencia (de 20 a 50 m.), del tramo margoso que se encuentra bajo las calizas del Turonense Superior se traduce en un talud que, pese a que en ocasiones se amplía por enmascaramiento de la base del cantil, no llega a alcanzar las dimensiones del anterior, y aparece siempre en situación *intermedia*, coronado por el área suministradora de material, el Turonense Superior.

Las dos formaciones margosas aludidas, intercaladas entre las series calizas consistentes del Turonense y Santonense son las más características y de mayor extensión en la formación de taludes. Estos suelen aparecer perfectamente regularizados y completamente recubiertos de derrubios.

Cuando el talud afecta a varios tipos de roca sin que su forma externa permita apreciar variaciones se trata de *taludes mixtos o complejos*. Tienen mayor extensión en altitud que los simples y, al no ofrecer rupturas de pendiente, no permiten diferenciar los límites de cada formación, que se encuentran fosilizadas por el manto de coluviones: sin distinción. Es el caso de los taludes del Ebro, en los tramos en que el Cenomanense - Albense y las margas del Turonense Inferior, aparecen englobados en un único talud indiferenciado.

La regularidad de los taludes erosivos se interrumpe en ocasiones por encontrarse puntualmente afectados por otro tipo de procesos. Una vez que los taludes se encuentran regulados, una vez que han alcanzado su pendiente de equilibrio —ya sea por acumulación de derrubios de diferente espesor o por la alternancia de evacuación y acumulación en los mismos— pueden con posterioridad recubrirse. Estos recubrimientos pueden alterar el perfil del conjunto o consolidarlo, aspectos ambos que en los cañones se resuelven en encostramientos calcáreos, formaciones de tobas o pedreras.

Otra variedad en la tipología de los taludes es la relacionada con procesos de hundimiento y colapso. La partida de materiales del cantil se realiza en este caso de modo masivo y los bloques suministrados son de mayor tamaño que los fragmentos que aparecen englobados en el manto de derrubios.

Esta caída de grandes bloques desde el cantil puede afectar a la forma del talud, ya que pueden observarse pendientes regulares sembradas de grandes bloques. Y ello porque la pendiente del talud tiene un umbral crítico de transporte para los fragmentos de menor tamaño que son los que recibe de modo más continuo. En cambio, estos bloques de grandes dimensiones sobrepasan este umbral, ya que ofrecen mayor superficie al rozamiento, frenándose a pesar de la inercia adquirida en la caída por gravedad. De todos modos, las alteraciones que éstos bloques introducen en la forma del talud son mínimas, siendo sólo apreciables a muy gran escala; pero no dejan de tener importancia por las posibles consecuencias en la posterior evolución del talud.

Mayor incidencia en la forma resultante del talud proporcionan los fenómenos de hundimiento que, favorecidos por la alternancia litológica, facilitan el deslizamiento de grandes masas de materiales sobre el plano inclinado del talud, convirtiendo a éste en un espacio caótico de rellanos y ondulaciones de diferente pendiente e, incluso, ampliando la vertiente sobre la que se producen a expensas de su opuesta, al obligar a desplazarse el cauce en este sentido. La repetición escalonada de la serie de materiales que corresponde al cantil - talud, compartimenta la vertiente en una serie de unidades de difícil definición y de pendientes muy contrastadas.

La pendiente media de los taludes enlaza con el *fondo de valle*, que, del mismo modo que las culminaciones, se caracteriza por poseer pendientes de muy escaso valor (clases 1 y 2 del mapa). Este enlace se realiza por medio de una pendiente de relación basal, intermedia en inclinación entre las que caracterizan a los dos elementos que pone en contacto.

Los fondos de valle de los cañones son, por lo general, estrechos y discontinuos. Su génesis aparece relacionada tanto con la dinámica fluvial actual o subactual como con la propia evolución de las vertientes. En cualquier caso, el poder erosivo de los ríos —de disfuncionalidad manifiesta— resulta insignificante en relación con el que debieron mantener en los periodos de formación de estos estrechos valles. De todos modos cabe señalar una diferencia entre los más anchos y continuos fondos del valle del Rudrón y los del Ebro, más reducidos y puntuales.

En cualquier caso, este elemento de enlace entre la vertiente y el curso de agua no es significativo en el conjunto de los valles ni por su extensión, ni por definir o caracterizar el tipo de valle. Su irregularidad en gran parte de los casos está en relación con el trazado meandriforme del río y, en otros, con procesos puntuales de vertiente.

### C. La complejidad de las formas en los sistemas de vertiente

La conjunción en la vertiente de los diferentes elementos formales, analizados en el apartado anterior, da lugar a formas de mayor o menor compleji-

<sup>48</sup> Aunque los márgenes de variación pueden oscilar entre límites más amplios en el caso de materiales con condiciones mecánicas y físicas específicas. TRICART,

J.: *Precis de Geomorphologie. 2. Geomorphologie dynamique generale*, 1977, p. 82.

dad que se encuentran en estrecha dependencia del sustrato rocoso<sup>49</sup>.

La forma de vertiente más generalizada en los cañones es la que relaciona un cantil, en la parte alta, con un talud que se prolonga hasta el fondo de valle. El *tipo de vertiente cantil - talud* se ve favorecido y desarrollado por la alternancia de materiales, pues es frecuente que un solo piso se corresponda con un único elemento de la vertiente. El cantil aparece labrado sobre una roca coherente y presenta pendientes cercanas a la vertical, mientras el talud aparece sobre cualquier litología, aunque su mayor desarrollo lo alcanza sobre las rocas no coherentes, llegando al plano aluvial con un perfil rectilíneo o ligeramente cóncavo<sup>50</sup>.

La mayor parte del valle del Ebro, a su paso por La Lora, tiene vertientes de este tipo. En ellas se puede delimitar un cantil culminante en las calizas del Turonense Superior, en cualquier de sus formas más o menos degradadas, y un talud de derrubios que se apoya directamente sobre las margas del Turonense Inferior. Esta continuidad en las formas proporciona gran homogeneidad al tramo, debiéndose las variaciones de detalle al mayor o menor desarrollo de uno u otro elemento. Así, en el Ebro, existen tramos en los que el cantil ocupa las dos terceras partes de la vertiente, si bien lo más generalizado es que corresponda a poco más del tercio superior. El primer caso está relacionado tanto con el progresivo hundimiento de las calizas turonenses hacia el nordeste, en el tramo delimitado entre la confluencia con el Rudrón y Pesquera (Figura 13), como por la dinámica específica que afecta al meandro de Orbaneja. Por el contrario, el ligero abombamiento producido por los repliegues anticlinales al sur de Escalada, posibilita el mayor desarrollo del talud que llega a ocupar algo más del 70% de la vertiente.

La forma de vertiente dominante en el valle del Rudrón es, en cambio, más evolucionada. En ella, no se presenta de manera continua la ruptura de pendientes que supone el contacto entre talud y cantil, tendiendo a ser *vertientes regularizadas*. El perfil en V es característico de forma continua en el tramo del Rudrón entre Bañuelos y San Felices.

Estos dos tipos de vertientes, características y generalizadas, se complican en algunos lugares. En muchos casos, la complejidad está ligada a un condicionante estructural: la repetición de series alternantes de distinta coherencia y dureza. En el Ebro, en dos tramos discontinuos, aparecen los estratos correspondientes al Cenomanense y al Albense, además de los propios turonenses, lo cual repercute en la forma de la vertiente mediante la aparición de un nuevo cantil y un nuevo talud bajo los existentes en el resto del valle tajado en la plataforma. El cantil labrado en las calcarenitas del Cenomanense es de menor entidad que el superior —no sobrepasa los 15 - 20 m. de altura— pero introduce una ruptura de pendiente y, a veces, un amplio rellano en su dorso que priva de homogeneidad al conjunto (Figura 11).

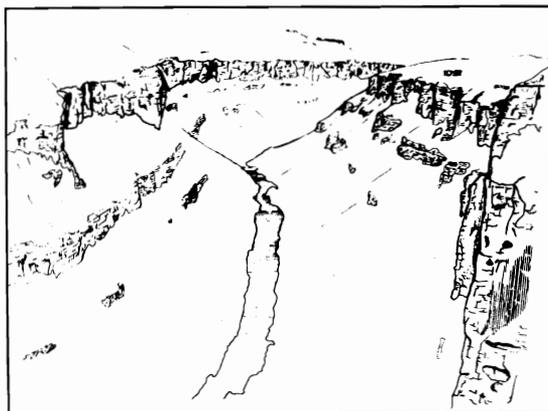


Fig. 13. La preponderancia del cantil en el tramo final del Ebro: un cantil escalonado que ocupa la mayor parte de la vertiente.

Las vertientes regularizadas, e incluso regularizadas, del Rudrón, que implican a materiales muy variados, a veces son menos homogéneas al persistir en resalte cantiles culminantes o intermedios, pese a su escasa continuidad. La margen derecha del Rudrón en Bañuelos está coronada por los estratos del Campanense que aparecen en resalte, con formas acastilladas, lo cual les individualiza del talud regularizado. De forma discontinua, existen en ambas márgenes del Rudrón restos o jirones de un antiguo cantil intermedio, que se corresponde con las calcarenitas santonenses. En ocasiones, estos mismos materiales son los que dominan la vertiente, gracias a que se labra en ellos un cantil somital; pero en todos estos casos, los cantiles tienen menor desarrollo vertical que los que proporcionan las calizas turonenses en las vertientes del Ebro. Estas diferencias formales, debidas a la Mayor complejidad litológica a lo largo del curso del Rudrón, obligan a tratar de caracterizar las vertientes de este valle en tramos específicos.

Así entre Bañuelos y San Felices el sistema de vertientes es sencillo. Aparece un talud que forma un plano inclinado, sin irregularidades o rupturas de pendiente. Pero, de forma puntual o con escaso desarrollo, factores específicos como la orientación, el corte de algún afluente o el bucle de algún meandro permiten la aparición del cantil superior o intermedio. Las calcarenitas santonenses, que en gran parte del valle se integran en el talud, destacan aquí en mogotes aislados, quedando un rellano y cantil intermedios. En otras ocasiones y de forma dispersa son las dolomías campanenses las que quedan en resalte (Figura 14).

En San Felices, la fuerte vergencia al sur de las capas flexionadas, provoca el desarrollo de dos crestas sucesivas labradas en los materiales coherentes del Santonense Superior y del Turonense Superior. Las capas superiores, que un poco más al norte conforman un cantil culminante, descienden

<sup>49</sup> La tipología de vertientes calcáreas más clásicas se encuentra desarrollada en NICOD, J.: «Les versants calcaires dans les pays sous climat actuellement tempéré, essai sur les relations des phénomènes karstiques et periglaciaires», 1972, pp. 305-319.

<sup>50</sup> Sobre la evolución de la forma de este tipo de vertiente puede verse BERNABE MAESTRE, J. M. y CALVO CASES, A.: «Algunos ejemplos de vertiente cantil - talud en los valls d'Alcoi», 1979, pp. 127-138.

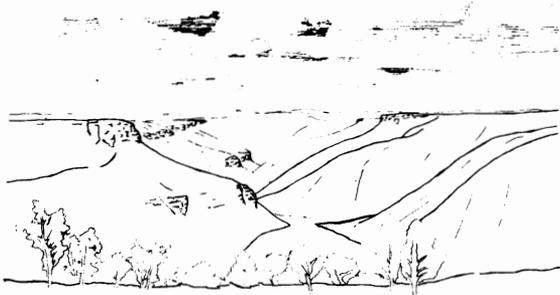


Fig. 14. Un tipo de vertiente más homogénea: los alrededores de Tablada de Rudrón.

progresivamente desde aproximadamente los 1.000 m. hasta algo más de 800 m. Las capas intermedias del Turonense Superior descienden desde los 850 m. hasta el nivel del río, a unos 700 m. Son cantiles que, perdida la horizontalidad, presentan pináculos y concavidades, dejando entre ellos un estrecho pasillo que corresponde a los materiales menos consistentes. Hacia el norte, las deformaciones estructurales se suavizan, simplificándose de nuevo la vertiente en un cantil y un talud que se corresponden con capas subhorizontales.

Desde San Felices hasta casi la confluencia con el Ebro, a pesar de que los elementos litológicos y de vertiente corresponden al sistema más sencillo cantil Turonense superior - talud Turonense inferior, existe una gran disimetría entre la margen derecha y la izquierda. Es la vertiente oeste, margen izquierda, la que presenta una mayor amplitud. En ella queda en resalte el cantil turonense, y el resto es un espacio caótico, con grandes bloques, rellanos e incluso depresiones entre ellos.

Tanto en el Ebro como en el Rudrón no existen vertientes que desarrollen exclusivamente el cantil, desde la culminación hasta el fondo del valle. En los casos en que el cantil tiene un gran desarrollo, siempre enlaza con un talud de derrubios en la base. Además, para que se produjera esta forma de relieve sería necesario que el río atravesara un único tipo de materiales, puesto que si alcanza los materiales infrayacentes, más blandos, la diferencial respuesta de ambos frente a los mismos agentes erosivos, marcará la incisión y el retroceso de las vertientes de desarrollo coetáneo al ser más rápido da como resultado un talud de pendiente media.

El talud, en cambio, sí aparece en algunos tramos del Rudrón como elemento único de la vertiente. Pero en estos casos, adquiere mayor desarrollo el fondo de valle de menor pendiente. El perfil de estas vertientes simples es ligeramente convexo, con una pequeña concavidad basal. Sus pendientes se mantienen muy cercanas al umbral crítico de transporte, y aparecen acarreadas, o con cicatrices de pequeños nichos de despegue de coladas fangosas. Estos taludes afectan a toda clase de litología del valle, la cual queda, en caso de ser materiales consistentes, biselada o enmascarada por los derrubios. Uno de los ejemplos más claros de vertientes regularizadas es el de los alrededores de Bañuelos. En él, las rocas del Santonense Medio y Superior,

muy coherentes, aparecen biseladas siguiendo el plano inclinado de la vertiente, sin diferenciarse de las margas que en el techo y muro la limitan. Lo mismo ocurre con las dolomías culminantes, de edad Campanense, aunque en lugares aislados aparezcan formando un cantil estrecho y discontinuo.

#### D. El desarrollo puntual de vertientes específicas

Ya se han apuntado algunos casos en que la forma de la vertiente no corresponde a las más características. La aparición de *formas específicas* en las vertientes está ligada a algún factor de relevancia puntual y, por tanto, de desarrollo superficial escaso. Por ello, no introducen en el conjunto más que variaciones de detalle que suelen generar disimetrías con respecto a las vertientes opuestas, al aparecer elementos específicos en una de ellas. También pueden producirse estas disimetrías cuando en ambas vertientes aparecen los mismos elementos pero hay ampliación o reducción de alguno de ellos. Incluso existen vertientes opuestas diferenciadas por ambas causas simultáneamente.

Los factores que pueden ser causa de estas variaciones son de índole muy diversa y, por lo general, actúan de forma simultánea, aunque algunos puedan ser predominantes. En primer lugar, se pueden diferenciar los valles del Ebro y del Rudrón, ya que en el primero existe una mayor coincidencia entre las vertientes opuestas, en cuanto a la litología, accidentación y disposición. En gran medida, este hecho se relaciona con las escasas rupturas que se ocasionan en el cantil al no existir una red afluente desarrollada. Los barrancos que vierten al Ebro casi no introducen modificaciones en el desarrollo regular de las vertientes al quedar colgados buen número de ellos a causa de la permeabilidad de la plataforma calcárea. En cambio, el curso del Rudrón recibe una red de afluentes más densa; éstos alcanzan el nivel del colector sin quedar colgados, lo que hace posible una mayor disimetría en sus vertientes al hacer desaparecer, en parte, los cantiles, o retrotraerlos, ampliando las vertientes en su parte superior. Una de las causas que explican este hecho es la diferencia litológica existente entre los materiales que culminan en las vertientes de ambos ríos. Las calizas masivas turonenses de los cantiles de las vertientes del Ebro tienen un grado de resistencia y dureza mayor que las calizas campanenses y santonenses que forman los cantiles del Rudrón, aunque quizás pueda ser también efecto de una mayor antigüedad y degradación del valle del Rudrón respecto al del Ebro.

La orientación o exposición de la vertiente no parece ocasionar fuertes disimetrías en las vertientes<sup>51</sup>. El encajamiento rápido de los cursos de agua, en unas condiciones estructurales y litológicas particulares, y el proceso de regularización de vertientes que le sucede tienden a crear pendientes de equilibrio, que en algunos casos se realiza de forma más o menos rápida pero con el mismo resultado.

<sup>51</sup> A esta misma conclusión llega FABRE en su estudio sobre el cañón del Gardon. FABRE, *Op. cit.*, p. 12.

Más clara parece, como factor desencadenante de algunas disimetrías en las vertientes, la incidencia de la estructura, tanto general, que implica el conjunto del roquedo, como particular, que se refiere a cada unidad litológica. En aquellos lugares en los que las condiciones estructurales de ambas vertientes son similares, las disimetrías son casi imperceptibles.

Pero la existencia de series litológicas más completas en una vertiente que en su opuesta —como sucede en el último tramo del Rudrón y del Ebro— introduce disimetrías tanto en altitud como en complejidad (Figura 15). Aguas abajo de la confluencia del Ebro con el Rudrón, los pisos más recientes se encuentran a gran distancia del cauce, produciéndose un escalonamiento de la vertiente debido a la ruptura de pendiente que implica el cantil intermedio turonense. Pero, además del escalonamiento, se trata de una disimetría producida por la desigual distancia a la que el Santonense aparece respecto al cauce en cada una de las vertientes.

La estructura subhorizontal, o los débiles buzamientos locales, impiden el desarrollo de fuertes disimetrías características de los valles cuyas vertientes acusan el contraste de la inclinación diferencial de sus buzamientos. A pesar de ello, en aquellos lugares donde los escasos buzamientos coinciden con el sentido de la pendiente, la caída de bloques es más constante que en las vertientes opuestas, donde son contrarias las direcciones de las vertientes y los buzamientos. No sólo son los buzamientos quienes propician los derrumbes, sino también la red de

fracturas y microfrazuras que afecta a las rocas coherentes, y que puede generar el desarrollo diferencial de las vertientes. Quizá el caso más espectacular lo protagonicen los deslizamientos rotacionales del curso bajo del Rudrón; se han producido en la margen izquierda, ocasionando una clara disimetría con su opuesta, ya que mientras esta última es una vertiente tipo de cantil - talud, la primera se compone de rellanos, depresiones cerradas y múltiples rupturas de pendiente que jalonan toda la vertiente.

La dinámica fluvial también es responsable de algunas disimetrías impresas en las vertientes, ya que se trata de cursos meandriiformes y encajados. La evolución de los meandros, que en el caso que nos ocupa —meandros encajados— es más lenta que en los libres, no por ello deja de ser apreciable. Esta dinámica específica genera el desplazamiento de los cursos de agua hacia la orilla cóncava dejando, al variar el curso, vertientes opuestas bien diferenciadas. La tendencia de los cursos a producir una intensa labor de zapa en la orilla cóncava de los meandros y a depositar los materiales acarreados en la convexa, permite variaciones en la base de las vertientes que repercuten en la evolución general de la misma. El caso del tramo central del Ebro, en los alrededores de Escalada y Quintanilla Escalada, es significativo. En el meandro inmediato, aguas arriba de Escalada, su margen derecha es mucho más suave que la opuesta; además, el río deja a ese lado una amplia llanura aluvial acortando su recorrido al aproximarse a la vertiente contraria. La forma que presenta el conjunto es comparable a la que

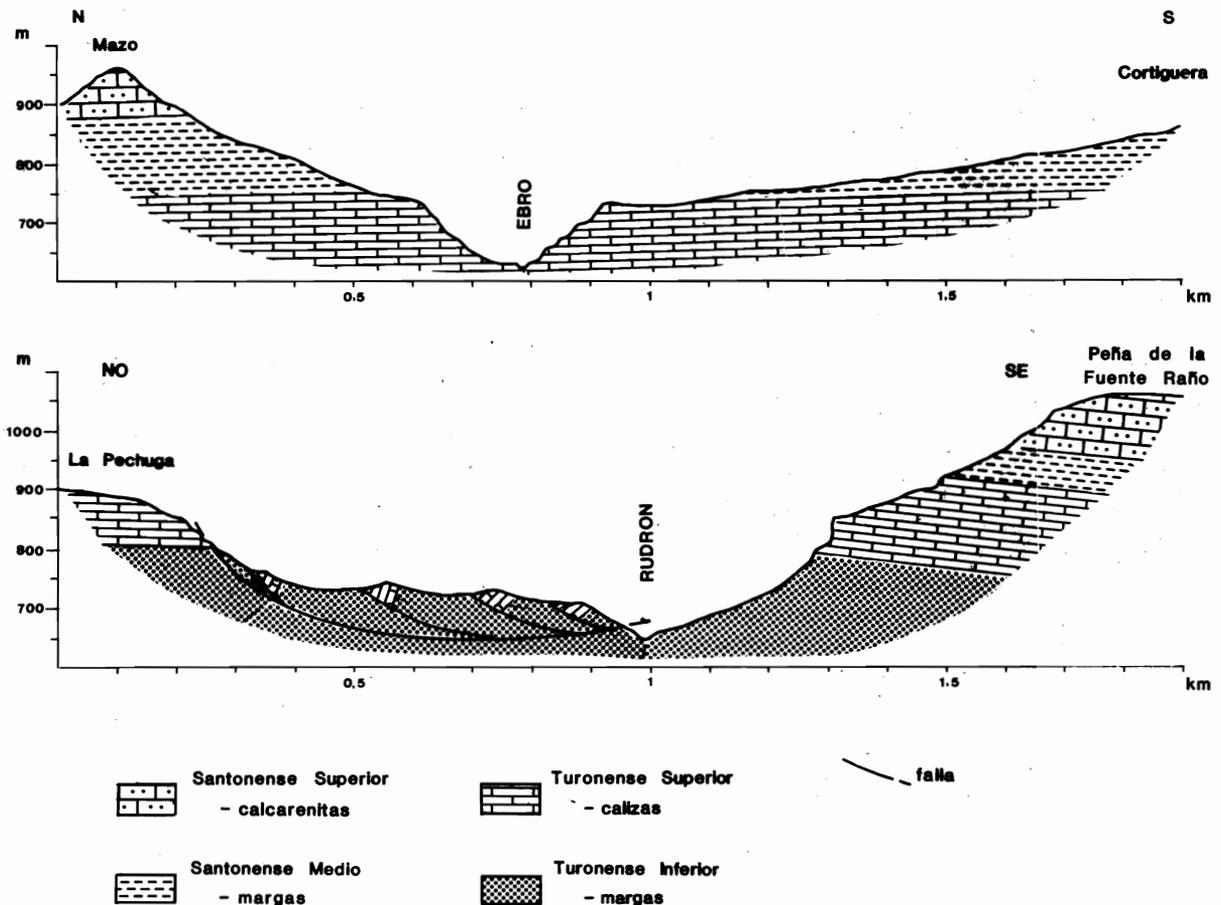


Fig. 15. La diferente complejidad de las vertientes genera disimetrías: cortes de los tramos finales de los cañones del Ebro y del Rudrón.



Fig. 16. Un tipo de vertiente específico: el meandro abandonado de Valdeleiteja.

existe en el Rudrón tras el meandro de Tablada, donde el río parece haber variado su trayectoria original para desplazarse de modo más rectilíneo. El caso más llamativo de disimetría de vertientes a causa de la dinámica fluvial es el *abandono de meandros*, como ocurre en Valdeleiteja y Villaescusa. En ellos, el recorte del trazado primitivo dejando en una de las vertientes la huella del antiguo curso y de sus vertientes, produce una disimetría notable. Se abandonan bucles completos con mogotes coronados por materiales duros de planta circular. Se genera así una desaparición puntual de los cantiles culminantes que retroceden en la plataforma o son incorporados al talud; y, éstos, se relacionan con los mogotes a través de collados amplios, que corresponden a un nivel antiguo del curso de agua (Figura 16).

Otro factor capaz de producir alteraciones en la simetría de las vertientes es la existencia de surgencias en la superficie de contacto entre los materiales calizos, permeables, y los margosos, impermeables (también pueden producirse dentro de la roca calcárea, cuando coinciden con la salida al exterior de algún aparato subterráneo que no haya alcanzado el nivel inferior). La presencia de surgencias en las vertientes da lugar, en algunos casos, a deposiciones tobáceas que introducen complejidad en la vertiente afectada. En ella se produce una convexidad a partir de la surgencia y un rellano debajo de ella; con lo cual se crean pequeños cantiles intermedios al producirse esta ruptura de pendiente. La vertiente opuesta, por el contrario, se encuentra por lo general más verticalizada puesto que al originarse la terraza de toba se obliga al colector a desplazarse hacia la orilla opuesta (Figura 32).

En otras surgencias, en las que no se producen depósitos tobáceos, la caída del agua, que suele ser esporádica o estacional, produce una incisión en la vertiente que desestabiliza los derrubios acumulados bajo el cantil, lo cual es causa también de pequeñas disimetrías.

En resumen, y desde un punto de vista morfológico, las vertientes de los cañones, los sistemas de vertientes —en cuanto conjunción de varios elementos articulados— pueden agruparse en dos tipos bien diferenciados: El sistema cantil - talud y el sistema talud generalizado con leve convexidad cenital y concavidad basal. Estos dos grandes grupos pueden, a su vez, verse alterados por complejidades de menor significación espacial, pero susceptibles tam-

bién de ser tipificadas en cuanto que se repiten con cierta frecuencia. Así, el sistema cantil - talud puede desdoblarse en dos series consecutivas, o el sistema talud puede ver alterada su homogeneidad por la aparición de pequeños cantiles intermedios o culminantes, o de convexidades que no tienen la pendiente necesaria para merecer la calificación de cantil. Todos estos tipos aparecen en relación muy directa con las condiciones litológicas del área, fundamentalmente en lo que se refiere a las características de resistencia y dureza que preentan los materiales coherentes y menos coherentes, con diferentes capacidades de respuesta a los procesos desencadenados. *La alternancia de materiales es, por tanto, la base del desarrollo de formas diferenciadas en las vertientes.*

Además, dentro de la variedad existente entre los dos grupos de materiales que alternan —coherentes y menos coherentes— existen tipos de rocas, todas ellas englobadas en el grupo primero, muy diferentes en su comportamiento y evolución. Como la mayor parte de los autores explicitan, las calizas masivas tienden a evolucionar en forma de cantiles más o menos degradados, mientras que las calizas tableadas, con intercalaciones margosas y con mayor porcentaje de impurezas derivan por lo general en vertientes regularizadas. Hecho constatado de manera bastante precisa en el caso de los cañones del Ebro y Rudrón.

Por otro lado, procesos puntuales o de escaso desarrollo introducen modalidades específicas en las vertientes. Estos procesos mantienen relación, sobre todo, con la dinámica kárstica —surgencias, tobas...— o con la dinámica fluvial y sus etapas de profundización —abandono de meandros, cambios de trayectoria...— pero siempre apoyándose en una trama estructural.

Y esta es otra de las características fundamentales de los sistemas de vertientes de los cañones: se trata en la mayor parte de los casos de *vertientes estructurales*, rasgo muy claro en el caso de las vertientes con cantil y vertientes con escalones<sup>52</sup>, cuya evolución puede ser aclimática y realizarse por caída de bloques; pero apreciable también en el caso de las vertientes más complejas, e incluso de las reguladas. La estructura subhorizontal de la plataforma posibilita el desarrollo de vertientes homogéneas, con disimetrías poco marcadas. Por ello, las disimetrías de vertiente en los cañones son muy locales y sólo en casos excepcionales presentan un desarrollo y características apreciables.

De todo lo expuesto cabe deducir la importancia que en la forma actual de las vertientes han tenido los procesos antiguos. Tanto la dinámica fluvial como la dinámica kárstica son, actualmente, mucho menos intensas e incluso casi imperceptibles. Ocurre lo mismo con los procesos directamente conectados con unas determinadas condiciones climáticas, cuyas consecuencias fueron más importantes en el pasado que en la actualidad. La existencia de vertientes regularizadas en extensos tramos del Rudrón, caracterizadas por la práctica inexistencia de depósitos de ladera, indican que se ha alcanzado el umbral de evacuación, es decir, son vertientes de Richter propias de condiciones peligra-

<sup>52</sup> NICOD, J.: «Sur l'évolution...», p. 15.

ciars. Por otro lado, los taludes de acumulación, de pendientes menos acentuadas, pero también regularizadas, indican unos aportes de materiales procedentes del cantil que hoy día sólo se producen en puntos aislados. Así, las formas que presentan hoy los cañones son, en gran medida, *heredadas*. Por ello, he considerado conveniente analizar los procesos antiguos —generalizados— y los actuales —particularizados— que son el origen de tales formas.

Pero los procesos no ocupan todos el mismo lugar en el mismo elemento de vertiente. La vertiente en cuanto a su forma interesa porque de ella, y más concretamente de sus pendientes, depende en parte que puedan desencadenarse unos u otros procesos e incluso la intensidad de ellos. Por esto, y dado que existen dos elementos de la vertiente claramente diferenciados, cantil y talud, aunque con variaciones en cuanto a su posición dentro de la vertiente, amplitud y caracteres internos, lo cierto es que ambos se diferencian por los procesos que les son exclusivos. El cantil es fundamentalmente el área de partida de material; su litología más resistente la convierte en área de pendientes más pronunciadas y por tanto con umbral de inestabilidad mayor. El talud, en cambio, en la mayor parte de los casos ha alcanzado el umbral de equilibrio o está próximo a conseguirlo; sus pendientes menos acusadas le convierten en el espacio receptor del material procedente de los cantiles y partes más inestables. Es pues, un área de acumulación de material; un área donde los procesos de destrucción están amortiguados aunque no dejen de existir. Los desequilibrios provocados por cualquier variación en la parte inferior de las vertientes o en el suelo o capa más superficial, o los debidos a las aguas de arroyada o torrenciales, provocan una serie de alteraciones puntuales que pueden degenerar y desencadenar variaciones fundamentalmente de la capa superficial.

El cantil, por tanto, es el área donde actúan procesos morfoclimáticos y mecánicos a diversas escalas, desde la microgelifración a las caídas de grandes bloques. Son procesos que, aunque estrechamente ligados a las condiciones climáticas, se relacionan con la estructura en cuanto que aprovechan las líneas de debilidad de la roca coherente. Es esta dialéctica entre los dos componentes, estructural y climático, la responsable de la existencia o no de pequeños residuos o grandes bloques en las vertientes según la orientación y caracteres particulares de cada sector. Reductos microclimáticos, pequeñas variaciones en los buzamientos de las capas o los lugares donde la tectónica ha triturado o debilitado la roca tienen una importancia decisiva en el modelo de detalle.

A estos conjuntos de procesos hay que superponer un tercero, específico de la litología en la que se desarrollan los cantiles. Las calizas, fundamentalmente las del Turonense Superior, están muy karstificadas: cuevas, pináculos, grutas, abrigos o salas jalonan la alineación del cantil y se interfieren con los procesos anteriores para seguir la destrucción lenta en estos momentos pero más violenta en momentos climáticos anteriores, responsable de la ampliación del valle.

En cambio, en los taludes los procesos dominantes son muy distintos. Es cierto que no pueden

aislarse ambos elementos de la vertiente. Tampoco es absolutamente exacto que cada elemento tenga funciones exclusivas: procesos de acumulación se producen al pie de los cantiles que van enmascarando; procesos de partida de material se producen en los taludes cuando se originan descalzamientos en la parte inferior o cuando por embebimiento de agua de la parte superior de los coluviones, se producen deslizamientos. Lo que sí es cierto es que en uno y otro los procesos dominantes son diferentes, así como también lo es que la estabilidad de los taludes puede lograrse por medio de una cobertera vegetal que fije el suelo y detenga o amortigüe la caída del agua de lluvia, lo que es más difícil de realizarse en los cantiles donde la inexistencia de suelo y las fuertes pendientes imposibilitan la instalación de una masa vegetal que no sea de orden inferior.

Los procesos generalizados en los taludes están en relación con la naturaleza de los materiales que los conforman. Materiales que cuando son *in situ* se trata de margas calcáreas y calizas con finas pasadas, deleznable e impermeables y sobre ellos un espesor de coluviones procedentes de los aportes de cantil, formado por cantos más o menos groseros y material fino que rellena los huecos. Un material que puede deslizarse en masa o formar regueros o conos de piedras. A estos procesos hay que añadir los relacionados directamente con la escorrentía canalizada del agua: procesos de disección torrencial y conos aluviales procedentes de los torrentes. Y la manifestación kárstica más relevante de los taludes son las surgencias y formaciones de toba.

#### 4. La genesis de los valles: procesos antiguos

##### A. La construcción progresiva de la red del Ebro

Es evidente que la historia del Ebro se ha desarrollado en relación con los acontecimientos tectónicos que han encauzado la escorrentía, hasta organizar la red hidrográfica actual. Por tanto, la estructura geológica y su configuración es uno de los factores primordiales a tener en cuenta en la explicación de la génesis de la red.

Tomaremos como punto de partida la elevación de la Cordillera Cantábrica en la orogenia alpina, que comenzó su actividad a finales del Cretácico y, de manera continuada aunque con fases de mayor intensidad, se continuó hasta el Pleistoceno. Una primitiva e incipiente red fluvial se organiza durante el Paleógeno siguiendo la dirección de las principales estructuras que, en este sector central meridional de la Cantábrica, es fundamentalmente O/NO - E/SE. Durante la fase Pirenaica —final del Eoceno— se produce el plegamiento principal, desarrollándose el diapirismo y los cabalgamientos. Este hecho, unido a que la pendiente estructural descende desde el Macizo Asturiano hacia la fosa del Ebro, son los responsables de la canalización de la escorrentía hacia el sureste, es decir, hacia el Mediterráneo. La incipiente red estaría constituida por una serie de cursos más o menos paralelos que, aprovechando las depresiones, se dirigirían hacia el sureste. El Ebro como colector único del conjunto no debía aún existir.

