



IGME

428

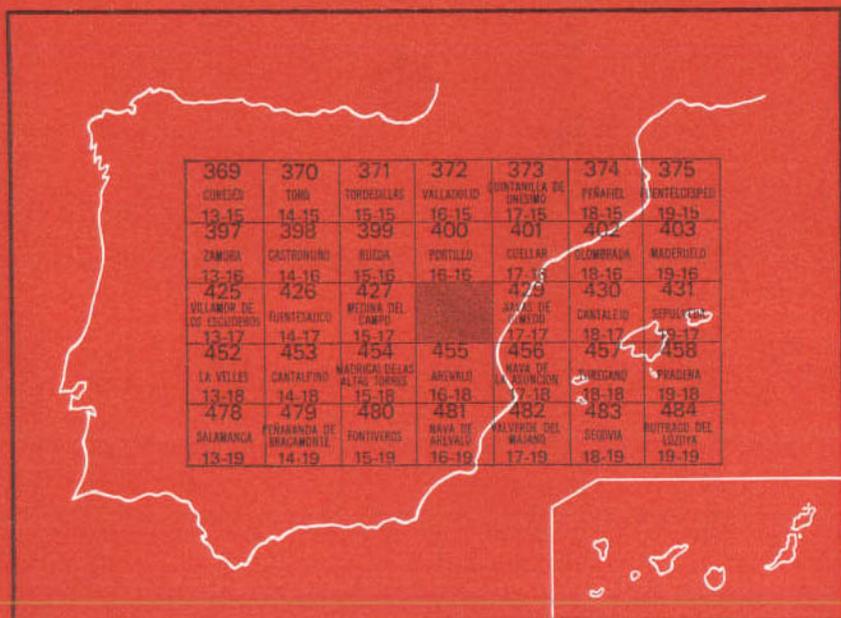
16-17

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

OLMEDO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

OLMEDO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Agrupación Temporal de Empresas «COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S. A.» - «INGENIERIA MINERO INDUSTRIAL, S. A.» (C. G. S., S. A. - I. M. I. N. S. A.), bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

En *Geología de campo*: J. M. Portero (CGS), F. Carreras (CGS), A. Olivé (CGS) y P. del Olmo (CGS).

En *Geomorfología*: J. M. Portero, F. Carreras, A. Olivé y M. Gutiérrez Elorza (UNIV. ZARAGOZA).

En *Cuaternario y Formaciones superficiales*: J. M. Portero, F. Carreras, A. Olivé y E. Molina (UNIV. SALAMANCA).

En *Sedimentología de campo*: E. Aragón (CGS).

En *Micromamíferos*: N. López Martínez (C. S. I. C.).

En *Charáceas*: J. Ramírez del Pozo (CGS) y M. C. Leal (CGS).

En *Foraminíferos y Ostrácodos*: J. Ramírez del Pozo (CGS) y M. C. Leal (CGS).

En *Micromorfología de suelos*: E. Molina.

En *Petrografía*: M. J. Aguilar (CGS).

Laboratorios: CGS (Calcimetrías, cualitativo de sulfatos, granulometrías, petrografía).

Departamento Estratigrafía Universidad Complutense de Madrid (Balanza de sedimentación, minerales pesados).

Departamento de petrología de la Universidad Complutense de Madrid (Balanza de sedimentación).

Departamento de Cristalografía de la Universidad Complutense de Madrid (Rayos X).

Memoria: J. M. Portero, con la colaboración de M. Gutiérrez Elorza (Geomorfología) y E. Molina (Cuaternario y F. superficiales).

Coordinación y dirección: J. M. Portero.

Supervisión (IGME): E. Elízaga (IGME) y A. Pérez González (IGME).

Dirección y coordinación por el IGME: A. Pérez González y E. Elízaga.

Asesores especiales: I. Corrales (Universidad de Salamanca), L. Sánchez de la Torre (Universidad de Oviedo) y C. Puigdefábregas (Universidad Autónoma de Barcelona).

