

ALICIA BLAZQUEZ DIAZ

## ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DEL VALLE DE MAJAE LRAYO (Sierra de Ayllón, Guadalajara)\*

### I.- INTRODUCCION. MARCO GEOGRAFICO

Este trabajo pertenece, como una aportación más, a la línea investigadora de la Cátedra de Geografía Física de la Universidad Autónoma de Madrid, en la que se pretende profundizar en el conocimiento de la evolución geomorfológica del Sistema Central. En este caso, y en continuidad con las recientes Tesis de T. Bullón y C. Sanz<sup>1</sup>, se estudian las etapas morfogénicas del sector oriental de este conjunto montañoso.

#### 1. El segmento oriental del Sistema Central: la Sierra de Ayllón

La Sierra de Ayllón se diferencia netamente del resto de la cadena montañosa, tanto por las megaestructuras sobre las que se arma, como por los materiales que la constituyen.

Desde el punto de vista estructural, la Sierra de Ayllón se extiende entre la falla de Berzosa, al W, y el contacto con el Sistema Ibérico, que se produce aproximadamente en el Pico del Grado (Sierra de las Cabras), al E. Los materiales paleozoicos que la constituyen están afectados por varias fases de plegamiento producidas durante la orogenia hercínica. Se trata de anticlinorios y sinclinorios que encierran en sí pliegues de menor tamaño. Se da como dirección general de plegamiento variscica la NW-SE.

La parte oriental del Sistema Central, que aquí estudiamos, está constituida por materiales metamórficos, cuya situación estratigráfica abarca desde el Cámbrico inferior al Carbonífero. De este conjunto, el mayor volumen lo forman el Cámbrico (fuertemente migmatizado y granitizado) y el Ordovícico. Con menor representación aparecen materiales del Silúrico, Devónico y Carbonífero.

Dentro del Ordovícico inferior, el Llandeilo está constituido por una potente serie de pizarras negras, ricas en materia orgánica, que, en su paso al

Arenig, presentan cuarcitas con intercalaciones de pizarras silíceas. El Silúrico lo forman series pizarras de escasa potencia y color gris marrón y pequeñas intercalaciones arenoso cuarcíticas en sus tramos medio y alto, para pasar a la serie Devónica con pizarras-lutitas de color verde y algunas bandas de rocas carbonatadas. En pequeños afloramientos, y discordantes sobre el Ordovícico en el que se apoyan, afloran los materiales Carboníferos. Se trata de una secuencia de arenas, arcosas, conglomerados y microconglomerados con algunos pequeños núcleos de carbón (A. APARICIO y E. GALAN 1980).

El marco geológico de la región se completa, a grandes rasgos, con las bandas de calizas Cretácicas que bordean la cadena montañosa y, con los materiales Neógenos que cubren grandes extensiones, tanto en las cuencas como al mismo pie de la Sierra y cuya datación es muy problemática.

Los aspectos fisiográficos que definen este sector difieren también de los del resto de la cadena. La orientación general de este último tramo del Sistema Central es NE-SW. Sin embargo, en detalle, aparecen numerosos cordales que, en dirección N-S, se separan de la alineación principal. Esta configuración, unida a la mayor anchura que aquí presenta el arco montañoso, dotan a la Sierra de Ayllón de un aspecto mucho más compacto que el resto del Sistema Central. No existen aquí fosas o corredores que la compartimenten y los valles, por regla general, son abruptos y encajados. Esta regla se rompe si comparamos los valles de la vertiente septentrional con los de la meridional. La disimetría que afecta a toda la anchura del segmento se evidencia en la red hidrográfica: en la vertiente N los ríos excavan valles más escarpados al salvar mayor desnivel en una distancia horizontal menor; por el contrario, en la vertiente S, en la que hablar de valles amplios sería exagerado es cierto que los ríos recorren mayor distancia para salvar un desnivel similar; pero como, salvo excepciones, se adaptan a la red de fracturación, el resultado es el de valles encajados, aunque de vertientes menos abruptas

\* Síntesis de la Memoria de Licenciatura «Estudio geomorfológico del Valle de Majaelrayo», dirigida por Eduardo Martínez de Pisón y leída en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Madrid en Septiembre de 1986.

<sup>1</sup> BULLON, T.: «Estudio geográfico del sector oeste de la Sierra de Guadarrama» y SANZ, C.: «Geografía del sector oriental de la Sierra de Guadarrama».

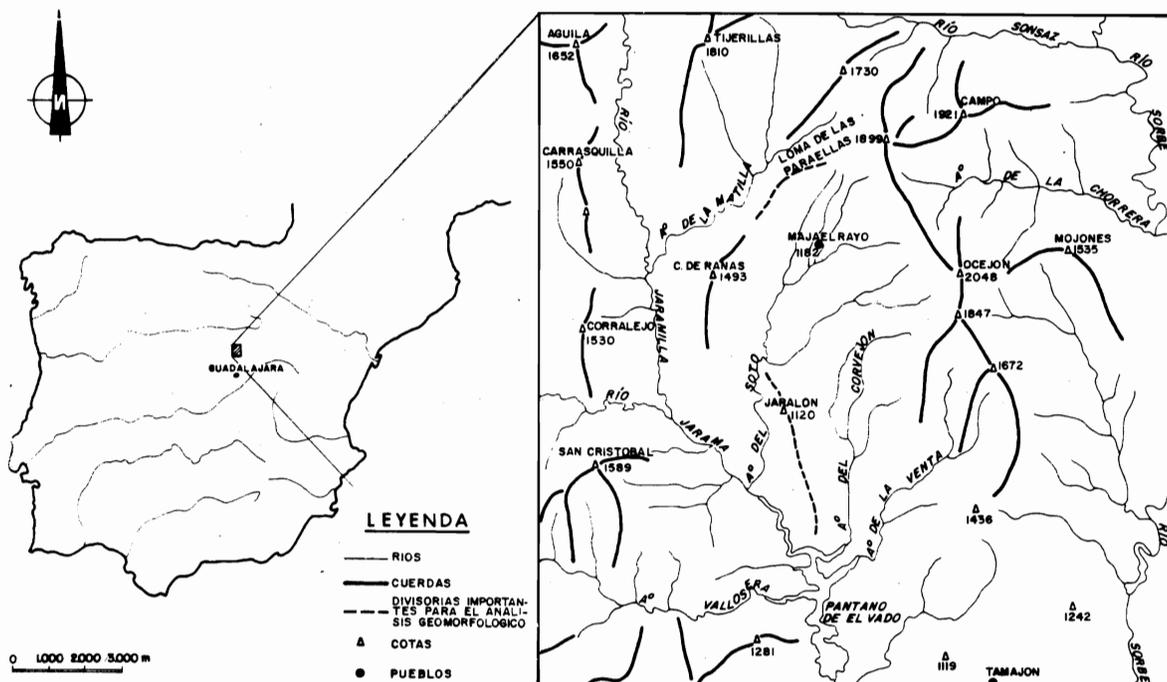


Fig. 1. Situación y relieve de la zona de estudio.

que los del N. (río Jaramilla, río Sorbe).

Estas dos morfologías de la red hidrográfica corresponden a dos cuencas diferentes, al coincidir la divisoria de aguas con la línea de cumbres de la alineación principal NE-SW. Así, los ríos y arroyos del N desaguan en la Cuenca del Duero (ríos Riaza, Vadillo, Cambrones...), mientras que los del S lo hacen en la del Tajo (ríos Sorbe, Sonsaz, Lillas, Jaramilla, Jarama...).

## 2. El Valle de Majaelrayo y la Sierra del Ocejón

El Valle de Majaelrayo se abre en la vertiente meridional de la Sierra de Ayllón, al NW de la provincia de Guadalajara. Este valle se orienta estrictamente de N a S, hecho no demasiado común en el resto del Sistema Central, sobre todo si tenemos en cuenta sus dimensiones: sus ejes mayor y menor (tomados en su fondo) tienen 7 y 3 Km. respectivamente. El resto de los grandes valles de esta sierra nunca tienen una dirección meridiana tan clara.

Está enmarcado por dos de los cordales que, en dirección N-S, se separan de la alineación general NE-SW. Las mayores alturas se encuentran en la parte oriental y culminan a 2.048 m. en el Pico Ocejón. Hacia el W individualizan al valle dos unidades elevadas: la primera está representada en él por la Cabeza de Ranas (1.493 m.) y la segunda está constituida por una sucesión de relieves, entre los que destacan el Aguila (1.652 m.), Cabeza de Cabi-da (1.599 m.) y San Cristóbal (1.589 m.).

La existencia de estas elevadas cotas da lugar a unos desniveles muy pronunciados. Así, en cuatro kilómetros, se pasa de los 1.182 m. a los que se encuentra el pueblo de Majaelrayo, a los 2.048 a los que culmina el Ocejón. Esto da una pendiente media para la ladera del 21,6%.

La constitución geológica de la zona es relativamente sencilla. Los materiales son en su mayoría paleozoicos, más concretamente ordovícicos. GONZALEZ LODEIRO (1981) reconoce un eje sinclinal que, en dirección N-S, divide el valle pasando por los pueblos de Majaelrayo y Campillo de Ranas. Efectivamente, si observamos con detenimiento la posición estratigráfica de estos materiales metamórficos, vemos cómo se disponen en una estructura sinclinal clara. Así, de E a W se reconocen:

- **Cámbrico** al E del Ocejón. Se trata de gneises fuertemente migmatizados.
- **Ordovícico inferior - Arenig** (SOERS -1972-; BISCHOFF -1980-). Banda que favorece la aparición de los relieves más destacados. Se trata de cuarcitas buzando hacia el W.
- **Ordovícico inferior - Llandeilo** (SOERS -1972-; BISCHOFF -1980-). Constituido por un afloramiento de pizarras negras de gran espesor y monotonía. Sobre ellas se labran las vertientes y el valle propiamente dicho.
- **Ordovícico inferior - Arenig** (SOERS -1972-; BISCHOFF -1980-). De nuevo aparecen las cuarcitas armoricanas, ahora buzando hacia el E y favoreciendo la existencia de una alineación montañosa situada en la margen derecha del río Jaramilla.
- **Cámbrico**. Gneises que se prolongan hasta la falla de Berzosa, que marca la ruptura entre el sector guadarrameño y el de la Sierra de Ayllón.

Además de estos materiales en los que la tectónica hercínica ha dejado su huella, en la zona se encuentran otros testigos de la evolución geológica. Así, la Era Secundaria tiene su representación en la banda cretácica que se extiende de forma discontinua desde Tamajón hasta Cerceda bordeando por el

límite S. al Sistema Central. Sin embargo, esta facies se sitúa en una posición marginal respecto al Valle de Majaerayo.