La cuenca drenada tampoco correspondería

con la actual, pues el Ebro ha ido perdiendo terreno por todas sus divisorias. El basculamiento de la Meseta hacia el oeste supuso captaciones en todo el sector suroeste de la cuenca alta del Ebro. Además, a medida que los ríos cantábricos retrocedían en sus cabeceras invadiendo la cuenca del Ebro por el noroeste, los ríos de la red del Duero lo hacían por el sureste en el Sistema Ibérico. De este modo, la cabecera actual del Ebro, cuyo estrecho ángulo agudo implica —como hemos señalado— un escaso desarrollo de los afluentes, habría sido durante parte del Terciario y hasta el Plioceno al menos, bastante más amplia.

Esta hipótesis de una primitiva organización fluvial hacia el sureste se apoya en la presencia de las lenguas de Plioceno que por la Lora de Sedano penetran hacia el noroeste, y cuyos depósitos de arrastre fluvial tienen apariencia de cono de deyección o deposición deltáica.

La primitiva mayor amplitud de la cuenca mediterránea, ya mencionada, podría ser la posible explicación del desarrollo del valle del Rudrón. Se trata hoy de un pequeño afluente autóctono de la plataforma calcárea de La Lora, pero su valle, un cañón degradado, parece sugerir la existencia de un río bastante caudaloso y antiguo. Si, como MABESOONE indica<sup>53</sup>, el Camesa, alto Pisuerga, etc., actualmente pertenecientes a la red del Duero, drenaban hacia el Mediterráneo hasta el Plioceno —en el que durante la fase Rodánica se produce el basculamiento de la Meseta hacia el oeste—, bien podrían ser estos ríos, actualmente atlánticos, la cabecera alóctona de un primitivo Rudrón. De este modo, podría disponer de un caudal importante por encontrarse al pie de altos relieves, y por ver considerablemente aumentada su cuenca actual.

Según esta hipótesis, es posible que la red del Rudrón a través del río San Antón y Moradillo se dirigiera hacia el Mediterráneo. Al producirse la readaptación, después del Plioceno y durante el Cuaternario, se ha invertido el sentido del drenaje de estos afluentes del Rudrón, que en los momentos actuales se dirigen hacia el noroeste<sup>54</sup>.

La divisoria de aguas septentrional del Ebro en la llanura de la Virga, es también muy difusa y el Ebro corre a escasos metros de ella. Los ríos cantábricos, y en concreto el Besaya<sup>55</sup> amenazan con capturar las fuentes del Ebro - Híjar, pues su mayor pendiente, su agresividad y las facilidades que ofrecen a la disección los materiales del Triás en los que se asienta la cabecera, facilitan la erosión remontante. Del mismo modo, es pensable que la cuenca del Ebro en este sector fuera durante el Plioceno más amplia que en la actualidad, puesto que el fenómeno de «invasión» cantábrico se produciría también.

La desorganización de la red primitiva y la

conformación de la actual se produce coetáneamente al movimiento de elevación del conjunto. Si bien la orogénesis continuada conduce a los cursos a un *encajamiento epigénico por sobreimposición*, los obstáculos que suponen los múltiples accidentes tectónicos en las áreas de tectónica más violenta retocarán en detalle el primitivo diseño simple de la red. Si es a final del Eoceno, en la fase Pirenaica, cuando la orogenia es más intensa, será coetánea y posterior la reorganización de la red.

En este marco general, el nivel de base local de La Lora, fuera o no entonces el Ebro el único colector, parece atestiguado por la existencia de depósitos fluviales sobre el Páramo de Bricia. Entre la venta de Orbaneja del Castillo y Turzo, a 900 - 920 m. de altitud, aparece un extenso depósito de cantos rodados<sup>56</sup>. Los elementos que lo componen son groseros, con longitudes en su eje mayor que pueden llegar a los 50 cm.; la mayor parte de ellos son areniscas wealdenses. Sus características hacen suponer una deposición tipo «raña», similar a las existentes en otras partes del piedemonte de la Cantábrica, que evidenciaría el intenso vaciamiento que ha sufrido el relieve a lo largo de la línea de dislocación de Zamanzas. Este hecho indica la existencia de torrentes que desaguaban en un Ebro que discurría sobre el páramo con un trazado sinuoso. Hay también restos de depósitos fluviales en La Lora de Sargentas, a unos 1.000 m. (1.033 m.) de altitud que suponen la existencia de cursos a ese nivel, pero en este caso los cantos rodados son de dimensiones mucho más reducidas —aproximadamente 10 cm.— que los de Turzo.

Las características de los cantos de Turzo, en su mayor parte rubefactados y gelifractados, hablan de la antigüedad del depósito. Su tamaño indica un régimen hidrológico torrencial que fuera capaz de acarrear una carga tan gravosa. La rubefacción se habrá producido una vez depositados, y nos habla también de un clima árido. Por otro lado, su estallamiento debido a la acción del hielo - deshielo, que necesariamente debió producirse después de su transporte, los define como antepleistocenos. Así, antes del Cuaternario, la red discurriría divagante por la superficie de los páramos, a más de 250 m. sobre el nivel actual de los cauces<sup>57</sup>.

De todo lo expuestos cabe deducir que ha sido durante el Cuaternario cuando los ríos se han encajado. En esta época, gracias a ser un periodo de fuertes crisis climáticas, el desmantelamiento del relieve debió ser particularmente activo, y en la plataforma calcárea la acción combinada de procesos kársticos y climáticos habría dado como resultado los «cañones», tal y como hoy los conocemos.

Por otro lado, los depósitos de vertiente que forman los taludes de los cañones son claramente periglaciares. «Grézes litées» aparecen en el puerto

<sup>53</sup> MABESOONE, *Op. cit.*, p. 125 y BOMER, B.: *La Bassin de L'Ebri et ses bordures montagneuses. Etude géomorphologique.*

<sup>54</sup> En el periodo de vacilación es posible que se formara una cuenca endorréica y lacustre en torno al área donde se produce el cambio de dirección. Es en este mismo lugar, los alrededores de Tubilla del Agua, donde con posterioridad y por causas bien diferentes se originó el complejo travertínico y tobáceo mayor de La Lora.

<sup>55</sup> Como lo expresan MENGAUD, HERNANDEZ PACHECO y DAVY, autores ya mencionados.

<sup>56</sup> Este depósito aparece ya mencionado y analizado en ORTEGA VALCARCEL, *Op. cit.*, p. 73.

<sup>57</sup> BOMER opina que las terrazas del Ebro que se encuentran de 200 a 250 m. por encima de los lechos actuales corresponden exclusivamente al Cuaternario medio y reciente. BOMER, *Op. cit.*

de descenso de La Lora de Bricia a Escalada o en algunas graveras dispersas por los cañones. Así, en periodos de gran intensidad de frío los ríos ya se había encajado o se estarían encajando. Pero los depósitos alcanzan las partes bajas de las vertientes y están cubiertos de pedreras actuales o formaciones de suelo relativamente espesas, lo que nos permite suponer que, el clima periglacial se habría mantenido prácticamente hasta los actuales niveles de encajamiento en los cañones.

De este modo, de una forma provisional, la cronología relativa de estos valles podría quedar establecida. La importancia de las grandes líneas estructurales en el trazado parece evidente, y el encajamiento en el macizo de La Lora durante el Cuaternario se habría realizado en conexión con el desarrollo de los procesos kársticos, que también han actuado como modificadores en detalle. Si bien puede suponerse que, mientras el encajamiento del Rudrón se produce sobre un valle ya existente y labrado por un río alóctono de mayor importancia que el actual, la reorganización de la red en detalle parece haber afectado con más intensidad al Ebro y al tramo final del Rudrón que, en dirección perpendicular al colector, va de San Felices hasta la confluencia.

### B. El carácter estructural del conjunto de los valles

Desde una óptica general, La Lora es un área con marcada incidencia de la componente estructu-

ral: es un área de relieve estructural. Los valles que discurren por ella también se adaptan a esta caracterización general. Por otro lado, la red de fracturas de escaso salto, desgarres y microfracturas que la surcan han configurado el trazado de detalle de los cursos de agua que circulan por la plataforma.

Las principales direcciones estructurales han propiciado la organización y trazado actual de la red del Ebro - Rudrón. Pero en esta red fluvial -tal y como hemos visto-, la dirección noroeste - sureste no aparece de modo estricto, y las desviaciones de este trazado general son la norma en un análisis más detallado. Estos cambios de dirección se deben en gran medida a la microtectónica y a las peculiaridades estructurales de este ámbito.

La Lora se definió como un área de relativa calma tectónica, recalcando su carácter de espacio homogéneo, sin grandes accidentes. Pero, la regularidad del conjunto no es completa. Por ejemplo, los buzamientos generales del sinclinal de Sargentas - Sedano, en torno a los 10 - 12°, son más enérgicos en algunos lugares. En detalle, pequeños repliegues como el de Escalada, sin apenas incidencia en el relieve de la plataforma, dan lugar a ampliaciones de los valles; flexiones bruscas de las capas como la de San Felices, inciden en el estrechamiento del valle del Rudrón, originando el congosto de San Felices; fracturas poco pronunciadas pueden desencadenar procesos de vertiente catastróficas si su dirección es coincidente con la del valle. Por último, el micro-modelado de los valles aparece en estrecha relación con la red de microfracturas que afectan a la plataforma. Microfracturas y diaclasas nunca aparecen

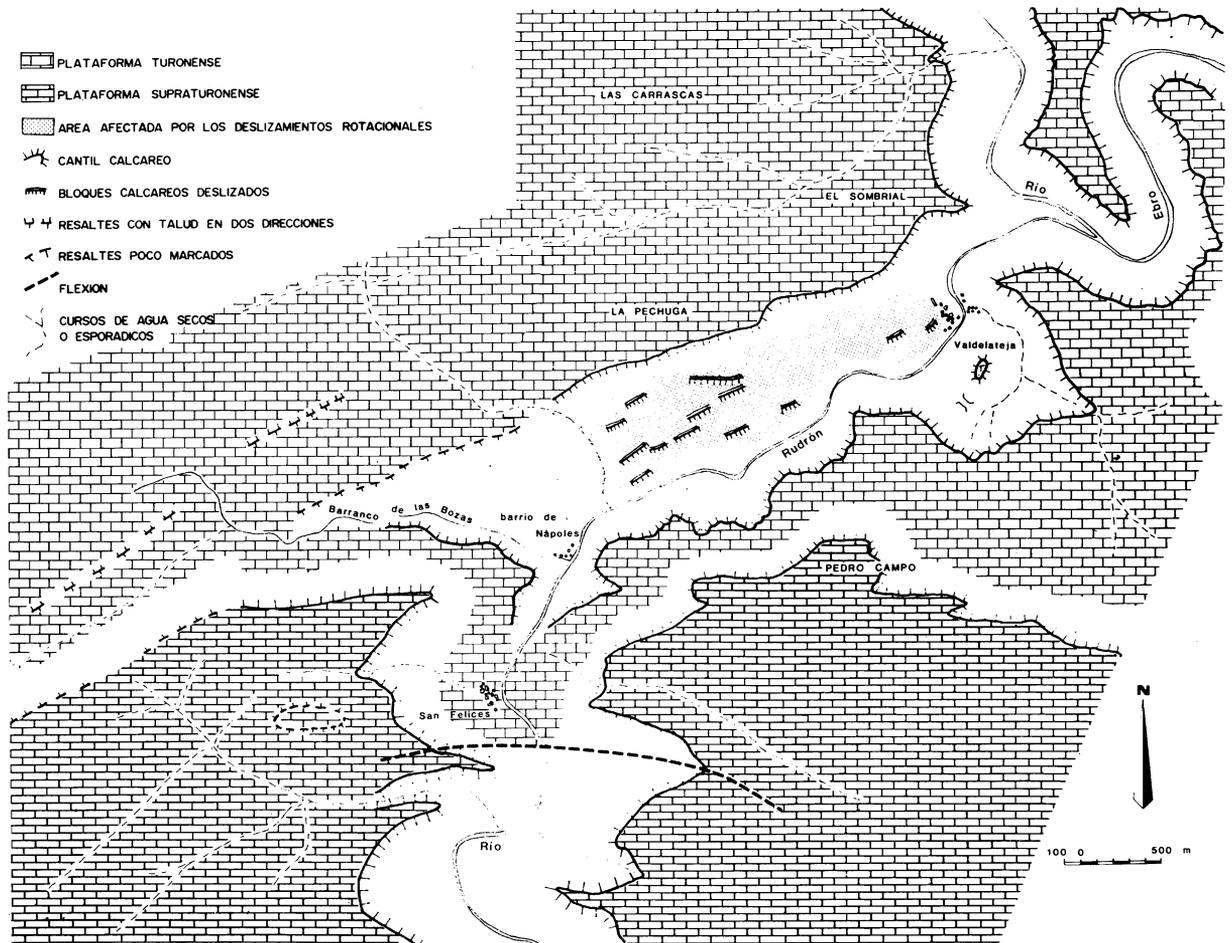


Fig. 17. Materiales de la cuenca del Rudrón.



Fig. 18. La marcada disimetría de vertientes originada por los deslizamientos rotacionales.

aisladas sino formando redes más o menos densas y complejas, cuya incidencia en trazado de detalle de los cañones resulta muy espectacular en los cantiles; pero su importancia no ha debido ser menor en el periodo de excavación intensa de los cursos.

a) *Las fracturas locales como inductoras: los deslizamientos rotacionales.* Las fracturas de La Lora—como hemos visto—son escasas, y apenas se traducen en el relieve de la plataforma, pero su existencia genera o posibilita la acción más intensa de otros procesos inducidos por ellas. Las áreas de fracturas constituyen ámbitos de mayor debilidad que el resto de la plataforma, de tal modo que, los procesos generales responsables del modelado de los valles pueden incidir en esos sectores con mayor intensidad. Ello es observable en el caso de aquellas fracturas locales por las que discurren directamente los cursos de agua: es el caso del meandro del Rudrón en Tablada. Se trata de un bucle muy alargado y anguloso, sin continuidad puesto que el resto del trazado del Rudrón es sinuoso, pero no meandriforme. Observando con detenimiento la forma del meandro puede apreciarse, además, que el lado este, más corto, se prolonga hacia el sur por un afluente que en dirección paralela desemboca en el colector. Son dos fracturas paralelas, muy próximas, de dirección sur - norte, la misma que un poco más adelante toma el Rudrón hasta San Felices.

Pero quizás el caso más claro de proceso de vertiente en que una fractura actúa como inductora del mismo sea el de los deslizamientos que afectan al curso bajo del Rudrón.

Desde el Barrio de Nápoles, un kilómetro al noreste de San Felices—por la carretera Burgos - Santander— hasta Valdeleja, el cañón del Rudrón ofrece una espectacular disimetría de vertientes (Figura 17). El encajamiento del Rudrón un kilómetro aguas arriba, al que coadyuva la flexión de San Felices, se encuentra bruscamente interrumpido, pues mientras la vertiente orientada al oeste sigue manteniendo los rasgos de energía y estrechez que caracterizan a todo el valle, la vertiente este se amplía desmesuradamente. Esta desigual anchura de la vertiente (800 m. desde el fondo del valle hasta la culminación de las calizas Turonenses, frente a 250 m. de la vertiente opuesta) se ve acentuada por la diferente altitud de las culminaciones en una y otra vertiente. La orientada al este tiene su culminación a 900 m. aproximadamente, y presenta una alternancia litológica simple: calizas del Turonense Superior culminantes y margas del Turonense Inferior

formando el talud y el fondo de valle. En cambio, la vertiente orientada al oeste presenta una mayor altitud (Pedro Campo, 1.052 m.), y su alternancia litológica es más compleja. Aparece coronada por las calcarenitas del Santonense Superior - Medio, que originan un cantil culminante bajo el cual se desarrolla un amplio talud en las margas del Santonense Inferior; más abajo aparece un nuevo cantil—intermedio—, que corresponde a las calizas del Turonense Superior, y bajo él, y hasta el río, un talud—menos amplio que el superior— sobre las margas del Turonense Inferior. Es, pues, un sistema de vertiente complejo, tanto litológica como morfológicamente; más complejo en cualquier caso que el de la vertiente opuesta (Figura 18).

El retroceso más pronunciado del cantil expuesto a oriente aparece en relación con una serie de fracturas que, si bien no permiten apreciar el desnivel de los estratos, pueden seguirse sin dificultad a lo largo de varios kilómetros. Estas líneas, de dirección SO - NE, coincidentes con la mayor parte de los accidentes secundarios de la Lora de Sargentos—repliegue anticlinal de Ayoluengo, haz de pliegues del noreste y, sobre todo, falla de Ayoluengo—, son también las que rigen la dirección de los arroyos de la red patente afluente del Ebro y del Rudrón—arroyos hoy secos y colgados en su mayor parte.

Una de estas líneas de fracturación local de dirección SO - NE facilitó la excavación del lecho del Rudrón en el tramo que lo comunica con el colector, variando notablemente su primitiva dirección NO - SE. A partir de una fractura paralela al curso, y que afectaba a la masa calcárea, se produjeron uno o varios desprendimientos en masa en la vertiente orientada al este.

La ampliación de la primitiva incisión fluvial se pudo desarrollar gracias a los fenómenos de descompresión propios de un borde de valle en su frente, ya que las fisuras de expansión paralelas a la pared rocosa, que acentuarían su inestabilidad, son coincidentes con la dirección de la fractura. Por otro lado, los procesos de disolución kárstica favorecen la escorrentía subterránea, que provoca el empapamiento de la franja de contacto entre calizas y margas, además de la propia infiltración a través de las fisuras. Con ello, la formación margosa en su parte más externa adquiere el umbral de fluidez crítico al deslizamiento de estos materiales, descalzando las capas suprayacentes y arrastrándolas con la colada fangosa<sup>58</sup>.

Los cambios climáticos cuaternarios han podi-

<sup>58</sup> Un caso similar presenta CLAUZON en el valle del Cagne y del Var, para una dinámica de conjunto regida por la estructura pero que sólo es eficaz a partir de un cierto nivel de excavación. CLAUZON, G.: «Genè-

se et évolution du front subalpin entre la Carge y le Var (Extrémité orientale de l'arc de Castellane, Alpes - Maritimes)», 1975, pp. 73-80.

do influir en el proceso, aunque quizá sólo acelerándolo. Es obvia la importancia del agua en el deslizamiento. Por ello, durante un periodo húmedo o de deshielo, probablemente interglaciario, la potenciación de la excavación del curso de agua pudo producir el descalzamiento de la vertiente original por la remoción de derrubios en la base de ésta, originándose así el deslizamiento en masa de los materiales embebidos del agua de percolación de la plataforma calcárea.

Las condiciones litológicas son particularmente favorables al desarrollo del proceso. La alternancia de materiales, los correspondientes al Turonense Superior, consistentes, permeables y muy karstificados, y otros, las margas infrayacentes del Turonense Inferior, plásticas e impermeables, ha sido, junto con la estructura existente, el elemento decisivo que ha permitido el desencadenamiento del proceso existente<sup>59</sup>.

Las margas, de un espesor cercano a los 50 m., plásticas y también afectadas por la fractura, que ha implicado a todos los materiales de la vertiente, han actuado como lubricante y colchón de deslizamiento. Estos se han desplazado en masa a considerable distancia, de modo que debieron alcanzar la orilla opuesta, taponando o dificultando el paso del curso de agua.

La remoción adquirió forma de deslizamiento rotacional, siguiendo unos planos de rotura según un sistema de fallas penamienses. Esta estructura se manifiesta en los restos de calizas turonenses que aparecen diseminados por la vertiente, y que presentan buzamientos de hasta 60° (además de la repetición de la serie completa en algunos sectores), mientras que la roca en su punto de partida se presenta subhorizontal.

Los bloques caídos son de dimensiones considerables, pudiendo alcanzar algunas decenas de metros de longitud, pero su caótica distribución impide hacerse una idea de la magnitud del conjunto deslizado. Esta degradación y compartimentación de la masa deslizada permite hacer algunas precisiones acerca de la antigüedad del proceso.

El aspecto degradado obliga a pensar en un proceso no actual y posteriormente remodelado, pero la existencia de bloques calcáreos alóctonos en las proximidades del lecho actual del río sugieren que la excavación del talweg estaba ya realizada prácticamente al nivel actual cuando se produjo el deslizamiento<sup>60</sup>. Puede interpretarse también que el proceso se produjo en varios momentos sucesivos, correspondientes a otras tantas fases de mayor actividad fluvial, puesto que la vertiente originada tras el primer deslizamiento sería lo suficientemente inestable como para repetir el deslizamiento. Sea un proceso en varias fases o en una sola, lo cierto es

que parece relativamente reciente. Si se admite la hipótesis de un único momento del deslizamiento, éste tendría que haberse producido en un Cuaternario muy reciente, puesto que el río circularía a un nivel similar al actual. En el caso de admitir la segunda hipótesis, la de un deslizamiento en varias fases, la última sería coincidente con el caso anterior, mientras que se podría alargar a un Cuaternario más antiguo el inicio de las primeras fases.

La consecuencia de este tipo de procesos súbitos –aunque requieran una larga preparación– son *catastróficas*, puesto que alteran repentinamente el medio preexistente, y de una forma violenta. Una vez que la masa rocosa entra en movimiento, su inercia sólo puede ser frenada por una reducción muy considerable de la pendiente, –lo que no parece probable dadas las condiciones existentes en el resto del valle–, o porque colisione con un obstáculo, en este caso la vertiente opuesta.

No hay vestigios ni bloques en la vertiente opuesta, pero es muy probable que el deslizamiento llegara a obstruir el curso de agua, pues precisamente en Valdelateja, donde acaban los deslizamientos, existen deposiciones calcáreas con aspecto de tobas de represamiento. Estas tobas aparecen sobre todo en la vertiente afectada por los deslizamientos, pero también en la opuesta, lo que parece sugerir la posible obturación estacional del curso. De todos modos, la escasez o falta de vestigios en la vertiente no afectada aparece justificada por el desplazamiento del curso de agua hacia ella. Las sinuosidades patentes en la forma del cantil intermedio de esta vertiente han quedado limadas al nivel del lecho actual, con lo que la mayor verticalidad ha podido facilitar la evacuación de los residuos existentes en ella.

b) *Las microfracturas: un elemento dominante en el trazado de detalle.* Hemos señalado ya el carácter meandriforme y divagante de los valles del Ebro y Rudrón; caracteres que fueron resaltados y que conviene retomar aquí, dada su estrecha vinculación con la red de microfracturas y diaclasas que afectan al conjunto de la plataforma.

La red de microfracturas es particularmente visible en las calizas microcristalinas del Turonense Superior. Quizás sea el carácter masivo de esta roca la causa de su fragilidad frente a las tensiones y distensiones de los movimientos tangenciales y verticales en el macizo. Lo cierto es que en los pisos más recientes, esta red no aparece de forma tan clara, y sólo las fracturas locales, de cierta entidad, pueden seguirse en ellos con relativa facilidad. Por ello, las plataformas de Sargentos y Bricia constituyen los observatorios más adecuados para analizar estos elementos.

<sup>59</sup> Junto a esas *condiciones necesarias* para que se pueda desarrollar el proceso, es necesario el concurso de un *factor desencadenante* que en un momento dado le pusiera en marcha –por ejemplo, un descalzamiento en la base de la vertiente. Estos conceptos equivalen a lo que SHARPE denominó *passive conditions* y *active conditions*. SHARPE, C. F. S.: *Landslides and related phenomena*, 1938; citado por YOUNG, A.: *Slopes*, 1972, p. 82.

<sup>60</sup> Muchos de estos procesos son relativamente recientes, e incluso corresponden a épocas históricas. Es el caso

de los ejemplos estudiados por LA ROCA y SURIO y CANO en la región valenciana, que, aunque no son del mismo tipo que el aquí señalado tienen en común el carácter catastrófico y el fuerte desequilibrio de vertiente que generan. LA ROCA, N.: «Deslizamiento rotacional - colada de fango en los valles del Alcoi (Mas de Jordá, Benillup)», 1980, pp. 23-40 y SURIO i MARTINEZ, R. M. y CANO LAYUNTE, E. J.: «La Muntanya de L'Aixavég: un caso típico de deslizamiento de grandes proporciones en la Ribera», 1981, pp. 151-160.

Las microfrazuras afecta en diversas direcciones al macizo calcáreo, llegando a ser en ocasiones las líneas organizadoras de microrrelieves particulares. En este sentido, tanto el propio trazado de los valles, como el desarrollo kárstico aparecen muy directamente relacionados con las características de la red en cada lugar. Del mismo modo, los derrumbes de bloques de pequeñas dimensiones (menos de 10 m.), visibles en los taludes actuales, tienen su origen en esta malla que afecta a la plataforma calcárea.

Las microfrazuras forman una densa red en toda la plataforma calcárea, visible sobre todo en las calizas del Turonense Superior por ser las que aparecen más al desnudo, debido a su coherencia y dureza. La red resulta del cruce de dos direcciones de fracturación, una de ellas siempre más acentuada aunque no corresponda con la de mayor densidad. En muchas ocasiones, el cruce superpuesto de varias direcciones puede seguirse sin dificultad, lo que da a la roca un aspecto de mayor trituración y favorece la proliferación de áreas donde se desarrollan los procesos de disolución<sup>61</sup>.

En cuanto a la red fluvial actual, puede decirse que es, en gran medida, coincidente con la red de microfrazuras en la mayor parte de las sinuosidades del trazado. Por tanto, las microfrazuras constituyen el elemento dominante en el trazado de detalle de la red fluvial, no sólo actual sino incluso patente y disfuncional.

En la Lora de Bricia, desde el meandro de Orbaneja hasta Pesquera, el borde de la plataforma es portador de una red de microfrazuras con dos direcciones fundamentales. La dirección principal, que aparece muy clara y continua, es oeste - este (aproximadamente 110°). La densidad de las líneas más importantes es de 2 - 3 cada 100 m. Esta dirección es la seguida por las estructuras menores de la plataforma, como el anticlinal de Huidobro situado al sureste de la Lora de Bricia. Amplios tramos del cantil de la orilla izquierda del Ebro también se alinean en esta dirección. De modo secundario, un haz de microfrazuras, siguiendo una dirección aproximada norte - sur (que varía entre 340° y 20°), cruzan las anteriores con una densidad similar a ellas en algunos lugares -plataforma al norte de Escalada- pero sin ser tan pronunciadas ni continuas.

La Lora de Sargentas en el sector limitado por el cañón del Ebro al norte y por el del Rudrón al este, es el área en la que la red es más densa y presenta un abanico de direcciones más amplio, con inflexiones sobre una misma dirección y claros cambios en la dominancia de una u otra (Figura 19).

En líneas generales puede afirmarse que la dirección oeste - este es muy constante con inflexiones hacia el norte en el área más occidental de la plataforma; su densidad es elevada, en torno a 4 - 5 cada 100 m. La dirección noroeste - sureste (315°) tiene mayor intensidad aunque no sea tan densa. Es la dirección de una serie de desgarras observables en la plataforma desde el meridiano de Villaescusa de Ebro hacia el oeste. Estas líneas pueden seguirse varios kilómetros y albergan dolinas, la mayor par-

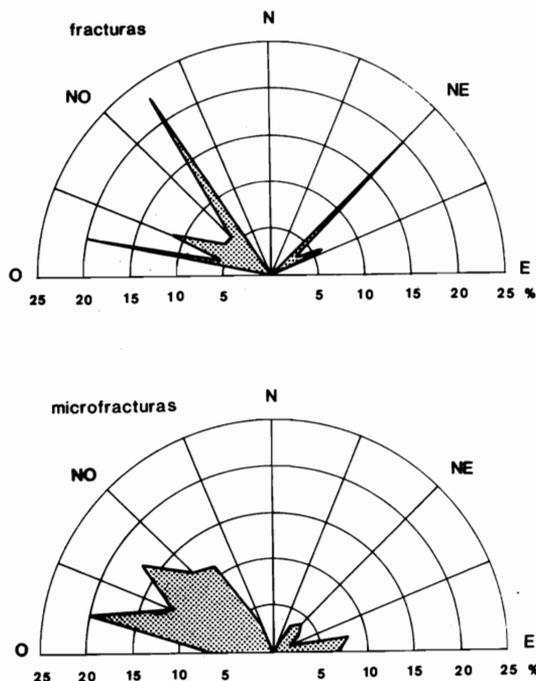


Fig. 19. Direcciones de fracturas y microfrazuras en un sector de la plataforma de Sargentas.

te de ellas colmatadas. Por último, una dirección constante pero de baja densidad es la suroeste - noreste, dirección de los principales accidentes de la plataforma de Sargentas (fallas de Ayoluengo y Sargentas, anticlinal de Ayoluengo, haz de pliegues al sur de Escalada, etc.). Son menos constantes pero pueden observarse en las proximidades del curso bajo del Rudrón y, en general, dispersas por toda la plataforma.

En el área más meridional, cercana al Rudrón, presentan particular importancia los desgarras y microfrazuras de dirección sur - norte (15°), que coinciden con las direcciones de los principales afluentes de dicho curso y con las del gran meandro de Tablada.

La incidencia de esta red de microfrazuras variadas y con áreas de desigual intensidad y complejidad puede apreciarse en el trazado de los cantiles. La rectitud casi perfecta de los cantiles en algunos tramos de los valles se debe a su paralelismo con la dirección fundamental de la red, como sucede en la vertiente oeste del tramo final del Rudrón. En cambio, cuando existen dos direcciones o más claramente marcadas, el cantil adquiere un perfil festoneado y mucho más irregular, como sucede en casi todo el cañón del Ebro, en particular en el sector de Orbaneja. Aquí, al menos dos direcciones, una oeste - este y otra variable entre sur - norte, noroeste - sureste y suroeste - noreste, inducen al cantil a adquirir formas dentadas y escalonadas. La importancia de estas microfrazuras en el desarrollo de toda la vertiente es grande, pues la mayor inestabilidad del cantil le convierte en área particularmente intensa de suministro de derrumbios, aunque sólo sea por ci-

<sup>61</sup> En La Lora, las dolinas se encuentran orientadas y enfiladas a lo largo de las microfrazuras formando, a veces, pequeñas uvalas. Incluso los valles secos siguen

también esta dirección y su excavación se encuentra facilitada por la existencia de dolinas previas que llegan a ser coalescentes.

zallamiento sin intervención de otros procesos.

Los fenómenos de derrumbe en los cantiles de los cañones tienen conexión también con la red de microfracturas. Se encuentran con frecuencia en los lugares donde los buzamientos, aunque débiles, siguen la dirección de máxima pendiente de la vertiente. Pero estos derrumbes no se deben exclusivamente a estas causas: la alternancia de materiales es casi siempre decisiva, puesto que gracias a ella se producen deslizamientos que constituyen el primer paso de la caída de bloques por cizallamiento.

Una microfractura de dirección norte - sur ( $340^\circ$ ) puede estar en el origen del derrumbe que afecta a la vertiente derecha del Ebro a la altura de Quintanilla Escalada (Figura 20). Es una vertiente compleja con rupturas de pendiente muy acusadas. Coincide con el área en que, a consecuencia de los repliegues de dirección suroeste - noreste, afloran los pisos más antiguos, en concreto el Cenomanense y Albense. El Cenomanense, más consistente en algunos lugares, queda en resalte formando delgados cantiles intermedios. Es un tramo de vertiente orientada al este cuya culminación se encuentra degradada respecto al resto de la plataforma y con depósitos que permiten la existencia de unas pequeñas parcelas de cultivo, —hoy abandonadas—. Este rebaje del cantil culminante es de aproximadamente 50 m. respecto a las áreas culminantes de los cantiles inmediatos. Al pie del cantil, un bloque de grandes dimensiones se ha derrumbado gracias a una microfractura que deja el borde del cantil perfectamente limpio. El bloque caído se encuentra frenado por el obstáculo que supone un gran mogote de calcarenita Cenomanense que aparece en resalte y ha impedido que se deslizase a lo largo de la vertiente. La reconstrucción de la primitiva vertiente parece indicar varios niveles sucesivos de profundización del curso del Ebro. Un nivel más antiguo estaría marcado por el rebajamiento de la plataforma y la acumulación de materiales de acarreo. El umbral se encuentra a 800 m. de altitud equivalente a la de los meandros abandonados de Villaescusa y Valdelateja, por lo cual parece coincidir con un nivel tras el que tuvo lugar un nuevo periodo de acentuación de la erosión lineal. Un segundo umbral corresponde con el resalte Cenomanense que existe al pie de cantil y que deja entre ambos un pasillo también ocupado por los cultivos. El nivel actual se encuentra desplazado hacia el este; parece existir una tendencia del cauce a desviarse hacia el este a medida que progresaba la excavación, lo que entra dentro de la lógica de la evolución del meandro existente, que excavaría en la vertiente este —cóncava—, acumulando en la oeste —convexa—. Entre el cantil turonense y el cenomanense es donde se encuentra el bloque derrumbado, probablemente por sobreexcavación de la parte inferior, las margas del Turonense Inferior. Es decir que la estructura, unida a la alternancia de materiales, y con el desencadenante que supone la acción fluvial, han motivado el derrumbamiento del espolón sobresaliente.