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 16.332 - 1982

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

1 INTRODUCCION

La Hoja de Olmedo se sitúa en la submeseta septentrional o Castilla la Vieja, al sur del centro geométrico de la Cuenca del Duero. Administrativamente pertenece a las provincias de Valladolid y Segovia.

El relieve es poco accidentado, oscilando las alturas entre 720 y 880 metros. De entre los elementos geográficos más representativos de la Cuenca del Duero, los «Páramos y Cuestas» están pobremente representados. La «Campiña» se extiende por casi la totalidad de la superficie de la Hoja.

En esta zona de la Cuenca del Duero, la «Campiña» presenta características morfológicas propias, destacándose la dilatada llanura inferior («Superficie de Coca-Arévalo») que imprime carácter a la mitad Sur de la Cuenca del Duero, en donde se extiende ampliamente. La red fluvial (Eresma, Adaja y Voltoya) discurre profundamente encajada en esta superficie (PEREZ GONZALEZ, A., 1979), dando origen a angostos valles de laderas escarpadas, normalmente estabilizadas. En el centro y este de la Hoja se desarrollan relieves en graderío correspondientes a los sistemas de terrazas de los ríos Voltoya, Eresma y Adaja.

Sobre la «Superficie de Coca-Arévalo», se sitúan importantes acumulaciones de arenas eólicas, en las que pueden reconocerse formas de erosión y/o acumulación típicas como dunas, cordones dunares, *blow-outs*, etc. En la actualidad el manto eólico se encuentra fijado por los extensos pinares característicos de esta región. Los cultivos más extendidos son la vid y los cereales. Son también muy importantes, en la llanura inferior, los regadíos (remolacha, alfalfa, hortalizas, etc.). El núcleo de población más importante es Olmedo.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Olmedo está situada en la gran cuenca intramontana correspondiente a la Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero. La Cuenca del Duero está rellena por materiales ter-

ciarios y cuaternarios depositados en régimen continental. Los materiales pertenecientes al Paleógeno afloran en los bordes de la Cuenca, en forma de manchas aisladas de extensión variable, normalmente adosados a los marcos montuosos y discordantes sobre ellos. Presentan facies variadas, dominando los conglomerados de facies proximales y las areniscas más o menos gruesas con secuencias fluviales, quedando los ambientes de «Playas» circunscritos a pequeñas zonas (CORROCHANO, 1977). Es el Neógeno el que alcanza mayor desarrollo en la Cuenca; siguiendo a SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978 y 1979) en la zona norte y este (?) de la Cuenca del Duero: «Los ambientes sedimentarios en que se acumulan los sedimentos corresponden a condiciones continentales desde abanicos aluviales en las zonas de borde, que pasan, en lenta transición lateral, a ambientes fluviales, en los que disminuye hacia el interior de la Cuenca la densidad de los canales arenosos aumentando la dimensión, separados por sedimentos de fangos de llanura de inundación con pequeñas charcas («Facies Tierra de Campos», H. PACHECO, E., 1915). Los desbordamientos rápidos provocan sobre las pequeñas depresiones sedimentos de ciénagas (en el sentido de MELTON, 1965), lagunas y playas («Facies Dueñas», C. G. S., S. A., IMINSA, 1978)».

En los bordes sur y oeste de la Cuenca no se reconoce la geometría de abanicos aluviales típicos como los del borde norte, depositándose arcosas fangosas y arcosas mediante un mecanismo de transporte torrencial en las zonas proximales y fluvio-torrencial en las distales.

Hacia el interior de la Cuenca, y sobre todo en los tramos altos del Mioceno Medio (Astaraciense) y bajos del Superior (Vallesiense) y preferentemente en el centro y este, se pasa a facies de ciénagas, playas, playas salinas y playas salinas en tránsito a lacustre que constituyen la «Facies de las Cuestas». Las «Calizas con gasterópodos de la superficie del Páramo» corresponden a una mayor expansión de los ambientes lacustres más o menos generalizados durante el Mioceno más Superior y Plioceno Inferior (?) (AGUIRRE, E. *et al.*, 1976).