El Terciario está representado sólo en su tramo superior. Se trata de una potente serie detrítica dada como Neógeno y constituida por cantos de cuarcitas, cuarzos y pizarras de tamaños heterométricos engastados en una matriz arcillosa. En el Valle de Majaerayo se sitúa a modo de lengua N-S, que penetra hasta el pueblo de Campillo de Ranas y se corta bruscamente. De ahí hacia el NW quedan tan sólo exiguos restos en las márgenes de los ríos Jarama y Jaramilla. En la zona de estudio su potencia visible alcanza más de 100 m. en algunos sectores.

Este es, en líneas generales, el cuadro geológico en el que se enmarca la región estudiada. Sobre esta diversidad de materiales han actuado las fuerzas erosivas que, condicionadas por factores climáticos y determinadas por la estructura impuesta por la tectónica, dotan de personalidad propia a la zona.

Otro elemento singular de este espacio geográfico lo constituye el trazado de la red de drenaje. Los dos ríos principales que desaguan en la zona y hacia los que fluyen todas las aguas procedentes tanto del propio Valle de Majaerayo como del anfiteatro montañoso que se encuentra en una posición nororiental respecto a aquel, son el Jarama y el Jaramilla.

Las direcciones y forma del drenaje del anfiteatro montañoso parecen responder a buena lógica: las aguas recogidas en él son evacuadas con eficacia, a través de una red hidrográfica que se adapta perfectamente a la fracturación, hacia lo que constituye hoy el nivel de base más cercano: el río Jaramilla. Por el contrario, la red de drenaje de la cuenca del Valle de Majaerayo presenta algunos aspectos anómalos<sup>2</sup>.

Existe una clara disimetría entre la disposición de los arroyos de la parte meridional del Valle y los de la parte septentrional. Los primeros (arroyo del Corvejón, arroyo de la Venta y afluentes) se adaptan con perfección a las estructuras y canalizan las aguas por la salida natural del Valle hasta el río Jarama.

Por el contrario, los segundos obvian la dirección de la forma creada para la evacuación de las aguas y, atravesando el Valle en dirección NE-SW, confluyen en el arroyo del Soto mediante un codo, para salir al Jarama bordeando por el W la lengua de materiales terciarios y encajarse en el contacto entre éstos y las pizarras paleozoicas.

El hecho de que los ríos no fluyan en su totalidad por la salida natural del Valle, sino que una parte de ellos lo haga por un lateral, es otro de los problemas que se plantean en esta zona.

## II.- LAS MORFOESTRUCTURAS

### 1. Materiales sobre los que se arma el relieve

a) **Materiales metamórficos.** Pizarras y cuarcitas son las rocas que, con diferencia, ocupan la mayor parte del espacio en este sector de la Sierra de Ayllón. Se trata de materiales pertenecientes al Ordovícico inferior; las cuarcitas caracterizan el piso Arenigense y las pizarras el Llandeilense.

Es ésta una secuencia en la que predominan los materiales pelíticos con intercalaciones de rocas silíceas transformadas por un metamorfismo regional de bajo grado o epizonal, que afectó a una amplia zona del sector E del Sistema Central.

En el Valle de Majaerayo la disposición de estos materiales es sencilla. Las pizarras son las que afloran con mayor extensión y ocupan todo el Valle, así como las vertientes occidentales de la Sierra del Ocejón. Por el W se extienden hasta la margen derecha del río Jaramilla. Los afloramientos «in situ» de cuarcita armoricana corresponden a dos bandas que, en dirección N-S, enmarcan el Valle no sólo desde el punto de vista litológico, sino también estructuralmente. En efecto, estas bandas se corresponden con las alineaciones montañosas que llegan a alcanzar 2.048 m. en el flanco oriental y 1.652 en el occidental. La banda cuarcítica aflora a partir de 1.500 - 1.700 m. y 1.300 - 1.400 m. respectivamente, lo que significa que la mayoría de las culminaciones están labradas sobre este material, lo que les da un aspecto característico<sup>3</sup>.

Sin embargo, y sin quitar importancia a pizarras y cuarcitas en la constitución del Valle, existen otros materiales que presentan muchos más problemas. Nos referimos a la lengua de materiales terciarios que, adaptándose al relieve preexistente, se extiende en la mitad meridional del Valle.

b) **Materiales conglomeráticos.** Este grupo litológico constituye la parte con más problemas del estudio que abordamos ya que se discuten todavía su edad y su origen. No se trata de un tipo de depósito único y aislado; al contrario, grandes cantidades del mismo material detrítico que encontramos en el Valle de Majaerayo se extienden a lo largo de decenas de Km<sup>2</sup> en el piedemonte S de la Sierra de Ayllón.

Las características sedimentológicas que presenta en el Valle de Majaerayo son muy similares, por no decir idénticas, a las de los otros sectores que ocupa en este borde N de la Cuenca del Tajo. La mayor diferencia está en la morfología. Aquí, en el Valle, no se trata de vastas extensiones sino de dos lenguas que parecen tener mucho que ver con la red hidrográfica y la morfología del relieve en el momento en que se produce su sedimentación.

Si además tenemos en cuenta que en estos depósitos se han encontrado materiales de un grado más alto de metamorfismo (muy alterados) que el

<sup>2</sup> Denominamos Valle de Majaerayo a la unidad que, orientada de N a S, se sitúa entre la Sierra del Ocejón al E y la Cabeza de Ranas al W. Por el N separa el Valle del anfiteatro del arroyo de la Matilla; el umbral denominado Loma de las Paraellas. El límite occidental del Valle en su parte S lo marca otra divisoria que consideramos muy importante: el cerro Jaralón.

<sup>3</sup> Para la datación de éstos materiales nos hemos atendido a las indicaciones del Mapa Geológico de Síntesis a escala 1:200.000 (IGME). En la Memoria de este mapa se habla de intercalaciones esquistosas en el Arenig. Efectivamente, la facies en la que se labran las cumbres de la Sierra del Ocejón tiene unas características muy esquistosas.

que caracteriza a pizarras y cuarcitas, la dirección por la que este gran canal de materiales ha llegado hasta aquí está clara: el único afloramiento cercano lo constituyen los gneises de El Cardoso. Este afloramiento está atravesado por el curso del río Jarama.

En una primera aproximación al análisis de estos depósitos, lo que más destaca es su espesor, que llega a sobrepasar los 100 m en algunos lugares de la parte más meridional del Valle. Su aspecto es caótico, no presenta ningún tipo de estructura sedimentaria organizada. Una matriz arcillosa de colores muy rojos proveniente de la alteración de las pizarras empasta cantos y bloques de cuarcitas, cuarzos y pizarras. Si se observa alguna diferencia en la granulometría en los tramos más septentrionales (más cercanos al área madre) los tamaños aumentan produciéndose un predominio claro de los bloques; conforme nos alejamos hacia el S toman el protagonismo los cantos, aunque nunca pierden el carácter heterométrico y caótico que los define.

Estos materiales terciarios o depósitos detríticos rojos no son exclusivos del Valle de Majaelrayo, sino que forman parte de una gran unidad que caracteriza todo el sector meridional de esta parte oriental del Sistema Central. Sus características conglomeráticas, el tamaño de los cantos y bloques engastados en la matriz arcillosa, el espesor total de estos materiales sedimentarios y sus posiciones topográficas inducen a pensar en un suceso morfogenético de gran entidad.

Además, en una visión cartográfica a pequeña escala, se observa la evidente disposición de estos depósitos detríticos rojos:

- Una lengua N-S (Campillo de Ranas -Retiendas), con una anchura homogénea, situada a lo largo de la margen izquierda del río Jarama, y otra secundaria, de dirección E-W, empotrada en la depresión excavada por el actual Arroyo de Vallo-



Fig. 2 Aspecto caótico y heterométrico de los depósitos detríticos rojos. Cantos y bloques de cuarcitas, pizarras y cuarzos engastados en una matriz arcillosa rojiza.

sera y que confluye con la primera en el embalse de El Vado.

- A la altura de Retiendas y sobrepasando la banda cretácica que limita por el S el Sistema Central, estos materiales se abren en abanico para fosilizar vastas extensiones.



Fig. 3 Aspecto general de las dos lenguas de materiales detríticos rojos que se encuentran en el valle de Majaelrayo. A) Ocejón; 1) Lengua detrítica N-S; 2) Lengua detrítica E-W.

Otro punto interesante a la hora de intentar caracterizar estos materiales ha sido la observación del sustrato paleozoico sobre el que se apoyan. En efecto, los materiales cretácicos que están presentes a pocos Km. de distancia, aflorantes o claramente fosilizados por la lengua detrítica, faltan en todo el ámbito ocupado por el canal detrítico asociado al río Jarama.

Pero lo más interesante no es que el Secundario haya sido arrasado en los tiempos previos a la sedimentación Neógena, sino que bajo ésta los esquistos primarios presentan un paleorelieve muy marcado. Una línea sinuosa separa el Terciario del basamento Primario; valles y cerros fosilizados por el ingente aporte atestiguan una marcada actuación de los agentes erosivos en los tiempos previos a la sedimentación de los depósitos detríticos rojos. La erosión actual está exhumando todas esas formas que sirvieron de marco a la red de drenaje y que fueron colapsadas por el exceso de carga que se vieron obligadas a evacuar.

Todas las características apuntadas hasta aquí comienzan a perfilar una hipótesis sobre los mecanismos que contribuyeron a la sedimentación de estos depósitos. Sin embargo, creemos que es más correcto exponerlos una vez presentados los resultados de los análisis sedimentológicos y de la observación topográfica más detallada.

Otro de los problemas que se plantean a la hora de intentar caracterizar estos depósitos detríticos rojos es el de su datación. Al ser azoicos, los investigadores que se han ocupado del tema carecen de elementos que faciliten una datación absoluta. Sin embargo, es razonable su atribución al Neógeno, ya que, a pesar de que en muchos casos se apoyan directamente sobre las calizas cretácicas, las características del Paleógeno están bien definidas en zonas adyacentes a la que estudiamos, aunque aquí no esté presente. En general, la atribución de la edad Miocena está muy relacionada con la aceptación de los cambios laterales de facies.

Como se ve, si la distribución espacial de los materiales que conforman el área de estudio es sencilla, esta simplicidad se pierde cuando se intenta establecer una relación genética y temporal entre los materiales metamórficos y los que hemos denominado conglomeráticos.

## 2. Bases para el establecimiento de unidades morfoestructurales

En el Valle de Majaelrayo es posible reconocer una clara interferencia entre varias fases tectónicas. Ya hemos hablado del Sinclinal de Majaelrayo (GONZALEZ LODEIRO, 1981), que también se deduce tras el análisis de la cartografía geológica. Cámbrico-Tremadoc y Arenig envuelven a las formaciones más modernas del Llandeilo. Sobre estas últimas se labra la depresión del Valle, mientras que las cuerdas montañosas que lo enmarcan corresponden no sólo al roquedo más resistente sino a lo que parecen ser los flancos de la estructura sinclinal (hablando siempre con la prudencia necesaria al mencionar cuestiones tan lejanas como el plegamiento hercínico). Esta estructura parece mucho más neta que las que la prolongan hacia E y W.