Los derrumbes de bloques de pequeñas dimensiones (desde varios metros a 1 metro) se producen como consecuencia de la acción de la gravedad sobre bloques previamente individualizados siguiendo direcciones de microfracturas ensanchadas por direcciones de microfracturas ensanchadas por



Fig. 20. Desplome de un bloque de grandes dimensiones en la vertiente derecha del cañón del Ebro (alrededores de Quintanilla).

procesos de disolución y periglaciares. Estos bloques caídos se encuentran con profusión en la vertiente derecha del Ebro antes de Orbaneja y en la vertiente derecha del Rudrón entre Covanera y San Felices, ambas orientadas al oeste, lo que hace suponer la participación de procesos morfoclimáticos puesto que ambas se encuentran en umbría (Figura 21).

De todo lo anteriormente expuesto cabe extraer como conclusión que los caracteres estructurales de La Lora desempeñan un papel muy relevante en el trazado de la red fluvial, tanto a nivel general como de detalle. Si la red fluvial de La Lora es una red epigénica por sobreimposición, la reestructuración del primitivo trazado ha debido realizarse siguiendo unas pautas claramente marcadas por la estructura (Figura 22).

Pero, también es cierto que el desarrollo de cualquiera de los procesos puestos en marcha por



Fig. 21. Vertiente con abundancia de pequeños bloques caídos, en Orbaneja del Castillo.

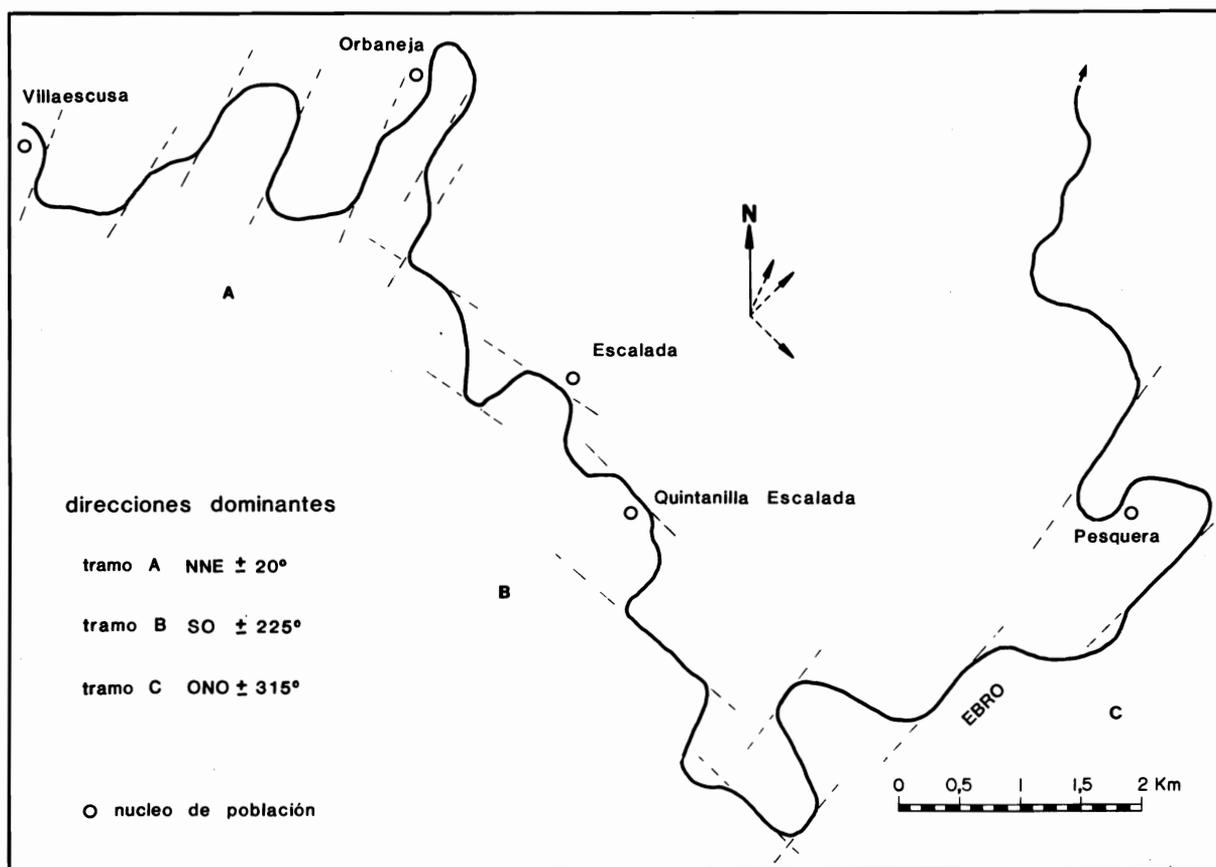


Fig. 22. Croquis indicativo de la correspondencia de fracturas y microfrazuras con los cambios de trazado del Ebro.

las peculiaridades estructurales implican por lo general a otros *agentes*, que de modo simultáneo o sucesivo intervienen en ellos dotándolos de una *complejidad* irreductible a uno sólo<sup>62</sup>.

### C. El desarrollo kárstico en relación con la red de fracturación y la estructura tabular del conjunto

La litología específica del área, la predominante en la unidad morfológica, son los materiales calcáreos. Margas y calizas, variadas en su contenido en carbonatos y en su estructura interna, son los elementos litológicos que definen el conjunto. En estos materiales se desarrollan unos procesos específicos estrictamente ligados a ellos, los procesos kársticos, responsables en parte de la forma actual de las vertientes y del modelado de la plataforma culminante. Al mismo tiempo, la alternancia de materiales, permeables e impermeables, impone una base y un techo claros al desarrollo de este tipo de procesos, pues al establecer hiatos entre las for-

maciones permeables delimita la progresión en profundidad del karst, que acaba en el contacto con una capa impermeable. Además, el fácil desmantelamiento de los materiales margosos en superficie, permite la aparición de las calizas en las culminaciones, lo que posibilita el desarrollo de los procesos de disolución.

Los procesos kársticos actuales y, sobre todo, los heredados que se observan en las vertientes de los cañones sólo pueden ser estudiados desde el punto de vista de una *dinámica kárstica de conjunto de la plataforma calcárea* en conexión con la cual se ha desarrollado los cañones<sup>63</sup>. Por ello el análisis de los caracteres del conjunto de La Lora como macizo kárstico constituye la condición para comprender la evolución de los cañones y de sus vertientes.

a) *El karst de las plataformas: un escaso desarrollo superficial.* El karst de las culminaciones puede definirse como un típico karst de plataforma, en el que aparecen formas y procesos que tienen mucho que ver con la profundización de los cañones,

<sup>62</sup> CORRA, G.: «Le rôle des facteurs structuraux dans la genèse et dans l'évolution des morphologies karstiques», 1978, pp. 263-270.

<sup>63</sup> «... un cañón kárstico no es una simple garganta en la caliza, como los labrados sobre arenisca (ejemplo, Dal-

wis) o sobre rocas cristalinas (Spelunca, en Córcega). Con el conjunto de fenómenos kársticos del macizo, el cañón mantiene lazos genéticos ya sea porque procede del hundimiento de bóvedas de una cavidad (caso excepcional) o porque, sobre todo, mantiene relaciones con las circulaciones subterráneas». NICOD, J.: «Sur l'évolution...», p. 15.

en especial con el Ebro<sup>64</sup>. Siguiendo los criterios de Enjalbert, parece imprescindible analizar las herencias kársticas, ya que, aunque es importante saber cuál es la dinámica actual de los macizos, lo es mucho más intentar desvelar cuáles han sido los diferentes periodos de actuación de los agentes erosivos en el pasado. Esto es especialmente importante en los diferentes dominios del medio templado, ya que es precisamente en él donde los cambios climáticos han sido más importantes, especialmente durante el Cuaternario.

Así, dado que la plataforma de La Lora es un macizo calcáreo de edad secundaria, se encuentra, en líneas generales, dentro de la clase que Enjalbert<sup>65</sup> define como de karstificación media; aquella en la que las rocas se han visto sometidas a duros ataques de la erosión en sucesivas etapas desde comienzos del Terciario. En segundo lugar, la fisuración y la intensidad con que se presenta facilita la infiltración y la detrucción más rápida del macizo calcáreo. Los Páramos de la Lora se caracterizan por su escasa actividad tectónica, ya que —según hemos visto— no existen fuertes dislocaciones en ellos. Existe, eso sí, una densa red de diaclasas y microfracturas que ha facilitado el desarrollo de un karst en profundidad, mientras que el karst de superficie se expresa a través de formas esbozadas en extensiones reducidas.

Por último, es difícil llegar a conclusiones en torno a la amplitud, duración y modalidad de los ataques erosivos a este macizo calcáreo. De todas formas sí podemos decir que el sistema kárstico actual es una herencia del pasado, por las razones expuestas anteriormente.

El karst culminante tiene una relación directa con los cañones, que interrumpen linealmente la continuidad de la plataforma calcárea. Existe una red fluvial disfuncional, constituida por una serie de arroyos insinuados en forma de vallonadas que vertían al colector principal. En el momento en que se desarrolla el karst en profundidad, se convierten en valles secos sobre los que se acumulan las arcillas de decalcificación, destacando claramente —por su utilización agrícola— del resto de la roca, prácticamente desnuda. Estas vallonadas indican la existencia del colector antes de su encajamiento, además de una red poco jerarquizada pero patente en toda la plataforma. En principio, el colector o colectores principales tendrían una dirección paralela a las grandes líneas estructurales, es decir, noroeste - sureste; mientras que las vallonadas actuales, correspondientes a los arroyos afluentes de esos colec-

tores, presentan una dirección noreste - sureste o norte - sur. Al desarrollarse la karstificación en profundidad en el macizo estos arroyos quedaron colgados, siendo hoy valles secos y disfuncionales. Esta es una de las principales características de la plataforma<sup>66</sup>.

También es preciso señalar la existencia de una red de dolinas considerable. Son dolinas de fondo plano, enteramente ocupado por las arcillas de decalcificación y sin escarpe en los bordes, como es el caso de las que aparecen en la Lora de Sargentés. En cambio, en la Lora de Bricia las dolinas son de forma más irregular y la presencia de escarpe en sus bordes es más frecuente. Su fondo posee pocos elementos de decalcificación, lo cual supone un funcionamiento como sumideros que se prolonga hasta la actualidad. Se trata de embudos de dimensiones reducidas que aparecen de forma más amplia en el sector noreste de la Lora de Sargentés.

Por último, como forma kárstica de menor entidad, el lapiaz que puede observarse sobre la plataforma presenta aspectos poco evolucionados siguiendo claramente la dirección de las microfracturas. Así, un lapiaz de canalillos de escasa profundidad y pequeñas oquedades alineadas en los lugares donde aflora la roca al desnudo son los rasgos más sobresalientes.

La relación existente entre el karst culminante y el sistema de vertientes es muy estrecha. Un sistema kárstico culminante poco desarrollado supone la pérdida de la mayor parte de la escorrentía superficial en provecho de la circulación subterránea. Esta se encuentra frenada en profundidad por el nivel margoso que sirve de base a las calizas, al actuar como capa impermeable; además, es el área de descarga de la red subterránea. Este nivel impermeable ha jugado un papel muy importante en la creación del cañón, pues en principio, el nivel sería muy superficial y la retención de agua por las margas, facilitarían el progreso en profundidad de la red subaérea.

La plataforma actúa como una gran esponja que filtra hacia el interior del macizo gran parte de las precipitaciones caídas; como consecuencia, ésta actúa como reservorio de gran parte del agua caída y, a la vez, como emisor de forma esporádica o constante de un porcentaje del agua acumulada. La conexión del conjunto del macizo kárstico con el desarrollo de los valles y sus vertientes tiene por fuerza, que ser muy estrecha.

#### b) La importancia en la génesis del cañón del

<sup>64</sup> Se han dado muchas explicaciones en torno a este tipo de karst. Así, CVIJIC lanza una primera hipótesis en la que considera la evolución de las plataformas calcáreas de forma similar a la de las penillanuras antiguas. Más tarde, el conocimiento de los karst tropicales produce gran fascinación y se concede la mayor importancia en el desarrollo del karst al clima tropical húmedo. Posteriormente, CORBEL polemiza con esta hipótesis al demostrar la importancia de la disolución en los países fríos (regiones polares y alta montaña). Por último, ENJALBERT propone tener en cuenta tres elementos, que considera fundamentales, antes de lanzar cualquier hipótesis sobre la génesis del karst: la edad de las calizas, la mayor o menor intensidad de los fenómenos de fisuración, y la amplitud, duración y modalidades de los diferentes ataques erosivos. ENJAL-

BERT, J.: «La génesis des reliefs karstiques dans les pays tempérés et dans les pays tropicaux. Essai de chronologie», 1972, pp. 295-299.

<sup>65</sup> Clase que engloba las «calizas de edad secundaria del Triás al Cretácico; a las que se pueden añadir las del Eoceno Inferior». ENJALBERT, *Op. cit.*, p. 296.

<sup>66</sup> Un caso similar es expuesto por AMBERT en dos cañones de Corbières. Los caracteres de la plataforma que atraviesan son similares a los de La Lora, destacando la falta de escorrentía visible y la concentración del agua en profundidad. AMBERT, P.: «Deux canyons des Corbières Méridionales: Galamus et Pierre-Lys», 1978, p. 284.

*karst de las vertientes*. Los procesos kársticos del pasado han tenido una importancia que queda reflejada en la serie de formas características que definen algunos de los rasgos de los sistemas de vertientes actuales. Sobre estas formas se superponen los debidos a la dinámica actual, que puede diferenciarse de la heredada por su menor intensidad<sup>67</sup> y por su carácter fundamentalmente constructivo.

Puede afirmarse que todos los procesos kársticos que tienen lugar en la vertiente del cañón se encuentran estrechamente vinculados con –y son, al menos en parte, tributarios de– los fenómenos que tienen lugar en la plataforma culminante.

La formación de los cañones debe considerarse como un proceso kárstico de gran envergadura, conectado con la evolución del macizo calcáreo en su conjunto. Es cierto que ya no parece sostenible la idea de que los cañones calcáreos procedan íntegramente del hundimiento de bóvedas, con lo que un curso subterráneo pasaría a ser subaéreo<sup>68</sup>; en la actualidad, tal hipótesis sólo se admite para tramos muy concretos y de reducida extensión. Pero también es cierto que, si bien la génesis de los cañones parece deberse ante todo a un proceso de excavación lineal, es decir fluvial, esa génesis se encuentra estrechamente unida también a los cambios de nivel freático del conjunto del karst, y a las vicisitudes que éste atraviesa.

Ahora bien, la excavación de los cañones –tal y como apuntaba al tratar de la génesis y evolución de la red fluvial– parece tratarse de un fenómeno reciente, esto es, Cuaternario. Parece un hecho admitido el que en los periodos de intensas crisis climáticas cuaternarias es cuando los ríos se encajan profundamente como consecuencia de una intensa erosión lineal, por lo que sería una condición indispensable que los ríos que labran los cañones sean *alóctonos*<sup>69</sup>.

Esta característica plantea un problema ya que, de los dos ríos analizados, sólo el Ebro es alóctono, mientras el Rudrón desarrolla todo su curso dentro de la plataforma calcárea. El análisis del perfil longitudinal del río que podría aportar datos sobre su antigüedad, resulta poco expresivo ya que, como también se ha señalado, toda la cuenca alta del Ebro tiene unas pendientes longitudinales muy escasas: la existencia de rápidos y rupturas de pendiente en el curso es, por ello, muy poco frecuente.

El Rudrón circula por el fondo del sinclinal en un amplio tramo de su recorrido, por lo que puede recoger la mayor parte de las aguas subaéreas y subterráneas de la plataforma, –las primeras mediante



Fig. 23. Cantiles festoneados: El efecto de la disolución kárstica reforzado por la estructura.

sus afluentes y las segundas como consecuencia de la pendiente estructural de los bancos calcáreos. Por otro lado, es preciso tener en cuenta que la conexión karst - cañón puede favorecer o no la excavación lineal, dependiendo ello de que el nivel freático se encuentre o no por debajo del curso de agua, lo que genera cuantiosas pérdidas que dificultan la excavación.

El tipo de vertientes que predominan en el valle del Rudrón parece apuntar hacia la posibilidad de que se trata de un cañón antiguo labrado cuando el río era alóctono, y aprovechado en parte por el río actual que se configura con sus actuales caracteres recientemente, tras una serie de reajustes y capturas. El curso alto de este cañón con la resurgencia tras un curso subterráneo, es el tramo que parece ser más reciente; el resto del valle, con vertientes reguladas, parece un valle más antiguo. El tramo final, que une al afluente con el Ebro, es más complejo, y puede estar relacionado con la captura de un afluente de la plataforma de dirección suroeste -noreste que se continuaría por lo que hoy es tramo final del Ebro.

Todo lo expuesto parece confirmar que las relaciones del cañón con el macizo calcáreo que atraviesa son muy estrechas, lo que puede observarse también en las peculiaridades que ofrecen sus vertientes (Figura 23).

Una manifestación de esta interconexión cañones - plataforma son los  *cursos colgados*  que festonean los labios del cañón rompiendo con sus leves incisiones la continuidad de la pared caliza. La dinámica fluvial de los colectores principales, muy activa, permitió la rápida profundización de dichos

caso del Gardon– en la profundización de las gargantas el resultado exclusivo de un curso subterráneo que había minado la caliza, que acabaría por undirse y ser arrastrada por el río. MAZAURIC, E.: «Le Gardon et son canyon inferieur», 1898. En la actualidad sólo se admite esa hipótesis para tramos muy concretos de dicho río, como expone FABRE, *Op. cit.*, p. 11.

<sup>69</sup> De todos modos, existen ríos autóctonos a los macizos calcáreos que han labrado sus propios cañones dependiendo, según parece, tan sólo de las precipitaciones caídas en los mismos. NICOD cree que este hecho puede estar ligado a periodos de gran pluviosidad y de innivación en latitudes bajas. En cualquier caso, tal vez resulte más acertado tratar de establecer las relaciones entre dichos cursos y las circulaciones kársticas en el pasado. NICOD, J.: «Sur l'évolution...», p. 17.

<sup>67</sup> ENJALBERT (*Op. cit.*, p. 325) recalca la ralentización de los procesos kársticos de la zona templada en la actualidad, de ahí el que encuentre imprescindible recurrir a acciones pasadas «... no se puede dar cuenta del modelado de una región calcárea apelando a las acciones actualmente observables. Un estudio del karst que no parta de la noción de herencias antiguas, más o menos escafoandas, corre el riesgo de acabar con una interpretación poco satisfactoria de las formas de terreno propias de países calcáreos. No basta con invocar la larga duración de los fenómenos kársticos, es la gran intensidad de las acciones erosivas del pasado, su diversidad, a veces incluso sus efectos contrarios, lo que puede permitir proporcionar una explicación razonada del modelado kárstico».

<sup>68</sup> Tesis mantenida por MAZAURIC, que veía –en el

cursos, mientras los pequeños arroyos afluentes no fueron capaces de alcanzar el nivel de base local. Es entonces cuando se produce una discontinuidad entre los afluentes y los colectores, quedando los primeros colgados a una altura de más de 100 m. respecto al lecho actual del río principal. Este escalón o discontinuidad no se debe exclusivamente al hecho del menor caudal del afluente, y a su consiguiente menor capacidad de incisión, sino también al hecho de que se han convertido en cursos de agua disfuncionales. La causa fundamental de ello hay que buscarla en la dinámica de conjunto del gran espacio afectado por los fenómenos kársticos, es decir, en la dinámica de conjunto de las plataformas calcáreas de La Lora. La progresiva profundización de la red freática y su ampliación, convirtió dichos valles secos en un determinado momento de la incisión, mientras que los cursos principales siguieron profundizando en su talweg. La escorrentía de la plataforma pasó de ser aérea a subaérea, al menos en un porcentaje importante, y los cursos que la surcaban, todos ellos de pequeña entidad, se convirtieron en pequeñas incisiones de 20 - 40 m. observables en los cantiles. Es frecuente que dichos cursos colgados tengan en la parte inferior abrigos o pequeñas concavidades formadas por la disolución en los momentos en que hay excedente de agua —en períodos muy húmedos o a consecuencia de obturaciones inferiores— incapaz de ser absorbido por el karst. En otros casos aparecen como *fondos de saco*, como sucede con el arroyo que con trayectoria este - oeste llega al meandro abandonado de Valdelateja, o el que por el norte llega a Escalada.

Pese a la gran pérdida que para la escorrentía superficial supone la circulación subterránea, no todo el agua caída se filtra, y existe así una escorrentía superficial no canalizada que muestra su carácter agresivo en los bordes del cañón. Las aguas de arroyada y la escorrentía pelicular tienden a limar los bordes del cantil que, por la caída de bloques por gravedad y el retroceso del cantil, forman un ángulo casi recto con la culminación. Esta acción de limado produce una reducción de los cantiles en su borde superior, apreciable en la mayor parte de los cañones. De este modo, el enlace entre la plataforma, con pendientes inferiores al 10%, y los cantiles calcáreos de pendientes superiores al 100% y que pueden llegar al 300 ó 500%, se realiza por medio de un tramo cuyas pendientes de relación presentan valores intermedios que mitigan los fuertes contrastes. Son pendientes de hasta 25% que afectan a la parte superior del último tramo calcáreo. Estas formas favorecen el desarrollo de un lapiaz de borde y el ensanchamiento de las líneas de debilidad.

Otro elemento característico del desarrollo kárstico de las vertientes es el *sistema de cavernas superficiales*<sup>70</sup>, que se desarrollan sobre gran parte del tramo intermedio del Ebro y en el tramo final del Rudrón. Afecta casi con exclusividad a las calizas turonenses, y son testigos de los sucesivos estadios de profundización de la red subterránea del

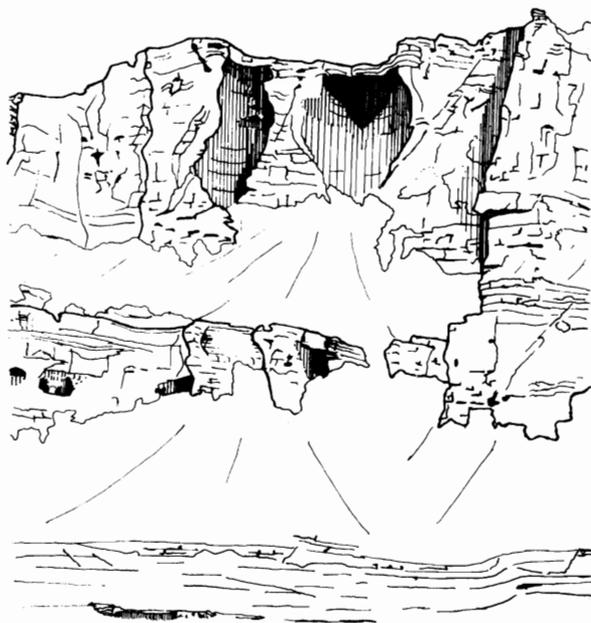


Fig. 24. El sistema de cavernas superficiales que afecta a los cañones.

karst. Hemos señalado ya que es poco probable que el cañón haya tenido su origen en el hundimiento de bóvedas de cavernas —al menos, en tramos largos—, pero la existencia de unos niveles de cavernas desarrolladas en las proximidades del curso de agua pueden haber facilitado la ampliación del mismo. La descompresión de la roca al producirse el tajo del río provoca la distensión de la masa rocosa y la ampliación de las microfracturas y líneas de debilidad existentes. Estas líneas de debilidad ampliadas pueden haber funcionado como sumideros y haber dado paso así a conductos subterráneos paralelos al curso de agua, lo que no es difícil dado que el curso se adapta bastante bien a las direcciones y orientaciones de estas líneas. El retroceso de los cantiles puede ser más rápido caso de encontrarse con estos niveles ya ampliados por la disolución, a la vez que se producen interferencias en la red subterránea al quedar estas partes al descubierto y en muchos puntos sifonados o colapsadas.

Una vez en superficie, estas cavernas se van reduciendo a *abrigos* porque las partes superiores adelgazadas caen por gravedad al quedar en voladizo y sólo se mantienen las más retiradas y estables. Desde Quintanilla Escalada a San Felices, pueden observarse estos sistemas de cavernas que, a modo de hileras de hornacinas se suceden a lo largo del cantil, siendo en muchos casos refugio de las numerosas colonias de buitres leonados que pueblan los cañones (Figura 24).

En otros casos, la intensa karstificación degrada los cantiles hasta producir formas *ruiniformes* donde proliferan pináculos y puentes naturales. Estos jirones del antiguo cantil son formas de origen kárstico posteriormente afectadas por la gelifrac-

<sup>70</sup> Este sistema de cavernas se desarrolla con facilidad en rocas calizas masivas, como es el caso del Turonense. «Las calizas masivas se presentan en forma de bancos de un espesor del orden de varios decímetros a varios

metros, separadas por planos de estratificación bien marcados que pueden servir de guía inicial a la construcción de galerías». NICOD, J.: *Pays et paysage du calcaire*, 1972, p. 11.



Fig. 9. Un tipo de cantil expresivo de la degradación sufrida por los materiales calcáreos: cantil ruiniiforme (alrededores de Orbaneja del Castillo).

ción y los desplomes por gravedad. Pueden haber tenido su origen en un lapiaz profundo o en un sistema de cavernas similar a los que se observan en niveles inferiores. Es expresivo de este relieve ruiniiforme el delgado cantil que separa las dos partes del meandro de Orbaneja; una cornisa muy alargada y adelgazada cuyo cantil culminante se encuentra reducido a pináculos y formas muy degradadas (Figura 9).

Todos estos procesos específicos de la litología calcárea han tomado parte activa en la evolución y desarrollo del cañón, en particular cuando el cañón funcionaba como cañón kárstico y, por ello, al unísono con todo el karst del macizo. La disposición estructural de las capas favorecía esas relaciones y es precisamente en los karst de plataforma donde los cañones kársticos son más espectaculares (como es el caso de les Causses). La circulación subterránea puede variar fácilmente de orientación porque las capas están muy poco inclinadas y al profundizar el curso de agua, la escorrentía tiende a organizarse en torno a ese nivel de base.

En la actualidad la problemática es muy distinta puesto que ni el Ebro ni el Rudrón son propiamente ríos con cañones kársticos. Una vez que la profundización lineal del curso transgrede los niveles calizos, los lazos genéticos con el resto de la plataforma quedan de algún modo mitigados. Al circular por niveles impermeables, donde no puede ha-

ber filtraciones ni intercambios de tipo de escorrentía, los cursos de agua evolucionan de modo relativamente independiente al resto del karst, aunque el caudal de éste siga vertiendo a los colectores por las surgencias que jalonan las vertientes.

Tal y como hemos visto, la forma general que presentan las vertientes en el conjunto de los cañones del Ebro y Rudrón es homogénea, aunque las variaciones existentes permitan diferenciar unos tramos de otros, y algunas vertientes específicas del resto. Esta homogeneidad general aparece relacionada con dos tipos de factores ligados al sustrato rocoso; uno, la alternancia litológica que se mantiene en el conjunto; otro, la disposición poco accidentada de esta litología, es decir, su estructura uniforme.

## II. LA DINAMICA DE LAS VERTIENTES. UN EQUILIBRIO FRAGIL

De manera progresiva, las vertientes se han ido configurando como el medio específico que registra la morfogénesis de los cañones<sup>71</sup>. La forma que presentan en la actualidad es el resultado de las diferentes huellas que han dejado las vicisitudes de su evolución. Pero no siempre es posible reconocer los procesos predominantes en el desarrollo de tales formas, ya que los rasgos más antiguos quedan enmascarados por los posteriores, y porque, además, resulta extremadamente difícil dilucidar la multitud de situaciones concurrentes en el espacio y el tiempo, cuyo resultado son las formas actuales.

La litología alternante, unida a los caracteres de permeabilidad de las rocas calcáreas, ha permitido la ampliación de los valles mientras se producía la excavación del cauce. La capacidad de incisión de los ríos, atestiguada por su encajamiento, pone de relieve la actividad y funcionalidad de unos cursos que actualmente divagan por su llanura aluvial. En el pasado, estos ríos fueron capaces de evolucionar, reforzados por los procesos kársticos, creando un sistema de entalladuras profundas y estrechas. La intensa dinámica evolutiva de estos cursos permitía el desarrollo simultáneo de procesos de excavación lineal y proceso de vertiente facilitados por la alternancia litológica. La profundización del talweg es el proceso predominante cuando la excavación se realiza sobre materiales coherentes, como son las calizas turonenses. En este caso la evolución de la vertiente tendría como resultado un cantil, dada la gran desproporción entre la rápida incisión y la lenta dinámica de vertientes.

En cambio, cuando los ríos excavan sobre materiales más deleznable, el balance entre ambos procesos de desmantelamiento es similar. Así, en este área de litología alternante, el retroceso de can-

<sup>71</sup> Ya en los años 50, TRICART manifestaba la importancia de las vertientes en la tarea investigadora de los geomorfólogos. Preocupación justificada, según el autor, en cuanto: «Las vertientes constituyen el elemento dominante del relieve de la mayor parte de las regiones y, por ello, la forma fundamental para el hombre». TRICART, J.: «L'évolution des versants», 1957, p. 108. El autor centra el análisis de la vertiente en la noción de *balance morfogenético* (JAHN, 1954) y *umbral* (TRICART y STRAHLER), noción esta última muy bien retomada por BRUNET en su análisis sobre las

discontinuidades en geografía, donde resalta la importancia de este concepto como límite a partir del cual se desencadenan unos u otros procesos, o se frenan. BRUNET, J.: «Les phénomènes de discontinuité en géographie», 1968. Recientemente BERNABE MAESTRE y CALVO CASAS han realizado una puesta a punto de la bibliografía anglosajona que trata del tema de vertientes: BERNABE MAESTRE, J. M. y CALVO CASAS, A.: «Geomorfología de las laderas en la bibliografía anglosajona», 1982, pp. 137-166.

tiles aparece ligado al hecho de que los ríos llegan en un determinado momento de su excavación a alcanzar niveles más blandos, lo que les permite incidir con mayor facilidad, dejando en equilibrio precario, en la parte superior de la vertiente, el borde de la cubierta protectora de materiales coherentes. Con ello, los valles se amplían, y las vertientes se resuelven en áreas de pendientes medias y altas, sin sobrepasar los 40°, en los tramos –fundamentalmente margosos y, en general, deleznable– que conforman los taludes. Estos, claramente diferenciados de los cantiles –labrados en materiales coherentes–, pero unidos a ellos dinámicamente, constituyen los elementos morfológicos fundamentales de las vertientes actuales.

La escasa accidentación estructural de este área de plataforma, facilita la aparición de la alternancia litológica en grandes extensiones y contribuye, además, a homogeneizar el conjunto, cerrando las márgenes de los valles con murallas rectilíneas y horizontales.

Las herencias paleoclimáticas también son patentes en las vertientes, pero no hacen sino resaltar y poner de manifiesto –en funcionamiento de las causas expuestas anteriormente– el carácter estructural, litológico y, en ese sentido, kárstico de los cañones.

El desarrollo de una serie de procesos de desigual importancia e intensidad en el tiempo ha originado los sistemas de valles encajados que atraviesan y compartimentan el macizo calcáreo del páramo de La Lora. Son procesos que tienen relación con fluctuaciones climáticas de distinto signo, a los que se añaden los escasos procesos actuales, de menor intensidad que los pasados: todos ellos, en su superposición y articulación, explican la diversidad de formas y depósitos. Al margen de la dinámica general, lenta y continuada, también se han producido fenómenos catastróficos por su carácter repentino, puntual e imprevisible, que provocan cambios brutales en el medio<sup>72</sup>. Tal es el caso de los deslizamientos rotacionales o el del abandono de meandros, procesos largamente preparados pero que se desencadenan en corto lapso de tiempo.

Actualmente, extensos tramos de las vertientes de los cañones se encuentran regularizados y, por ello, estabilizados o no activos. Pero es precisamente esta conclusión la que permite subrayar el carácter de *fragilidad* de un medio que se ha configurado en condiciones climáticas y dinámicas diferentes a las actuales. Fragilidad consecuencia de la proximidad a los umbrales críticos de equilibrio en el sistema de vertientes. Este medio integrado agrupa elementos tales como el sustrato, las formaciones superficiales de las vertientes, o los canales de evacua-

ción de las mismas, y la cubierta vegetal. Todos ellos mantienen lazos dinámicos que tienden al equilibrio y, por tanto, cualquier modificación interna al sistema –como un cambio climático, o la intensificación de las acciones de meteorización– o externa a él –acción antrópica desmedida<sup>73</sup>– pueden romper este equilibrio y, en algunos casos, arrastrar consecuencias graves como puede ser la aceleración de los procesos de desmantelamiento, que lleva implícita la variación en el sistema morfogénico existente.

## 1. El desigual desarrollo de los procesos físicos y químicos

La dinámica actual de las vertientes es escasa y puntual y se encuentra ligada a la existencia de formas heredadas, por lo general, y regularizadas. La base del desarrollo de estas formas puede buscarse en la alternancia de materiales, coherentes y menos coherentes, así como en su disposición subhorizontal. En la actualidad son la acción antrópica y las específicas condiciones climáticas los elementos en torno a los que gira la dinámica de las vertientes. Los segundos en cuanto permiten el desencadenamiento de procesos físicos y químicos en función de la relativa importancia de las precipitaciones, que aseguran la disponibilidad de agua, y la existencia de unas temperaturas contrastadas tanto estacional como diariamente: los ciclos cortos de alternancia de temperaturas por encima y debajo de los 0° son la base de consecución de procesos mecánicos bajo la acción combinada del hielo - deshielo.