En la zona central de la Cuenca se detectan diversos procesos erosivos, kársticos y sedimentarios asimilables a los ocurridos en la Submeseta meridional durante el Plioceno Inferior alto y Plioceno Medio (AGUIRRE *et al.*, 1975; PEREZ GONZALEZ, A., 1979). Depósitos conglomeráticos correlativos con la sedimentación pliocena se sitúan en algunas partes del borde de la Cuenca [Superficie pre-raña de Labajos]. Posteriormente y debido a un rejuvenecimiento del relieve se instalan los abanicos conglomeráticos de la «Raña» de gran importancia en el tercio norte de la Cuenca del Duero. El Cuaternario constituye un recubrimiento generalizado de gran importancia, destacando los depósitos fluviales, de áreas semiendorreicas, de vertientes y paleovertientes, de superficies y eólicos.

La Hoja de Olmedo se sitúa próxima a las facies de playas, playas salinas

de centro de Cuenca de los términos altos del Mioceno. En ella están representados los siguientes tramos o unidades.

- Arcosas fangosas y arcosas («Facies Villalba de Adaja» y «Facies Puente-Runel» de CORRALES, I. *et al.*, 1978).
- Arcillas, margas y calizas con ostrácodos («Facies de las Cuestas», H. PACHECO, 1915, «Facies Portillo» y «Subfacies de margas con ostrácodos» de CORRALES, I., *et al.*, *op. cit.*).

El área comprendida en la Hoja ha sido estudiada por diferentes autores, entre los que destacan: CORRALES (1979) y CORRALES, I. *et al.* (1978), quienes estudian la distribución y características de las facies miocenas del sector sur de la Cuenca. PEREZ GONZALEZ, A. (1979), quien estudia el Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero estableciendo sus principales rasgos geomorfológicos, realizando en parte de la Hoja y zonas próximas mapas geomorfológicos de características generales a escala 1:50.000. También destacan los trabajos de JIMENEZ FUENTES, E. (1971) sobre la paleontología del Mioceno de los alrededores de Coca.

Por lo que respecta a cartografía geológica, los trabajos más importantes son los de AEROSERVICE LTD. (1967), a escala 1:250.000, C. G. S., S. A. - ADARO (1978) a escala 1:200.000 y ARRIBAS, A., y JIMENEZ, E. (1970), Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 29 (Valladolid) y 37 (Salamanca).

En zonas limítrofes son de interés los trabajos de ALCALA DEL OLMO, L. (1972, 1975) y CASAS, J. *et al.* (1972) sobre la sedimentología de los arenales de la Cuenca del Duero. Las Hojas MAGNA de: Palencia (274), Dueñas (313), Cigales (343), Valladolid (372), Portillo (400) y Arévalo (455), realizadas por C. G. S., S. A. - IMINSA en los años 1978 y 1979.

HERNANDEZ PACHECO, F. (1930) estudia la Geología y Paleontología del territorio de Valladolid, GARCIA ABBAD y REY SALGADO, J. (1973) estudian y cartografían a escala de 1:50.000 el Mioceno y Cuaternario de Valladolid.

Siguiendo las directrices del pliego de condiciones técnicas del proyecto, y previamente a la realización de las Hojas, se efectuó una síntesis bibliográfica de toda la Cuenca del Duero, con objeto de determinar la calidad de los datos existentes, plantear los problemas de la Cuenca, establecer la metodología más adecuada para resolverlos y conocer las facies sedimentarias, prestando especial atención a aquellas con significado cartográfico.

Aparte de los métodos clásicos utilizados en la confección de las Hojas MAGNA, con el objeto de obtener la mayor información posible para intentar comprender los procesos geológicos ocurridos en el ámbito de la Hoja, se han utilizado las siguientes técnicas siguiendo el citado pliego de condiciones:

- Estudio geomorfológico de campo y en fotografías aéreas.