A pesar de que destaquemos el plegamiento

como hecho más evidente dentro de la estructura hercínica, no hay que olvidar el preponderante papel que juega la red de fracturación tras ser reactivada por la fase tectónica Terciaria, en el aspecto actual de la morfoestructura.

El arrasamiento extenso y generalizado que se produce tras la orogénesis hercínica es un hecho admitido por todos los autores. Esto nos hace pensar que la morfoestructura que hoy determina el Valle de Majaelrayo no está en relación directa con la estructura sinclinal. Sí lo está, por el contrario, el tipo de deformación positiva de los relieves que provoca la tectónica alpina. Pensamos en un desnivelamiento de los bloques producido como consecuencia de la red de fracturación, que aparece como respuesta a los fuertes esfuerzos tectónicos que se producen en la fase alpina. Esta fracturación se debe en su mayoría a la reactivación de las antiguas cicatrices de la fase hercínica y posthercínica.

Para reconocer con seguridad el juego de bloques en una zona montañosa como ésta, es necesario analizar un espacio mayor que el que aquí tratamos. Sin embargo, creemos que los datos con los que contamos son suficientes para plantear una hipótesis sobre el Valle de Majaelrayo y las Sierras que lo enmarcan. Estos datos son:

- La magnitud del desnivel existente entre la cota más alta y el fondo del valle hace imposible pensar en que hayan sido únicamente procesos de erosión diferencial los que la hayan provocado. Aunque es cierto que se han observado desmantelamientos notables de edad premiocena, estos nunca son tan fuertes y contrastados.

- La brusquedad y linealidad con que se produce el contacto topográfico Sierra - Valle, sobre todo al pie de la cuerda del Ocejón, evidencia la posibilidad de una intervención tectónica. El sistema de fracturación (Falla del río Jaramilla, fractura de la Cabeza de Ranas y fractura del Ocejón), que parece delimitar claramente las morfoestructuras, apoya la idea de que la erosión diferencial no es el principal proceso que ha actuado aquí. El hecho de que sobre el terreno no se observen huellas directas de esta importante fractura N-S que, suponemos, se produce en el contacto entre el Valle y la Sierra del Ocejón, puede deberse a la actuación de los procesos morfogenéticos posteriores a ella. Las condiciones litológicas que han favorecido el modelado de glaciares y la regularización de vertientes, han ayudado a la fosilización o destrucción de cualquier tipo de huella tectónica.

- Existencia de un escalonamiento que levanta ambos bloques montañosos de manera progresiva. Este escalonamiento tectónico es más evidente en la Sierra del Ocejón, aunque también se observa en la alineación montañosa que corre paralela a la margen derecha del río Jaramilla (Sierra del Aguila).

Todo esto induce a pensar en la posibilidad de que el Valle de Majaelrayo sea una fosa tectónica establecida sobre una antigua estructura sinclinal y determinada por ella; pero harían falta investigaciones más amplias en el campo estricto de la tectónica para poder afirmarlo con rotundidad.

a) *Entramado tectónico*. En un estudio de la red de fracturación se reconocen direcciones predominantes que compartimentan y articulan las unidades del relieve.

- *Fracturas de dirección N-S*: Son las que po-



0 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000 6.000 7.000 8.000 m

**LEYENDA**

<b>GEOLOGIA</b>		<b>ESTRUCTURA</b>	
	TERCIARIO. CONGLOMERADOS NEOGENOS		FRACTURAS DE MAYOR IMPORTANCIA MORFOESTRUCTURAL
	CRETACICO { SUP. CALIZAS INF. ALBENSE - MARGAS Y ARENAS		FRACTURAS MENOS IMPORTANTES
			FRACTURAS PROBABLES
	TRIASICO - MARGAS ABIGARRADAS		<b>MORFOESTRUCTURA</b>
	ORDOVICICO INFERIOR { LLANDEILO - PIZARRAS ARENIG - CUARCITAS		ESCALON TECTONICO
			CRESTON CUARCITICO
	CAMBRICO - GNEIS	<b>TOPOGRAFIA</b>	
			PUEBLO
			COTA
			CURVA DE NIVEL
			EMBALSE

Fig. 4. Mapa morfoestructural del Valle de Majaclrayo.

seen mayor importancia morfoestructural. Su existencia apunta hacia la confirmación de la hipótesis del juego de bloques; son algunas de estas fracturas las que establecerían los límites entre unos y otros.

- *Fracturas de dirección NE-SW*: Se localizan preferentemente al E de la falla del Jaramilla y en ellas se han diferenciado dos categorías. La más importante de ambas está formada por un conjunto de fracturas que articulan el relieve con una cadencia rítmica. A éstas parece asociarse la red de drenaje de la parte septentrional del Valle.

- *Fracturas de dirección NW-SE*: Se sitúan preponderantemente en la margen derecha del río Jaramilla y su mayor importancia radica en que son las que dislocan la banda cuarcítica occidental.

### 3. Unidades morfoestructurales

La unidad espacial escogida no es lo bastante extensa como para que en ella se puedan desarrollar varios elementos morfoestructurales en su totalidad; como consecuencia de esto pensamos que las conclusiones deben ser moderadas ya que es probable que éstas varíen si se extendiera el estudio a zonas adyacentes.

Las unidades que hemos establecido son: La Depresión de Majaerayo, la Sierra del Ocejón y la Sierra del Aguila.

a) **Depresión de Majaerayo**. Es la única de las tres que tiene su principio y su fin dentro del área de estudio. Sus características estructurales están retocadas casi en su totalidad por las morfoesculturas. Sin embargo, su posición topográfica, la red de fracturación que se puede observar y la relación con los dos bloques montañosos que la enmarcan, hacen que la idea de una fosa tectónica pueda parecer razonable.

Sus límites están más claros en el sector oriental, donde el contacto con las vertientes es muy neto. Sin embargo, hacia el W el límite se difumina por la existencia del pequeño bloque de la Cabeza de Ranas, que se levanta en el sector noroccidental de la fosa y que pensamos es una tecla más del juego de bloques que anuncia la elevación de la Sierra del Aguila.

b) **Sierra del Ocejón**. Constituye el sector más elevado de la zona y limita la fosa por el E. Sus características son las que más se adecuan a las de un horst. En su vertiente occidental se eleva en gradación a través de dos netos escalones tectónicos para culminar a 2.048 m. En la oriental también existe otro escalón que levanta el bloque en concordancia con los del W.

En lo que constituye la zona de cumbres se evidencia otro de los elementos morfoestructurales que hemos distinguido: los crestones cuarcíticos. Coincidiendo con las capas del Arenig y poseyendo fuertes buzamientos (en este caso entre 65° y 85° hacia el W) aparecen estos crestones, que dan una morfología característica a las zonas más elevadas del horst. En este caso se trata de una especie de trípede cuyo punto central coincide con la cumbre del Ocejón. El grado de fracturación que les afecta es intenso, debido tanto a la textura de la roca como a la posición estructural que ocupan (en relación con uno de los flancos de la estructura sinclinal), en donde las tensiones y esfuerzos tectónicos han debido de ser máximos.

c) **Sierra del Aguila**. Hemos considerado esta unidad como el horst oriental de la fosa de Majaerayo. Sus características son similares a las del horst del Ocejón, aunque todas ellas se aprecian con menor intensidad. Los escalones tectónicos elevan los relieves hacia occidente; la densidad de la red de fracturación es menor y los crestones cuarcíticos son discontinuos y han sufrido en menor grado las tensiones infligidas por la tectónica. En este caso, los estratos cuarcíticos buzan fuertemente hacia el E.

Estas son las tres unidades morfoestructurales en las que hemos dividido la zona. Sólo una de ellas se encuentra completa en el área que analizamos: la depresión de Majaerayo, que constituye el núcleo de este estudio.

## III.- EL MODELADO

### 1. La influencia de los materiales

La conjunción de los agentes erosivos, las aptitudes de los diversos materiales que constituyen el roquedo para ser atacados por aquellos y la existencia de una topografía previa sobre la que se ha apoyado la morfogénesis cuaternaria dan como resultado la elaboración de una serie de formas que constituyen el armazón básico del paisaje que define el Valle de Majaerayo.

a) **Materiales metamórficos**. Entre los dos tipos de materiales metamórficos que aparecen en el área, son las pizarras las que presentan una menor resistencia a la erosión. En ellas, la desagregación laminar provocada por su intensa esquistosidad es muy importante; el diaclasamiento y la fracturación poseen también una alta frecuencia y su composición mineralógica favorece su rápida alteración.

Por el contrario, las cuarcitas se presentan como materiales más resistentes: por su composición mineralógica muy rica en cuarzo y por una estructura mucho más compacta, en bancos masivos, en los que la frecuencia del diaclasamiento es menor. La variedad de formas que se ha desarrollado en los materiales metamórficos es grande y depende tanto del piso morfogenético en el que se encuentran como de sus diversas características.

Por tanto, los materiales metamórficos presentan una gradación en el modelado que va desde las formas periglaciares vigorosas, hasta las suaves y tendidas provocadas por la arroyada difusa.

b) **Materiales conglomeráticos**. La disposición horizontal y compacta de los depósitos detríticos rojos dificulta, en cierto modo, la penetración de los agentes erosivos. Sin embargo, los cantos de cuarcita, cuarzo y pizarra están engastados en una matriz arcillosa plástica, fácilmente atacable y con poca cementación; es suficiente el agua como agente morfogenético, en cualquiera de sus manifestaciones, para modelar estos depósitos.

Los elementos morfológicos más llamativos que se labran sobre las vertientes de estas lenguas detríticas son las cárcavas. Aquí se dan también procesos solifluidales cuando las arcillas, saturadas de agua, se deslizan y tienden a suavizar las pendientes.