Por otro lado, el hombre lleva milenios viviendo en y de este medio, por lo que ha ido introduciendo variaciones cuyas consecuencias e importancia son detectables. En primer lugar, ha introducido cambios en el paisaje vegetal, humanizando su entorno y creando ecosistemas artificiales; en segundo lugar, ha utilizado secularmente los recursos forestales alterando la composición y estructura de las asociaciones vegetales y, en algunos casos, llegando a hacerlas desaparecer. Este proceso ha generado un cambio importante en las áreas más superficiales del suelo que en muchos casos ha tenido incidencias profundas capaces de desencadenar procesos erosivos en las vertientes de los cañones ya estabilizadas.

Así pues, en estas condiciones climáticas pueden producirse sobre unas vertientes con pendientes pronunciadas y regularizadas, pero alteradas superficialmente por la desaparición o variación de la cobertura vegetal, una serie de procesos que llevan a la remodelación de las formas primitivas.

<sup>72</sup> «Debido a que pocas regiones presentan en la actualidad una dinámica muy intensa, el investigador cada vez se encuentra más abocado a recurrir a soluciones que critican el actualismo para poder explicar algunas formas: rupturas de equilibrio, combinaciones climáticas hoy desconocidas, e incluso fenómenos excepcionales, valorando así el papel de algunos estadios morfogénicos muy activos, pero relativamente cortos en el tiempo. Lo esencial de las formas sería entonces el resultado de situaciones de crisis. Uno de los problemas fundamentales sigue siendo saber cuál es, en la explicación de las formas, la parte que se debe adjudicar a los fenómenos catastróficos». VOGH, H.: «Quelques

problèmes de l'étude des versants», 1976, p. 7.

<sup>73</sup> «La dinámica actual es la evolución de los paisajes a escala humana: la unidad de tiempo es el siglo o, incluso, el decenio... En este espacio - tiempo histórico los medios geográficos... evolucionan esencialmente a consecuencia de un *sistema de evolución antrópica*: desecación edáfica y microclimática, destrucción o edificación de biomasa, geomorfogénesis epidérmica o remodelado de vertientes, etc.», BERTRAND, G.: «Ecologie d'une espace géographique. Les géosystèmes du valle de Prioro (Espagne du Nord - Ouest), 1972, p. 127.

A. *La primacía de los procesos físicos: fragmentación y acumulación en las vertientes*

Los procesos específicos de vertiente han tenido en los cañones un papel importante, pero secundario. Puede decirse que lo esencial de las formas es debido a las particulares condiciones estructurales y litológicas, pero la intensa evolución de las primitivas vertientes ha dado como resultado unos valles que presentan formas en gran parte estabilizadas. Puede decirse que se trata de la evolución típica, modélica, desde una pared verticalizada hasta un plano inclinado cuya pendiente - umbral es la necesaria para permanecer en equilibrio.

En líneas generales, el esquema es válido y las variaciones se establecen fundamentalmente de acuerdo con la litología. De tal modo que donde existen rocas calcáreas del Turonense, la evolución es más lenta e incompleta y, en consecuencia, las paredes verticales se muestran como un farallón continuo, y adquieren el papel de forma de relieve dominante en el conjunto de los valles. En cambio, donde la litología calcárea no ofrece las características de resistencia y compacidad de las anteriores - como sucede con el Cenomanense, Santonense y Campanense - la pared vertical es mucho menos potente, y en algunos tramos llega a desaparecer o a convertirse en una convexidad cenital, sin relevancia como forma de relieve específica.

Por tanto, un proceso de destrucción que ha actuado de modo diferencial en cada tipo de roca, unido a las características microclimáticas de cada lugar dentro del valle, ha proporcionado la variedad de formas de detalle actuales. Los procesos causantes de la destrucción del relieve primitivo no son específicos de la vertiente y han afectado de manera similar al conjunto de la plataforma, aunque en las vertientes se encuentran asistidos por la acción de la gravedad; vehículo en ocasiones de la evacuación de fragmentos.

El área ha atravesado por periodos de tiempo con climas rigurosos que pueden encuadrarse dentro de la tipología de climas periglaciares, aunque probablemente de tipo marginal o atenuado. La intensidad del frío en estas fases climáticas, ha llevado a la destrucción de la roca *in situ* y, como conse-

cuencia, a la formación de *taludes de derrubios como forma de relieve generalizada*, además de la degradación de las áreas de partida del material.

Aunque hayan intervenido otros factores en la degradación de los primitivos cantiles, puede decirse que la *gelifracción* ha sido un proceso de gran intensidad y continuidad en el tiempo. Por supuesto, en la fragmentación intervienen favorablemente factores como la gravedad, la frecuencia de microfisuras, etc., pero este tipo de elementos son más patentes en la destrucción de fragmentos de gran tamaño. Las áreas con caída de bloques y derrumbes coinciden con los lugares en que la red de diaclasas es más apretada. En cambio, el desgajamiento de fragmentos tipo grava, angulosos y aplanados, está muy directamente relacionado con la actuación del hielo - deshielo, que quiebra la roca al someterla a variaciones de presión, puesto que el cambio de estado de agua supone un cambio de volumen.

La antigüedad del proceso y la constatación de un periglaciario en los cañones la suministra, entre otros datos, la existencia de *derrubios ordenados «grèzes litées»* en las vertientes. Hay pocos cortes que permitan apreciar el desarrollo en profundidad y las características de este tipo de derrubios (Figura 25), pero su presencia en espesores variables puede hacerse extensible a todo el área de los cañones sometida a los mismos rigores climáticos. En el puerto de descenso de la Lora de Bricia hacia Escalada, en la carretera Burgos - Santander, puede apreciarse la existencia de varios niveles de derrubios ordenados superpuestos, con un espesor total de 6 a 8 m. Son bandas alternantes con materiales de tamaño grava, angulosos y mezclados con escasa fracción fina, que alternan con otras donde la fracción fina es más abundante. Estas formaciones mantienen la inclinación de la vertiente, con una pendiente aproximada de 30°, y algunos niveles se encuentran cementados. La pendiente del depósito, por debajo del umbral de equilibrio, así como el tamaño de los derrubios de cada lecho, que se mantiene constante a lo largo de cada capa indica que: 1) no existe clasificación por tamaños a lo largo de la vertiente como sucede con los derrubios de gravedad; y 2) la pendiente, menor que la de transporte, excluye a la gravedad como vehículo de transporte de materiales. La interpretación que se ha

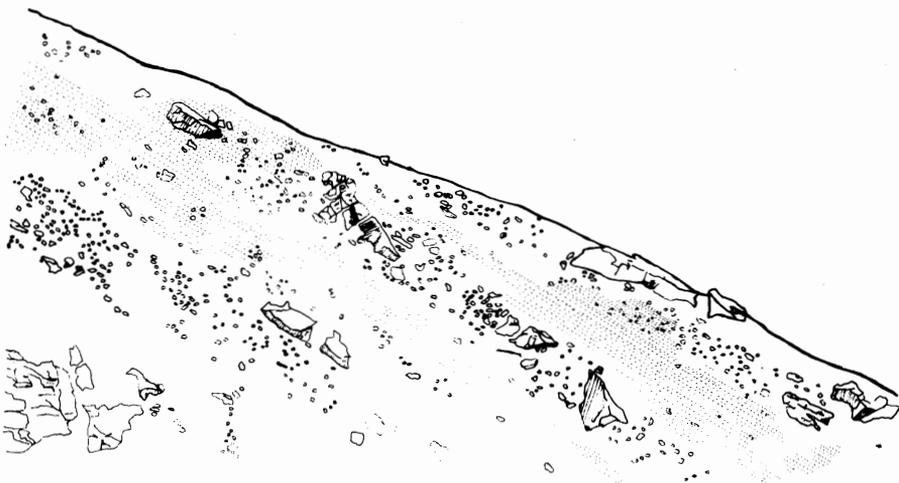


Fig. 25. Derrubios ordenados en la bajada del puerto que enlaza la lora de Bricia con el fondo del cañón del Ebro.

dado a este tipo de depósitos es que se trata de formaciones periglaciares, sin que se exija un clima periglacial con pergelisol, sino más bien un clima periglacial marginal o atenuado; los derrubios serían transportados en masa, ayudados por la solifluación, teniendo por vehículo y plano de deslizamiento una capa de verglás o, más probablemente, una capa de nieve endurecida<sup>74</sup>. Los cantos rodados de las acumulaciones de Turzo, en la Lora de Bricia, gelifractados y desgajados en rodajas (Figura 26) y la existencia de vertientes regularizadas o de Richter, atestiguan la existencia de un clima de estas características.

Por otro lado, las formaciones de derrubios ordenados aparecen en algunos casos cementados, siguiendo también la inclinación de la vertiente. Ello puede estar en relación con la sucesión de periodos de hielo - deshielo, —pues al producirse el deshielo se libera CO<sub>2</sub> y al calentarse el agua disminuye su capacidad de contener carbonatos, por lo que precipita—, o bien estar conectado con las alternancias de climas húmedos con otros más áridos, cuya existencia también parece confirmada por los mismos cantos rodados de Turzo, que se encuentran alterados y rubefactados, lo que se produce en condiciones de aridez. En este clima alternante y extremado se ha ido produciendo la fragmentación y el retroceso de los cantiles, junto con la formación de taludes de derrubios relativamente homogéneos, continuos, con pendientes en torno a 22 - 35° y con recubrimiento generalizado de hasta una decena de metros.

La incisión de los cauces antiguos de segundo orden, que vertían a los valles principales, puede resolverse en la remoción y evacuación de las acumulaciones de depósitos de vertiente, o bien en la colmatación y fosilización de dichos cauces si dejan de ser funcionales. La existencia de paleocauces parece indicar que la primitiva vertiente tenía unas formas bien diferentes de las actuales; probablemente como consecuencia de la profundización del karst estos cauces dejaron de ser funcionales y fue-

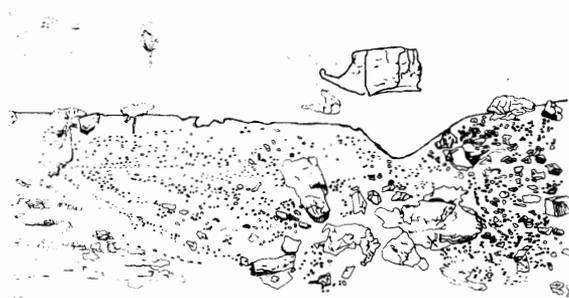


Fig. 27. Paleocauce colmatado por derrubios de vertiente y arcillas de decalcificación.

ron rellenados por arcillas de decalcificación y procesos solifluidales hasta verse enmascarados en el proceso de colmatación general (Figura 27). Su funcionalidad como arroyos con régimen torrencial parece avalada por la existencia de algunos conos de deyección antiguos en barrancos hoy secos (Figura 28).

El relleno de los taludes se ha producido por derrubios de vertiente, —ordenados en el caso de los más antiguos, y de gravedad, envueltos en matriz fina, en los más recientes—, junto con los aportes de los barrancos y torrentes que vertían a los colectores. Sobre estas formaciones superficiales cuaternarias se encuentra el recubrimiento de derrubios actual. La disfuncionalidad de estos paleocauces fosilizados está en relación con las variaciones y profundización de la escorrenría subterránea, ya que en el páramo se observan valles secos, valles ciegos, sumideros y simas, lo que parece indicar que su disfuncionalidad puede ser producto más de las filtraciones y descenso de nivel freático del karst que de la disminución de las precipitaciones.

Aunque es indudable que los taludes de acumulación de derrubios están generalizados en los cañones, existen también vertientes regularizadas o de Richter, con características similares en cuanto a

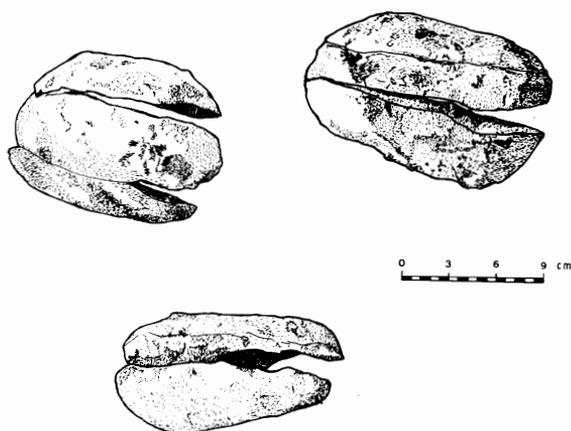


Fig. 26. Cantos rodados gelifractados depositados en la plataforma de Bricia.

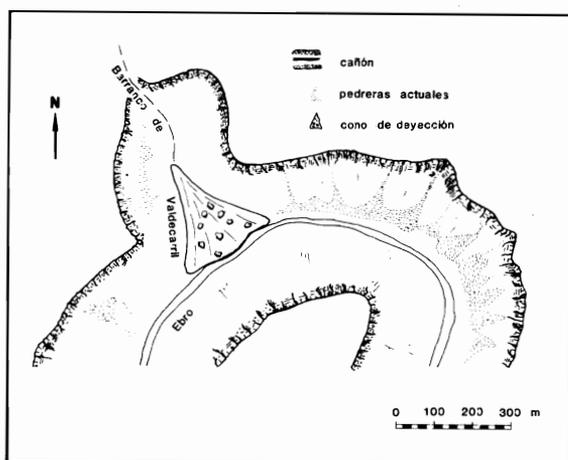


Fig. 28. Cono de deyección antiguo del barranco de Valdecarril.

<sup>74</sup> Ver a este respecto la interpretación de TRICART, J. y CAILLEUX, A.: *Le modèle des régions périglaciaires. Traité de Géomorphologie. II*, 1967, pp. 239-243.



Fig. 29. Vertiente regulada de los alrededores de Bañuelos de Rudrón.

forma de pendiente, pero claramente diferenciadas en cuanto a las formaciones superficiales. Las vertientes de Richter han sido definidas como planos de evacuación o vertientes - glaciares en las que la pendiente se logra por limado de la roca madre y no por acumulación, de tal modo que en algunos lugares aflora la roca al desnudo al encontrarse recubierta sólo por una delgada capa de suelo. Según expresan algunos autores estas vertientes sólo se desarrollan sobre determinadas litologías, como las margas con intercalaciones calcáreas en bancos delgados y, en general, todas las rocas que no ofrecen gran resistencia a la gelifracción<sup>75</sup>. Puede ser éste un argumento válido para los cañones, pues vertientes de Richter no aparecen en el Ebro, donde el Turonense masivo constituye los cantiles, sino en el Rudrón, sobre las margas del tipo indicado en el Santonense superior, cuyo espesor supera los 100 m. y sobre calizas menos masivas que las turonenses (Figura 29).

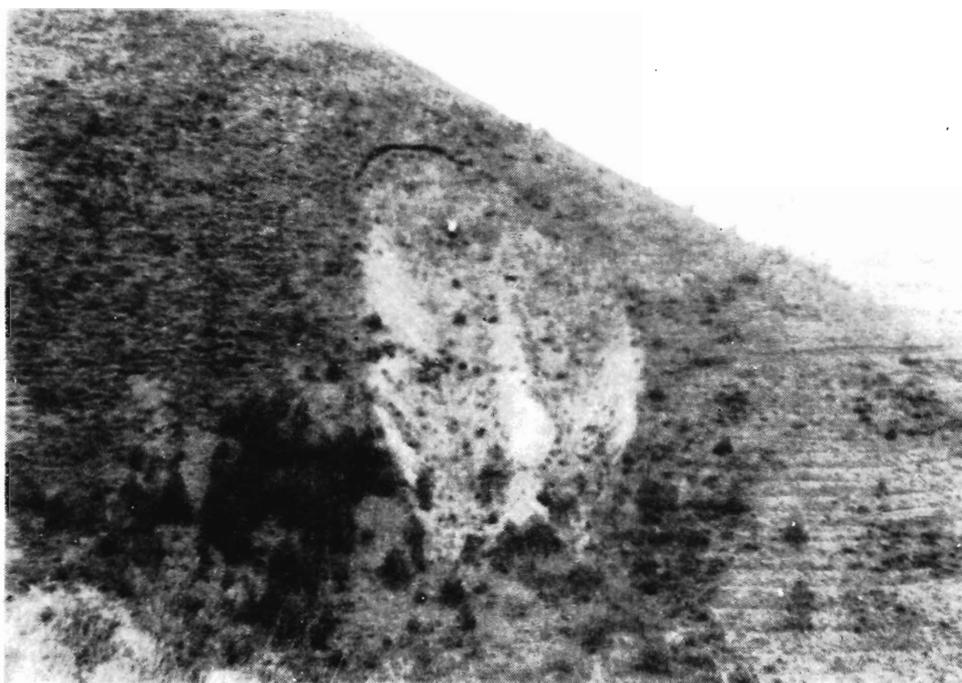


Fig. 30. Nicho de despeque en vertiente deforestada.

<sup>75</sup> Para CHARDON, la falta de este tipo de vertientes en algunas regiones está en relación con la litología. Según sus observaciones, las rocas calizas muy coherentes aunque evolucionan no lo hacen hacia una «richtización»; en cambio, las calizas en facies menos com-

Cualquiera de las dos modalidades, taludes de derrubios o vertientes reguladas, constituyen formas de estabilidad y regularización de las vertientes, cuya génesis, en ambos casos, está relacionada con climas periglaciares. Por ello, basados en esta constatación, podemos afirmar que este tipo de clima se ha producido en los cañones, al menos durante algún periodo cuaternario, y ha tenido un peso decisivo en el desarrollo de las formas de relieve hoy observables.

Existen, aunque no son muy extensas, áreas de talud con caída de bloques, que aparecen diseminados recubriendo menos del 10% de algunas vertientes, como es el caso de la vertiente orientada al oeste a escasa distancia de Orbaneja (en dirección a Villaescusa). Bloques que han caído por gravedad, en su mayor parte coincidiendo con un área donde la red de microfracturas es muy densa. No se observan huellas frescas, pero aquellos bloques se encuentran sobre el talud regular, lo que indica que son posteriores a dicha regularización: constituyen un buen ejemplo de que la estabilidad no es un estado definitivo, sino una tendencia en el precario equilibrio del medio natural.

La inestabilidad que sobre estas formas heredadas puede introducir la escorrentía actual, tanto en el caso de la arroyada concentrada como de la difusa, se encuentra en parte mitigada por la permeabilidad de la plataforma que, al estar muy karstificada, funciona como una esponja. La arroyada difusa puede favorecer la reptación de la capa más superficial de los derrubios de vertiente y del suelo. Este proceso ha sido en parte frenado artificialmente por las obras de abancalamiento de las partes bajas de la vertiente. El efecto que en este sentido pudo producir la erradicación de la cobertera vegetal, quedó

pactas si evolucionan en este sentido. CHARDON, M.: «Observations sur la formation de versants régulés ou versants de Richter», 1975, pp. 25-27. Ver también la discusión general sobre vertientes reguladas en las mismas actas, pp. 35-36.

en parte compensado con estos sistemas de protección artificiales que, a la vez que impiden las migraciones del suelo, procuran un drenaje que evita el encharcamiento. Su acción se pone de manifiesto –en negativo– en el momento de abandono de los cuidados de conservación de estas obras.

La arroyada concentrada produce acarcavamientos, como sucede en el tramo del Rudrón desde Bañuelos a Tubilla, en la vertiente izquierda –orientada al sur fundamentalmente–. Las cárcavas son de escasas dimensiones y, en los alrededores de Bañuelos, se encuentran separadas entre sí unos 14 m. Coinciden con áreas de vertiente regularizada que comienzan a ser desmanteladas por estos procesos actuales, al encontrarse desprovistas de vegetación. De manera puntual también se observan algunos nichos de despegue (Figura 30).

En resumen, puede decirse que las formas de las vertientes son heredadas, se han ido estabilizando a lo largo de un dilatado periodo de tiempo por acumulación de formaciones superficiales, que progresivamente iban adquiriendo mayor espesor y fueron colonizadas por la vegetación, que recubría la práctica totalidad de los taludes. La desaparición o, al menos el deterioro de las formaciones vegetales en los momentos actuales, tiene como resultado la reactivación de los procesos de vertiente, al encontrarse el suelo desprotegido. De todos modos, la erosión no es muy intensa, y se reduce a la movilización de pedreras, al acarcavamiento en la parte inferior de algunas vertientes y a un aumento de reptación. Los procesos fluviales son escasos, los cursos divagan por su llanura aluvial y no llegan a producir efectos de zapa en las partes inferiores. Los procesos de vertiente y kársticos son los que presentan alguna actividad. El karst, aparte de su propia dinámica –en la que incidiré a continuación– es responsable de la remoción de derrubios en la salida de las surgencias existentes en las vertientes.

Toda esta actividad de las vertientes, reciente pero no actual, es la que permite calificar a las formas actuales como formas de equilibrio, dado que su actividad actual es muy escasa. Escasa y diferenciada, pues mientras en los cantiles subverticales y escalonados tiene una componente estructural muy fuerte, en las vertientes regularizadas la influencia morfoclimática es predominante<sup>76</sup>. Lo esencial en los momentos actuales es que ya no se producen procesos mecánicos generalizados y las manifestaciones de actividad tienen como dato definitorio su carácter *puntual*.

En los momentos actuales, con un clima riguroso pero que no llega a ser extremado, las variaciones de temperatura tanto diarias como estacionales son fuertes, pero la intensidad del hielo en invierno, por ejemplo, sólo afecta a las partes donde la orientación favorece la persistencia de la nieve, es decir a las umbrías; por tanto, la fragmentación de la roca por procesos de gelifracción o termoclastia no es muy intensa. La existencia de un talud con suelo más o menos espeso y un cantil que por haber resistido los ataques de los periodos más duros se revela

como muy resistente, no favorece la acción de unos procesos mecánicos que, sin duda, son menos intensos que en el pasado. No existen taludes de piedras generalizados, aunque sí son observables conos de piedras muy directamente relacionados con las áreas más débiles del cantil (entrantes, cavidades,...) o con una mayor densidad de líneas de fracturación, por lo que en virtud de la concentración en ellas del agua, la nieve e incluso el hielo, permiten la fracturación y movilización de materiales. No parecen estar en relación –al menos muy directa con la orientación, lo que hace pensar en la escasa importancia de las condiciones climáticas específicas en el desencadenamiento de procesos mecánicos. Más bien parece que, al quedar desprovista de vegetación y dado el precario equilibrio en que se encuentran las vertientes, las áreas más favorables al desencadenamiento de procesos morfogénicos se resienten de la falta de recubrimiento.

### B. *La persistencia local de los procesos químicos: la importancia morfológica de las tobas*

El macizo kárstico de La Lora, como ya se vió, tiene una amplia historia de formación. Al menos, desde finales del Terciario y durante todo el Cuaternario, la caliza ha estado expuesta a la acción corrosiva del agua, variando la intensidad de esta acción en función de las condiciones ambientales. El resultado es un karst de plataforma desarrollado que, en los momentos actuales, es disfuncional. Resulta indudable que las precipitaciones siguen siendo absorbidas por el complejo kárstico que, a modo de gran esponja, se convierte en almacén del agua recibida.

La mayor parte de las surgencias, que vierten el agua almacenada hacia el exterior en los taludes de los cañones, no son permanentes y varían en la intensidad de emisión de agua de acuerdo con las precipitaciones. Teniendo en cuenta que muchas de estas surgencias están sifonadas, puede asegurarse que el «gran almacén» no se vacía por completo cuando dejan de funcionar, en algunos casos, durante el estiaje. La reserva es difícil de evaluar, dependiendo en muchos casos de prospecciones espeleológicas, y aún con ellas la aportación de algunos datos es casual.

En cualquier caso, el agua no circula a presión más que en algunos puntos de dimensiones reducidas. Esto es debido a que la red subterránea se formó en unas condiciones en las que al aporte de agua era mucho más importante que hoy, y la circulación actual está adaptada a esas condiciones de máximo que desbordan el marco de las actuales. Por ejemplo, la surgencia de Orbaneja del Castillo es permanente, pero la boca que se encuentra a unos cinco metros por encima de la actual, que perteneció a un nivel de circulación más antiguo y superficial sólo entra en actividad en periodos excep-

<sup>76</sup> Ver las consideraciones en torno al tema efectuadas por NICOD, J.: «Sur l'évolution...» pp. 15-19. Y BIROT en el capítulo dedicado a vertientes con cornisa y

vertientes reguladas (capítulo XII) de su obra: BIROT, J.: *Les processus d'érosion a la surface de continents*, 1981, pp. 370-389.

cionales<sup>77</sup> y, aún así, tiene unas dimensiones que rebasan ampliamente el caudal emitido. En el caso de El Tobazo, surgencia próxima a Villaescusa de Ebro, se ha podido penetrar hasta 5 Km. y, una parte ha sido topografiada. Tiene un sifón, pero el caudal emitido en verano queda reducido a un hilito de agua. Otras surgencias de menor importancia, sólo presentan actividad en los periodos de máximas precipitaciones<sup>78</sup>. Por todo ello puede afirmarse que el karst es disfuncional; los procesos kársticos superficiales y subterráneos son mucho más lentos que los que hicieron posible este complejo kárstico: los superficiales porque el agua percola con rapidez el tener la roca bien desarrollados los conductos de filtración –aunque también existan conductos actualmente disfuncionales debido a la acumulación de arcillas de decalcificación–, y los subterráneos porque como más progresan es al circular el agua a presión, ya que en ese momento es cuando puede arrastrar un volumen importante de carga sólida que, al actuar como abrasivo, amplía los conductos, –proceso éste mucho más rápido que la corrosión, aparte de la propia capacidad de disolución del agua a presión.

Los procesos kársticos que se desarrollan actualmente en las vertientes de los cañones son los relacionados directamente con las surgencias y descargas del macizo calcáreo y el «limado» de los bordes superiores de los cantiles. Estos se encuentran particularmente expuestos a las acciones meteóricas, en especial a la acción del agua, por estar desprovistos de vegetación y de suelos.

El agua emitida por las surgencias puede originar diferentes procesos según sus características químicas y el lugar y forma en que se produzca el manadero. En algunos casos, el escaso volumen de agua y el corto periodo de tiempo en que se mantienen en actividad, sólo provoca la remoción de los clastos y derrubios acumulados en el talud que se extiende bajo ella. Así, puede formar alargados conos de piedras en el sentido de la pendiente que se ensanchan hacia la base. La inestabilidad de estos derrubios, y el lavado de finos que produce el arroyo procedente de la surgencia, impide el desarrollo del suelo y, por tanto, se dificulta el asentamiento de una cobertera vegetal. No se trata de un proceso específicamente kárstico, sino de acciones puntuales en el modelado de la vertiente en las que el agua actúa como agente dismantelador, pero la

procedencia de este agua sí permite involucrar en el proceso el macizo kárstico.

En el caso de que el aporte de agua sea mayor, se produce la formación de tobas y travertinos. Estos depósitos, en ocasiones, se encuentran ligados exclusivamente a las surgencias (Orbaneja, El Tobazo), pero en otros casos tienen que ver con la dinámica fluvial (confluencia Ebro - Rudrón). Actualmente, estas construcciones pueden considerarse como la actividad más sobresaliente de la dinámica kárstica en los cañones. Para que se produzca este tipo de precipitación hay que contar con la existencia de aguas muy cargadas en carbonatos, lo que, a su vez, evidencia la corrosión o desgaste de la masa calcárea por las aguas subterráneas en los momentos actuales. El proceso completo es, por tanto, una acción mixta de destrucción por corrosión y construcción por precipitación de la carga en disolución. Estas formas tienen escasa representación superficial en el conjunto de los cañones, pero la existencia de algunas no actuales y la observación de las que se están formando en nuestros días, pueden facilitar la comprensión de su dinámica, a la vez que permiten la datación relativa de su formación.

No se suele estar de acuerdo en la definición y distinción de estos depósitos denominados *tobas* y *travertinos*, a veces de manera indiferenciada y otras de modo alternativo. GEORGE sólo considera válido el término travertino para definir esta roca calcárea, mientras que reserva el de toba para los materiales volcánicos<sup>79</sup>. De todas formas, la toponimia española en general y la del norte de Burgos en particular<sup>80</sup>, reserva el nombre de toba para los depósitos calcáreos que nos ocupan. Se trata de una roca muy porosa y que ofrece un gran número de variedades. Suele mostrarse englobando restos vegetales, aunque a veces disminuye la presencia de éstos y se sustituye por limos o arcillas. Su grado de dureza también es variable: en general se trata de una roca blanda, a veces pulverulenta y, en otras ocasiones, compacta. FENELON diferencia este tipo de depósitos en función de la procedencia y desarrollo de las aguas sobresaturadas en carbonatos. Para él, existe un paso lateral entre una toba de fuente, un travertino y una caliza lacustre, diferenciando las dos primeras por su consistencia y estructura, siendo la toba más blanda y cavernosa<sup>81</sup>. NICOD diferencia, en un trabajo empírico, entre

<sup>77</sup> Esta boca, que tiene unas dimensiones de 7 m. de ancho por 3 m. de alto, lanzaba un caudal de agua importante el 21 - 1 - 81 a la vez que lo hacía la boca actual permanente, situada bajo ella; en cambio, tan sólo una semana más tarde (1 - 2 - 81) la emisión de agua se realizaba exclusivamente por la boca inferior. Su funcionamiento es, pues, muy excepcional.

<sup>78</sup> De este modo describe el diccionario de MADDOZ una surgencia existente en los alrededores de Bañuelos de Rudrón: «... A la dist. de un tiro de bala, y parte E. del pueblo, hay una cueva formada por la unión de 2 peñascos, de la que sale un brazo de agua de alguna consideración, desprendiéndose con tal ímpetu, que su murmullo se oye en el pueblo con la misma claridad que pudiera percibirse el ruido dimanado por el toque de 6 o más cajas de guerra, siendo de advertir que esta agua solamente mana después de haber llovido o nevado, durando por lo regular de 10 a 12 días, en los cuales muele 1 molino harinero que existe a la inmediatez del pueblo; el origen del agua que nos ocupa se

ignora, pues se ha observado no haber llovido más que a 3 leg. del l., y sin embargo se le ha visto salir con la mayor violencia; además de la cueva antedicha se encuentran otras muchas en el terreno, entre las que hay varias capas para guarecerse 1.000 cab. de ganado; y concavidades cuya profundidad se ignora:...» MADDOZ, P.: *Diccionario Geográfico - Estadístico - Histórico de España y sus posesiones de Ultramar*, vol. 3, 1846, «Bañuelos de Rudrón», p. 369.

<sup>79</sup> GEORGE, P.: *Dictionnaire de la Géographie*, 1974, pp. 427 y 430.

<sup>80</sup> En los cañones existen dos buenos ejemplos en Tubilla y El Tobazo; en el norte de Burgos, cerca de Frías, Tobera es una población con una inmensa formación de toba; podrían encontrarse muchos más...

<sup>81</sup> FENELON, P.: «Vocabulaire français de phénomènes karstiques», 1967, pp. 65 y 66.

tobas de fuente, represamientos de los ríos con encostramientos de aluviones y columnas y setas de las fuentes<sup>82</sup>.

Sin ahondar más en el tema, parece claro que existe cierta confusión en cuanto a la utilización de los términos, y sería interesante llegar a una clasificación de estas formaciones en cuanto a su origen y estructura<sup>83</sup>.

Las condiciones adecuadas para que se produzca la deposición de tobas y travertinos se encuentran en la combinación de un conjunto de factores que implican tanto a la masa de agua en sus condiciones físicas y químicas como al medio en el que se produce la escorrentía. El predominio de unos u otros, o su conjunción actuando en un espacio reducido, proporcionan los tipos específicos para cada área.

El factor primordial es la existencia de unas *aguas sobresaturadas* de carbonatos, o en umbral de saturación crítico que puede sobrepasarse por diversas circunstancias. La procedencia de las aguas del Rudrón y de todas las surgencias de los cañones, aseguran un alto contenido en carbonato cálcico por formarse en el macizo calcáreo y circular por él en circuitos subterráneos. No sucede lo mismo con las aguas del Ebro, río alóctono que drena extensas áreas silíceas antes de penetrar en los cañones. Así, en el caso del Ebro, la sobresaturación y, por tanto, la deposición se realiza difícilmente. Sólo cuando se produce una *mezcla de aguas* entre las alejadas del punto de saturación del Ebro y las muy cargadas del Rudrón se realiza tal deposición. La distinta temperatura de las dos masas de agua provoca en gran medida el proceso, porque la capacidad de llevar carbonatos disueltos aumenta a medida que disminuye la temperatura. De esta forma, cuando el agua en el umbral crítico de saturación con una determinada temperatura se une a unas aguas más cálidas, el aumento de temperatura de la masa de agua resultante provoca el abandono de parte de la carga disuelta en la lámina de agua primera, sobresaturada. Además, al mezclarse las aguas que circulan a velocidades diferentes, se producen movimientos de turbidez y agitación, lo cual también favorece la partida de CO<sub>2</sub> y por ello, la precipitación. Estos factores combinados dan lugar a un represamiento allá donde se produce la confluencia. Se crean así remansos donde puede llegar a producirse una precipitación lagunar. Hoy, se puede observar un área de edificación bien definida en el frente pero con un entorno donde las irregularidades del lecho se traducen en áreas de remanso y turbidez.

También la *descomprensión* supone el paso de

la circulación subterránea a la circulación subaérea hace posible la partida de CO<sub>2</sub>, lo cual favorece la precipitación. Es el caso de las surgencias de las vertientes. La descomprensión se acelera por la caída en forma de cascada del agua, ya que, por regla general, tiene que salvar un desnivel importante hasta alcanzar el nivel de base local. La precipitación de carbonatos se encuentra favorecida, además, por la *evaporación*. Esta es escasa en la circulación subterránea, pero muy variable en la subaérea, pudiendo alcanzar valores importantes.