- Estudio de formaciones superficiales mediante levantamiento de perfiles de suelos con toma de datos de texturas, estructuras, espesores y alteración del sustrato.
- Estudios sedimentológicos de campo con descripción de la geometría, estructura, textura y secuencias de los cuerpos sedimentarios, bien aislados o en columnas estratigráficas de conjunto. Realización de espectros litológicos. Medidas de paleocorrientes.
- Estudios sedimentológicos de laboratorio: granulometrías, balanza de sedimentación, análisis de Rayos X, contenido en sales solubles, análisis químicos, petrografía microscópica y micromorfología de caliches.
- Estudios paleontológicos especializados:
 - Micromamíferos obtenidos mediante técnicas de lavado-tamizado de grandes masas de sedimentos, que han permitido una biozonación precisa y modernizada del Terciario continental.
 - Microflora: Characeas.
 - Microfauna: Ostrácodos, Gasterópodos y Foraminíferos.

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Olmedo afloran materiales depositados en régimen continental, que van desde el Mioceno Medio (Astaraciense Inferior) al Mioceno Superior (Vallesiense Superior), que quedan recubiertos por extensas manchas de Cuaternario de variada génesis y naturaleza.

2.1 MIOCENO

En la Hoja están representadas series de la «Unidad inferior detrítica» (CGS-IMINSA, 1978, PORTERO *et al.*, 1979) denominadas por CORRALES, I. *et al.* (1978) «Facies Villalba de Adaja» y «Facies Puente Runel». También afloran sedimentos pertenecientes a la «Facies de las Cuestas» (H. PACHECO, 1915) que incluyen la «Subfacies de margas con Ostrácodos» de CORRALES, I., *op. cit.* (fig. 1).

- La Facies Villalba de Adaja está representada en la Hoja por la «Unidad Pedraja de Portillo»: constituida por fangos arcósicos y arcosas rojizas y gris verdosas.
- La Facies Puente Runel viene definida por litologías semejantes, de coloraciones ocre y amarillentas, frecuentemente cementadas por carbonatos.
- La Facies de las Cuestas es esencialmente margosa (*Margas de Os-*