Por último, estos materiales se ven afectados por un amplio desarrollo de glaciares que tienen gran

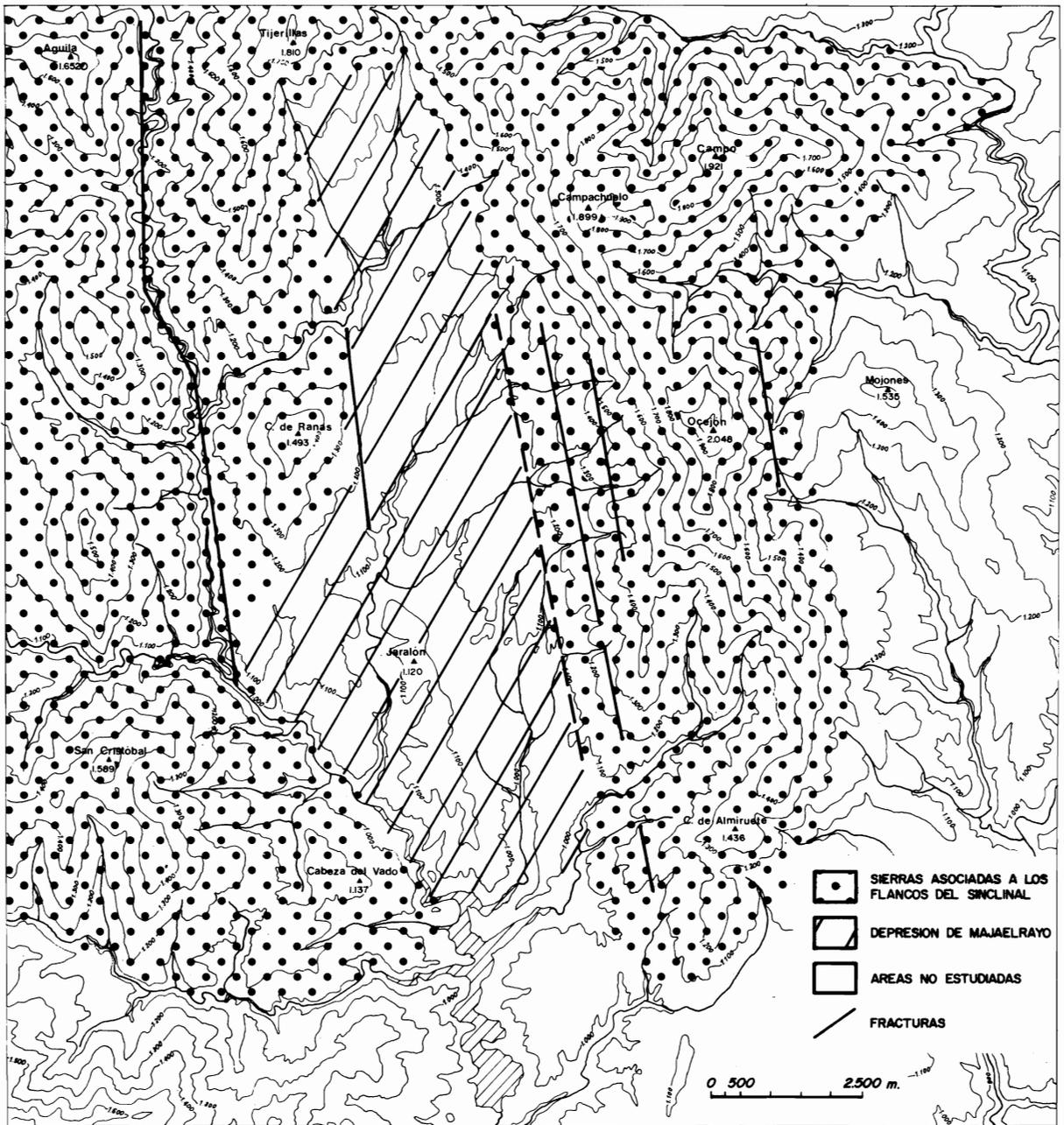


Fig. 5. Unidades morfoestructurales.

importancia en la configuración morfológica del valle y que describiremos a continuación.

## 2. Grandes formas de modelado en el Valle de Majaelrayo

El aspecto actual de las formas del relieve en el Valle de Majaelrayo es, en principio, bastante sorprendente y complejo. La gran forma del Valle está limitada al E por la cuerda en la que se sitúa el pico Ocejón (2.048 m.); al W, por la falla del río Jaramilla y por una sucesión de cumbres que constituyen la unidad que hemos denominado Sierra del Aguila.

Estas tres estructuras mantienen direcciones meridianas, lo que hace que el Valle quede como un cuenco abierto al S ya que, por el N, está limitado por las alineaciones montañosas que, sin solución de continuidad, entroncan con la Sierra de

Riaza. Pero no se trata de un Valle simple de fondo más o menos plano, sino que alberga multitud de formas diferentes y de testigos de diversas etapas evolutivas que se inician a finales del Terciario y se prolongan a lo largo de todo el Cuaternario.

Dos elementos resaltan en una primera aproximación:

- Lo que podríamos llamar una «disimetría morfológica N-S». Desde la entrada del Valle por el S hasta el pueblo de El Espinar, el relieve es alomado y está marcado por incisiones profundas. La parte septentrional del Valle tiene, por el contrario, el aspecto de una cubeta plana abierta únicamente por la pequeña incisión actual de los arroyos.

- La abundancia de culminaciones planas desconectadas de la red de drenaje. Estas superficies, además de situarse a diversas alturas, afectan a materiales heterogéneos y parecen, en principio, tener distinta génesis.



Fig. 6. Aspecto general de la parte N del valle. A) Cabeza de Ranas (1.493 m.); 1) Superficie  $S_2$ .

Intentamos aquí establecer una secuencia morfogénica y evolutiva de estas superficies. Para ello han sido fundamentales los análisis granulométricos y morfométricos<sup>4</sup> mediante los cuales se pueden reconstruir las circunstancias paleosedimentarias de estos notables depósitos detríticos rojos a los que se asocian, preferentemente, los distintos niveles de erosión que se empotran en el Valle. Estos niveles de glaciares son el testimonio más evidente de la larga y compleja evolución morfoclimática que se inicia tras la sedimentación de la potente serie de materiales detríticos rojos.

a) **La superficie  $S_1$ .** La superficie  $S_1$  se ubica en la parte más meridional del Valle y corresponde a las culminaciones de una serie de retazos de relieves planos que quedan colgados 120-140 m. sobre los cauces de los ríos principales (Jaramilla, arroyo del Soto y arroyo del Corvejón). La altimetría absoluta de estas cimas aplanadas alcanza valores que oscilan entre 1.130-1.150 m., exceptuando un pequeño fragmento que aparece más al N, en la margen izquierda del río Jaramilla, donde éste confluye con el Jarama y que alcanza 1.172 m. Estos relieves prosiguen hacia el S por la margen izquierda del embalse de El Vado y fosilizan tanto materiales paleozoicos como algunos pequeños relieves de cuesta labrados sobre materiales cretácicos. Su altimetría absoluta descende paulatinamente hacia el S; así, al W de Tamajón, en Loma Rubia, baja hasta los 1.100 m. Esto da un desnivel de 50 m. y una pendiente media del 1,25%. Todavía continúan más hacia el S, siendo difícil delimitar su extensión, ya que, a partir del pueblo de Retiendas, lo que hasta

allí era una lengua N-S con límites muy bien definidos, se abre para fosilizar grandes superficies.

Las vertientes que delimitan estos relieves planos colgados, que se empotran en el Valle de Ma-jaelrayo, ofrecen una morfología característica que se relaciona con varios hechos:

- Desnivel existente entre la cima y el fondo de los valles. Este desnivel está determinado por la capacidad incisiva de toda la red tributaria del Jarama.

- Existencia de antiguos niveles de base que han permanecido estables durante largos periodos de tiempo y que han permitido la elaboración, con la alianza de los factores climáticos, de formas más suaves y tendidas en las vertientes.

- Influencia de la actuación morfoclimática reciente (Finicuaternaria - Holocena - Actual), cuyos procesos se evidencian en el modelado de formas características, tales como acarcavamientos, procesos solifluidales, pedreras...

De todas las superficies reconocidas, es  $S_1$  la que ocupa posiciones topográficas más elevadas y la que tiene menor extensión; asimismo, es la única que se elabora sobre una litología homogénea: los conflictivos depósitos detríticos rojos que unos atribuyen al Mioceno y otros al Plioceno. Estos conjuntos detríticos poseen un notable espesor (potencia visible de 100-150 m.) y están fosilizando un paleorelieve labrado en los materiales paleozoicos. A este respecto J. VAUDOUR (1979) observa que en las etapas finales del Mioceno se abren profundos valles y gargantas y se forma un relieve diferenciado que, en la cuenca, es inmediatamente fosiliza-

<sup>4</sup> Los resultados detallados de todos los análisis sedimentológicos realizados, pueden consultarse en el original de la Memoria de Licenciatura.

do por la descarga detrítica pliocena.

De los análisis sedimentológicos se obtienen importantes datos que permiten caracterizar los depósitos detríticos rojos. En primer lugar se observa una clara diferencia entre los tramos bajo y medio de la formación con el superficial en el que se labra  $S_1$ .

Así, las conclusiones obtenidas del análisis de los depósitos de los tramos medio y bajo, sugieren unos arrastres de tipo torrencial afectados por fuertes pulsaciones de corriente, capaces de movilizar materiales de tamaños heterométricos que luego son bruscamente abandonados en el momento en que desciende la altura de la lámina de agua. Es muy significativo el hecho de que los valores de los índices de desgaste desciendan bruscamente hacia el S y que, además, los de disimetría aumenten en la misma dirección. Las estructuras sedimentarias ofrecen un aspecto caótico, característico de un régimen torrencial, que se confirma en la granulometría de gruesos y en la mala clasificación de las arenas.

Sin embargo, el análisis realizado sobre la superficie  $S_1$ , en el cerro Jaralón, a 1.150 m. de altitud, permite advertir notables diferencias con los anteriores. Lo primero que llama la atención desde el punto de vista geomorfológico es la presencia, en esta superficie culminante, de un enlosado detrítico, sin que se puedan apreciar restos de formaciones edáficas o de otras formaciones superficiales. Sin embargo, es la naturaleza litológica del material lo que aporta mayor información. A pesar de tratarse del mismo tipo que los anteriores depósitos, en esta superficie no existe ningún elemento pizarroso y el porcentaje de cuarzos sufre un notable aumento (47%). Esta concentración se debe a que los grupos litológicos menos resistentes han sido eliminados. Este dato apoya la interpretación de que estos relieves planos culminantes han sufrido un importante ataque debido a la eficacia antigua de los procesos erosivos.

Las características morfométricas indican que este material forma parte del mismo proceso sedimentario comentado antes. Sin embargo, se asocia a un momento posterior de la sedimentación ya que ocupa las posiciones topográficas y estratigráficas más altas. Los procesos torrenciales parecen ser todavía más violentos ya que la rotura del material es mayor (elevada proporción de cantos sin desgastes y elevado valor de la disimetría).

Esta superficie  $S_1$  fue asociada por nosotros, en un principio, a una unidad de raña villafranquense, tal y como lo hacían algunos de los autores de la bibliografía consultada (FERNANDEZ CABALLERO y SANZ DONAIRE, 1985). Sin embargo, tras los análisis realizados pensamos que esta superficie debe ser catalogada de otro modo, ya que, según nuestras observaciones, ni la topografía culminante es plana (al contrario, presenta un aspecto algo alomado), ni se advierte ninguna formación edáfica ni discordancia erosiva que permitiera asimilarla a las ya caracterizadas formaciones de raña del Henares. Todo parece vincular estos potentes depósitos detríticos rojos a una formación neógena que ha sufrido una profunda erosión superficial. Esta hipótesis está apoyada por la composición granulométrica, las características morfométricas, la situación del área de la que provienen las cuarcitas y los canales por los

que, según hemos verificado, se evacuan estos materiales. Además, más al N de la localización principal de  $S_1$  (cerro Jaralón), donde sobre los mismos materiales se elabora  $S_2$  (en el lugar en el que se asienta el pueblo de Roblelacasa), se produce un brusco cambio en la granulometría. Constituiría esta una zona lateral del cono del Jarama que proponemos como agente del depósito de los materiales detríticos rojos.