Se ha señalado también la incidencia de los *vegetales* en la precipitación. Cuando las plantas realizan la función clorifilica absorben el CO<sub>2</sub>, y en las aguas que están en contacto con ellas se produce su partida, con lo que se facilita la precipitación de carbonatos en torno a las plantas. Los musgos, la vegetación higrófila en general, realizan esta labor, sirviendo de núcleo para la construcción de columnas y cornisas muy abiertas. Además, los restos vegetales llevados por el viento o transportados por las aguas, pueden acumularse en los remansos; con la putrefacción se libera CO<sub>2</sub> y se puede contribuir así a la precipitación. Pero no hay que exagerar la importancia de los vegetales en la formación de tobas<sup>84</sup>. El carbonato cálcico puede precipitar ante cualquier obstáculo si se reúnen las condiciones necesarias, por lo que puede encontrarse recubriendo parte de algunas presas e incluso tapizando vidrios u otros restos.

El tipo de roca carbonatada disuelta en el agua influye en la mayor o menor *mineralización* de las aguas. Los estudios de TOMAS, parecen insistir en la relación existente entre aguas ricas en magnesio y precipitación de tobas<sup>85</sup>, lo cual parece estar corroborado en los cañones por la abundancia de tobas en las dolomías que atraviesa el cañón de este río.

Todos estos factores, en distinta medida, actúan en los procesos de formación de los diferentes tipos de tobas y travertinos que aparecen en los cañones. Aunque se trata de un proceso puntual y de escasas dimensiones, ayuda a comprender las condiciones de acumulación en el pasado y permiten observar el proceso completo de su formación.

1º.- Las *tobas de surgencia o fuente*, si bien no alcanzan en ningún caso dimensiones superiores a una hectárea, son una forma de relieve característica y, dada su simplicidad, un buen observatorio para apreciar el desarrollo del proceso. En nuestras latitudes, las tobas de surgencia de cierta entidad inician su proceso de formación durante el Cuaternario o en épocas no históricas<sup>86</sup>. En la actualidad,

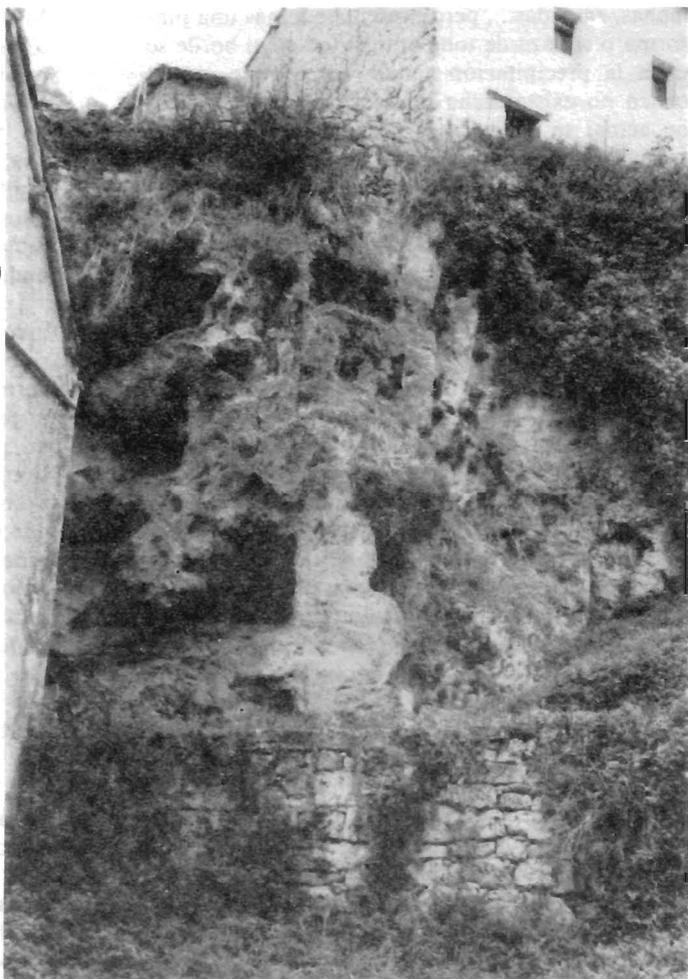
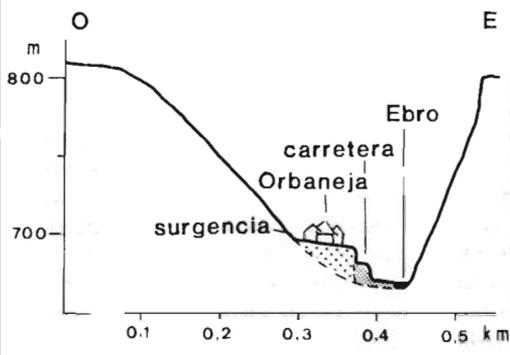
<sup>82</sup> NICOD, J.: «Tufs de source actuels en Basse Provence (note)», 1974, pp. 101-103 y NICOD, J.: «Formations carbonatées externes, tufs et travertins: Repartition, classification, relation avec les milieux karstiques et karstification», 1981, pp. 181-187.

<sup>83</sup> En este sentido parece ir el coloquio de la Association Géographes Françaises en torno a «formations carbonatées externes, tufs e travertins» que, organizado por NICOD, J. se realizó en mayo de 1981, donde se presentaron trabajos interesantes.

<sup>84</sup> Algunos autores como COUTEAUX niegan su importancia. COUTEAUX, M.: «Formations et chronologie palynologique des tufs calcaires du Luxembourg grand-ducal», Bull. Assoc. Franç. Etud. Quat., 1969 (3), pp. 179-206.

<sup>85</sup> NICOD, J.: «Tufs de source...» Nota de este autor sobre la tesis de TOMAS, J.: «Etude d'hydrogéologie et d'hydrochimie karstique de la vallé de Gapeau (Basse Provence calcaire). Nice, 1973.

<sup>86</sup> Parece que las últimas investigaciones concluyen relacionando estos depósitos con elevaciones de temperaturas relativas, es decir, que no se ciñen a los interglaciares como era la tendencia general, sino que, dentro de un periodo las fluctuaciones climáticas pueden favorecer la deposición. Esta idea viene corroborada por la flora —más fría que la actual— encontrada en los estudios palinológicos. AMBERT, P.: «Chronologie locale et synchronisme paléoclimatique», *Bulletin Association Géographes Françaises*, nº 479-480, 1981, pp. 211-217.



1

Sección de la terraza antigua : estructura porosa y con oquedades.

2

Estructura en lechos horizontales y ondulados de la terraza actual

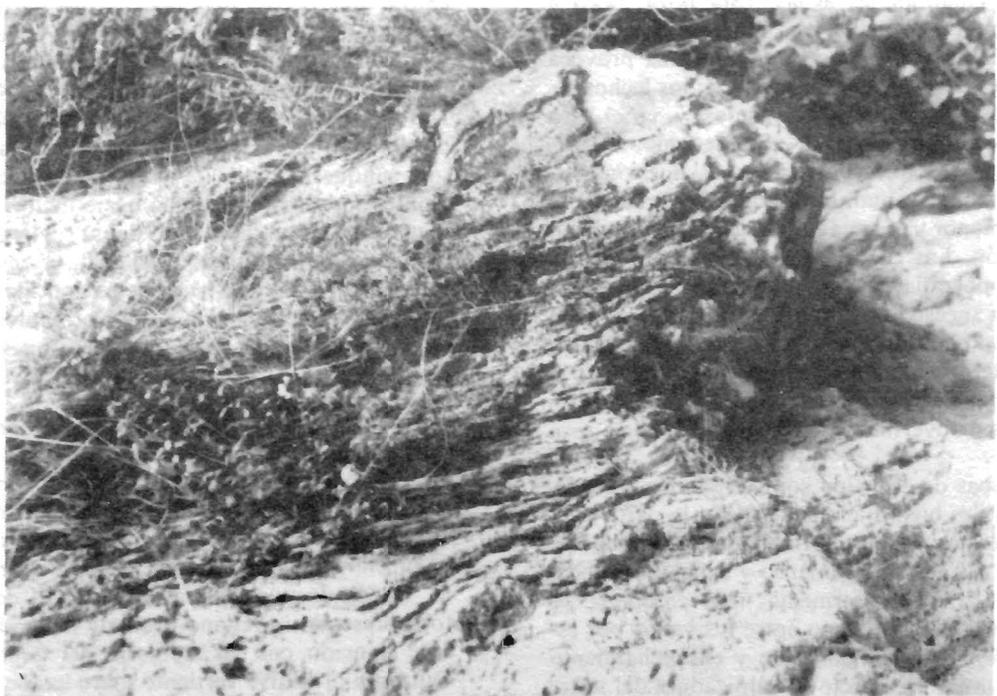


Fig. 31. Toba de Orbaneja del Castillo: Estructura y topografía.

en muchas de ellas continúa el proceso de precipitación. Tal es el caso de las tobas de Orbaneja del Castillo y El Tobazo. En la primera de ellas se reúnen todos los elementos de la segunda: columnas, conchas, cascadas..., pero presenta además una plataforma o terraza de toba antigua en cuyo borde se realiza la precipitación actual. En cambio, en El Tobazo no existe dicha plataforma y la precipitación actual se realiza más próxima a la surgencia que en Orbaneja. La mayor extensión y complejidad de la formación de Orbaneja se debe posiblemente a que recubre una vertiente de pendientes muy fuertes, lo cual provoca una gran agitación de las aguas. En cambio, en El Tobazo la vertiente está más evolucionada, su pendiente es más débil y el salto de agua es, en un principio, menos pronunciado.

Estos depósitos pertenecen a los dos tipos que sugiere FENELON. En la parte inferior de la terraza, la roca presenta una estratificación bastante clara en lechos a veces ondulados, superpuestos y claramente diferenciados, mientras que la parte superior y frontal presenta una estructura más caótica y espaciada, más porosa. A éstas se añade un nuevo manto que envuelve la masa tobácea en conjunto, adaptándose a su forma de escalón (Figura 31). Esta superposición de formas se explica por la propia dinámica del salto de agua y su evolución. Las partes superiores, donde se instalan musgos y juncos, evolucionan en forma de conchas superpuestas que, en detalle, reproducen la forma almohadillada de los musgos. El agua resbala entre las plantas, fijándose el carbonato cálcico en ellas y en sus raíces, progresando y engrosándose el depósito a partir de estos núcleos en sentido vertical de arriba abajo formando columnas o falsas estalactitas que hacen avanzar el frente al mismo nivel de la surgencia. Este proceso, prolongado en el tiempo, llega a formar un rellano más o menos regular. Mientras tanto, en la parte baja, la caída del agua da lugar a una poza donde se remansan las aguas. Esta poza, poco a poco, se amplía a medida que progresa el frente de la cascada. El movimiento que la cascada provoca en las aguas de la poza es el origen de los lechos sedimentarios más o menos ondulados, y, en el caso de que quede marginal a la caída de agua, la sedimentación se produce en capas más horizontales. También la horizontalidad se produce cuando el caudal es menor y el agua resbala sin apenas producir agitación. Las capas más inferiores reflejan en parte la topografía previa. La formación se puede ampliar en sucesivos escalones en los que se repite el proceso. Por último, a la vez que se crean los escalones inferiores se erosionan los superiores y, por filtración, las oquedades de esta roca porosa se rellena hasta convertirse la formación en una roca consistente.

Las tobas de este tipo son estructuras complejas con niveles bien diferenciados. En la parte inferior se mezclan lechos horizontales y ondulados, propios de las áreas de remanso y agitación respectivamente. El área intermedia, más compleja, es donde se produce el relleno entre los vanos por escorrentía lenta, el alargamiento y ensanchamiento de las columnas y el efecto de salpicadura del salto. En la parte superior es donde parecen tener más importancia los vegetales, ya sea por absorción de  $CO_2$ , o simplemente porque actúan como soporte

de la precipitación producida por la descompresión en las aguas a la salida de la surgencia.

Tal y como se ha descrito el proceso, no es clara la importancia de la vegetación en su desarrollo. Más bien parece que se relacionan unos y otros factores de precipitación sin que exista un claro predominio. Los travertinos de la parte inferior del edificio también muestran abundancia de restos vegetales, pero la explicación puede venir por otros caminos: la acumulación en las áreas de remanso de multitud de hojas caídas, troncos secos y otros residuos vegetales que son englobados en los lechos sedimentarios sucesivos en disposición horizontal u ondulada, según los casos.

La acumulación tobácea de Orbaneja presenta una formación de terraza antigua en el nivel superior que forma el rellano principal (a 690 - 700 m.), de mayores dimensiones, sobre la que se asienta el pueblo de Orbaneja. El segundo escalón (675 - 680 m.), actualmente en actividad, tiene menor extensión. El canal de agua de la surgencia se ha desplazado sensiblemente hacia el NE, del mismo modo que un curso de torrente se desplaza hacia sus márgenes cuando disminuye su caudal. Este escalón inferior acaba en un pequeño rellano (670 m.) a la altura del río; en su formación participa la propia dinámica fluvial. Es una terraza actual muy limosa, con mucho carbonato y gran cantidad de impurezas. El Ebro ha sido desplazado hacia la vertiente opuesta, cuya pendiente, muy fuerte y regular, parece indicar un retroceso rápido y reciente.

La formación de El Tobazo es una pequeña plataforma en abanico situada en la vertiente sur del cañón del Ebro, en el límite entre los municipios de Villaescusa y Orbaneja. Es la primera acumulación de este tipo que se encuentra en el cañón del Ebro, aproximadamente a unos 6 Km. aguas arriba de Orbaneja. La surgencia se encuentra situada a media vertiente, a 800 m. de altitud -120 m. respecto del nivel del Ebro-, en el contacto entre las calizas microcristalinas del Turonense Superior y las margas del Turonense Inferior. Puede coincidir con la red subterránea que ha captado las aguas de un antiguo curso que en dirección SE - NO confluía 200 m. más al oeste y que hoy es un valle seco. El buzamiento de las capas sedimentarias en este sector, aunque débil, es favorable a la existencia de fuentes porque presenta una ligera inclinación hacia el cañón al ser el flanco NE de un repliegue anticlinal cuyo eje atraviesa Escalada. En este mismo flanco aparecen otras surgencias con formación de toba en el borde del cañón, más próximas a Escalada, aunque ninguna tiene las dimensiones ni belleza de El Tobazo.

Esta formación superficial proporciona a la vertiente un aspecto convexo (Figura 32) que acaba en un pequeño cantil en el límite inferior de la toba. En este caso, también el Ebro parece haber sido desplazado hacia su vertiente norte que aparece mucho más verticalizada y regular que la opuesta, marcando una clara disimetría. El depósito de toba presenta un rellano bastante marcado que parece coincidir con las areniscas del Cenomanense. Quizás la primitiva vertiente sobre la que se depositó la toba tenía ya marcado el rellano, lo que pudo facilitar la deposición de los travertinos recubriendo y prolongando el salto hacia el lecho del río.

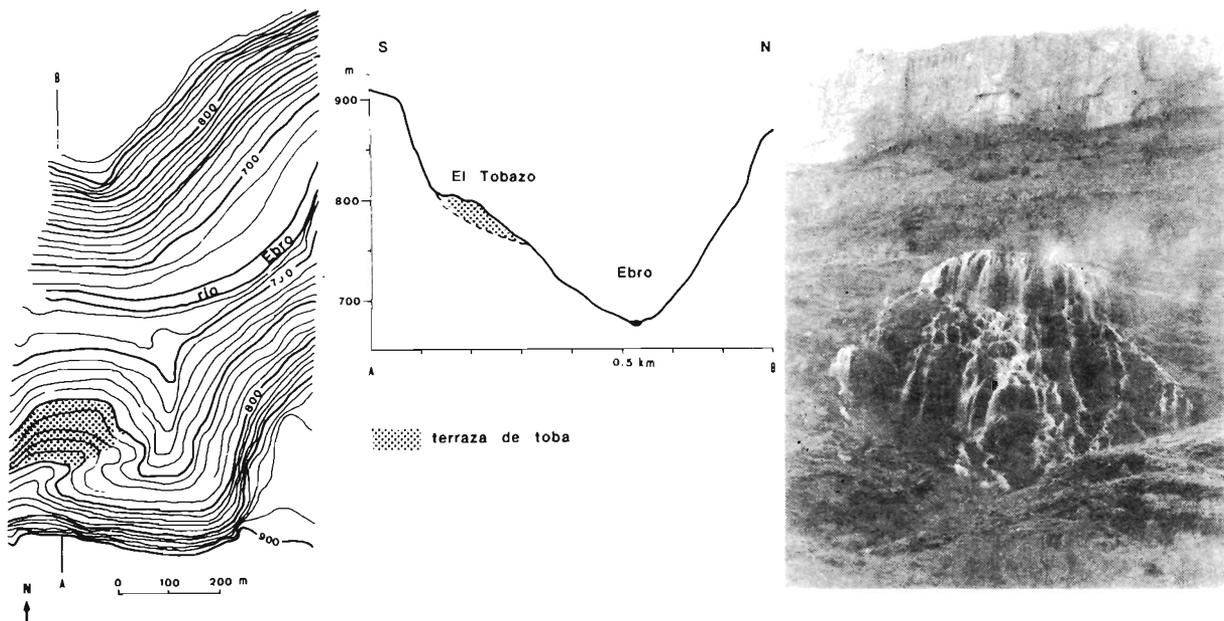


Fig. 32. Toba de El Tobazo. A la derecha, la surgencia en periodo de emisión de agua (I - III - 1981).

Otras tobas de tipo surgencia o fuente, situadas aproximadamente a 1 km. al sur de Quintanilla-Escalada, ocupan gran parte de la vertiente oeste del Ebro a partir del nivel de las margas. Es un conjunto algo más difuso que los anteriores pues no aparece una surgencia canalizada. En la superficie de contacto entre calizas y margas es patente la anegación, pero el agua sale al exterior por numerosos puntos. A partir de ella se forma una toba de recubrimiento en la vertiente, similar a un encostramiento (Figura 33) encima del cual se instalan los coluviones recientes, entre los que aparecen fragmentos de toba. La formación culmina en un suelo gris desarrollado sobre la toba. Este suelo, es indicativo de la existencia de agua que genera un encharcamiento dando lugar a un suelo de brezo. En general, la formación no produce cambios en la topografía preexistente, a excepción del engrosamiento en la vertiente y la formación, en algunos puntos, de pequeños torrentes petrificados donde la toba adquiere mayor espesor. Por tanto, es un recubrimiento calcáreo generalizado, en capas finas, con bastantes impurezas de tipo limoso o clástico alternantes. Los coluviones, de tamaño decimétrico, provienen tanto del escarpe de roca *in situ* como de la propia toba, y sobre ellos se depositan nuevas costras de carbonato. De todos modos, aunque activo, este depósito resulta mucho más difícil de definir.

2º.- Las tobas precipitadas por confluencia de masas de agua de distinta procedencia aparecen en el lugar de unión entre el Ebro y el Rudrón (Figura 34). Sus aguas tienen caracteres distintos, pues el Ebro es un río alóctono, cuyo caudal al llegar a los cañones es ya importante, mientras el Rudrón es un afluente que drena parte de las aguas del macizo de La Lora, adscrito íntegramente a ese conjunto y de caudal más reducido. La confluencia se encuentra a menos de 1 Km. al noreste de Baldelateja, discurrendo los dos ríos en ese tramo por el nivel del cenomanense. Sin duda, lo que en primer lugar llama la atención es el gran desplazamiento del tramo final del Rudrón, su curso, suroeste - noreste en ge-

neral, toma claramente la dirección este en los últimos 100 m. de recorrido. El desplazamiento, acompañado de la deposición de tobas en la margen izquierda del Rudrón, es tan espectacular que los dos cursos de agua llegan a tomar direcciones paralelas, separados por la terraza de toba.

neral, toma claramente la dirección este en los últimos 100 m. de recorrido. El desplazamiento, acompañado de la deposición de tobas en la margen izquierda del Rudrón, es tan espectacular que los dos cursos de agua llegan a tomar direcciones paralelas, separados por la terraza de toba.

El Ebro transporta un importante volumen de carga en suspensión por lo que sus aguas son turbias y de coloración ocre. En cambio, el Rudrón discurre saturado de carbonatos en disolución y se caracteriza por la transparencia de sus aguas. Al mezclarse estas dos masas de agua diferentes en su temperatura —más baja en el Rudrón—, caudal —bastante mayor en el Ebro— y carga —diferente tanto por los elementos transportados como por la forma de transporte, suspensión o disolución— se produce la deposición de carbonatos. La precipitación se realiza en lechos de 5 - 10 m. de espesor (Figura 34), ondulados por la agitación de las aguas y la propia topografía del lecho. En el lugar en que se mezclan los dos caudales se produce un escalón, y aguas arriba del Rudrón un remansamiento en el área anterior al lugar de precipitación. El represamiento puede favorecer la retención de materiales arrastrados en flotación por el Rudrón tales como troncos, hojas, etc. Con el tiempo, el salto aumenta a la vez que se producen nuevas áreas de remanso en el interior del represamiento. El resultado es la ampliación del lecho del río y una divagación de las aguas en diversos canalillos, cada vez más orientados hacia el este.

El complejo de tobas y travertinos de esta confluencia es un proceso actual y heredado a la vez. Existen dos terrazas de estas características: la más antigua (670 m.) se encuentra a 20 m. sobre el cauce actual y la intermedia (660 m.) a 10 m. Las dos



Fig. 33. Toba procedente de rezumes en torno a Quintanilla - Escalada. 1) Pequeño barranco sobre la toba; fragmentos de toba forman parte del relleno del cauce. 2) Los finos lechos de toba se adaptan a la forma de la vertiente.

tienen características similares entre sí y con la tercera, la más baja y actual.

3º.- Un fenómeno ocurrido de modo accidental y sólo indirectamente relacionado con el curso de agua, puede haber originado el sistema de *tobas de represamiento* de Valdelateja. La margen izquierda del Rudrón, entre San Felices y Valdelateja ha sido muy afectada por procesos de dinámica estructural. Los deslizamientos rotacionales, ya estudiados, obligan al curso a desplazarse hacia la vertiente opuesta, incluso muy probablemente de forma violenta y catastrófica. Los deslizamientos de paquetes de calizas y margas hacia el fondo del valle pudiendo originar la oclusión del río. Un vestigio que puede avalar esta hipótesis es la existencia de una terraza de toba –no de surgencia– en la vertiente este del cañón, la opuesta a los deslizamientos, lo cual parece índice del represamiento que mantendría las aguas a ese nivel. El cantil de esta vertiente, labrado en las calizas turonenses presenta un saliente muy marcado que tendría que coincidir en el lecho del río con un meandro en la orilla convexa. Según la dinámica propia de los meandros la pendiente basal en la orilla convexa –donde deposita la carga– debería ser menor que en la cóncava; pero no sucede así: existe un corte drástico en el fondo de valle que taja el espolón del meandro hasta conseguir que el curso se desplace por ese borde. El empuje de las masas caídas de la vertiente puede haber sido el responsable del desplazamiento del curso y del represamiento del río. Como consecuencia, la falta de aporte o la escasez de caudal ha sometido al resto del valle, en los alrededores de Valdelateja, a un régimen lagunar, durante algún tiempo.

Por lo demás, la evolución es similar a las descritas anteriormente, y se encuentran depósitos lagunares junto al puente de Valdelateja, en la margen izquierda del río, muy puros, depositados horizontalmente y con varios metros de espesor. Aguas arriba es difícil reconstruir la evolución del represamiento. El barrio de Valdelateja, situado en la ori-

lla izquierda del río, se asienta sobre una terraza de toba que finaliza en los sedimentos lagunares y, hacia el sur, se convierte en un travertino que engloba gran cantidad de restos vegetales (incluso troncos de gran tamaño).

Los represamientos pueden haberse producido en un sólo sitio o en varios, pero es difícil lograr una reconstrucción detallada porque los depósitos están muy alterados, e incluso movilizados sus derrubios por el río, al conseguir salvar el represamiento. Esta terraza se encuentra 20 m. por encima del lecho actual, dato que puede relacionarla con la más antigua de la confluencia del Ebro.

En este lugar, la formación de toba continúa hoy de manera notable. Prueba de ello es que la presa de la central eléctrica de la orilla izquierda del Rudrón, hoy en desuso, que se encuentra aproximadamente enfrente de los restos del represamiento de la orilla opuesta, tiene un recubrimiento de toba que en algunos puntos supera un metro de espesor.

4º.- Por último, el *complejo de travertinos* de Tubilla del Agua es el de mayores dimensiones de todos los analizados. Está compuesto por un sistema de terrazas escalonadas en una encrucijada de surgencias y confluencias de arroyos. Todas estas aguas vierten al Rudrón en las inmediaciones de Tubilla del Agua (Figura 35).

La coexistencia en un reducido espacio de varias surgencias que han depositado tobas de fuente en la forma habitual, y de dos arroyos que, con dirección este - oeste y sur - norte, confluyen al sur del núcleo de Tubilla, ha permitido la acumulación travertínica de este complejo. Cada surgencia o arroyo ha precipitado sus propias terrazas a diferentes niveles. La surgencia del sureste ha dado lugar a dos semicírculos o abanicos, el superior y más alto del complejo a 800 m. y el segundo, más disimétrico, al desarrollarse fundamentalmente hacia el oeste, a 790 m. El arroyo Valeria, procedente del este, deposita un nivel de terraza a la misma altura



Fig. 34. Detalles de las terrazas de toba de la confluencia Ebro - Rudrón. 1) Terraza actual: el Rudrón, a la derecha, aparece un poco más elevado a consecuencia del escalón de toba en formación. 2) La terraza de toba situada a 10 m. sobre el nivel de la actual: lechos ondulados y porosos.

que la más reciente de la surgencia del sureste. Este arroyo es la causa de la disimetría de la terraza de 790 m. de la surgencia anterior, cuya parte oeste continuada por el frente del arroyo Valeria forma un escalón respecto a la terraza del arroyo del Monte, procedente del sur, y a cuyas aguas vierten los dos anteriores más otra surgencia que desde estas aguas capitalizadas por el arroyo del Monte y muy saturadas de carbonatos, que precipitan inmediatamente en la confluencia con el Rudrón, han producido la terraza principal aproximadamente a 780 m. El incremento del salto, que iba avanzando hacia el noroeste desplazó el curso del Rudrón en esta dirección. Además en el oeste, en un borde de la terraza principal –visible gracias a la trinchera de la

carretera que une Tubilla con Santa Coloma–, se encuentra un nivel de tobas lacustres sedimentada en finas pasadas, muy compacta y con un espesor total de unos 10 m. La localización marginal de esta toba lacustre parece indicar su formación en un remanso donde las aguas permanecen en calma.

La interpretación de este conjunto aparece ligada al carácter de encrucijada de un cúmulo de surgencias y arroyos cuyas aguas se dan cita en el lugar. Estas aguas proceden en su totalidad de filtraciones subterráneas o de paso a través de las dolomías del Campanense, que es el piso culminante del área en cuya base se encuentran las surgencias. La relación entre aguas ricas en magnesio, procedentes de la disolución de las dolomías y precipitación de

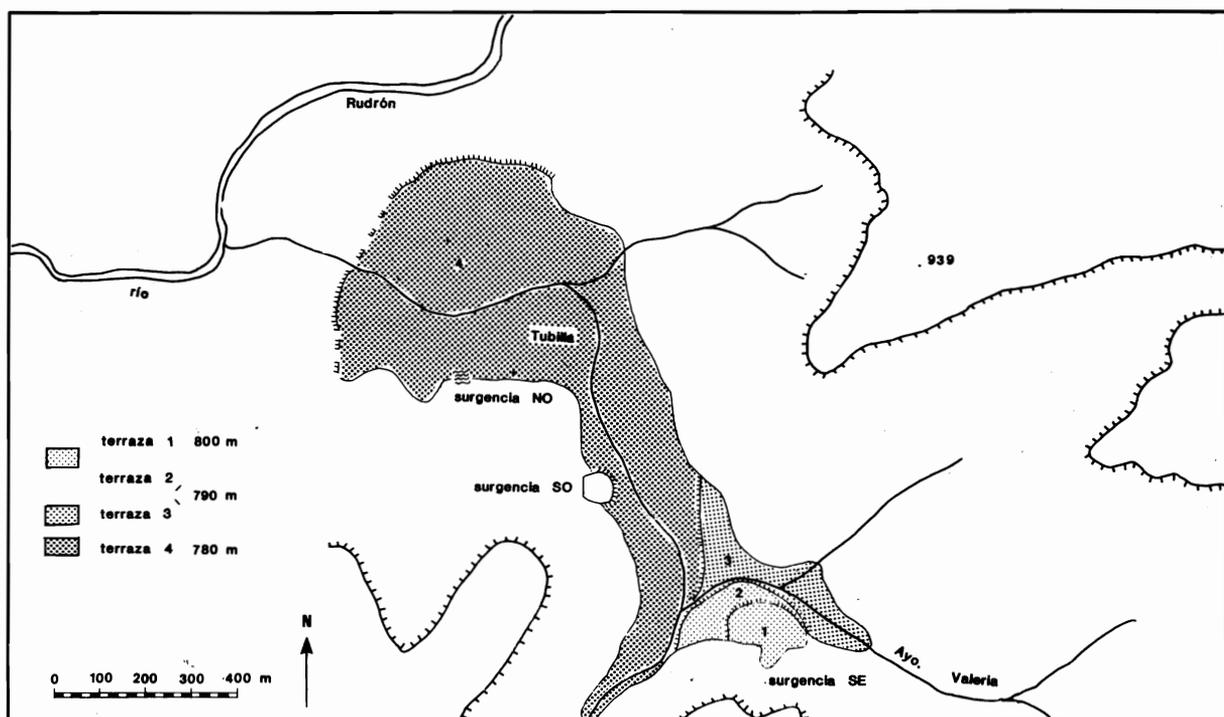


Fig. 35. El complejo de tobas de Tubilla del Agua.

tobas ha sido ya señalada<sup>87</sup> y parece corroborada en el complejo de Tubilla. La proximidad al eje del sinclinal de Sedano y la existencia de un descenso de nivel de dicho eje, favorece la aparición de surgencias en el lugar, con lo que se asegura un caudal importante de aguas muy cargadas en carbonatos. La existencia de un resto de terraza fluvial que, por la orientación de los cantos, sólo puede pertenecer al Rudrón, atestigua un desplazamiento de este río ante el avance progresivo del frente de la terraza de 780 m.<sup>88</sup> La existencia de una terraza fluvial fosilizada por la toba del espolón (donde se encuentra el cementerio de Tubilla, sugiere que el desplazamiento del curso se ha producido simultáneamente al avance del frente de la terraza de toba y, quizás, a consecuencia de él. Un arroyo posterior, actual, ha labrado su cauce atravesando los materiales no demasiado consistentes de la terraza principal, a la que divide en dos partes; por este arroyo se canalizan las aguas no muy abundantes del conjunto hasta desembocar en el Rudrón. La confluencia se realiza mediante un escalón con formación actual de toba.

La conclusión que puede extraerse del análisis de estas formaciones de origen kárstico es que cualquiera que sea el factor o factores desencadenantes de la precipitación, ésta se produce siguiendo siempre el mismo esquema de desarrollo, y que es la mayor o menor importancia de los depósitos de tobas, travertinos o calizas lacustres lo que varía de acuerdo con estos factores, con la duración del proceso en el tiempo, con la cantidad y variabilidad del caudal y con su grado de saturación. Es un proceso que ha conocido un gran desarrollo en el pasado reciente, en los últimos periodos del Cuaternario, pues sería en esta fase cuando la mayor parte de los

colectores habrían alcanzado un nivel de excavación similar al actual y, por ello, las vertientes se encontrarían ya desarrolladas. Pero lo que individualiza al proceso del resto de los analizados anteriormente es que en los *momentos actuales sigue presentando un intenso grado de actividad*.

En muchos casos, la existencia de estos depósitos provoca una disimetría de vertientes, como consecuencia del desplazamiento lateral del río hacia la orilla opuesta al lugar de deposición. Es causa, también, de un remodelado de vertientes y fondos de valle, según los casos, porque introduce una complejidad en la vertiente al originar sistemas mixtos de cantil casi vertical y rellanos o terrazas prácticamente horizontales dentro del conjunto. Por todo ello, las tobas y travertinos de los cañones son uno de los elementos más característicos y dinámicos de los cañones, pese a su carácter puntual y a sus reducidas dimensiones en el conjunto.

### C. Una actividad morfogenética de carácter epidérmico

Por último, cabe añadir que no en todos los casos se reúnen los factores necesarios para que el agua emitida por las surgencias precipite, al menos instantáneamente. De este modo, en muchas surgencias cuyo caudal es menor que en los casos anteriores, o cuyo ciclo de emisión temporal es más corto, u otro largo etcétera de posibilidades limitantes, no se producen precipitaciones de toba. Pero, de todos modos, la surgencia protagoniza un papel remodelador de la vertiente. La emisión de un flujo de agua canalizado tiene un efecto torrencial sobre

<sup>87</sup> NICOD, J. y TOMAS, J.: *Op. cit.*

<sup>88</sup> Se trata de una terraza antigua, a 80 m. sobre el nivel

actual del río que podría haber variado su curso por motivos diferentes a la formación de tobas.

los coluviones acumulados en la vertiente. La remoción de las acumulaciones de fragmentos, el lavado a que éstos se ven sometidos, priva al conjunto del entramado de fracción fina y permite la movilización de las pedreras en que quedan convertidos. Tras este efecto se produce, en algunos casos, la incisión lineal –surgencia del Ebro en los depósitos de vertiente.