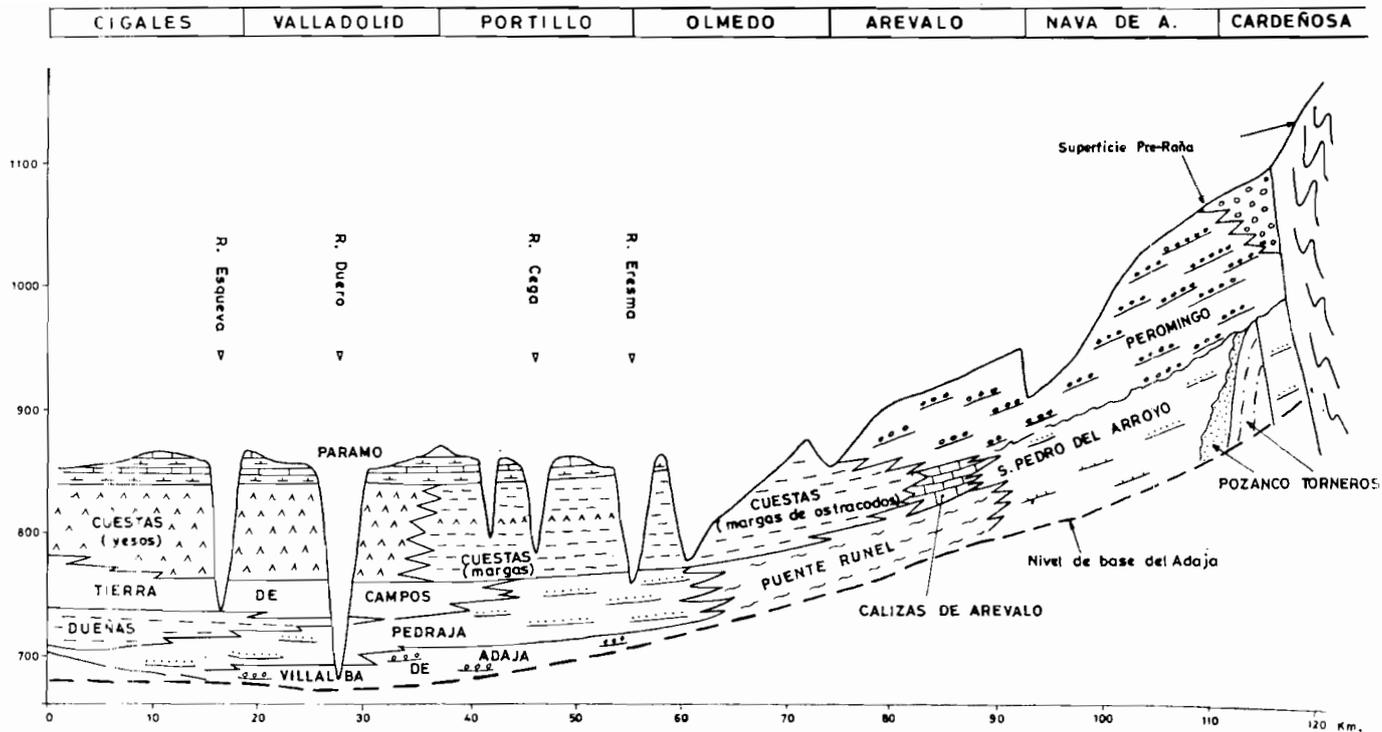


Figura 1.—Esquema estratigráfico N-S.

trácodos). Sus términos más bajos pasan lateralmente hacia el Oeste y Sur a las facies antes mencionadas. A techo de las margas afloran localmente margas, arcillas y calizas, con pseudomorfosis de yeso que, en esta Hoja, constituyen la superficie de las mesas calizas o Páramos.

La Unidad Pedraja de Portillo se extiende por la mitad occidental y cuadrante noroeste de la Hoja. La Facies Puente Runel aflora principalmente en los cauces del Adaja, Eresma y Voltoya, en los cuadrantes meridionales. Las «Margas de Ostrácodos» aparecen en el Páramo de Olmedo y en una ancha banda, bajo terrazas, en la mitad este.

Las dataciones efectuadas por el estudio de micro y macrovertebrados en las Hojas de Cigales (16-14), Valladolid (16-15) y Arévalo (16-18) indican una edad Orleaniense Superior a Vallesiense Inferior, para las facies Pedraja y Puente Runel (Mioceno Inferior alto a Mioceno Superior bajo); sin embargo, en la Hoja de Olmedo no afloran niveles tan bajos como en las de Valladolid y Portillo (16-16), por lo que se ha fijado el límite inferior de edad de los terrenos aflorantes en el Astaraciense Inferior (Mioceno Medio bajo). La Facies de «Margas de Ostrácodos» va desde el Astaraciense Superior al Vallesiense Superior (Mioceno Medio alto a Mioceno Superior).

2.1.1 Fangos arcósicos rojizos y gris verdosos. Paleocanales de arenas arcósicas. Unidad «Pedraja de Portillo». Astaraciense a Vallesiense Inferior ($T_{S_{c11-11}}^{Bb-Bc1}$, $T_{S_{c11-11a}}^{Bb-Bc1}$)

Esta unidad ha sido estudiada en los cortes de Coca y Puente del Tren (Río Adaja) y definida en la vecina Hoja de Portillo (16-16).

Equivale lateralmente, por posición y edad, a la «Facies Puente Runel» y en sus términos más altos a la base de las «Margas de Ostrácodos». Aflora extensamente por toda la Hoja, así como por las de Valladolid, Portillo y Arévalo.

Está constituida por fangos arcósicos rojizos y gris verdosos, entre los que se intercalan pequeños canales de arcosas finas a gruesas.

Las arcosas y fangos se disponen en secuencias granodécrescentes, que terminan en calizas intermedias de facies palustre a lacustre (FREYET, 1973), que normalmente están erosionadas por el ciclo siguiente (T_{c11-11}^{Bb-Bb2}). El espesor de estos ciclos es del orden de 2 a 4 metros y el máximo de la facies oscila entre 50 y 80 m.

La relación arenas/fangos arenosos es aproximadamente 1 en toda la serie, excepción hecha de los 10 metros superiores en paso a las «Facies de las Cuestas», en el borde este de la Hoja, en donde dominan los términos

más finos. La granulometría de arenas y fangos aumenta hacia el Oeste, en donde incluso pueden aparecer gravillas de cuarcita.