Es decir, desde el punto de vista geomorfológico estas formaciones se asocian a una serie de sedimentos que fueron desalojados en el Neógeno por un conjunto de organismos fluvio-torrenciales que lograron acumular hasta 150 m. de materiales. Estos organismos actuaron en unas condiciones de fuertes pendientes debidas, probablemente, a un hecho de naturaleza tectónica (levantamiento de los bloques de la Sierra de Ayllón y/o subsidencia lenta de la cuenca). Estos materiales se acumularon especialmente en las fuertes rupturas de pendiente y formaron una serie de abanicos aluviales de funcionamiento similar al que se advierte en otras zonas del Sistema Central: Valle del Lozoya, Sector N de Jadrque, Puebla de Vallés... (GONZALEZ MARTIN; ASENSIO AMOR -en prensa-).

Estos abanicos fueron incididos y desmantelados parcialmente por el encajamiento de la red fluvial que hoy está exhumando parte de su antiguo trazado, habiéndose encajado sobre las paleoformas previas algunas decenas de metros. Por tanto, asociamos la superficie  $S_1$ , cuyas reducidas dimensiones no están en relación con su importancia geomorfológica, con el nivel más alto conservado de los depósitos detríticos rojos.

b) **La superficie  $S_2$ .** La segunda superficie reconocida en el conjunto geomorfológico del Valle de Majaerayo es la más extensa y generalizada y, sin embargo, la que menos se presta a análisis, debido a las condiciones de la litología sobre la que, mayoritariamente, se elabora: los materiales esquistosos del Llandeilo.

Así, no ha sido posible reconocer ningún corte expresivo; los coluvionamientos recubren con rapidez cualquier incisión en esta superficie. Los materiales que la recubren están constituidos exclusivamente por: cantos más o menos rodados de pizarras muy heterométricos, los productos de la alteración de éstas, afloramientos esquistosos «in situ» y algunos cuarzos procedentes de las intrusiones filonianas. Por todo esto, al ser muy dificultoso el análisis del material, las conclusiones sobre esta superficie las hemos basado en análisis topográficos y geomorfológicos.

El grado de conservación actual de  $S_2$  es el responsable de la disimetría morfológica N-S de la que hablábamos antes. Así, en la parte N del Valle se mantienen grandes retazos de esta superficie, que le dan un aspecto general casi plano, apenas afectado por la incisión holocena; es aquí donde  $S_2$  está mejor conservada, tanto en las topografías que se asocian al fondo del Valle como en el enlace de éstas con las vertientes. En cambio, en la parte meridional, la morfología se hace mucho más alomada, ya que el ataque erosivo sufrido aquí por  $S_2$  es bastante mayor.

Las altimetrías en las que se sitúa esta superficie, en la parte media del Valle, están en torno a 1.100-1.200 m.; es decir, entre 20 y 40 m. por deba-

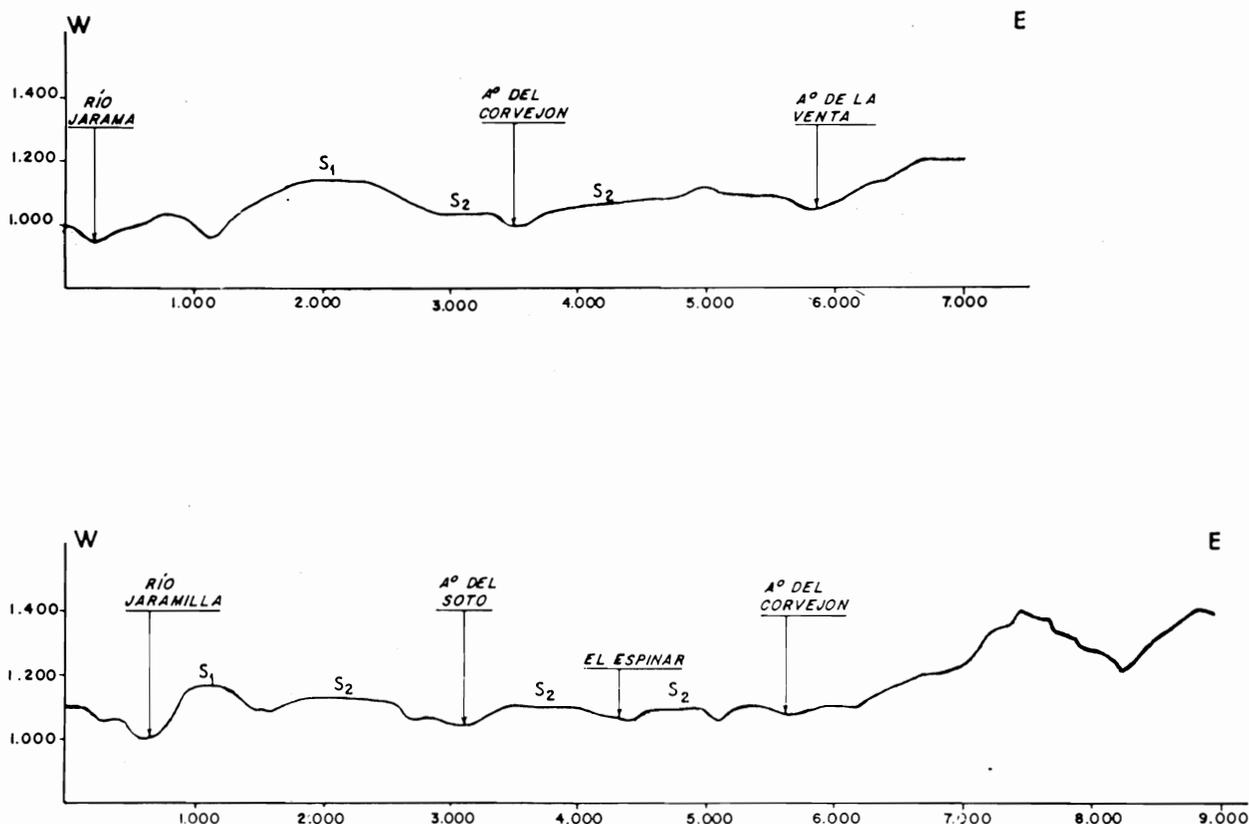


Fig. 7. Relación topográfica entre  $S_1$  y  $S_2$ .

jo de  $S_1$ . Esto supone que entre las dos fases que dieron lugar a la elaboración de ambas superficies se produjo una fase incisiva que dismanteló  $S_1$  dejándola colgada sobre  $S_2$ .

Si se hace más énfasis en el análisis topográfico de esta segunda superficie, se observan varios hechos que hacen pensar en unos procesos morfogenéticos distintos de los establecidos para  $S_1$ . En primer lugar, esta forma, tomada en conjunto, no ofrece un aspecto absolutamente plano, sino que presenta una inclinación variable: en las partes bajas la pendiente oscila entre el 3% y el 5% mientras que, conforme nos acercamos a las vertientes, aumenta hasta llegar al 12%. Se trata de una forma cóncava con escaso desarrollo longitudinal (la zona más ancha del fondo del Valle no alcanza los 3 Km.) y que fácilmente podemos asimilar a un glacis. Este se labra indistintamente sobre los dos tipos de materiales que constituyen el Valle: los depósitos detríticos rojos y los esquistos paleozoicos. Por todo lo dicho hasta aquí, pensamos que sería conveniente asociar la  $S_2$  a un glacis mixto, según la terminología establecida por J. TRICART, R. RAYNAL y J. BESANCON (1972).

Su elaboración se establecería en una etapa postpliocena y tras la incisión que deja colgado el nivel  $S_1$ . Se debería a una fase de estabilidad lo suficientemente larga como para impedir las variaciones del nivel de base y permitir un libre accionamiento de los procesos de arroyada difusa que dan lugar a este tipo de formas.

Las condiciones climáticas que favorecen esta morfogénesis deben ser aquéllas que provoquen, en primer lugar, una pérdida de la fitoestabilidad de las vertientes. Este hecho puede asociarse a una cri-

sis climática fría o semiárida. En segundo lugar, las precipitaciones deben ser abundantes, al menos estacionalmente, para poner en movimiento los materiales por medio de canales divagantes; pero esporádicas, para impedir una incisión que paralizaría la formación del glacis al canalizar las aguas. Pensamos, sin embargo, que en el área que tratamos no es necesario que estas condiciones sean extremas, debido a la escasa resistencia de la litología, muy afectada por diaclasas y planos de esquistosidad.

Es interesante observar cómo la disimetría morfológica N-S que afecta a  $S_2$  coincide con direcciones diferentes en el drenaje de las aguas. La cubeta N desagua en el Jarama a través del arroyo del Soto. Las aguas que canaliza este arroyo (todas las de la cubeta N del Valle) no siguen la dirección que parecería más lógica, la N-S, que coincide con la estructura del Valle, sino que le atraviesan en sentido E-W para, al S de la Cabeza de Ranas, tomar la dirección NE-SW y desembocar en el Jarama. Por el contrario, el drenaje de la parte meridional sí se adapta a la dirección del Valle y sale al río Jarama en los arroyos de la Venta y del Corvejón.

Es decir, la evolución diferencial de la red hidrográfica que, con posterioridad a la elaboración de  $S_2$ , es la principal responsable del modelado en la parte baja, ha sido la causa del diferente aspecto que hoy presentan las partes septentrional y meridional del Valle.

Es posible que una mayor eficacia de la dinámica fluvial, favorecida por la baja resistencia de la zona de contacto en la que se produce la incisión y por la distancia mucho más corta que, salvando el mismo desnivel, recorren los arroyos del S, tenga

también influencia en esta disimetría morfológica que presenta  $S_2$ .

Concluyendo, consideramos a la superficie  $S_2$  como un glacis mixto que se encaja en  $S_1$  y que presenta distintos grados de conservación. Es el testigo de la última etapa morfogenética que es capaz de modelar macroformas en el Valle de Majaerayo.

c) **El nivel  $S_3$ .** Tras la elaboración de  $S_2$  tiene lugar una larga evolución morfogenética que da origen a multitud de mesoformas que se insertan en el Valle. Uno de los aspectos de esta evolución es la alternancia de fases incisivas y de etapas de estabilidad. De esto se encuentran los mejores testimonios en el arroyo de la Venta y arroyo del Soto y son más asociables a una evolución local, aunque no exclusiva, que a una general que afecte a todo el Valle.

La fase incisiva que sigue a  $S_2$  no es única, sino que alterna con cortas etapas de estabilidad. Es en estas etapas en las que se elaboran pequeños niveles que, a modo de hombreras, jalonan el perfil transversal de estos dos arroyos. Denominamos  $S_3$  a la que mejor se puede seguir a lo largo del perfil de los arroyos mencionados.

Tras  $S_3$  se produce una nueva etapa incisiva que deja colgadas las formas y acumulaciones a las que aquella etapa morfogenética había dado lugar.