Las emisiones del agua contenida por el macizo kárstico y emitida en los periodos de saturación de los acuíferos son un elemento a tener en cuenta en la actividad actual de las vertientes. Si bien su incidencia no es generalizada, por producir impactos muy puntuales, tanto cuando la surgencia genera precipitación de tobas como cuando esto no ocurre, el área afectada, al contar con una mayor disponibilidad de agua –y además canalizada– es más propicia a todo tipo de procesos de vertiente, tanto mecánicos (soliflucción, lavado, movilización) como químicos (alteración, creación de suelos, decarboxación, etc.).

Sentadas las bases de la escasa actividad morfológica del conjunto de los cañones, cabe afirmar que la mayor parte de las transformaciones actuales se realizan a nivel epidérmico. Es en la capa más externa de las formaciones superficiales, así como en la roca al desnudo, donde la actividad existe. Por ello, es en el nivel del suelo, o de los horizontes más alterados de los coluviones donde se producen las transformaciones químicas y orgánicas.

En esta aproximación edafológica pretendo señalar los cambios que se producen en las masas de coluviones o en las arcillas de decalcificación. En ellos tienen lugar transformaciones debidas a la actuación de organismos vivos y alteraciones meteóricas.

Los suelos de los cañones se encuentran limitados en sus posibilidades de variación, e incluso de progresión hacia unos suelos evolucionados, por las características topográficas y litológicas de este medio tan específico.

En la plataforma calcárea, la propia naturaleza del roquedo limita, en las condiciones climáticas existentes, la formación de un suelo con horizontes diferenciados. Así, aparecen suelos esqueléticos, litosuelos, en aquellos puntos donde se produce la acumulación de terra rossa, como son las dolinas, líneas de fracturación y valles secos. Por tanto, La Lora se reduce a un páramo calcáreo en el que la roca aparece en los lugares donde se acumulan los productos de disolución química y los fragmentos de la alteración de la roca. Allí, donde afloran las margas mejoran las condiciones de evolución, aunque la impermeabilidad de estos materiales dificulta el drenaje en profundidad.

Los cantiles, por ser áreas de desarrollo vertical y constituirse en punto de partida del material, quedan descalificados como posibles enclaves de acumulación y formación de suelo. Sólo en las peque-

ñas rugosidades, propicias a la acumulación, ya sean nichos, o juntas de diclasas o planos de estratificación, se producen suelos esqueléticos o litosuelos escasamente diferenciados. En las rocas menos coherentes y más deleznable este desarrollo se encuentra algo más favorecido.

El talud reúne condiciones más idóneas para la formación de suelos. Es un área que, al estar recubierta por formaciones superficiales compuestas por cantos calcáreos y una matriz fina más o menos abundante, facilita la infiltración por su porosidad. La acumulación y circulación de agua en su interior permite la existencia de procesos químicos, favorecidos por la presencia de microorganismos, que tienden a alterar la roca en su conjunto. A pesar de ello, la elevada pendiente media de estas formaciones impide la evolución íntegra de los suelos, ya que se producen movimientos de lavado oblicuo que no permiten diferenciar horizontes A<sub>0</sub>; no existe una copa orgánica en descomposición, y, por ello, la formación de suelo es más lenta, además de estar sometida a la acción de lavado del agua de gravedad que su propia topografía hace inevitable. El empobrecimiento de estas áreas por migraciones oblicuas beneficia a las áreas de fondo de valle, de menor pendiente, porosas y encharcadas.

Al acometer un pequeño y somero acercamiento a los tipos de suelo existentes, es necesario hacer referencia a la vegetación. Asociaciones y comunidades, con sus exigencias y adaptaciones, son un valioso índice para poder deducir qué tipo de suelo existe, ya que no se dispone de análisis. La decarboxación de los coluviones calcáreos se realiza por medio de la vegetación, que coloniza y crea suelo a la vez que se enraíza en ellos. Sólo de este modo puede entenderse que hayas y quejigos dominen en las formaciones vegetales de los cañones.

A consecuencia de las elevadas pendientes se forma una «catena» de suelos<sup>89</sup> que comienza con un suelo de terra rossa en la culminación, un litosuelo en el área más verticalizada y una rendzina que puede acabar en suelo pardocalcáreo en el fondo del valle<sup>90</sup>.

De todos modos, cabe añadir que precisamente a consecuencia de las elevadas pendientes, los cañones presentan un elevado grado de fragilidad en cuanto a estas formaciones superficiales; la lentitud con que se generan los suelos supone un alto riesgo en caso de que existan impactos que lleguen a afectar a dichas formaciones. En este sentido, el papel de las asociaciones vegetales resulta fundamental para el mantenimiento y evolución de los suelos; por ello las actuaciones antrópicas<sup>91</sup> sobre la cobertura vegetal tienen repercusiones no sólo en las comunidades afectadas sino en el conjunto del medio físico.

<sup>89</sup> DUCHAUFOR, Ph.: *Pédologie. I: Pédogenèse et classification*. Masson, Paris, 1977, p. 142.

<sup>90</sup> El mapa de cultivos y aprovechamientos, que utiliza la Clasificación americana, califica los suelos de los cañones como antisols e inceptisols fundamentalmente. MINISTERIO DE AGRICULTURA: *Memoria del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:*

50.000, Hoja nº 135 (Sedano), pág. 11-13.

<sup>91</sup> «La ruptura de los equilibrios estables (climax) resulta con frecuencia de una destrucción más o menos brutal de la vegetación –fundamentalmente del bosque– provocada por un proceso geológico, un cataclismo natural o, más simplemente, la acción humana». DUCHAUFOR, Ph.: *Op. cit.*, p. 117.

## 2. El cañón como medio ecológico frágil: la adaptación de la vegetación

El espacio ecológico de los cañones, pese a sus reducidas dimensiones, ofrece gran variedad de situaciones que quedan reflejadas en otras tantas biocenosis. Esta variedad permite caracterizar al conjunto de los cañones como un espacio ecológico complejo, tanto por las diferentes biocenosis aludidas como por el distinto grado de estabilidad o deterioro que ellas presentan.

Ya se ha visto cómo la actividad morfológica queda recudida a la existente en las partes más superficiales de las formaciones de vertiente o de la roca madre, cuando ésta aparece al desnudo. Por tanto, es en este área de contacto entre la corteza inerte y el medio vivo, es decir, en el nivel del suelo, donde la actividad se revela particularmente inquietante.

Los estadios regresivos o, según los casos, los más o menos paraclimáticos que presentan comunidades y asociaciones vegetales, revelan la secular acción antrópica y zootrópica en ellas. El hombre forma parte de la cadena trófica, pero tiene capacidad para modificarla «voluntariamente», por lo que puede alterar la marcha «natural» evolutiva del ecosistema de los cañones.

Este área que estructuralmente aparece como un espacio de transición, también lo es en cuanto a las asociaciones vegetales más representativas. Además, en este caso, la fragilidad se acentúa como consecuencia de la herencia biótica. Las masas forestales son conjuntos relictuales que inducen a pensar en los cambios ambientales que caracterizan los periodos cuaternarios, y en las posibilidades que unas condiciones climáticas pasadas otorgaron al asentamiento de unas biocenosis que hoy necesitan condiciones muy específicas para mantenerse.

De esta forma, en cuanto a las biocenosis vegetales, los cañones del Ebro - Rudrón pueden considerarse como un *espacio ecológico de transición*<sup>92</sup> corroborado por la coexistencia de tres asociaciones representativas de otros tantos dominios florales. Algunas veces entran en competencia interespecífica, pero las más de ellas aparecen en hábitats ecológicos claramente diferenciados. El hayedo, el quejigal y el encinar se distribuyen el espacio, buscando cada uno de estos ecosistemas el hábitat más favorable. No puede decirse que existan adaptaciones específicas de las especies; tan sólo se producen situaciones que tienden a considerar el factor en que cada especie es más exigente, o aquél en el que su amplitud o variabilidad es menor.

De todos modos, baste decir que la cobertura vegetal no es más que un resto, una *reliquia* de lo

que fue, y que, merced a ello, se puede especular acerca de la primitiva distribución, antes de que se consumara su modificación y, a veces, erradicación por el hombre.

Por otro lado, parece claro que las condiciones ambientales de los cañones no suponen un verdadero freno a la reconstrucción de ninguna de las especies características, puesto que en cuanto se ha posibilitado su desarrollo parecen haber respondido positivamente. Aunque esta evolución ha sido observada, lo que sí es cierto es que cada asociación la desarrolla en sus hábitats más favorables.

### A. La simplicidad de la estructura vegetal

La *estructura interna* de las asociaciones, es decir, su composición por estratos, así como las cliseries altitudinales o latitudinales ofrecen escasa diversidad y, por ello, su simplicidad es evidente.

La estructura vertical de la mayor parte de las comunidades vegetales de los cañones puede resumirse en un estrato arborescente formado por individuos de 3 - 7 m. de altura con una cobertura del suelo, en las formaciones más cerradas, que no supera el 75%. Aparece de modo discontinuo, dejando claros intermedios de dimensiones variables.

Un segundo nivel lo constituye el estrato arbustivo, formado fundamentalmente por individuos más jóvenes de la especie dominante y una profusión de especies invasoras (rosa canina, árgoma,...); alcanza aproximadamente 1 m. de altura y su densidad es baja, entre el 10 y el 25%. Por último, un estrato herbáceo con gran diversidad de especies, a veces también con matorral leñoso de pequeño porte, muy discontinuo de acuerdo con la distribución de las especies de mayor entidad. Su densidad puede variar entre el 10 y el 75% según los lugares.

El estrato inferior, a ras del suelo, constituido por la seroja sólo tiene relevancia en el hayedo, cuyas hojas son capaces de formar una cubierta más o menos continua de materia orgánica en descomposición, base del enriquecimiento del suelo. El quejigal, también de hoja caediza aunque marcescente, tiene menor capacidad de formar una cubierta por no caer las hojas al mismo tiempo, sino cuando el viento o la lluvia son lo suficientemente intensos para desgajarlas de las ramas, y esta acción se prolonga durante todo el otoño e invierno. Por ello, sus posibilidades de formar una alfombra continua son menores y, además, su mayor consistencia dificulta su descomposición. Los encinares carecen casi por completo de seroja al ser especies de hoja perenne y mucho más coriácea; por tanto, su descomposición al aire libre es más lenta.

<sup>92</sup> ORTUÑO y CEBALLOS dividen el territorio peninsular en tres regiones ecológicas: el dominio floral de los bosques europeos, que corresponden a la franja septentrional de la península; el dominio de la flora mediterránea, que corresponde a zonas con un acusado periodo de sequía y vegetación xerófila; y el dominio de transición entre la España húmeda y la España seca, relieves montañosos y comarcas favorecidas en relación a los vientos portadores de humedad, además de la latitud y la altura y enclaves de humedad en la España seca. ORTUÑO, F. y CEBALLOS, A.: *Los bosques españoles*, Incafo, Madrid, 1977.

De modo más concreto ORTEGA VALCARCEL ma-

tiza diciendo que: «Lo esencial del paisaje vegetal de la Región obedece a la convivencia de especies *atlánticas*, mesófilas, con otras *mediterráneas*, xerófilas, en una distribución geográfica, espacial, que apela a mínimos matices». ORTEGA VALCARCEL, J.: «Las montañas...», p. 105. También en la fachada meridional de la Cantábrica, BERTRAND pone de relieve que el Valle de Prioro «Situado en los bordes de la "Iberia Seca" (H. Lautensach)... se adapta por lo general a los ritmos y mecanismos climáticos regionales de la "Iberia Húmeda"», BERTRAND, G.: «Ecologie d'un...», p. 115.

Por último, los suelos donde se produce gran parte de la actividad biótica son de escaso desarrollo, aspecto ya tratado en el capítulo anterior; pero, dentro de estas pautas, los que tienen mayor posibilidad de evolución son los de los hayedos.

Las asociaciones ripícolas también cuentan con un estrato inferior –seroja– denso y rico, debido tanto a la mayor disponibilidad de agua como a la diversidad de especies de hoja caediza que las caracteriza. Por otro lado, la proximidad de las tierras de labor, abandonadas o no, introduce elementos florísticos extraños al conjunto.

En cuanto a la distribución espacial de estas asociaciones no se puede hablar de una cliserie altitudinal clara, puesto que las variaciones entre el fondo de valle, a 650 - 700 m. y las culminaciones, en torno a 900 - 1.100 m. son poco significativas y, en cualquier caso, no son límites excluyentes para ninguna de las especies dominantes de cada asociación. Más bien, la razón de la distribución, que en ocasiones es muy clara, hay que buscarla en las condiciones particulares que ofrece el medio y la respuesta que genera en las especies existentes. Las elevadas pendientes, el escaso desarrollo de los suelos, en muchos casos consecuencia de ellas, la litología, que también condiciona el tipo de suelo, y el mayor o menor tiempo que necesita éste para desarrollarse, la orientación, la insolación y, por supuesto, el hombre, son los caracteres que más inciden en esta distribución territorial.

Desde las cornisas subverticales, donde anidan los buitres leonados y la vida vegetal es escasa, re-

presentada por algunas rupícolas aisladas, hasta las orillas de los ríos, donde una cobertera densa proporciona auténticos bosques - galería, e incluso hasta los propios ecosistemas acuáticos, muy abundantes en especies apreciadas, estos valles se manifiestan como una explosión de vida variada y rica (Cuadro XVI).

Un área de reducidas dimensiones que, sin embargo, permite contemplar un amplio abanico de ecosistemas específicos y bien diferenciados, desde cornisas y canturriales muy áridos, donde se está produciendo la lenta recolonización por las especies pioneras, hasta los ecosistemas acuáticos, ya sean en los cursos de agua o en las fuentes y surgencias.

De la inexistencia de cliserie altitudinal da cuenta el hecho de que el quejigo aparezca tanto en el fondo de valle como en las culminaciones del Rudrón, o que el haya, piso montano superior, aparezca altitudinalmente por debajo de la encina que se extiende por cantiles y plataformas, dando lugar a una clara inversión de pisos de la cliserie. Todo ello permite pensar que son otros factores, independientes de la altitud, los que condicionan la distribución de los diferentes ecosistemas y asociaciones.

#### B. La adaptación de las asociaciones vegetales a factores limitantes

En este área, la *litología* proporciona uno de los ejemplos más expresivos de asociación de una comunidad vegetal determinada a un factor limi-

CUADRO XVI

BIOTOPOS	ASOCIACION DOMINANTE
<b>1. Culminaciones</b>	
Turonense calizo, borde .....	Matorral denso de encina.
Turonense calizo, resto .....	Matorral claro de encina.
Santonense calizo .....	Matorral de quejigo muy abierto. Matorral brezo-gayuba-lavanda.
Santonense margoso .....	Cultivos abandonados. Cultivos aprovechados.
<b>2. Cantiles</b>	
Turonense calizo .....	Ejemplares aislados de encina. En umbrías alguna haya dispersa. Rupícolas.
Santonense calizo .....	Ejemplares aislados quejigo en solana. Ejemplares aislados haya en umbría. Rupícolas (buitres). Ejemplares aislados de quejigo.
<b>3. Taludes</b>	
Coluviones espesos .....	Formaciones arborescentes bastante densas (50-70%). Hayas en umbrías. Quejigos en solanas.
Pedreras .....	Encinas y enebros colonizando. Desnudas.
Vertientes regularizadas .....	Desnudas.
<b>4. Pendientes basales taludes</b>	
.....	Áreas de cultivo, abandonado o no.
<b>5. Llanura aluvial</b>	
.....	Área de cultivo, abandonado o no.
<b>6. Riberas de los cursos de agua</b>	
.....	Asociaciones ripícolas muy diversas en cuanto a especies. Bosques galería. Variado sotobosque.
<b>7. Surgencias y fuentes</b>	
.....	Enclaves rícolos o higrófilos en cualquiera de las unidades anteriores.

tante concreto. En conjunto, son muchos los factores que limitan o posibilitan la colonización por determinadas asociaciones vegetales, pero en el caso del encinar en los cañones, el factor litológico parece revelarse como fundamental. Existe un maridaje perfecto entre el encinar y la caliza; incluso podría trazarse el contorno de la superficie ocupada por el encinar tan sólo con dibujar los afloramientos de caliza del Turonense Superior. Porque en este caso no se trata de una asociación genérica caliza - encinar sino que la unión se concreta en una caliza determinada: la caliza microcristalina turonense.

Esta coincidencia muestra cómo una especie mediterránea (*Quercus ilex*) en un medio ecológico que desborda los límites estrictamente mediterráneos, en cuanto que existe un régimen de precipitaciones y una humedad ambiental más elevada que en el primero, resuelve su inadaptación y permanencia gracias a su instalación selectiva. El encinar, tanto en los cañones como en la plataforma, elige los suelos más porosos, los que le aseguran una mayor sequedad. Ese es el origen de su incondicional asociación a los afloramientos de caliza turonense. Como ya se ha visto, son las rocas más coherentes y puras del conjunto, aparte de que su karstificación asegura una filtración de las aguas bastante rápida. Por tanto, no se trata de una adaptación a un determinado tipo de roca en razón de su acidez o basicidad, sino a que estas rocas aseguran la *sequedad*<sup>93</sup>. El encinar —en su forma arborescente puesto que son raros los ejemplares de porte arbóreo— sólo aparece en el tramo final del Rudrón, donde aflora el Turonense, y es la asociación más característica del cañón del Ebro, en el que esta roca es la dominante. Así pues, en San Felices, donde las capas Turonenses se hundían bajo los sedimentos más recientes, la encina desaparece del paisaje vegetal y es sustituida por otras asociaciones que toman el relevo, en cuanto asociaciones dominantes de las vertientes. Por lo mismo, es la asociación exclusiva del tramo final del Ebro, desde la confluencia con el Rudrón a Pesquera, donde el Turonense ocupa casi todo el conjunto; incluso el resto del talud son formaciones de vertiente derivadas de los derrubios del cantil.

Así pues, *el encinar se ofrece como la asociación que define al paisaje vegetal de todo el cañón del Ebro*, aunque no es la única. Los cambios cromáticos quedan acentuados por el paso de las estaciones de tal modo que, al ser esta masa arborescente la única del conjunto de hoja perenne, desde el otoño a bien entrada la primavera queda configurando el único ropaje verde del cañón.

De forma más detallada habría que decir que otra especie, también de hoja perenne, en este caso una conífera, completa y amplía la gama de verdor en las estaciones de letargo biológico. El enebro (*Juniperus communis*), arbusto que en los cañones

tiene un porte achaparrado y cuya altura sólo supera el metro excepcionalmente, se asocia por lo general a la encina, con una densidad muy baja, menos del 10% y sin llegar a formar ni siquiera rodales. Los individuos de esta especie aparecen aislados entre la masa más densa y dominante de la encina, de la que forma fiel cohorte.

En ocasiones, el enebro aparece como pionero de la colonización de vertientes desnudas y con huellas de actividad; regueros de piedras con escasa matriz fina, y tamaño de varios centímetros cada fragmento, son invadidos tímidamente por algunos ejemplares espaciados de esta conífera frugal. Su forma en cono, y el verdor más intenso de su follaje, permite a simple vista apercibirse de su presencia e identificarla en el conjunto de encinas cuando se dispersa entre ellas.

El enebro es frecuente en el tramo final del Ebro, desde Quintanilla - Escalada a Pesquera, entre las encinas; aparece colonizando taludes desnudos entre Valdeleja y Quintanilla, con escasa densidad, mientras que el resto de los individuos, sólo pueden localizarse puntualmente.

La asociación del encinar es poco variada debido a las condiciones de ubicación. Sólo especies muy frugales y poco exigentes pueden acompañarla en emplazamientos tan específicos: la lavanda (*Lavandula latifolia*), formando corros o pequeñas manchas, aparece diseminada, así como las genistas.

Desde el mismo punto de vista que en el caso del encinar, esto es, considerando cuál o cuáles son los factores limitantes que definen cada una de las asociaciones vegetales territorialmente, se puede afirmar que los *hayedos* de los cañones, en los momentos actuales, están ligados de manera muy estricta al factor insolación u orientación. Las pequeñas y dispersas masas de hayas que existen hoy en los cañones se encuentran todas en *umbría*, bien sea en orientación norte, o con variaciones noreste o noroeste. Es frecuente, o mejor una constante, de esta asociación vegetal, en cuanto que escapa de los límites precisos de su región climática<sup>94</sup>, que aparece siempre en las umbrías, donde puede asegurarse una mejor transpiración foliar al encontrarse menos horas bajo los efectos directos de la insolación; por otro lado, no parece tener exigencias en cuanto a suelos ya que en el cañón del Ebro llega a aparecer en el cantil (vertiente en umbría cercana a Villaescusa), donde la caliza turonense está casi al desnudo. La exigencia del hayedo es sobre todo en *humedad ambiente*, aunque puede soportar suelos poco desarrollados y calcáreos, litosuelos, como puede observarse en los hábitats que ocupa.

Los hayedos de mayor entidad, aunque siempre de muy pequeñas dimensiones, se encuentran en el Rudrón. El tramo de Bañuelos a Tubilla del Agua, en el que el curso de agua aún no ha emprendido

<sup>93</sup> «La gran mayoría de los enclaves de Durignosa son de indudable origen edáfico, la encina, elemento principal de estos enclaves, como tantas otras especies en los límites de su área climática, buscan refugio en las calizas que mejor la defienden contra los cambios bruscos de temperatura, pasando de indiferente a especie calcícola local» CASASECA, B.: «Los enclaves mediterráneos en la España Atlántico - Centroeuropa», 1979, p. 50.

<sup>94</sup> Aunque existen hayedos en situación más meridional, el hábitat preferente de esta asociación lo constituye la cornisa cántabropirenaica (óptimo entre 1.000 - 1.500 m.). La distribución del hayedo en España puede verse en HERNANDEZ BERMEJO, J. E. y SAINZ OLLEIRO, H.: *Ecología de los hayedos meridionales ibéricos: macizo de Ayllón*, 1978, pp. 25-31.

dido dirección S - N, es el que tiene unos bosquetes más ricos y con una potencialidad mayor.

El haya (*Fagus sylvatica*), en el abrigo que ofrecen las orientaciones más favorables de los arroyos que vierten al Rudrón, así como en las vertientes de éste último, siempre con porte arborescente, de tamaño inferior a 7 m. de altura pero con una cobertura del 50 al 75%, se reúne en masas claramente progresivas, cuyo estado puede calificarse de bueno.

Es la especie mesófila por excelencia que, dentro de un marco climático como el que presentan los cañones, debe optar por los reductos más umbríos para comenzar la recuperación o colonización; como ya se expresó son formaciones arborescentes que sólo excepcionalmente alcanzan porte arbóreo. Por tanto, son bosques en recuperación o en período de seriación positiva o progresiva.

Debido a estas características, el bosque de hayas tiene un estrato inferior, ya que se presenta como formación abierta. El paso de la luz permite el crecimiento de otras especies de menor porte, entre las que destacan las invasoras debido a la actual falta de cuidados en estas masas. Los helechos (*Pteridium aquilinum*), en ocasiones con más de un metro de altura, forman parte del sotobosque, sobre todo en los frecuentes claros y en las áreas limítrofes. El ambiente más húmedo que crea la propia formación<sup>95</sup> genera microclimas específicos, al abrigo de las masas arbóreas donde se produce. El sensible aumento de la humedad en la fresca y sombría espesura de las formaciones proporciona un ambiente beneficioso para la evolución de la especie dominante. Las medidas tomadas durante la estación fría, cuando las hayas se encuentran desprovistas de hojas, permiten valorar hasta qué punto la asociación es capaz de crear, por sí misma, las condiciones necesarias para su supervivencia, principalmente en el aspecto en que es más exigente: la humedad ambiente<sup>96</sup>.

La distribución territorial de esta comunidad en los cañones es discontinua: un conjunto de bosquetes con orientación favorable —umbrías—, sobre cualquier litología, y con gran peso en el conjunto del tramo del Rudrón entre Bañuelos y Tubilla. El Ebro en sus vertientes tiene algún rodal en los cantiles o en los entornos de las surgencias, siempre en umbría, y algún bosque amplio entre Orbaneja y Escalada. El haya está ausente de las plataformas culminantes y busca el abrigo de los valles estrechos donde, al mitigar el viento, la transpiración es menor; de todas formas, en el pasado las culminaciones no notarían esta ausencia, al menos tan marcada. Si actualmente no se conservan es porque su regeneración en estos lugares barridos por el viento, está muy dificultada por la evaporación que acelera la transpiración.

Por último, las poblaciones o comunidades ve-

getales cuya especie dominante es el quejigo (*Quercus faginea*), son quizás, las más representativas de las condiciones ambientales actuales de los cañones. El quejigal, de porte arborescente como en las anteriores comunidades, también evidencia la constante acción antrópica, ya que está muy mermado y reducido territorialmente.

Las exigencias de esta especie, en cuanto a su posición en altura y su ubicación en los suelos más aptos para otros usos, ya sea por su menor pendiente o por estar más extendida esta especie, convierten al quejigal en la comunidad vegetal más representativa de los cañones.

La mayor parte de los taludes están, o han estado, poblados por este roble de hoja marcescente que resume, en sus caracteres de especie, las condiciones de un espacio de transición.

Los quejigales se extienden por los taludes, tanto del Ebro como del Rudrón, dando un carácter de continuidad a ambos valles que, en cuanto a la distribución de las otras asociaciones, aparecían bien diferenciados. Es, por tanto, la asociación de enlace de ambos conjuntos, y, además, la más extendida, lo cual no quiere decir, como en los casos anteriores, que las masas arborescentes formen un continuo. De todas formas, en cuanto a la vegetación potencial y a las etapas de seriación positiva que actualmente están en marcha, parece dominar con claridad.

En el cañón del Ebro, dejando aparte las umbrías ya mencionadas y ocupadas por los hayedos relictales, el resto de los taludes se encuentra ocupado por el quejigo, exceptuando el tramo final, donde la escasa superficie del talud aparece ocupada por el encinar. En el Rudrón ocurre algo similar, ya que la alternancia de hayedos y quejigales, de acuerdo con la orientación, es evidente. Todas las solanas se encuentran dominadas por esta asociación y, en el tránsito hacia las umbrías, los elementos de ambas asociaciones aparecen mezclados. Por otro lado, la mayor superficie de los taludes, que en este último valle llega a ser elemento único de la vertiente, convierte a esta asociación en prácticamente exclusiva.

Pero quizás lo más destacable del quejigal sea que, aparte de colonizar los taludes de solana, se extiende, o mejor se extendió, por las culminaciones de La Lora de Sargentos, donde el piso aflorante en el llano es el Santonense, tanto calcáreo como margoso, del que hoy no quedan sino testigos raquíticos en torno a las superficies utilizadas para el cultivo.

Por otro lado, las menores pendientes dentro del talud y las áreas de enlace con la superficie basal de la llanura aluvial, formaron parte, en el pasado, del área de distribución de la asociación en los cañones. Estas áreas, las más favorables para usos

<sup>95</sup> Y ésta es una característica general de todos los bosques porque: «... actúa sobre el clima de la localidad disminuyendo las oscilaciones de temperatura;... regula la distribución de la humedad y disminuyen las causas de evaporación, insolación y vientos». ORTUÑO y CEBALLOS: *Op. cit.*, p. 40. Característica que en el caso de los hayedos se encuentra reforzada por la frondosidad de las ramas que procuran una sombra muy densa y una humedad mayor que otros tipos de bosque.

<sup>96</sup> En un análisis efectuado en el hayedo de Bañuelos (15 - 3 - 81), cuando los árboles estaban aún sin hojas, la humedad relativa en el interior del bosque era menor que en el resto del recorrido (39% en el interior y 48% en el borde, fuera ya de la masa arbórea). Sin embargo, cuando se han tomado datos a la sombra de las hayas en otros recorridos, en época en que los árboles tenían hojas, la humedad relativa era sensiblemente superior a la de las áreas limítrofes (caso del recorrido hacia El Tobazo, ya mencionado).

fundamentalmente agrarios, tienen actualmente esta dedicación, pero la existencia de antiguos bosques queda de manifiesto en los setos vivos de las parcelas actuales. Hileras de quejigos y matorrales diversos conforman el perímetro de las parcelas. Son auténticos enclaves ecológicos donde puede refugiarse fauna abundante; a la vez sirven de protección, tanto a la posible pérdida de suelos en las parcelas con pendientes medias, como a los propios cultivos, ya que mitigan el viento, al erguirse como murallas, producen sombra, reducen la evaporación, etc.

Aunque las tres asociaciones aludidas sean las más representativas de las condiciones ambientales específicas de los cañones, no son las únicas. Las asociaciones ripícolas, tanto las desarrolladas a lo largo de los cursos de agua como las que crecen en las surgencias de las vertientes, cumplen un importante cometido en la caracterización del conjunto vegetal de los cañones, a la vez que suponen un hábitat muy específico por las particulares condiciones de humedad, e incluso encharcamiento, de dichos lugares.

Las orillas de los ríos se encuentran, en gran parte de los casos, bordeadas por auténticos bosques galería de escasa amplitud que cinteán y remarcan las sinuosidades de los mismos. La característica fundamental de este conjunto es la mayor diversidad de especies y la mayor complejidad de la estructura vegetal que ostentan en comparación con las asociaciones anteriores. Un número importante de especies arbóreas —olmos (*Ulmus minor*), fresnos (*Fraxinus excelsior*), serbales (*Sorbus aucuparis*), alisos (*Alnus glutinosa*), sauces (*Salix repense*, *S. fragilis*) y chopos (*Populus nigra*)— se encuentran invadidas y entrelazadas por epifitas y trepadoras como la zarzaparrilla (*Smilax aspera*), zarza (*Rubus fruticosus*) y madreselvas (*Lonicera etrusca*). Además el estrado arbustivo —formado por rosáceas e individuos jóvenes de las especies arbóreas— y herbáceo —*Echium vulgare*, *Scirpus lacustris*, *Carex elata*, *Cephalanthera rubra*, etc.— se encuentran bien desarrollados añadiendo complejidad a la asociación.

Enclaves ripícolas más puntuales se sitúan en la salida de las surgencias, tanto sobre las tobas como en el caso de que no se produzcan deposiciones calcáreas. Son más específicos que los anteriores y quizás por ello, el número de especies que los forman es más reducido. No existe prácticamente vegetación arbórea, la especie de mayor porte es el sauce (*Salix repens*) junto a algunas gramíneas como la grasilla (*Pinguicula vulgaris*), juncia bastar-

da (*Schoenus nigricans*) y junco de laguna (*Scirpus lacustris*), y, sobre todo, gran cantidad de musgos que introducen una inconfundible nota de verdor en los puntos de emisión de agua. En estos casos es quizás el encharcamiento y los periodos de sequía lo que constituyen los fundamentales factores limitantes de la asociación.

De todos modos, la mayor extensión tanto en las vertientes como en las plataformas la ocupa una landa rala, muy degradada, de matorrales subseriales. Este hecho tiene una gran importancia en la evolución morfológica del conjunto<sup>97</sup>, porque la cobertura vegetal cumple un papel nada despreciable en el conjunto de elementos constitutivos del medio físico, ya que a consecuencia de las elevadas pendientes del conjunto de los valles el papel morfológico tanto de raíces como de la fronda es muy positivo para la estabilización<sup>98</sup>.

### 3. El impacto antropico: un factor decisivo en el mantenimiento del equilibrio

Tal como se desprende del análisis de la cobertura vegetal, el papel del hombre es fundamental en la comprensión de la estructura y dinámica del medio físico de los cañones. La comunidad humana que habita y vive en este medio es un agente capaz de introducir modificaciones en su entorno, tanto más sustanciales si tenemos en cuenta el marcado carácter de fragilidad del mismo. Desde este punto de vista, el medio físico es un producto social y no un mero soporte territorial de la actividad humana<sup>99</sup>.

Es evidente que el hombre transforma el medio en que vive, siendo dicha transformación necesaria y, en cualquier caso, inevitable para su supervivencia. La escala y profundidad de tal intervención varía, a lo largo del tiempo, a medida que lo hacen los diferentes mecanismos sociales del conjunto. Pero es obvio que «resulta irreversible toda destrucción de la vida espontánea que excede ciertos límites»<sup>100</sup>, y que, por tanto, la acción antrópica que la realiza se convierte en el factor decisivo del mantenimiento o perturbación del equilibrio.

No se trata de ignorar que los equilibrios «climáticos» no pueden mantenerse en su estado «natural» mientras el hombre se desarrolla en un medio; únicamente se intenta constatar hasta qué punto esa intervención puede conducir a situaciones de desequilibrio tales que la reconstrucción o estabilidad se convierta en imposible.

<sup>97</sup> «... La relación vegetación - erosión se ha reducido con frecuencia a un maniqueísmo donde la vegetación, considerada como una simple entidad, desempeña el único papel de pantalla protectora respecto a la erosión. Esta concepción primitiva merece dos críticas. Primero, que la vegetación no es una simple cobertura sino un medio vivo cuyas relaciones con la erosión se sitúan a nivel de interacciones muy completas. Segundo, que la vegetación reviste aspectos múltiples y más o menos estables, que sólo pueden abordarse tras un recuento florístico y ecológico». BERTRAND, G.: «Pour un étude géographique de la végétation», 1966, p. 130.

<sup>98</sup> BONNEFONT, J.-C.: «Le rôle géomorphologique des racines des arbres forestiers», 1981, pp. 277-291.

<sup>99</sup> «El más simple y banal de los paisajes es, a la vez, social y natural, subjetivo y objetivo, espacial y temporal, producción material y cultural, real y simbólico, etc. La enumeración y el análisis separado de los elementos constitutivos y las diferentes características espaciales, psicológicas, económicas, ecológicas, etc., no permiten reconocer el conjunto. La complejidad del paisaje es a la vez morfológica (formas), constitucional (estructuras) y funcional, y no hay que tratar de reducirle dividiéndolo. El paisaje es un sistema que imbrica lo natural y lo social». BERTRAND, G.: «Le paysage entre la Nature et la Société», 1978, p. 249.