Los datos numéricos que se suministran a continuación se refieren a muestras de Hoja, mientras que en las figuras 2, 3 y 4 se incluyen datos de la totalidad de las Hojas estudiadas por C. G. S. - IMINSA en 1979.

Los fangos arcósicos son limolitas arenosas con porcentajes de grava menores del 2 por 100, de arena entre el 14 y 44 por 100, limo entre 40 y 50 por 100 y arcilla entre 14 y 34 por 100. En conjunto tienden a estar edafizados, sobre todo en la base de los canales, donde tienen aspecto de *pseudogley*. Están totalmente descarbonatados, con un contenido en carbonatos siempre menor del 2 por 100. El análisis de la fracción arcillosa revela que el componente mayoritario son las smectitas (montmorillonitas), siendo minoritarias las arcillas heredadas (illita y caolinita) y ocasionalmente las neoformadas (atapulgita), aparecen trazas de clorita. Esto nos indica unas condiciones de drenaje deficientes.

Los niveles calcáreos que aparecen a techo de los fangos, son micritas con el 10 por 100 de granos de cuarzo y 15 por 100 de arcilla. El estudio micromorfológico nos indica que se trata de calizas intermedias o de paso de facies palustre a lacustre (FREYET, 1973). En ocasiones presentan claros procesos de nodulización y fisuraciones debidas a condiciones palustres. La sedimentación debió producirse en un medio de lagunas efímeras, sufriendo después un proceso de desecación por emersión que determina su nodulización.

Normalmente, estos horizontes calizos son repeticiones rítmicas de los siguientes hechos:

- Sedimentación detrítica proveniente de una fuente previamente alterada por proceso de hidrólisis. Sedimentación que se realiza en un medio palustre-lacustre, según los casos, rico en fango micrítico.
- Al final de la sedimentación, procesos edáficos más o menos hidromorfos.
- Erosión y transporte de los materiales y suelos previamente formados.
- Nueva sedimentación.

Las arenas de los canales (fig. 2) son en esta Hoja verdaderas arcosas, con un 40-50 por 100 de cuarzo, 35-50 por 100 de feldspatos y 0-25 por 100 de matriz sericítica. Los términos de litarcosas aparecen al Norte, en la Hoja de Valladolid (16-15).

Las arcosas tienen porcentajes de gravas (mayores de 2 mm.) que oscilan entre el 4 y 25 por 100, arena entre 65 y 75 por 100 y limo más arcilla entre el 15 y 30 por 100 (figs. 3 y 4). El tamaño medio en la Hoja oscila entre 0,25 y 1 mm. (arenas medias a gruesas). El contenido en carbonatos no sobrepasa el 2 por 100.