Asociamos por tanto el modelado de las grandes formas del Valle de Majaerayo a estas tres etapas que hasta aquí hemos descrito. No obstante, no son las únicas formas de modelado que se observan en él. Como luego veremos, hay también abundantes testimonios de etapas frías del Pleistoceno: valles disimétricos, «en cuna», fenómenos soli/gelifluidales, pedreras, etc.

### 3. Formas ligadas a la red de drenaje

La mayoría de las formas que, en detalle, modelan el Valle de Majaerayo, están ligadas a la evolución de la red de drenaje; principalmente tras la elaboración de la más extensa de las superficies que acabamos de analizar ( $S_2$ ). Establecemos esta cronología relativa, debido a que estas formas se localizan, mayoritariamente, por debajo de la incisión que afecta a  $S_2$ . Sin embargo, existen indicios que hablan de una evolución, si no anterior a la sedimentación de los depósitos detríticos rojos, sí, al menos, previa a la elaboración del glacis de erosión que constituye  $S_2$ .

a) **Evolución de la red hidrográfica.** Pensamos que es probable que, a lo largo del Cuaternario, la red de drenaje de este valle de la Sierra de Ayllón haya modificado su trazado. Actualmente, sólo los arroyos de la parte meridional del Valle siguen la dirección N-S y desembocan en el río Jarama por la salida natural de aquél. Por el contrario, los de la parte N, mediante codos que evocan antiguas capturas, toman una dirección transversal al Valle (E-W) para desembocar en el Jaramilla o en el mismo Jarama, aguas arriba de donde deberían hacerlo.

Los casos más evidentes son los del arroyo de la Matilla y el arroyo del Soto, aunque en ambos, el mayor problema se plantea a la hora de justificar por qué, en un momento determinado, se producen unas capturas que modifican la dirección más lógica de la red. En los dos casos suponemos como una

causa determinante el colapso que debe producirse en la red de drenaje del antiguo Valle de Majaerayo, tras la sedimentación de los depósitos detríticos rojos. Tras ésto, influido por la fuerte incisión que inicia el río Jaramilla, y favorecido por la existencia de una red de fracturación NE-SW, el arroyo de la Matilla toma una dirección occidental, rodeando la Cabeza de Ranas por el N y quedando desde entonces al margen del drenaje del Valle de Majaerayo.

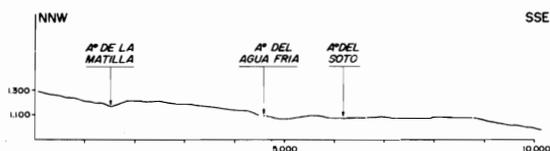


Fig. 8. Perfil longitudinal del Valle de Majaerayo en el que puede apreciarse un nivel más o menos continuo que ha sido cubierto por la incisión de los arroyos que han tomado una dirección transversal (E-W).

Por el contrario, la captura del arroyo del Soto se produce en un momento posterior a la elaboración de  $S_2$ . Decimos ésto porque sobre el glacis de erosión  $S_2$  y hacia la mitad del Valle, existe un vallejo disimétrico, hoy seco, que coincide perfectamente con lo que debió ser la antigua dirección del arroyo del Soto, cuando éste evacuaba todas las aguas del Valle hasta el Jarama.

Sin embargo, actualmente, este arroyo ha tomado también una dirección W para rodear el cerro Jaralón por el N y encajarse en el contacto entre materiales terciarios y paleozoicos. Este control litológico parece ser la explicación más probable de la captura; quizás ha sido más fácil abrir el cauce en esta discontinuidad que incidir directamente sobre los materiales terciarios sobre los que se había labrado  $S_2$ .

Es decir, parece haber un fuerte contraste entre el antiguo paisaje alomado de pizarras, en el que el paleovalle de Majaerayo evacuaba todas las aguas en perfecta dirección N-S hasta el Jarama, y el paisaje actual que presenta un valle colapsado en su salida por una notable cantidad de materiales, y en el que las aguas han tenido que tomar una dirección transversal dejando formas colgadas, vallejos secos y labrando nuevas gargantas para poder adaptarse al nivel de base de las fuertes incisiones que se dan en la red del Jarama.

La relativamente densa red de arroyos que drena el área de estudio ha dado lugar a una abundancia de pequeños vallejos que ofrecen distintas morfologías. De un modo bastante generalizado se puede decir que, en la parte meridional, donde la incisión ha sido mayor, predominan los valles «en v». En cambio, en la parte septentrional se encuentran más ejemplos de vallejos «en cuna» o de fondo plano.

Estos últimos tipos, sobre todo los primeros, parecen haberse formado a expensas de la acción de procesos solifluidales que modelan el fondo de los valles. El incluir este tipo de procesos dentro de la morfogénesis periglacial es arriesgado, ya que las características del material pizarroso son muy favo-

rables a la solifluxión. Sin embargo, existen claros vestigios de la actuación de la morfogénesis fría en estas zonas bajas, por lo que se puede atribuir a estos vallejitos un carácter periglaciario, aunque sin absoluta certidumbre.

b) **Algunos testimonios de las fluctuaciones climáticas en el Valle de Majaerayo.** Los efectos del modelado frío en las zonas más bajas del área que estudiamos (1.000-1.200 m.), no son demasiado intensos. Sobre todo si tenemos en cuenta que las características litológicas son muy favorables a la actuación de los procesos solifluidales, crioclásticos y de alteración química. Describiremos a continuación algunos de los mejores ejemplos que han quedado en el Valle de Majaerayo, como testigos de la alternancia climática a lo largo del Cuaternario.

- **Valle disimétrico.** Se trata del valle que se abra sobre S<sub>2</sub> y que, según hemos supuesto, prolongaría el cauce del arroyo del Soto para desembocar en el Jarama por la salida natural del Valle de Majaerayo.

La disimetría que presentan sus dos vertientes es muy marcada, y pensamos que puede estar en relación con el sistema morfogenético periglaciario, aunque no se pueden perder de vista los condicionantes litológicos.

El hecho de que sea la vertiente que mira al E la más tendida, hace pensar en la intervención de procesos ligados al modelado frío. En las áreas bajas, como ésta, la nieve se mantiene más tiempo en la zona que recibe los rayos de sol con menor intensidad. La conservación de la nieve protege al suelo de los bruscos cambios de temperatura, que provocarían la fragmentación del roquedo y unas formas más vigorosas. Al fundirse lentamente y empapar el sustrato arcilloso, da paso a un suave modelado de características solifluidales.

Este tipo de valle disimétrico no es exclusivo de esta zona. Sin ir más lejos, al N de la Sierra de Ayllón abunda este tipo de disimetría, que hace más abruptas las vertientes orientadas al W.

- **Derrubios ordenados.** No es difícil encontrar, a lo largo del Valle de Majaerayo, pequeños cortes en las laderas que evidencian una cierta ordenación de los derrubios. El mejor ejemplo se localiza en la margen derecha del arroyo Vallosera; tiene una potencia visible de 7-8 m. y una orientación W.

En él se produce una alternancia de lechos con abundante matriz fina y de lechos sin ella, dándose un predominio de los primeros. El espesor de los lechos oscila entre 5 y 25 cm. y su granulometría no es homogénea; en unos es algo más gruesa que en otros. Incluso hay algunos compuestos casi exclusivamente por arenas y gravillas. En los que presentan tamaños más pequeños, el 92% del material se encuentra dentro del intervalo de 20-40 mm., mientras que en los de granulometría mayor, esta cifra baja hasta el 58%. La inclinación de los lechos oscila entre 20-25° y, como es normal, las lajas pizarrosas presentan su plano L-1 orientado en el sentido de la pendiente.

Este tipo de depósitos sugiere unas vertientes con escasa fitoestabilización y unos procesos crioclásticos responsables de la fragmentación del material. Ahora bien, debido al fuerte control estructural (litológico y tectónico) de los afloramientos pizarrosos, lo más prudente es dar a este tipo de depósitos un origen simplemente frío y no periglaciario.

- **Depósitos «claros».** Se trata de un tipo de depósitos muy abundantes en todas las partes bajas del Valle, pero cuya caracterización estricta necesitaría un estudio más pormenorizado, incluyendo análisis mineralógicos. Los hemos bautizado como depósitos «claros» precisamente porque su color (10 YR 6/6) destaca con nitidez del entorno grisáceo de las pizarras.

En primer lugar nos interesa de ellos su situación, ya que siempre lo hacen por debajo del nivel del glacis de erosión S<sub>2</sub>, en las vertientes que regularizan la incisión de los arroyos y con una preferente exposición E. Este dato es el que induce a atribuirles un origen periglaciario; pero no se observa en ellos ninguna otra característica que pudiera confirmarlo.

Por el contrario, presentan un aspecto bastante homogéneo: están recubiertos por un pequeño endurecimiento superficial de lajas pizarrosas con aristas agudas, de colores ocre a marrón claro y que no suelen sobrepasar los 5 cm. de longitud máxima. Bajo esta delgada capa se encuentran los materiales más finos. A veces, al excavar en estas arenas muy mal clasificadas, se encuentran lo que parecen ser pizarras en proceso de alteración. Este proceso puede estar detenido o seguir avanzando, no tenemos datos para dilucidarlo. Este hecho sugiere el que los depósitos «claros» se hayan originado a partir de alguna alteración de tipo químico bajo condiciones cálidas y húmedas. Como se ve, lo único que se puede afirmar de estos depósitos es que son posteriores a la incisión que abre el glacis de erosión S<sub>2</sub>.

#### 4. Morfología de cumbres y vertientes

Las cumbres más elevadas de la zona de estudio se encuentran limitando el Valle por el E, en la Sierra del Ocejón. Esta cumbre de 2.048 m. es la más elevada de toda la zona, por lo que el modelado frío ha dejado su huella más clara en esta cuerda, que se orienta de N a S, a través de un sistema morfogenético periglaciario atenuado. Lo calificamos de atenuado ya que, como veremos, las formas periglaciares tienen aquí menor desarrollo que en los otros sectores del Sistema Central. Sin embargo, las condiciones litológicas son muy favorables para la gelifración del material.

A pesar de que la morfogénesis cuaternaria no ha llegado a originar grandes relieves, sino que ha aprovechado los preexistentes, sí ha alcanzado una intensidad suficiente como para que pueda ser considerada el elemento más característico de las zonas elevadas.

a) **Crestones cuarcíticos.** Los crestones son fundamentales a la hora de considerar la morfología de las zonas culminantes, por dos motivos:

- Constituyen el armazón de las cumbres ya que las perfilan, de forma continua, desde casi un Km. al N del vértice del Ocejón hasta la Cabeza de Mostajar (1.842 m.). A partir de aquí se hacen discontinuos pero no desaparecen.

- De ellos ha salido la gran cantidad de material que forma las pedreras y regulariza las vertientes.



Fig. 9. Crestón de cumbres. Puede observarse su perfil ruiforme y la acumulación caótica de bloques en la vertiente que enlaza la cresta con el fondo plano del nicho de nivación.