<sup>100</sup> CORDON, F.: «La estrategia para la ordenación de la biosfera al servicio del hombre», 1979, p. 10.

Como cualquier otro área de montaña<sup>101</sup>, los cañones del Ebro - Rudrón durante los últimos 100 - 150 años han sido objeto de transformaciones económicas y sociales que se han traducido, directa o indirectamente, en impactos sobre el medio físico. Estos efectos, de naturaleza y trascendencia muy diversa, marcan sobre el territorio la crisis irreversible de su organización tradicional. En el marco de una sociedad preindustrial esta organización se desarrollaba según un determinado «modelo» de intervención en el medio físico.

Desde mediados del siglo XIX, la integración progresiva del espacio de los cañones del Ebro - Rudrón en la lógica general de la sociedad industrial, revierte en la desarticulación, tanto económica como territorial, de la anterior organización espacial; lo cual supone transformaciones en el medio físico de importancia desigual.

Por último, en las décadas más recientes, a partir de los años 50 y del «despegue económico», la desarticulación se acompaña con actuaciones y procesos de los que no son protagonistas las comunidades locales. Se trata de procesos de integración económica y territorial en una dinámica estatal de conjunto, que asigna a este espacio funciones diferentes de las que tradicionalmente desempeñaba. El cambio de funciones y aspiraciones, tanto en el colectivo como en los individuos, junto a su integración, trae como consecuencia una serie de intervenciones e impactos en el medio físico.

Consecuentemente con lo expuesto, el objetivo del presente capítulo es el de hacer un balance de las formas de intervención del hombre sobre el medio físico, tanto biótico como abiótico, a lo largo del último siglo y medio.

#### A. *Las comunidades campesinas, clave del mantenimiento del equilibrio físico de los Cañones*

Para las comunidades campesinas preindustriales el territorio es un producto social, un soporte a conservar, base y apoyo de sus actividades económicas, lo que equivale a decir base de su supervivencia. Esta concepción ha supuesto una alteración y transformación del medio que no por inevitable debe ser negativa.

La economía de las comunidades campesinas de los cañones se encuentra ligada a la tierra. Los plazos de unión se establecen de una manera compleja, lo que se traduce en un aprovechamiento integral de los recursos del territorio. Esta característica es causante de una serie de acciones diversificadas tendentes a la utilización y explotación mixta (agrícola - ganadera - forestal) de los recursos del entorno.

Los contrastes existentes en los cañones, las antagónicas condiciones naturales que ofrecen los valles estrechos y los altos páramos, generan intervenciones sobre diversos componentes del medio físico, tanto en la esfera biótica como abiótica, adaptadas a las potencialidades que ambas ofrecen.

a) *La intervención humana como agente geomorfológico estabilizador.* Los cañones del Ebro - Rudrón, por su carácter de valles estrechos y de fuertes pendientes, ofrecen una gran dificultad para la explotación de sus recursos. La elevada pendiente es un obstáculo fundamental para las comunidades instaladas en el fondo de los valles, pero la necesidad de habilitar espacios para el cultivo lleva tanto a la utilización de las áreas culminantes de los páramos, pese a la dificultad de accesibilidad, como al acondicionamiento de los espacios de pendientes medias en las partes inferiores de las vertientes. Las limitaciones estructurales a los espacios de uso agrario reducen a éstos a las estrechas franjas discontinuas que constituyen las escasas llanuras aluviales de los cursos, que en los casos más favorables llegan a tener una amplitud que no excede los 200 m. Es quizás este factor el que ha inducido a las poblaciones a asentarse en los escasos puntos en que las específicas condiciones topográficas ofrecían espacios algo más llanos de lo habitual en este área. Es así como los núcleos de población se asientan en lugares relativamente favorables. No obstante, el pequeño espacio útil es insuficiente para el mantenimiento de poblaciones cuyos efectivos crecen a un ritmo rápido, por lo que necesitan recurrir a la utilización de espacios poco favorables. La ampliación del terrazgo por las vertientes de los cañones sólo puede realizarse mediante costosas obras de acondicionamiento que permiten la inclusión como superficie agrícola de áreas cuyas pendientes las inhabilitan como tales. De este modo, tanto las franjas de vertiente con pendientes medias como los reducidos espacios que proporcionan rellanos estructurales o irregularidades de las vertientes son acondicionadas mediante abancalamientos artificiales. Ejemplos de ellos pueden encontrarse en los alrededores de Escalada, tanto en la orilla izquierda como en la derecha del Ebro; en el meandro abandonado de Valdelateja; en los pequeños pasillos de margas que descienden, entre las calizas Turonenses y Santonenses, hasta el río en San Felices; así como en el área más extensa de los deslizamientos rotacionales donde las acumulaciones de material caído han sido reforzadas y diseñadas para proporcionar el espacio de cultivo continuo más amplio de los cañones. Todas estas obras exigen un esfuerzo muy elevado para la habilitación de áreas que, excepto la última, tienen unas dimensiones mínimas.

*Es así como la acción humana se convierte en factor geomorfológico, remodelador de las formas existentes y conservador de su equilibrio.* Al disponer de su ancestral cobertera vegetal a estos espacios, a fin de asignarles un nuevo uso, se libera a las vertientes del freno que suponen las raíces de los vegetales, quedando expuestas en mayor medida a los efectos de la arroyada. De este modo el equilibrio de las vertientes puede peligrar y dar lugar a una remoción y puesta en marcha de los coluviones. Para evitar este efecto, que trae consigo la desaparición de las tierras conquistadas, el abancalamiento resulta una fórmula idónea, pues, al disminuir la pendiente de las parcelas, evita problemas de desaparición de suelo por lavado oblicuo, al

<sup>101</sup> Pueden verse los criterios para delimitar áreas de montaña expresados por ABREU y PIDAL, J. M. de:

«Condicionantes para la delimitación y gestión de las áreas de montaña españolas», 1981, pp. 35-39.

tiempo que actúa como fijador o auténtico muro de contención de los movimientos de los coluviones por reptación. El abancalamiento permite, además, el drenaje de los terrenos, ya que impide la acumulación de exceso de agua, y sus consecuencias en los cambios de estado de la masa de coluviones.

Los espacios de páramo ofrecen una problemática distinta en cuanto a su utilización. Si bien las pendientes, por lo general, son escasas, la litología es un freno al desarrollo de la práctica agrícola. Grandes extensiones de la plataforma se encuentran prácticamente desprovistas de suelo, y ocupadas por un matorral discontinuo compuesto según los casos por brezales o monte bajo de encina. Así pues, los espacios cultivados se reducen a los afloramientos de margas, que contornean los relieves más sobresalientes o marcan con nitidez la separación entre los dos componentes cantil - talud en el caso de las vertientes complejas. De este modo, la mayor parte del espacio útil para el cultivo se encuentra en las culminaciones, aunque, según puede observarse en el Cuadro XVII, la superficie de tierra labrada es bastante exigua en el total de la superficie municipal, sobre todo para los municipios cuyos núcleos de población se encuentran en los cañones, bien diferente de los municipios en el páramo.

De tal modo debió ser escasa la superficie agraria útil en momentos de fuerte presión demográfica que se utilizó en el páramo cualquier acumulación de suelo susceptible de producir. Es revelador en este sentido el aprovechamiento de valles secos y dolinas colmatadas. En ambos casos, la utilización agraria pasa por un acondicionamiento previo y oneroso. En el caso de los cursos de agua secos -con suelos formados sobre deposiciones aluviales y productos de decalcificación de las calizas se hace necesaria la corrección de pendientes mediante muros de piedra. De igual modo, el aprovechamiento de las dolinas exige impedir tanto la invasión de la misma por la vegetación natural como el daño derivado de la acción de los animales que habitan en ella. Así, el paisaje de La Lora aparece salpicado de cercados de piedra, que delimitan las escasas y reducidas parcelas en el conjunto calcáreo, así como de muros de piedra que escalonan los valles secos que quedan colgados en el borde de los cañones.

En esta línea de reparación o corrección de sus posibles impactos sobre las frágiles vertientes, las comunidades campesinas han recurrido también a elementos vegetales que actúan como agentes de estabilidad.

La plantación de nogales (*Juglans regia*) en los caminos que serpentean por las vertientes hasta alcanzar el páramo o en las áreas inferiores de aquéllas, es otra de las prácticas de conservación y fijación de suelo. La doble utilidad de la especie -aprovechamiento de sus frutos y elemento estabilizador mediante un aparato radicular potente y profundo- explica su difusión por el área.

En este mismo sentido, los setos vivos sustituyen, en muchos casos, a los muros de piedra en la delimitación de parcelas, con efectos reguladores similares. Esta práctica es beneficiosa para el conjunto del ecosistema de los cañones. Los setos, forma-

CUADRO XVII  
DIFERENCIAS EN EL PORCENTAJE DE TIERRA CULTIVADA  
ENTRE LOS MUNICIPIOS DEL VALLE Y LOS DEL PARAMO

MUNICIPIOS	Superficie Has.	Superficie labrada	
		Ha.	%
<b>Valle</b>			
1. Escalada	2.205	189	8,57
2. Orbaneja	3.371	184	5,46
3. Pesquera	1.603	310	19,34
4. Valdelateja	2.495	110	4,41
5. Nidáguila	4.752	427	8,99
<b>Páramo</b>			
6. Tubilla	4.884	1.877	38,43
7. Sargentos	9.123	2.712	29,73
8. Sedano	4.031	884	21,93
9. Basconcillos	8.937	2.789	31,24

Fuente: *Censo Agrario de España*. Burgos. 1972.

dos en su mayor parte por quejigos, como especie dominante, y por un cortejo de plantas invasoras, constituyen un elemento que contribuye a la estabilidad, tanto de las vertientes, como de los ecosistemas artificiales. El efecto protector que desempeñan los setos contribuye a mantener la humedad del suelo en los meses de precipitaciones reducidas, protege de los vientos demasiado fuertes a las tierras de labor, proporciona sombra que favorece el buen desarrollo de otras plantas y, por último, suministra refugio a multitud de especies animales de diverso tamaño, formando un ecosistema particular, un verdadero nicho ecológico<sup>102</sup>. Por todo ello, los setos vivos, aparte de ser un elemento que favorece la calidad del paisaje, son también un índice de la vegetación y fauna «naturales» existentes en el lugar. Por último, pueden ser, y de hecho son, el núcleo a partir del cual puede recomenzarse la expansión de la cobertera vegetal una vez abandonada la práctica del cultivo en las parcelas que contornean. Es el caso de las parcelas abandonadas en la amplia franja que los deslizamientos rotacionales dejan entre el cantil retirado y los bloques caídos, en la margen izquierda del último tramo del Rudrón. Los escalones y bloques donde aparecen quejigos y encinas son el núcleo difusor de las especies colonizadoras, que se extienden con rapidez.

Es evidente, por todo ello, que las comunidades campesinas que actúan, y han actuado durante largo tiempo en los cañones, han producido cambios sensibles en las antiguas condiciones naturales, al mismo tiempo que se emprenden soluciones para evitar el deterioro de los recursos naturales que son perecederos, o sólo en parte renovables. Pero si se ha necesitado recurrir a prácticas que corrijan el deterioro es porque éste se había producido; aún así, la intervención humana sobre la cobertera natural ha sido tan intensa y dilatada en el tiempo que, en muchos casos, su recuperación parece imposible.

b) *La acción humana como perturbadora de los equilibrios bióticos*. La utilización de las potencialidades del área por parte de las comunidades en ella establecidas, ha pasado también -sobre todo en épocas antiguas- por la explotación de los recursos

<sup>102</sup> Sobre la importancia de los setos como nicho ecológico y refugio de fauna puede verse: PARRA, F.: «Los

setos: naturaleza en un mínimo espacio», 1982, pp. 61-63.

forestales, abundantes y variados. Es posible que los cañones fueran un espacio cubierto completamente de bosque<sup>103</sup>, pero el estado actual que muestran tanto las vertientes de los cañones como las culminaciones dista mucho de presentar una cobertera vegetal densa y continua. Es más, ya se ha definido como un conjunto de espacios reducidos y discontinuos de bosque con un porte arborescente. Esta diferencia notable entre vegetación potencial y real en los cañones, muestra una decidida y continuada utilización de los recursos forestales, que se intensificó en las últimas épocas de crisis de la organización campesina tradicional. La utilización de los espacios de monte por las comunidades campesinas entra dentro de los presupuestos de su utilización integral del medio, pero la deforestación por causas múltiples ha sido muy intensa y la reconstrucción de los potenciales no siempre es posible.

Las masas arbóreas más extensas —quejigales, encinares y hayedos— han experimentado un uso intensivo que ha repercutido, en primer lugar, en la estructura interna de las asociaciones vegetales. Los individuos aislados, que aparecen dispersos por vertientes y culminaciones, permiten intuir la existencia pretérita de masas de arbolado cuyo desarrollo era muy superior al que presentan en la actualidad. Individuos de todas las especies señaladas pueden verse con un porte arbóreo, que supera los 10 m. de altura, aunque su actual estado no sea el óptimo por falta de cuidados.

Las diversas actividades que han tenido como objetivo la utilización de los recursos que ofrecía el bosque son las responsables de la degradación o desaparición del mismo. Tanto la deforestación por cambio de uso del territorio como la intensiva utilización de los potenciales forestales han acabado con la vegetación natural en amplios espacios de los cañones.

La erradicación de la cobertera vegetal en todos los espacios que ofrecían las mínimas condiciones para la utilización agraria ha afectado en primer lugar a los quejigales, como puede deducirse de que esta especie sea la dominante en los setos que rodean las parcelas ganadas a las vertientes en torno a los núcleos de población de los cañones. En la culminación de La Lora también quedan, destartados y raquíuticos, algunos ejemplares de quejigo, rodeando los espacios de cultivo y degradados al quedar expuestos a las condiciones climáticas extremadas de los páramos. Mientras la masa forestal forma un conjunto más o menos extenso y denso, el microclima creado por la propia asociación permite la conservación y desarrollo de las biocenosis; pero al quedar reducidos a hileras, su exposición al fuerte viento y la desaparición de las condiciones de abrigo que la asociación aseguraba y mantenía explica que los individuos de los rodales se vayan degradando.

Los hayedos, asociación que en la actualidad sólo se mantiene en orientaciones de umbría y en vertientes abrigadas, debieron extenderse por amplios sectores de la plataforma y constituir uno de

los elementos del paisaje vegetal de los cañones. De tal modo que, todavía a mediados del siglo XIX se encuentran menciones de su existencia en la culminación de La Lora de Sargentos. Así, en Ayoluengo, pueblo del municipio de Sargentos de La Lora, «abunda el monte en hayas, que además de proporcionar abundante combustible, se aprovecha para los ganados»; en Cortiguera, entidad de población situada en el amplio rellano que separa los dos conjuntos cantil - talud Santonense y Turonense en el tramo final del cañón del Ebro, existió un monte poblado de hayas, robles y nogales; y en Lorilla, entidad perteneciente al municipio de Sargentos, aunque aislada de él, existía «al N. del pueblo un monte bien poblado de hayas»<sup>104</sup>.

Los encinares se han utilizado tradicionalmente como recurso energético mediante su reducción a carbón vegetal de un elevado valor calórico. El *carbóneo* ha sido una actividad importante en el área tanto para consumo directo de las comunidades, como para intercambio con el exterior. Las demandas procedentes de áreas externas —tanto de las ferrierías del País Vasco como del puerto de Santander— supusieron un estímulo importante para el aprovechamiento del monte con este fin. De este modo, la deforestación de amplias zonas de arbolado se consumó tras el excesivo uso que con este fin se realizó no sólo en los bosques de encina sino también de otras frondosas.

El resultado de todas estas acciones realizadas sobre el medio físico es un *paisaje humanizado* susceptible de ser estudiado como un conjunto de ecosistemas artificiales en mayor o menor grado. El espacio de los cañones no es un espacio natural; sobre las formaciones y asociaciones que consideramos naturales se han realizado una serie de actividades y usos que han provocado cambios tanto en la fisonomía como en la composición florística, lo que necesariamente ha producido desequilibrios. El efecto más patente es la deforestación de amplios sectores del páramo y de las vertientes, pero incluso puede asegurarse que los bosques de especies autóctonas no tienen el porte ni la complejidad interna que debieron tener en el pasado. En este sentido, la no correspondencia entre la vegetación potencial y la real permite calificar al conjunto de espacio humanizado. Este carácter es muy evidente en los espacios de cultivo y los ocupados por infraestructuras, pero no deja de observarse en los ecosistemas que guardan más relación con los primitivos: el uso continuo, los aclareos y cuidados, las talas ordenadas o totales, se reflejan en la composición y estructura de los bosques actuales.

Pero estos ecosistemas humanizados han sido durante mucho tiempo *ecosistemas en equilibrio*, adaptados a las necesidades de las comunidades campesinas, y que aparecen como resultado de la consideración del territorio, además de como soporte —sólo en parte renovable— como *patrimonio*. La conservación de ese patrimonio —un medio físico social— reposaba sobre la práctica continuada de las

<sup>103</sup> Así, al menos, parece deducirse de la reconstrucción palinológica realizada por CLARK, G. A.: *The North Burgos Archaeological Survey: Towards a model of subsistence and settlement*, 1979, pp. 210-246.

<sup>104</sup> Los entrecomillados del párrafo pertenecen a menciones extraídas de MADDOZ, *op. cit.*, dentro de las voces de los núcleos de población expresados.

comunidades campesinas<sup>105</sup>: de ahí la *fragilidad de ese equilibrio*. La introducción de cambios importantes en la organización económica y social de las comunidades campesinas se traduce en una ruptura de ese modelo de intervención y conservación del medio físico, modelo sustentado por y para dichas comunidades.

### B. La dependencia social del ecosistema, clave de su fragilidad

La segunda mitad del siglo pasado parece presenciar, en función de diversos hechos, entre los que puede destacarse una mayor presión demográfica (Cuadro XVIII), la aparición de elementos capaces de producir la *desarticulación de la organización campesina y en consecuencia, la ruptura del equilibrio del medio físico en los cañones*.

La manifestación más evidente y brutal de la quiebra de la organización campesina es el éxodo rural<sup>106</sup>. Los datos poblacionales analizados para la segunda mitad del siglo pasado evidencian un aumento de los efectivos (que llegan a triplicarse en algunos núcleos) hasta comienzos del siglo actual, y un decrecimiento —desigual, pero superior, al 30% en conjunto— desde entonces hasta 1950. Factores muy locales y que habría que analizar en detalle han causado diferencias muy notables en la mayor o menor aceleración de un proceso que no hacía más que empezar.

A partir de 1950 y hasta la actualidad, el éxodo rural experimenta un crecimiento excepcional que se traduce en el *vaciamiento* masivo de la zona<sup>107</sup>. De este modo, la desarticulación de la vieja organización adquiere la forma de desaparición física de las poblaciones campesinas. De 1970 a 1981, algunos de los núcleos han desaparecido, el número de municipios ha disminuído sensiblemente por fusión y la densidad de población de los resultantes (Valle de Sedano, Sargentos y Tubilla) alcanza valores excepcionalmente bajos (1,74; 2,37 y 3,6 hab./Km<sup>2</sup>).

Desde el punto de vista de la intervención antrópica sobre el medio físico, hablar de éxodo rural equivale a hacerlo de *abandono* de usos agrarios y

forestales. La desaparición de la mayor parte de los efectivos humanos genera inevitablemente el cese de la presión de uso sobre los espacios donde se materializa más explícitamente la economía campesina<sup>108</sup>.

La desaparición de las poblaciones campesinas, pieza clave del anterior equilibrio, desencadena una serie de procesos de transformación del medio físico en un doble sentido: por un lado en lo que se refiere al creciente deterioro de los ecosistemas artificiales y, por otro, simultáneamente, en el inicio de procesos de reconstrucción de los equilibrios naturales<sup>109</sup>.

La desertización tiene su plasmación en el abandono de las prácticas agrícolas, lo que genera el desmoronamiento del capital invertido secularmente en infraestructuras (deterioro de los bancales, y, como consecuencia, pérdida de suelo).

Por otro lado, y de manera simultánea, el abandono se traduce en el inicio de reconstrucción de equilibrios naturales. Las parcelas abandonadas son ocupadas con prontitud por especies invasoras entre las que destacan el trebol hediondo (*Psoralea bituminosa*), con su inconfundible y penetrante aroma a betún, escaramujos (*Rosa canina*), endrinos (*Prunus spinosa*), zarzas (*Rubus fruticosus*), etc. Este proceso de colonización es patente en las parcelas que llevan algunos años sin cultivar y supone el primer paso hacia la recuperación de dichos espacios por las formaciones arbóreas dominantes. En el caso de que las parcelas se encuentren rodeadas de setos vivos, la difusión de las especies que constituyen dichas comunidades se realiza con mayor rapidez al encontrarse más próximo el vivero capaz de producir semillas. Son frecuentes las plántulas de quejigo de hasta 1 m. de altura en las parcelas de estas características.

En cualquier caso, el éxodo y el abandono han supuesto una ruptura definitiva de un equilibrio secular medio físico / comunidades humanas, un equilibrio frágil. Los procesos desencadenados aparecen como difícilmente reversibles y controlables. No es fácil pensar que se vuelvan a utilizar los espacios abandonados; su costosa reconstrucción sería impensable en el marco económico y social ac-

<sup>105</sup> En ese sentido parecen apuntar los trabajos de METAİLIE sobre los incendios pastorales, tras los cuales concluye que «las famosas series vegetales regresivas» de los botánicos no parecen observarse tras repetidas prácticas de fuego. METAİLIE, J. P.: «Les incendies pastoraux dans les Pyrénées centrales», 1978, pp. 517-526.

<sup>106</sup> Fenómeno que no se produce de modo repentino sino que tiene posibles antecedentes en migraciones temporales ya explícitas el siglo anterior —abañadores a Navarra, Aragón e interior de Castilla; tráficós de harinas o, incluso, recolección de aceitunas en las tierras bajas. Quizás la mayor presión demográfica, unido a posibles transformaciones en los sistemas de aprovechamiento agrario, tuvieron repercusiones en la intervención humana sobre el medio físico y sus recursos —incremento del carboneo en relación con una demanda exterior más fuerte, hasta llegar a la sobreexplotación de las masas arboladas; ampliación del terrazgo a costa de terrenos cada vez menos aptos y, en consecuencia, más degradables; disminución de la riqueza y variedad de especies animales puesto que la deforestación repercute en la composición de los ecosistemas de los que las especies forestales esquilmas forman parte.

<sup>107</sup> SAGREDO GARCIA, J.: «Los despoblados recientes en la provincia de Burgos en relación con el relieve», pp. 199-210.

<sup>108</sup> En este sentido es reveladora la disminución del número de explotaciones agrarias en los núcleos de población de los cañones entre los dos censos agrarios —1962 y 1972—. Aunque habría que relacionar este dato con el tamaño de las explotaciones, que no se tiene para las dos fechas, no deja de ser significativo que el descenso sea en todos los casos superior al 45%, pudiendo llegar hasta el 78% —como es el caso de Valdeleja.

<sup>109</sup> «Las comunidades de carácter transitorio sólo perdurarán si se mantiene el carácter constante de la acción que las ha originado;... No hay más que ver cómo un campo abandonado se ve en primer lugar cubierto de hierbas, luego se transforma en un matorral y, si el ambiente general lo permite, con el tiempo llega a verse ocupado por un bosque denso. El proceso, naturalmente, dura muchos años, pero no deja de verificarse». FOLCH i GUILLEN, R.: «Area turística litoral», 1977, p. 96.

**CUADRO XVIII**  
**EVOLUCION DE LA POBLACION DE HECHO DE LAS ENTIDADES DE POBLACION**

ENTIDADES	1850	1900	△ (%) 1850-1900	1950	△ (%) 1900-1950	1970	△ (%) 1900-1970	1981	△ (%) 1900-1981
<b>Ebro de Oeste a Este</b>									
1. Villaescusa de E.	160	167	4,4	72	-56,8	18	-89,2	12	-92,8
2. Orbaneja del Castillo	138	333	141,3	229	-31,2	64	-80,8	37	-88,9
3. Escalada	88	202	129,5	178	-11,9	59	-70,8	32	-84,2
4. Quintanilla-Escalada	33	185	460,6	93	-49,7	48	-74,0	21	-88,6
5. Pesquera de Ebro	103	248	140,8	132	-46,8	31	-87,5	12	-95,2
TOTAL	522	1.135	117,4	704	-38,0	220	-80,6	114	-89,9
<b>Rudrón de Sur a Norte</b>									
1. Moradillo del C.	45	163	262,2	103	-36,8	15	-90,8	-	-
2. Santa Coloma	62	162	161,3	137	-15,4	40	-75,3	26	-84,0
3. Bañuelos de Rudrón	50	125	150,0	63	-49,6	13	-89,6	6	-95,2
4. Tablada de Rudrón	94	300	219,1	240	-20,0	50	-83,3	21	-93,0
5. Tubilla del Agua	96	326	239,3	194	-40,5	107	-67,2	61	-81,3
6. Covanera	42	178	323,8	154	-13,5	110	-38,2	57	-68,0
7. San Felices	63	225	257,1	158	-29,8	53	-76,4	32	-85,8
8. Valdelateja	54	119	120,4	46	-61,3	24	-79,8	8	-93,3
TOTAL	506	1.598	215,8	1.095	-31,5	412	-74,2	211	-86,8

Fuente: *Nomenclátor de... Provincia de Burgos*. Años 1950, 1970 y 1981. Elaboración propia.

tual y, por otro lado, desaparecida la población desaparece también el control del espacio.

### C. Los riesgos de la recuperación exterior de los cañones

De manera simultánea, los cañones han presenciado la desarticulación de la originación tradicional y un conjunto de actuaciones, en su mayor parte de origen *externo* a la zona, que no hacen sino agravar el deterioro en que se encuentra el medio físico. Dichas intervenciones, ya sean de carácter privado, ya sean llevadas a cabo por organismos oficiales, pretenden la recuperación —tras su vaciamiento— de un espacio capaz de ofrecer algunos recursos y potenciales apetecibles.

Desde esta nueva perspectiva cambia la consideración del territorio que de patrimonio pasa a convertirse en mero receptáculo de recursos, lo que tiene —o puede tener— consecuencias poco favorables para el medio físico. Las intervenciones generadas desde fuera se caracterizan, en muchos casos, por su carácter depredador y por una falta de consideración sobre cuáles pueden ser los impactos derivados de ellas. En este sentido, cambia también el tipo de aprovechamiento integral que realizaba la organización tradicional parece pasarse a un *aprovechamiento selectivo y despilfarrador* que no puede tener por resultado sino agravar los desequilibrios producidos por la desarticulación y desaparición física de la antigua organización y sus componentes.

Una parte de las actuaciones de carácter privado responden a la consideración de la zona como portadora de *potenciales de ocio* más o menos elevados. Tanto la valoración del espacio de los cañones como área de segunda residencia como el interés por las actividades cinegéticas responden a esta demanda. En cuanto al primer aspecto hay que destacar la revalorización de que está siendo objeto el

área, en gran parte debido a los antiguos habitantes radicados en la actualidad en el País Vasco fundamentalmente. Al menos temporalmente, los pueblos recobran parte de su antigua población, que escoge el área como lugar de veraneo. De momento, esta demanda no ha generado impactos negativos, al menos generalizados, pues se utilizan y restauran las antiguas casas y son escasas las construcciones nuevas con este destino.

Por otro lado, la calidad ambiental del conjunto supone un atractivo importante para actividades variadas, deportivas o de recreo, en estancias de corta duración. Así, la *caza* supone en la actualidad el único aprovechamiento de gran parte de los montes de los cañones, de tal modo que ningún otro ingreso no sea el de la subasta de los cotos de caza se percibe por ellos. Lo mismo sucede con los recursos piscícolas que poseen los ríos de la zona. Ambos recursos generan una afluencia durante el fin de semana procedente en su mayor parte del País Vasco. Además, las particulares características del roquedo convierten el área en lugar apreciado por su atractivo espeleológico. El macizo kárstico, con sus innumerables conductos, ofrece multitud de posibilidades a la práctica de este deporte, algunas muy singulares como la inmersión en el Pozo Azul (Covanera). También da cuenta de la calidad ambiental de los cañones la existencia de un campamento juvenil en Valdelateja, a orillas del Rudrón.

Las actuaciones orientadas al *aprovechamiento de recursos productivos*, muestran escaso aprecio por las potencialidades del conjunto y, de ahí el carácter despilfarrador de dichos usos.

Las actividades extractivas de petróleo en La Lora (Valdeajos, Sargentos de La Lora), que supusieron una expectación sin precedentes para los habitantes de la comarca en 1964, no ha generado aspectos positivos —ni puestos de trabajo, ni ingresos fuertes por la venta de tierras<sup>110</sup>. Lo que sí puede apreciarse es el impacto de la maquinaria utilizada

<sup>110</sup> GIL, A.: «Valdeajos, la desilusión del sueño del 'oro negro' español», *El País*, 28 - VI - 1983, p. 20.



Fig. 36. Esquema sobre foto aérea del cambio operado en la parcelación entre 1957 y 1980.

en las últimas perforaciones —recientes— sobre el ecosistema natural de La Lora. Una excesiva cantidad de caminos se entrecruza por la plataforma sin tener en cuenta el deterioro causado tanto en el matorral de encina como en el raquíutico suelo existente.

También se ha producido una demanda exterior de las tierras de labor abandonadas. Las amplias extensiones cerealistas del páramo son objeto de especulación por agricultores de fuera del área (Aranda de Duero, etc.) que, sin ninguna inversión sobre la tierra, pueden obtener unos beneficios rápidos. El sistema se reduce a la siembra de grandes superficies —que antes se encontraban divididas en multitud de parcelas— con despilfarro de los bordes y escalones menos favorables. Tras el cultivo y recolección durante algunos años, agotado el suelo por falta de abonado y descanso, se cambia de tierra. Puede verse el espectacular cambio operado en la parcelación de las tierras de labor comparando los fotogramas estereoscópicos de los años 1957 y 1980 (Figura 36).

Otro aspecto, es el generado por la existencia de graveras en el fondo de los cañones. El espesor de coluviones, que por lo general llega a ser de varios metros, se utiliza para la extracción de áridos, con el consiguiente deterioro de la estabilidad de la vertiente, que puede ponerse en movimiento al ver alteradas sus pendientes basales. Estos impactos, puntuales pero muy intensos, pueden observarse tanto en el cañón del Rudrón como en el del Ebro y suponen un riesgo elevado para el equilibrio del sistema de vertiente afectado.

Las actuaciones de organismos oficiales han sido siempre escasas por encontrarse el área demasiado alejada de los centros de decisión. Una prueba de ellos es, por ejemplo, que el alcantarillado se haya emprendido recientemente cuando ya los pueblos se habían vaciado casi por completo. Quizás la

actuación oficial que más directamente afecta al medio físico en los cañones sea la política de repoblaciones forestales. Existen plantaciones que pertenecen al pasado —hace unos 20 años— y otras actuales, aunque son quizás las primeras las que mejor pueden servir para evaluar su desarrollo y efectividad. Las repoblaciones del primer periodo se caracterizan por la escasa superficie que ocupan y por el lento y desigual desarrollo que han tenido. La especie elegida para repoblación en los cañones es el pino silvestre (*Pinus sylvestris*) pero no parece haber dado buenos resultados, al menos en los lugares en que se plantaron. La repoblación existente en la vertiente derecha del Ebro, frente a Orbaneja muestra de manera patente que, al menos en ese lugar, la vegetación natural tiene mayores posibilidades de reconstrucción que las especies extrañas. En la vertiente derecha del Rudrón —entre Tubilla y San Felices— en el talud correspondiente a las margas del Santonense existe otra pequeña repoblación cuyos individuos aparecen dispersos, con escaso porte y poca vitalidad. Quizás la repoblación más lograda sea la del barranco de acceso a La Lora de Sargentos desde San Felices, donde quizás la menor pendiente del lugar elegido y un suelo algo más desarrollado han posibilitado su crecimiento; en la actualidad se está ampliando la mancha de repoblación a costa del matorral de encina existente que presenta un grado de cobertura aceptable. Las repoblaciones recientes son mucho más extensas aunque se sitúan en la plataforma y parte alta de las vertientes, siendo las más amplias las que afectan al valle del Moradillo y a la culminación y parte superior de la vertiente del cañón del Rudrón al norte de Bañuelos; también en Moradillo del Castillo se están efectuando. De todos modos, lo que parece claro es que la efectividad de las repoblaciones es escasa, las antiguas testifican el lento crecimiento de las plantas y su invasión por la vegetación es-

pontánea, más resistente a las específicas condiciones ambientales del páramo; por otro lado es visible el deterioro que la preparación de las terracillas para los plantones causa tanto en el suelo como en la flora autóctona que es desalojada de dichos lugares.