Estos vigorosos resaltes rocosos están afectados por una densa red de diaclasamiento y de planos de esquistosidad, aunque no de una forma homogénea. Por ello las formas de disgregación del roquedo bajo los mecanismos de hielo - deshielo tienen una gran variedad: desde lajas aplanadas hasta bloques compactos de grandes dimensiones.

Grandes cantidades de material se amontonan en las vertientes al pie de todos los crestones. Se trata de acumulaciones caóticas que evolucionan por gravedad o por desplazamientos en masa, cuando se rompe el equilibrio de la vertiente sobre la que se sitúan. La potencia actual de estas acumulaciones es notable, aunque no existe ningún corte que permita apreciarla con exactitud. La movilidad de estos derrubios parece funcionar hoy, aunque de forma atenuada. La orientación de los ejes mayores de los cantos y bloques sigue en su mayoría la dirección de la pendiente.

El aspecto masivo que presentan estas acumulaciones de clastos son el efecto de la mayor intensidad y duración que tuvieron los ciclos de hielo - deshielo en las épocas más frías del Pleistoceno. Aunque esto no significa que los procesos que las produjeron estén paralizados actualmente, sí es cierto que su efectividad es mucho menor. Por tanto, todas las formas periglaciares que analizamos son heredadas, aunque ahora estén sufriendo pequeños retoques o incluso tengan cierta movilidad.

b) **Formas Nivo - periglaciares.** Aquí están totalmente ausentes las formas estrictamente glaciares; al contrario de lo que sucede en el resto del Sistema Central y aún en zonas no muy lejanas a la que nos ocupa.

La forma más desarrollada de las que han sido

observadas en el ámbito nivo-periglacial de esta Sierra es un nicho de nivación que se encuentra en la vertiente septentrional del pico Ocejón (2.048 m.). El resto de las formas se limita a pedreras de considerable extensión que tienden a regularizar las vertientes y que tienen actualmente un comportamiento mixto en el que predominan los procesos gravitatorios; aunque el carácter frío de los procesos de remodelado puede llegar a tener cierta importancia. En el interior de algunas de estas pedreras se han encontrado microformas que atestiguan la existencia de procesos ligados a la acción del hielo.

- **Nicho de nivación.** En el sector analizado ha sido reconocido un único nicho. Se sitúa en la vertiente N del Ocejón y su exposición es estrictamente septentrional<sup>5</sup>. La parte más elevada del nicho se encuentra a unos 1.960 m. y el rellano del fondo de éste parece terminar aproximadamente a 1.880 m. Está enmarcado por dos de las más vigorosas crestas que forman las culminaciones de la Sierra. Ambas se unen en el vértice del Ocejón.

El vaciamiento de las paredes que rodean el nicho es grande; sobre todo el de la mejor expuesta al N. Otros rasgos característicos son la mala conservación del nivel plano del fondo y la ausencia de cualquier tipo de formación morrénica. El enmascaramiento del rellano del fondo se debe a que una pedrera tapiza el nicho sobrepasando, con mucho, la extensión originaria de éste, ya que su parte terminal se sitúa aproximadamente a 1.600 m. Es decir, la forma que observamos hoy no es debida exclusivamente al nicho de nivación, sino también a un retoque posterior.

Esta pedrera que tapiza el nicho presenta las características periglaciares mejor definidas de to-

<sup>5</sup> Sin ninguna componente E que es lo más habitual en el resto del Sistema Central.



Fig. 10. Nicho de nivación visto desde el NNW. Puede apreciarse el relleno del fondo cubierto por una pedrera en la que la colonización vegetal es muy abundante.

das las de la zona. Su grado de recubrimiento es muy desigual, no sólo oponiendo el fondo a las vertientes que lo enlazan con los crestones, sino incluso dentro de aquél.

En las pequeñas formas de modelado que afectan a esta pedrera, se observan variaciones entre la parte alta y la baja. Pensamos que éstas están en relación, entre otras cosas, con los cambios que se producen en los valores de las pendientes. Así, en la parte alta, los bloques se acumulan de forma caótica sobre pendientes de  $45^\circ$  en «amontonamientos» móviles que incluso parecen ser funcionales hoy. En las partes media y baja ( $35^\circ$  de pendiente) es donde se han apreciado los mejores ejemplos de algunas pequeñas formas del modelado periglacial. De todos modos, estas formas no están muy desarrolladas. Se han observado «círculos de piedras» en las áreas en las que, localmente, la pendiente disminuye hasta formar pequeños replanos o escalones.

– **Pedrera del arroyo del Soto.** Esta es la mayor de las pedreras en lo que a extensión se refiere, pero no la más relevante en cuanto a los procesos periglaciares que la han afectado.

Ocupa la amplia cabecera que da nacimiento al arroyo del Soto en la vertiente occidental del Ocejón y se extiende, tapizando las laderas de forma desigual, desde los 2.000 m. a los que culminan las cumbres de las que parte la mayor cantidad del material, hasta aproximadamente los 1.300 m., donde se produce la transición hacia un depósito de características torrenciales. La amplitud de la cabecera,

cuya orientación general es W, hace que la de las diferentes partes del cuenco en el que se aloja esta pedrera varíen entre SW y NW.

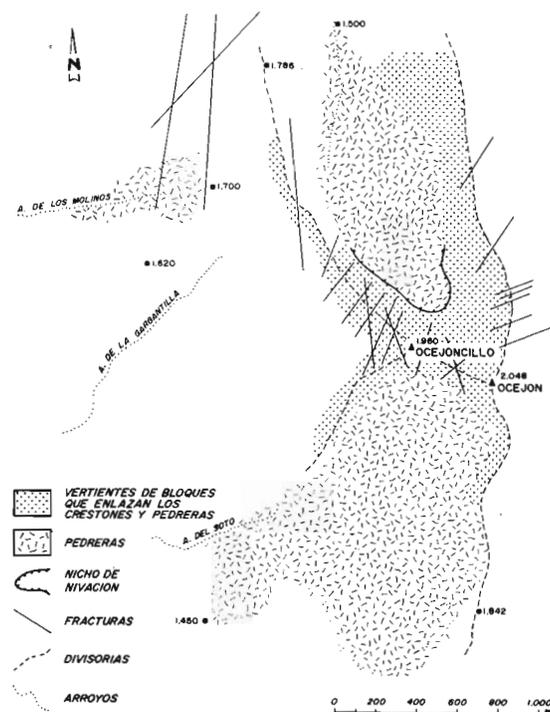
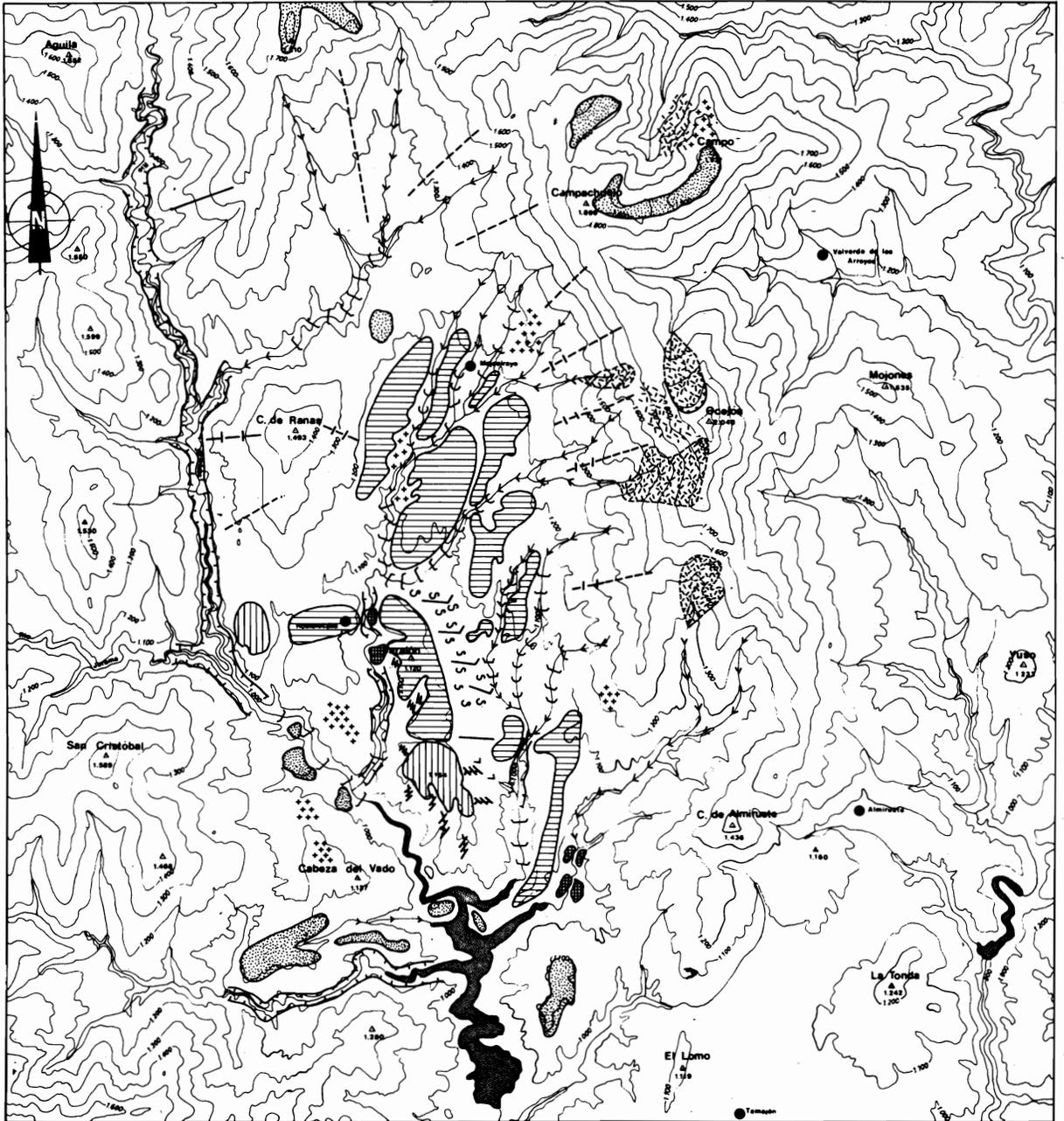


Fig. 11. Modelado nivo - periglacial en la Sierra del Ocejón.



L E Y E N D A

- |  |  |  |                                    |
|--|--|--|------------------------------------|
|  | Area dominada por resaltes rocosos                         |  | Vertiente modelada por soliflución |
|  | Restos de superficies planas en vertientes y culminaciones |  | Vertiente rectilínea               |
|  | Superficie más antigua. S <sub>1</sub>                     |  | Vertiente cóncava                  |
|  | Glacis de erosión. S <sub>2</sub>                          |  | Vertiente convexa                  |
|  | Nivel S <sub>3</sub>                                       |  | Vertiente degradada por cárcavas   |
|  | Nicho de nivación  |  | Cotas                              |
|  | Pedreras   |  | Ríos                               |
|  | Valle en "V"   |  | Embalses                           |
|  | Valle "en cuna"  |  | Pueblos                            |
|  | Valle de fondo plano                                       |  |                                    |
|  | Valle disimétrico  |  |                                    |
|  | Garganta   |  |                                    |

Fig. 12. Formas de modelado en el Valle de Majaelrayo.

La alimentación proviene, al igual que en el caso anterior, de los crestones de las cumbres. Sin embargo, aquí se produce de forma desigual. En la parte superior de la vertiente orientada al SW, el vigor de los crestones (que son importantes hasta unos 1.900 m.) permite que la salida de cantos y bloques siga siendo notable. Por el contrario, en el tramo que acaba en la Cabeza de Mostajar (1.842 m.), los resaltes rocosos pierden entidad y la cantidad de material que recubre esta vertiente NW es mucho menor.

Aunque es obvio que el origen de esta pedrera está en los procesos ligados al modelado frío pleistoceno, éstos no han dejado sus huellas en la creación de figuras superficiales, como en el caso de la pedrera del nicho de nivación. Aquí, las pendientes pronunciadas, el material, la orientación, etc., han impedido cualquier herencia morfológica periglaciaria. La actividad del modelado frío se ha limitado, en este caso, a la fragmentación del material e, indirectamente, a la regularización de las vertientes.

- **Taludes de derrubios.** Aparecen asociados, lógicamente, a las partes altas de todas las pedreras. Sin embargo, donde conservan mejor su fisonomía es en la vertiente W del Ocejoncillo. Aquí aparecen asociados a líneas de debilidad en las que los procesos erosivos de los ciclos de hielo - deshielo han actuado con mayor eficacia. Estos canales de preferente crioclastia se abren en forma de cono al pie del crestón. El tapiz vegetal que coloniza el resto de la vertiente respeta estos taludes, que parecen estar en funcionamiento. Entre ellos predomina el tamaño de bloques y su relación con las líneas de diaclasamiento y esquistosidad es muy estrecha.

#### IV.- CONCLUSIONES

El Valle de Majaerayo parece estar asociado a una estructura sinclinal hercínica, reconocida por varios autores. Pero esta asociación, aunque marca intensamente el paisaje, no es directa; son muchas las acciones tectónicas y los procesos morfogenéticos que, en una relación dialéctica, han construido y modelado esta parte de la vertiente meridional de la Sierra de Ayllón, a lo largo de una extensa historia.

Son tres las unidades morfoestructurales que hemos diferenciado en la zona de estudio: de W a E, Sierra del Aguila, Depresión de Majaerayo y Sierra del Ocejón. Estas unidades articulan el relieve mediante un juego de bloques, al igual que sucede en el resto del Sistema Central. Posiblemente, sería aventurado pensar que se trata de dos horsts que enmarcan una fosa tectónica, ya que la zona que analizamos es demasiado reducida para sacar conclusiones, pero todas sus características apuntan a ello. Ambas Sierras, levantadas por claros escalones tectónicos, coinciden con los dos supuestos flancos del sinclinal hercínico y la Depresión, separada de éstas por claras fracturas, se adapta a lo que sería su núcleo.

Esta aparente sencillez morfoestructural contrasta con la complejidad de una larga historia morfogenética. El primer vestigio de esta evolución que se conserva en la zona lo constituye el paleorelieve que, presentando formas destacadas, se encuentra fosilizado por los depósitos detríticos rojos. La sedi-

mentación de éstos materiales, por sus características, puede ser la consecuencia de una desnivelación tectónica terciaria: levantamiento de los bloques montañosos o hundimiento de la cuenca. Esto, además, provoca una cierta preparación del material que facilita la posterior actuación de una dinámica torrencial de gran eficacia que, actuando bajo condiciones rexistásicas, es la última responsable de la sedimentación de los depósitos detríticos rojos.

Ha sido la morfología de estos depósitos (lenguas asociadas a canales de evacuación que, al salir del marco montañoso se abren en abanico) lo que nos ha inducido a asociar la superficie  $S_1$  al nivel más alto conservado de los depósitos detríticos rojos. Sin embargo, hay que tener en cuenta la posibilidad de que, con posterioridad a la sedimentación de estas formaciones de cantos y bloques, tuviera lugar una morfogénesis de tipo semiárido; la superficie  $S_1$  sería entonces el retazo de un glacis de gran entidad. Pero la perfecta adaptación de  $S_1$  a los supuestos canales de evacuación del material, hace menos verosímil la segunda posibilidad.

La influencia de los materiales detríticos rojos no se limitó, en el Valle, a la elaboración de  $S_1$  sino que creemos que su sedimentación es la responsable del colapso que se produce en la red de drenaje. Además, la presencia de estos materiales, que no facilitan la evacuación de las aguas, ha determinado la evolución posterior de toda la red hidrográfica del Valle.

Seguidamente, el glacis de erosión  $S_2$ , tras una incisión de aproximadamente 30 m. que deja colgada a  $S_1$ , es la forma que atestigua la última etapa morfogenética capaz de elaborar macroformas en este Valle. Su génesis se relaciona con unas condiciones rexistásicas.

Tras esta etapa, la evolución morfológica se reduce a fases incisivas que alternan con etapas de estabilidad. De la duración e intensidad de éstas depende la mayor o menor entidad de las incisiones o de los niveles que hoy quedan colgados. En ningún caso son espectaculares, pero sí muy importantes en el paisaje. Pensamos que es en este momento, a lo largo del Cuaternario antiguo / medio, cuando se producen las importantes variaciones en el trazado de la red hidrográfica que han dejado sin drenaje a una considerable extensión del Valle de Majaerayo.

La última fase que retoca las grandes formas es la que se produce bajo los climas fríos del Würmense. Sus testimonios más importantes han quedado en las cumbres y vertientes, aunque no están totalmente ausentes en el Valle. La forma más evidente de esta morfogénesis fría es un nicho de nivación que se encuentra en la vertiente septentrional del Ocejón.

En definitiva, la secuencia cronológica según la cual se distribuyen los acontecimientos morfogenéticos que hoy se pueden reconocer en este sector E del Sistema Central, se inicia con la elaboración de un relieve marcado en el Mioceno. Tras esto, sabemos que a lo largo del Mioceno superior - Plioceno inferior se dan una serie de reajustes tectónicos, aunque aún no podemos determinar si se trata únicamente de una sensible removilización de fracturas o si es el momento en el que, según afirman algunos autores, aparecen los elementos morfotectónicos claves.

Con la sedimentación de los depósitos detríticos rojos en el Plioceno se produce el último acontecimiento morfodinámico de gran importancia para dar paso, a lo largo del Cuaternario, a una serie de etapas morfogenéticas cuyos puntos clave se pueden sintetizar en:

- La elaboración del glacis de erosión S<sub>2</sub> en el Villafranquense-Pleistoceno antiguo mediante procesos de arroyada laminar sobre vertientes y tras una incisión fluvial (20-30 m.) que deja colgado el techo de los depósitos detríticos rojos o S<sub>1</sub>.

- Una nueva etapa incisiva (5-10 m.) en el Pleistoceno antiguo-medio a lo largo de la cual parece producirse todo el sistema de capturas que modifica las direcciones originales de la red fluvial.

- Un modelado frío würmense que origina formas nivo - periglaciares de cierta importancia en las cumbres y que retoca el fondo de los valles.

- Un modelado holoceno que se limita a la acción de los procesos fluviales, a la actuación nivo -periglaciaria atenuada en altura y a una soliflucción azonal que aprovecha las características pizarrosas.

## RESUMEN, RESUME, ABSTRACT

*En este artículo se intenta analizar la evolución geomorfológica, durante el Neógeno-Cuaternario, de un sector de la Sierra de Ayllón: el Valle de Majaerayo. Testimonios sedimentarios y geomorfológicos permiten aquí una interpretación morfogenética, quizás ampliable al sector oriental del Sistema Central.*

\*\*\*

*Cet article est un essai d'analyse de l'évolution géomorphologique, pendant le Néogène-Quaternaire-, d'un secteur de la Sierra de*

*Ayllón: la vallée de Majaerayo. D'abondants témoignages sédimentaires ont permis, dans ce cas, l'élaboration d'une interprétation morphogénétique, probablement extensible au secteur oriental du Sistema central.*

\*\*\*

*The purpose of this work is to analyze the geomorphological evolution during the Neogene - Quaternary of an area included in the Sierra de Ayllón: the Valle de Majaerayo. Many sedimentary and geomorphological testimonies, permit to establish a morphogenetic explanation that may be extended to the eastern spanish Sistema Central.*

## BIBLIOGRAFIA

- APARICIO YAGÜE, A.; GALAN HUERTOS, E. (1980): «Las características del metamorfismo hercínico de bajo y muy bajo grado en el sector oriental del Sistema Central». *Estudios Geológicos*, N° 36, pp. 75-84.
- BISCHOFF, L.; GURSKY, H. J.; WILLNER, A. P. (1980): «Tidal sedimentation in the transgressive cycle of the lower ordovician in the eastern Sierra de Guadarrama (Central Spain)». *Estudios Geológicos*, N° 36, pp. 35-40.
- BULLON MATA, T. (1985): *Estudio geográfico del sector oeste de la Sierra de Guadarrama*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 890 pp.
- BULLON MATA, T. (1986): *Claves morfoestructurales y morfogenéticas para la interpretación del sector occidental de la Sierra de Guadarrama*. *ERIA*, N° 10, pp. 109-122.
- FERNANDEZ CABALLERO, M. D.; SANZ DONAIRE, J. J. (1985): «La raña de Somosierra (Sistema Central Español)». *Paralelo 37°*, N° 8/9, pp. 219-231.
- GONZALEZ LODEIRO, F. (1981): «La estructura del anticlinorio del «Ollo de Sapo» en la región de Hiende-

laencina (extremo oriental del Sistema Central Español)». *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 7, pp. 535-545.

- GONZALEZ MARTIN, J. A.; ASENSIO AMOR, I. (1987): «Estudio geomorfológico de las paleoformas terciarias (Valle del Lozoya y Jarama): su influencia y control en la sedimentación de la Formación de Grandes Bloques y de distintos niveles de raña». *Rev. de Materias y Procesos Geológicos*, N° 5 (en prensa).
- SANZ HERRAIZ, C. (1985): *Geografía del sector oriental de la Sierra de Guadarrama*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 1.500 pp.
- SOERS, E. (1972): «Stratigraphie et geologie structurale de la partie orientale de la Sierra de Guadarrama». *Studia Geologica*, vol. IV, pp. 7-94.
- TRICART, J.; RAYNAL, R.; BESANCON, J. (1972): «Cônes rocheux, pédiments, glacis». *Annales de Géographie*, N° 443, pp. 1-24.
- VAUDOUR, J. (1979): *La région de Madrid. Altérations, sols et paleosols. Contribution à l'étude géomorphologique d'une région méditerranéenne semi-aride*. Ed. Ophrys, Paris, 389 pp.