Otros impactos de los que se resiente el medio físico de los cañones y, en particular, la cobertera vegetal, es la frecuencia y generalización con que se producen incendios. Sin entrar en los posibles intereses que pueden dar lugar a esta práctica, es importante señalar que los incendios son un hecho común en los cañones, y, que afectan tanto a los quejigales como a los encinares, aunque estos últimos parecen más castigados quizás porque ocupan áreas más extensas en las culminaciones. De todos modos, los incendios permiten observar la capacidad reconstructora de la vegetación natural, hecho muy claro en el caso de las encinas. El incendio, azaroso o sistemático, de las formaciones tienen consecuencias a veces catastróficas porque cuando una comunidad vegetal arde es «este conjunto complejo el que arde, no sólo las plantas que lo integran»<sup>111</sup>. Aunque existe una respuesta biológica al incendio forestal ya que hay formaciones o comunidades más fácilmente combustibles que otras. El incendio destruye la comunidad vegetal entera, comenzando por las herbáceas y matorrales bajos<sup>112</sup>. Las frondosas perennifolias como la encina, ya de por sí adaptadas a soportar temperaturas muy elevadas quedan aparentemente calcinadas por producirse una desecación de las hojas al quemarse el estrato inferior. El suelo también acusa el fuego; sometido a reiterados incendios puede llegar a perder las propiedades que le hacen apto para la vida vegetal. En el caso de las calizas que conforman las plataformas de La Lora, donde no existen suelos desarrollados y la vegetación se apiña en manchas donde se acumula un poco de materia orgánica, tras el incendio la apariencia del conjunto es más penosa. La caliza, desaparecidos los líquenes que la teñían de gris oscuro y tonalidades amarillentas, parece totalmente blanca, junto a las acumulaciones de vegetales quemados cuyos troncos negros y esqueléticos se alzan como testigos. Al verse desprovisto de vegetación el suelo queda expuesto a los procesos erosivos a pesar de que parte de la maleza puede tener efectos positivos por retener el suelo en pendiente tras un incendio, debido a su potente aparato radicular.

Aunque a modo de pinceladas, se han esbozado los riesgos que comporta la recuperación exterior de los cañones. Un espacio vaciado es un espacio inerme, incapacitado para responder frente a cualquier actuación lesiva para el conjunto natural. La desaparición física de la sociedad campesina convierte al área en un espacio anónimo, sin capacidad de control y resistencia por parte de los esca-

los contingentes que aún quedan en la zona; es decir un espacio sin conflictos. Las intervenciones apuntadas suponen, en muchos casos, la aceleración del deterioro de los equilibrios desencadenados por el abandono. Por todo ello, puede afirmarse que en los momentos actuales, los cañones se encuentran en un punto clave para su posterior evolución.

## CONCLUSION

Las hipótesis apuntadas al inicio de este trabajo parecen haber hallado confirmación y, poco a poco, se han ido ensamblando a lo largo del estudio. En primer lugar, los cañones, por sus peculiares caracteres estructurales, litológicos y morfológicos se han confirmado como un *espacio natural heredado* y ello tanto por las formas de sus vertientes como por los procesos que intervinieron en su génesis.

No cabe duda de que las formas dominantes y generalizadas en los cañones son heredadas. Tanto la vertiente cantil - talud - representativa del cañón del Ebro - como la vertiente regulada - generalizada en el cañón del Rudrón - responde a procesos que en la actualidad son total o parcialmente inactivos. La profundización rápida de los cursos de agua, capaz de labrar los cañones, exige una excavación lineal muy intensa que contrasta con el apacible discurrir de los ríos en la actualidad, sin apenas realizar desmantelamientos o zapas visibles. Las formas de vertiente desarrolladas simultánea y posteriormente a la excavación implican procesos kársticos y climáticos muy activos con la concurrencia de una disponibilidad de agua superior a la actual y un clima, constante o no, más frío que el actual, que se materializa en procesos periglaciares generalizados en las vertientes. Teniendo en cuenta que, según lo expuesto en el trabajo, los ríos circulaban por la plataforma durante el Terciario, esta disección tan intensa del relieve sólo pudo realizarse durante el Cuaternario. Procesos y formas de las vertientes, pues, llevan a concluir que el ámbito de los cañones es un espacio heredado.

El segundo lugar, tanto las observaciones de campo como el resto de los datos aportados por el trabajo llevan a afirmar que los procesos de vertiente son *secundarios y de carácter puntual* en la actualidad. Tanto los procesos físicos como químicos, reducidos casi a movilización de pedreras y formación de tobas prácticamente, tienen una incidencia muy escasa en la remodelación de las formas heredadas. Y ello porque, pese a las rigurosas condiciones climáticas actuales, ni la incidencia de los periodos hielo - deshielo es tan intensa ni la disponibilidad de agua es tan grande como en el pasado,

<sup>111</sup> FOLCH i GUILLEN, R.: «El caso de la estructura y dinámica de la vegetación y los incendios forestales», 1977, pp. 105-143.

<sup>112</sup> La importancia de la ausencia de estrato herbáceo y arbustivo queda de manifiesto en el artículo de ORENCO y ROSSI que, aunque para un medio mediterráneo, puede servir de ejemplo. Según los autores, tras un incendio en un área con 17% de pendiente, la

erosión superficial fue de 0,4 mm. en 7 meses (7 m. por milenio). Disminuye la erosión en primavera con la aparición de la vegetación. Aseguran que «lluvias aisladas pero intensas tienen el mismo efecto que lluvias de intensidad menor a lo largo de varios días», lo que de algún modo puede servir para el área de estudio. ORENCO, C. y ROSSI, G.: «Sur l'évolution des versants dénudés par incendie sous climat méditerranéen (Massif du Tanneron - Alpes Maritimes)», 1973, p. 102.

por ello los procesos se han ralentizado y su desarrollo lejos de ser generalizado, como en el pasado, se ha convertido en puntual y esporádico. Los grandes espesores de coluviones, los derrubios ordenados, las terrazas de toba más desarrolladas, los relieves ruiformes, etc., pertenecen al pasado; pero la constatación empírica del desarrollo en profundidad y en extensión de los mismos no hace sino confirmar la impresión de *inactividad* actual del medio físico. Una inactividad que sólo puede ser entendida empleando como marco referencial el pasado reciente, puesto que la inactividad en la naturaleza no existe, aunque sí una tendencia decidida hacia formas de equilibrio.

Por último, se partía de la hipótesis de que el medio físico genera respuestas frente a las intervenciones o alteraciones de que es objeto, sean éstas internas o externas al sistema. Según ello, todo parece indicar la *capacidad conservadora y regeneradora del medio*. Frente a la prolongada, constante y, en ocasiones, intensa acción antrópica; frente, también, a los procesos internos de carácter catastrófico –deslizamientos rotacionales, abandono de meandros, etc.– el medio físico genera sus mecanismos de automantenimiento. No hay duda de que tanto unos como otros suponen un corte drástico en el discurrir de los procesos y, por ello, pueden suponer desequilibrios de gran importancia; pero, tras un periodo de readaptación que puede ser más o menos intenso y dilatado en el tiempo, vuelve a conseguirse la estabilidad relativa. No hay más que observar cómo se ha estabilizado –aunque con una forma específica– la vertiente afectada por los deslizamientos rotacionales, o cómo, lentamente, la vegetación comienza a recolonizar las tierras de cultivo abandonadas o las vertientes desnudas.

De todos modos, el problema surge a la hora de averiguar cual es el potencial real de este espacio concreto y hasta dónde puede recibir impactos sin

que sus efectos lleven a situaciones irreversibles. Y aquí se centra la otra noción clave del trabajo: *La fragilidad*. Un espacio «natural» heredado es, por definición, un espacio frágil, pues encuentran dificultades sus posibilidades de reconstrucción, a lo que hay que añadir que los cañones son un espacio morfológicamente débil a consecuencia de sus muy elevadas pendientes. Como es obvio, son las capas más superficiales del suelo y los mecanismos de relación e intercambio con el medio biótico donde los impactos y actuaciones antrópicas se dejan sentir de modo más claro y son precisamente esas capas superficiales el espacio más frágil de los cañones. De ahí la responsabilidad de las actuaciones ejercidas sobre el medio.

Las comunidades campesinas que vivían en los cañones realizaban un aprovechamiento integral del medio que durante mucho tiempo permitió la conservación –más o menos humanizada– del mismo, pero el deterioro consecuencia de los abusos –abandono de banales, tala, incendios, canteras, caminos en pendiente, etc.– que poco a poco se van cometiendo es cada vez mayor.

En consecuencia, los cañones del Ebro - Rudrón, por su problemática de espacio frágil, de espacio heredado, necesitan protección. Y esta es la conclusión fundamental: los espacios naturales, sobre todo una vez «vacados» como es el caso de los cañones, necesitan ser protegidos –lo que en modo alguno quiere decir inutilizados– para evitar su deterioro irreversible. Sólo una buena planificación, que tenga en cuenta todos los problemas particulares de este ámbito específico, puede impedir actuaciones externas que conduzcan al deterioro o incluso la destrucción del mismo. En esta línea se encuentra el presente trabajo si se considera como una pequeña contribución al conocimiento de los problemas del medio físico de los cañones del Ebro - Rudrón.

#### ANEXO I SUPERFICIES PARCIALES Y ACUMULADAS DE LAS SUBCUENCAS DEL CURSO ALTO DEL EBRO

SUBCUENCA	LONGITUD TOTAL DE LOS CAUCES (Km)	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE ACUMULADA (Km <sup>2</sup> )	DENSIDAD DRENAJE
1. Ebro hasta Rudrón	357,8	1.004,8	1.004,8	0,36
2. Rudrón	172,2	522,7	1.527,5	0,33
3. Ebro entre Rudrón y Oca	116,4	419,3	1.946,8	0,28
4. Oca	433,4	1.093,1	3.039,9	0,40
5. Ebro entre Oca y Nela	7,6	14,1	3.054,0	0,54
6. Nela	406,9	1.100,8	4.154,8	0,37
7. Ebro entre Nela y Jerea	4,6	20,1	4.174,9	0,23
8. Jerea	96,6	306,4	4.481,3	0,31
9. Ebro entre Jerea y Omecillo	108,2	286,4	4.767,7	0,38
10. Omecillo	133,7	351,0	5.118,7	0,38
11. Ebro entre Omecillo y Oroncillo	77,6	131,8	5.250,5	0,59
12. Oroncillo	147,7	237,1	5.487,6	0,62
13. Ebro hasta Miranda	1,8	22,4	5.510,0	–
TOTAL	2.064,5	–	–	–
DENSIDAD DE ESCORRENTIA MEDIA				0,37

Fuente: *Inventario de Recursos Hidráulicos*. Ebro. «Evaluación del Potencial» y Elaboración propia.

**ANEXO II  
ANALISIS MORFOMETRICOS DE LA CUENCA ALTA DEL EBRO POR SUBCUENCAS**

	X	Nx	Lx	$\bar{Lx}$	Rb	RI
<b>Curso alto del Ebro hasta el Rudrón</b>	1	52	229,6	4,42	4,7 2,75 4	0,8 2,1 6,7
	2	11	42,6	3,87		
	3	4	33,0	8,25		
	4	1	55,2	55,2		
<b>TOTAL</b>		71	360,4	5	3,8	-
<b>R. Oca</b>	1	69	248,9	3,61	4 4,25 4	2,1 1,3 1,9
	2	17	130,2	7,66		
	3	4	39,1	9,78		
	4	1	19,3	19,3		
<b>TOTAL</b>		91	437,5	10,1	-	-
<b>R. Nela</b>	1	69	241,5	3,5	3,6 3,8 2,5 2	1 3,4 1,2 1
	2	19	67,8	3,57		
	3	5	61,2	12,24		
	4	2	29,2	14,6		
	5	1	14,5	14,5		
<b>TOTAL</b>		96	414,2	9,68	-	-
<b>R. Omecillo</b>	1	25	77,3	3,1	4,1 2 3	1,4 1,5 1,4
	2	6	26,9	4,5		
	3	3	20,2	6,7		
	4	1	9,3	9,3		
<b>TOTAL</b>		35	133,7	5,9	-	-
<b>R. Jerea</b>	1	14	47,8	3,4	4,6 3	2,3 3,2
	2	3	23,7	7,9		
	3	1	25,1	25,1		
<b>TOTAL</b>		18	96,6	-	-	-
<b>R. Oroncillo</b>	1	33	93,8	2,84	4,1 8	1,4 6,2
	2	8	31,9	3,98		
	3	1	24,6	24,6		
<b>TOTAL</b>		42	150,3	10,5	-	-
<b>Arroyos directos al Ebro desde el Rudrón</b>	1	47	183,1	3,9	7,8 6	1 1,8
	2	6	22	3,7		
	3	1	6,6	6,6		
<b>TOTAL</b>		54	211,7	4,7	-	-

**ANEXO III**

**Día 7-9-80. Recorrido desde la desviación de Escalada a Villaescusa, por la carretera. Recogida de datos cada 2 km. Realizada en 20 minutos; con una altitud prácticamente invariable.**

Observación	Hora G.M.T.	Temperatura		Humedad %
		seco	húmedo	
1. umbría	9,45	14,5	14	94
2. umbría	9,47	14,5	13,5	88
3. —	9,51	15	13,5	83
4. solana	9,55	17	15	80
5. umbría	9,59	14	13	88
6. solana	10,04	15	14	89
7. solana	10,06	15	14	89

**Trayecto de vuelta**

Observación	Hora G.M.T.	Temperatura		Humedad %
		seco	húmedo	
1. a 2 km. de Villaescusa	15,43	34	22	32
2. a 4,5 km. de Villaescusa	16,12	34	23	36
3. a 0,5 km. de Orbaneja	16,26	34	22	32
4. a 2 km. de Orbaneja	16,35	35	22	29
5. a 4,5 km. de Orbaneja	17,05	34	21	27
6. a 2 km. de Escalada	17,10	33	21	30
7. Escalada	17,16	34	20	23

**7.9-80. Subida al Tobazo, por el camino que sale a la izquierda de la fuente, junto al lavadero. Vertiente orientada al norte. 680 m. en el río.**

Observación	Hora G.M.T.	Temperatura		Humedad %	Anotaciones
		seco	húmedo		
1. a 750 m.	10,24	15	14	89	en Villaescusa quejigos dispersos — — rodal de hayas estanque regulador de la surgencia en Villaescusa, en el río
2. a 730 m.	10,32	17	15	80	
3. a 755 m.	10,49	19	16	72	
4. a 780 m.	11,06	21,6	17,5	65	
5. a 790 m.	11,11	21	18	73	
6. a 805 m.	11,37	21	18	73	
7. a 680 m.	13,05	27	20	50	

**ANEXO IV  
ANCHURA DEL VALLE DEL EBRO**

Observación Nº	Anchura (metros)			
	Vertiente		fondo de valle	Total
	izquierda	derecha		
1	210	340	20	570
2	200	200	30	430
3	230	220	20	470
4	210	265	25	500
5	210	185	25	420
6	180	210	20	410
7	270	150	20	440
8	360	320	20	700
9	400	520	30	950
10	330	490	20	840
11	370	670	20	1.060
12	425	690	35	1.150
13	250	360	40	650
14	220	370	10	600
15	150	330	30	510
16	270	220	30	520
17	250	180	30	460
18	160	180	10	350
19	180	120	20	320
20	120	30	10	160

Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía a escala 1/10.000.

**ANEXO IV  
ANCHURA DEL VALLE DEL RUDRON**

Observación N°	Anchura (metros)			
	Vertiente		fondo de valle	Total
	izquierda	derecha		
1	760	500	20	1.280
2	350	820	30	1.200
3	550	540	10	1.100
4	510	410	10	930
5	470	440	20	930
6	520	230	0	750
7	560	320	20	900
8	580	550	20	1.150
9	530	340	120	990
10	350	650	20	1.020
11	330	480	20	830
12	410	370	80	860
13	470	370	20	860
14	750	410	20	1.180
15	320	450	10	780
16	400	510	20	930
17	250	300	20	570
18	650	530	30	1.210
19	540	230	20	790
20	900	240	10	1.150
21	510	270	20	800
22	420	260	40	720
23	260	270	20	550

Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía a escala 1/10.000.

**ANEXO V  
PROFUNDIDAD DE LOS VALLES DEL EBRO Y RUDRON**

EBRO (m)				RUDRON (m)			
Observación N°	Vertiente		Máximo	Observación N°	Vertiente		Máximo
	izquierda	derecha			izquierda	derecha	
1	190	190	190	1	260	270	270
2	150	150	150	2	210	250	250
3	150	140	150	3	250	250	250
4	150	180	180	4	250	210	250
5	140	130	140	5	260	240	260
6	140	130	140	6	220	120	220
7	130	110	130	7	230	180	230
8	180	180	180	8	270	220	270
9	220	220	220	9	220	180	220
10	220	230	230	10	230	240	240
11	210	240	240	11	190	180	190
12	200	230	230	12	170	130	170
13	190	210	210	13	200	160	200
14	160	190	190	14	220	150	220
15	160	170	170	15	210	60	210
16	160	200	200	16	220	230	230
17	170	130	170	17	130	130	130
18	120	120	120	18	330	280	330
19	110	80	110	19	190	190	190
20	40	40	40	20	220	220	220
				21	210	220	220
				22	210	150	210
				23	150	150	150

Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía a escala 1/10.000.

**1. Fuentes cartográficas**

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS. Enlace Burgos. Santander. Tramo Montorio - Pedrosa. M.O.P. Estudio 73 - 9. Diciembre 1973. Mapas 84 (4); 109 (3 y 4); 134 (1, 2, 3 y 4), 135 (3 y 4), 166 (1) y 167 (1, 3 y 4).

EXCELENTISIMA DIPUTACION DE BURGOS. Mapa topográfico de la Mancomunidad del Norte a escala 1: 10.000. Hojas nº 109 - 13 y 109 - 14 (Villarcayo); 135 - 1, 135 - 2, 135 - 5, 135 - 6, 135 - 9 y 135 - 13 (Sedano) y 134 - 12, 134 - 16 (Polientes). TOPONOVA, 1980.

INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL. Mapa topográfico nacional de España a escala 1: 50.000. Hojas nº 108 (Las Rozas), 109 (Villarcayo), 134 (Polientes), 135 (Sedano), 166 (Villadiego) y 167 (Montorio).

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Mapa Geológico a escala 1: 50.000. Hojas nº 108 (Las Rozas), 109 (Villarcayo), 134 (Polientes) y 135 (Sedano).

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Mapa Geológico a escala 1: 200.000. Hojas nº 11 (Reinosa), 12 (Bilbao) y 20 (Burgos).

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1: 50.000, Hoja nº 135 (Sedano).

SERVICIO CARTOGRAFICO DEL EJERCITO. Mapa Topográfico Nacional de España. A.M.S. a escala 1: 50.000. Hojas nº 108 (Las Rozas), 109 (Villarcayo), 134 (Polientes), 135 (Sedano), 166 (Villadiego) y 167 (Montorio).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO. Mapa Militar de España a escala 1: 200.000. Hojas nº 5 - 2 (Reinosa) 6 - 2 (Bilbao), 5 - 3 (Burgos) y 6 - 3 (Logroño).

**2. Fotografía aérea**

FOTOGRAMAS ESTEREOSCOPICOS. Vuelo Junio 1980. Toponova S.A.. Escala 1: 30.000. Mancomunidad del Norte de Burgos. Cobertura para toda el área de trabajo. Hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1: 50.000, nº 108, 109, 134, 135, 166 y 167.

FOTOGRAMAS ESTEREOSCOPICOS. Vuelo 1956 - 57. Centro cartográfico y fotográfico del Ejército del Aire, escala aproximada 1: 30.000. Cobertura para todo el área de trabajo, parte de las hojas del mapa topográfico Nacional a escala 1: 50.000, nº 108, 109, 134, 166 y 167.

**3. Fuentes estadísticas**

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA: *Nomenclator de las ciudades, villas, lugares, aldeas y demás entidades de población de España*. Provincia de Burgos, años 1950, 1960 y 1970.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA: *Primer Censo Agrario de España*. Octubre 1962, Burgos, Madrid, 1964.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA: *Censo Agrario de España*. 1972, Burgos, Madrid, 1973.

INVENTARIO DE RECURSOS HIDRAULICOS: *Ebro. Pluviometría*; I, s.a.

**BIBLIOGRAFIA**

- ABREU y PIDAL, J. M.: «Condicionantes para la delimitación y gestión de las áreas de montaña españolas», *Actas del coloquio hispano - francés sobre las Areas de Montaña*. Ministerio de Agricultura, Madrid, 1981, pp. 35-39.
- AMBERT, P.: «Deux canyons des Corbières Méridionales: Galamus et Pierre - Lys», *Revue de Géographie Alpine*, t. LXVI (3), 1978, pp. 281-290.
- AMBERT, P.: «Chronologie locale et synchronisme paléoclimatique», *Bulletin Association Géographes Françaises*, nº 479 - 480, 1981, pp. 211-217.
- BERNABE MAESTRE, J. M. y CALVO CASES, A.: «Algunos ejemplos de vertientes de cantil - talud en los Valls d'Alcoi», *Cuadernos de Geografía*, nº 25, 1979, pp. 127-138.
- BERNABE MAESTRE, J. M. y CALVO CASES, A.: «Geomorfología de las laderas en la bibliografía anglosajona», *Estudios Geográficos*, nº 167, 1982, pp. 137-166.
- BERTRAND, G.: «Pour un étude géographique de la végétation», *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud - Ouest*, t. 37 (2), 1966, pp. 129 - 145.
- BERTRAND, G.: «Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique», *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud - Ouest*, t. 39 (3), 1968, pp. 249 - 272.
- BERTRAND, G.: «Morphostructures cantabriques: Picos de Europa, Montaña de León y Palencia (Espagne du Nord - Ouest)», *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud - Ouest*, t. 42 (1), 1971, pp. 49 - 70.
- BERTRAND, G.: «Ecologie d'un espace géographique: Les geosystèmes du valle de Prioro (Espagne du Nord - Ouest)», *L'Espace Géographique*, nº 2, 1972, pp. 113-128.
- BERTRAND, G.: «Le paysage entre la Nature et la Société», *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud - Ouest*, t. 49 (2), 1978, pp. 239-258.
- BIROT, P.: *Le relief calcaire*, Les Cours de Sorbonne, C.D.U., Paris, 1966.
- BIROT, P.: *Les processus d'érosion à la surface des continents*, Masson, Paris, 1981.
- BOMER, B.: *Le Bassin de l'Ebre et de ses bordures montagneuses. Etude Géomorphologique*, 3 vol. multi-copiados, 622 p.
- BONNEFONT, J. - C.: «Rôle géomorphologique des racines des arbres. 2. Les actions chimiques et biologiques», *Revue Géographique de L'Est*, 1981 (4), pp. 277-291.
- BRAVARD, J. P.: «Mouvements de masse et érosion sur le plateau des Bornes (Haute Savoie)», *Revue de Géographie Alpine*, t. 65 (1), 1977, pp. 79-80.
- BRUNET, R.: «Les cartes des pentes», *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud - Ouest*, t. 34 (12), 1963, pp. 317-334.
- BRUNET, R.: *Les phénomènes de discontinuité en géographie*, Memoires et Documents, vol. 7, 1968.
- CABERO DIEGUEZ, V.: «Las condiciones ecológicas de transición en las Montañas al oeste de Castilla y León», *I Congreso de Geografía de Castilla y León* (Burgos, 4 - 7 mayo 1981), Consejo General de Castilla y León, Burgos, 1982, pp. 63-75.
- CARRERAS SUAREZ, F. y RAMIREZ DEL POZO, J.: *Memoria del Mapa Geológico de España*, 1: 50.000, Hoja nº 135. SEDANO, 2ª serie, 1ª ed. T.G.M.E. 1979.
- CASASECA, S.: «Los enclaves mediterráneos en la Es-

- paña Atlántico - Centroeuropea». *V Simposio Flora Europea*. 20 - 23 mayo 1967. Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla, 1969, pp. 49-52.
- CEBALLOS y FERNANDEZ DE CORDOBA, L.: *Los matorrales españoles y su significación*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 1945.
  - CIRY, R.: *Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León y Santander*, Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, t. 74, Toulouse, 1939.
  - CLARK, G. A.: *The North Burgos Archeological Survey: Bronze and Iron Age archeology on the Meseta del Norte (Province of Burgos, North - Central Spain)*. Geoffrey A. Clark, Ed. 1979. Arizona State University Anthropological Research Papers nº 19.
  - CLAUZON, G.: «Genèse et évolution du front subalpin entre la Cagne et le Var (Extrémité orientale de l'arc de Castellane, Alpes - Maritimes)», *Actes du Symposium sur les Versants en Pays Méditerranéens*, Aix - en - Provence, 1975, C.E.G.E.R.M., vol. 5, pp. 73-80.
  - CORDON, F.: «La estrategia para la ordenación de la biosfera al servicio del hombre», *Zona Abierta*, nº 21, 1979, pp. 8-17.
  - CORRA, G.: «Le Rôle des facteurs structuraux dans la genèse et dans l'évolution des morphologies karstiques», *Revue de Géographie Alpine*, t. 66 (3), 1978, pp. 263-270.
  - CORBEL, J.: *Les karsts du Nord - Ouest de l'Europe et de quelques régions de comparaison. Etude du rôle du climat dans l'érosion des calcaires*, Memoires et Documents Institut Etudes Rhodaniennes, Lyon, 1957.
  - COUTEAUX, M.: «Formations et chronologie palynologique des tufs calcaires du Luxembourg grand - ducal». *Bulletin Association Francaise Etudes Quaternaires*, 1969 (3), pp. 179-206.
  - CHARDON, M.: «Observations sur la formation de versants régularisés ou versants de Richters». *Actes du symposium sur les Versants en Pays Méditerranéens*, Aix - en - Provence, 1975, C.E.G.E.R.M., vol. 5, pp. 25-27.
  - DAVY, L.: *L'Ebre. Etude hydrologique*. Université de Lille III, Lille, 1978.
  - DUBREUIL, P.: *Initiation à l'analyse hydrologique*, Masson, Paris, 1974.
  - DUCHAFOUR, Ph.: *Pédologie. I. Pédogenèse et classification*, Masson, Paris, 1977.
  - DURY, G. H.: «Relation of Morphometry to Runoff Frequency» en CHORLEY, R. J. (Ed.): *Introduction to fluvial processes*. Methuen Co. Ltd., Bungay, 1977, pp. 177-188.
  - ENJALBERT, H.: «La genèse des reliefs karstiques dans les pays tempérés et dans les pays tropicaux. Essai de chronologie», *Memoires et Documents*, Vol. IV. pp. 295-327.
  - ERASO, J.: «Introducción al estudio del karst de 'Ojo guareña'», *Geo y Biokarst*, nº 5 - 6, 1965.
  - EXCMA. DIPUTACION PROVINCIAL DE BURGOS: *Estudios comarcales de apoyo al planeamiento territorial del área norte de la provincia de Burgos*, 6 Vols., 1981.
  - FABRE, G.: «Modèle des versants calcaires des gorges du Gardon (Bas Languedoc oriental, France)», *Actes du Symposium sur les Versants en Pays Méditerranéens*, Aix - en - Provence, 1975, G.E.G.E.R.M., vol. 5, pp. 9-14.
  - FENELON, P.: «Vocabulaire français des phénomènes karstiques», *Memoires et Documents*, vol. IV, 1972, pp. 13-68.
  - FOLCH i GUILLEN, R.: *Sobre ecologismo y ecología aplicada*, Ketres, Barcelona, 1977.
  - GARCIA FERNANDEZ, J.: *Organización del espacio y economía rural en la España Atlántica*, Siglo XXI, Madrid, 1975.
  - GARCIA FERNANDEZ, J.: *Introducción al estudio geomorfológico de las Loras*, Departamento de Geografía, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1980.
  - GEORGE, P.: *Dictionnaire de la Géographie*, P.U.F. Paris, 1974.
  - GIL, A.: «Valdeajos, la desilusión del sueño del 'oro negro' español», *El País*, 28 de junio de 1983, p. 20.
  - HERNANDEZ BERMEJO, J. E. y SAINZ OLLERO, H.: *Ecología de los hayedos meridionales ibéricos: el macizo de Ayllón*. Ministerio de Agricultura, Madrid, 1978.
  - HERNANDEZ PACHECO, F.: *Estudio geológico y fisiográfico del valle alto y medio del río Besaya (Santander)*. Laboratorio de Geografía Física de la Universidad Central, Madrid, 1940.
  - IBAÑEZ, M. J. y MENSUA, S.: «Evolución de vertientes por desplazamiento en masa de la Muela de Borja (Depresión del Ebro)», *V Coloquio de Geografía* (Granada, 3 a 6 de octubre de 1977), Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, Granada, 1978, pp. 133-136.
  - MABESOONE, J. M.: «La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Ebro (Provincia de Palencia)», *Estudios Geológicos*, t. XVII, 1961, pp. 101-130.
  - MADOZ, P.: *Diccionario Geográfico - Estadístico - Histórico de España y sus posesiones de ultramar*, Tipografía de P. Madoz y L. Sagasti, Madrid, 16 vol. 1845 a 1850.
  - MARTINEZ DE PISON, E.: «El espacio ecológico de Castilla y León». *I Congreso de Geografía de Castilla la Vieja y León*. (Burgos, 4 - 7 mayo 1981), Consejo General de Castilla y León, Burgos, 1982, pp. 15-21.
  - MAZAUIC, F.: «Le Gardon et son canyon inférieur», *Mémoires de la Société de Spéléologie*, t. 2, nº 12, 1898.
  - METAILIE, J. P.: «Les incendies pastoraux dans les Pyrénées centrales», *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud - Ouest*, nº 49 (4), 1978, pp. 517-526.
  - MUÑOZ JIMENEZ, J.: *Geografía de Asturias. I. Geografía Física. El relieve, el clima y las aguas*. Ayalga, Oviedo, 1983.
  - NICOD, J.: *Pays et paysages du calcaire*. P.U.F., Paris, 1972.
  - NICOD, J.: «Les versants calcaires dans les pays sous climat actuellement tempéré, essai sur les relations des phénomènes karstiques et periglaciaires», *Mélanges offerts au professeur A. Meynier*, La pensée géographique française contemporaine, 1972, pp. 305-319.
  - NICOD, J.: «Les canyons du Durmidon», *Méditerranée*, nº 2, 1973, pp. 27-36.
  - NICOD, J.: «Tufs de source actuels en Basse Provence (note)», *Méditerranée*, nº 2, 1974, pp. 101-103.
  - NICOD, J.: «Sur l'évolution des versants des canyons karstiques dans les régions méditerranéennes», *Actes du Symposium sur les versants en Pays Méditerranéens*, Aix - en - Provence, 1975, C.E.G.E.R.M., vol V, pp. 15-20.

- NICOD, J.: «Formations carbonatées externes, tufs et travertins: Repartition, classification, relation avec les milieux karstiques et karstification», *Bulletin Association Géographes Françaises*, nº 479-480, 1981, pp. 181-187.
- ORENGO, C. y ROSSI, G.: «Sur l'évolution des versants dénudés par incendie sous climat méditerranéen (Masif du Tanneron - Alpes Maritimes)», *Méditerranée*, nº 1, 1973, pp. 95-105.
- ORTEGA VALCARCEL, J.: *La Bureba. Estudio Geográfico*, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1966.
- ORTEGA VALCARCEL, J.: *Las transformaciones de un espacio rural: Las Montañas de Burgos*, Universidad de Valladolid, Departamento de Geografía, Valladolid, 1974.
- ORTUÑO, F. y CEBALLOS, A.: *Los bosques españoles*, Incafo, Madrid, 1977.
- PARRA, F.: «Los setos: naturaleza en un mínimo espacio», *Quercus*, nº 6, 1982, pp. 61-62.
- PAUL, P.: «Remarques préliminaires à propos de deux climats locaux dans le bassin versant expérimental de Soultzeren (Vosges)», *Recherches Géographiques*, nº 4, 1977, pp. 93-98.
- POLUNIN, O.: *Guía de campo de las flores de Europa*, Omega, Barcelona, 1977.
- RAT, P.: *Les Pays crétacés basco - cantabriques (Espagne)*. Publications de l'Université de Dijón, Dijón, XVIII, Presses Universitaires de France, 1959.
- *Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio (1º)*, Santander, 19 - 24 de mayo de 1980, «Guía de Excursiones», Santander, s.a.
- ROCA, N. la: «Deslizamiento rotacional - colada de fango en los valles de Alcoi (Mas de Jordà, Benillup)», *Cuadernos de Geografía*, nº 26, 1980, pp. 23-40.
- RUIZ DE LA TORRE, J.: *Arboles y arbustos de la España Peninsular*, Instituto Forestal de Investigaciones. Escuela Superior de Ingenieros de Montes, Madrid, 1971.
- SAENZ DE RIVAS, C.: «Estudios biométricos - taxonómicos sobre *Quercus faginea* Lamk», *V Simposio de Flora europea*. 20 - 30 mayo, 1967, Publicaciones Universidad de Sevilla, 1969, pp. 335-350.
- SAGREDO GARCIA, J.: «Los despoblados recientes en la provincia de Burgos en relación con el relieve», *I Congreso de Geografía de Castilla la Vieja y León*, (Burgos 4 - 7 mayo 1981), Consejo General de Castilla y León, Burgos, 1982, pp. 199-210.
- SHARPE, C. F. S.: *Landslides and related phenomena*, Columbia University Press, New York, 1938.
- SURIO i MARTINEZ, R. M. y CANO i LAYUNTE, E. J.: «La Muntanya de l'Aixavegó: un caso histórico de deslizamiento de grandes proporciones en la Ribera», *Cuadernos de Geografía*, nº 29, 1981, pp. 151-160.
- TOMAS, J.: *Etude d'hydrogéologie et hydrochimie karstique de la vallée du Gapeau (Basse Provence calcaire)*, Memoire de maîtrise, Nice, 1973.
- TRICART, J.: «L'évolution des versants», *L'Information Géographique*, nº 3, 1957, pp. 108-116.
- TRICART, J.: *Précis de Géomorphologie, vol. 2: Géomorphologie dynamique generale*, Paris, S.E.D.E.S., 1977.
- TRICART, J. y CAILLEUS, A.: *Le modelé des régions périglaciaires. Traité de Géomorphologie II*, SEDES, Paris, 1967.
- VOGT, H.: «Quelques problèmes de l'étude des versants», *Recherches Géographiques*, nº 1, 1976, pp. 5-12.
- YOUNG, A.: *Slopes*, Longman, Londres, 1972.