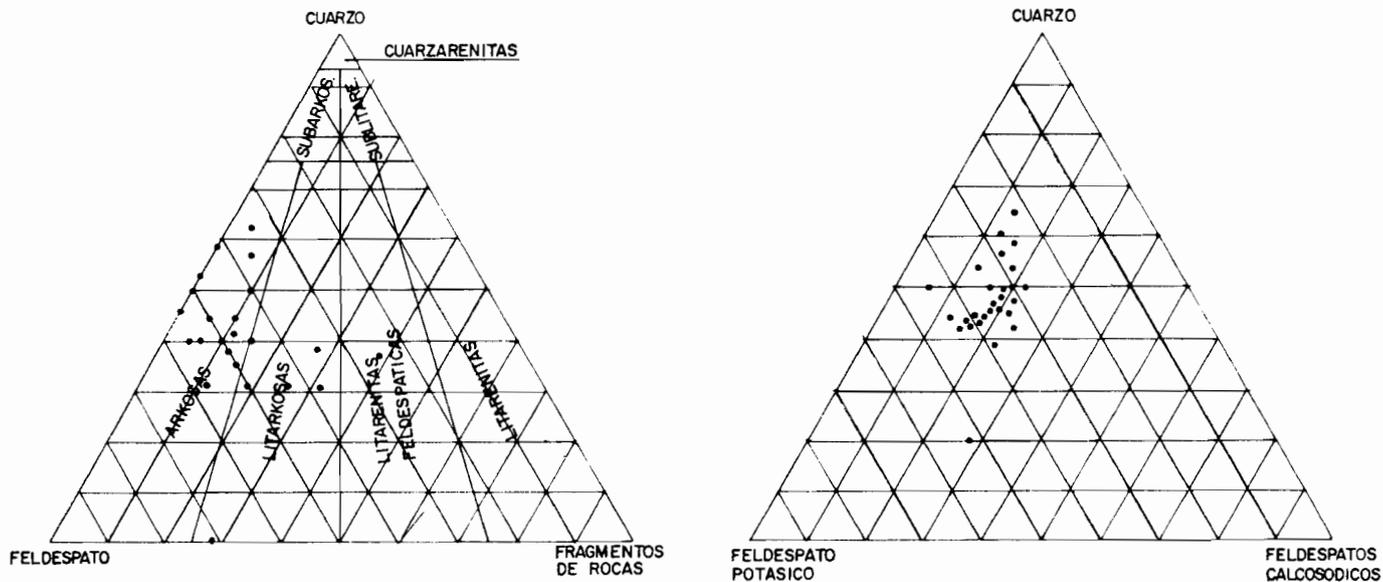


Figura 2.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Pedraja.

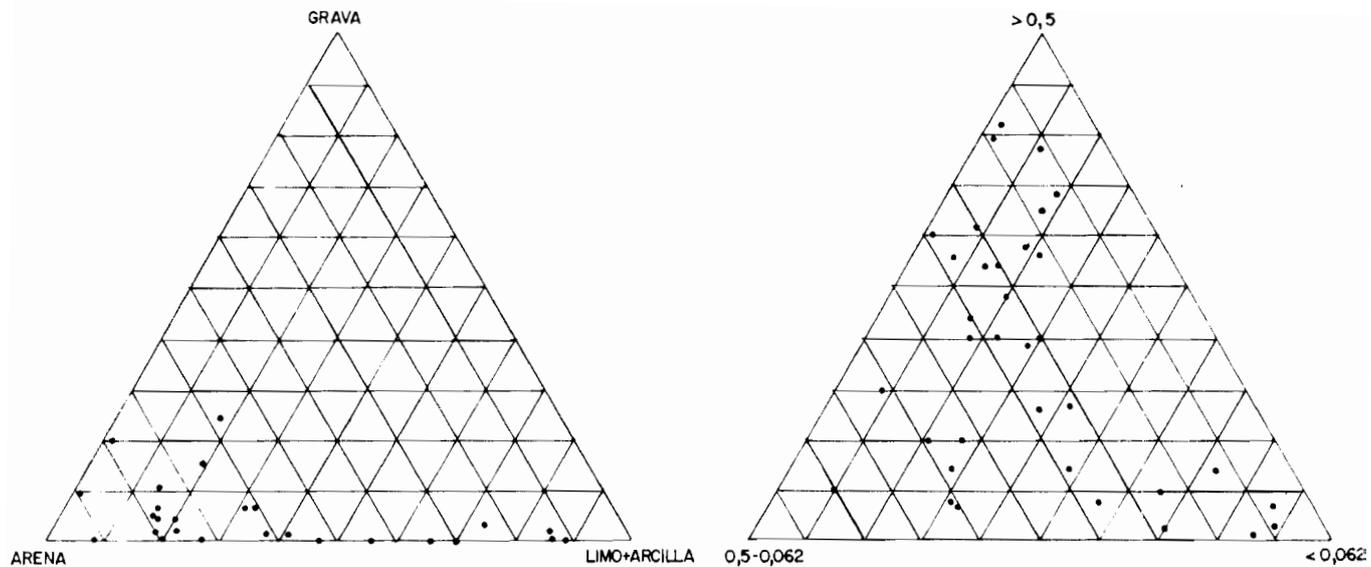


Figura 3.—Composición granulométrica de las arenas y fangos de la Unidad de Pedraja.

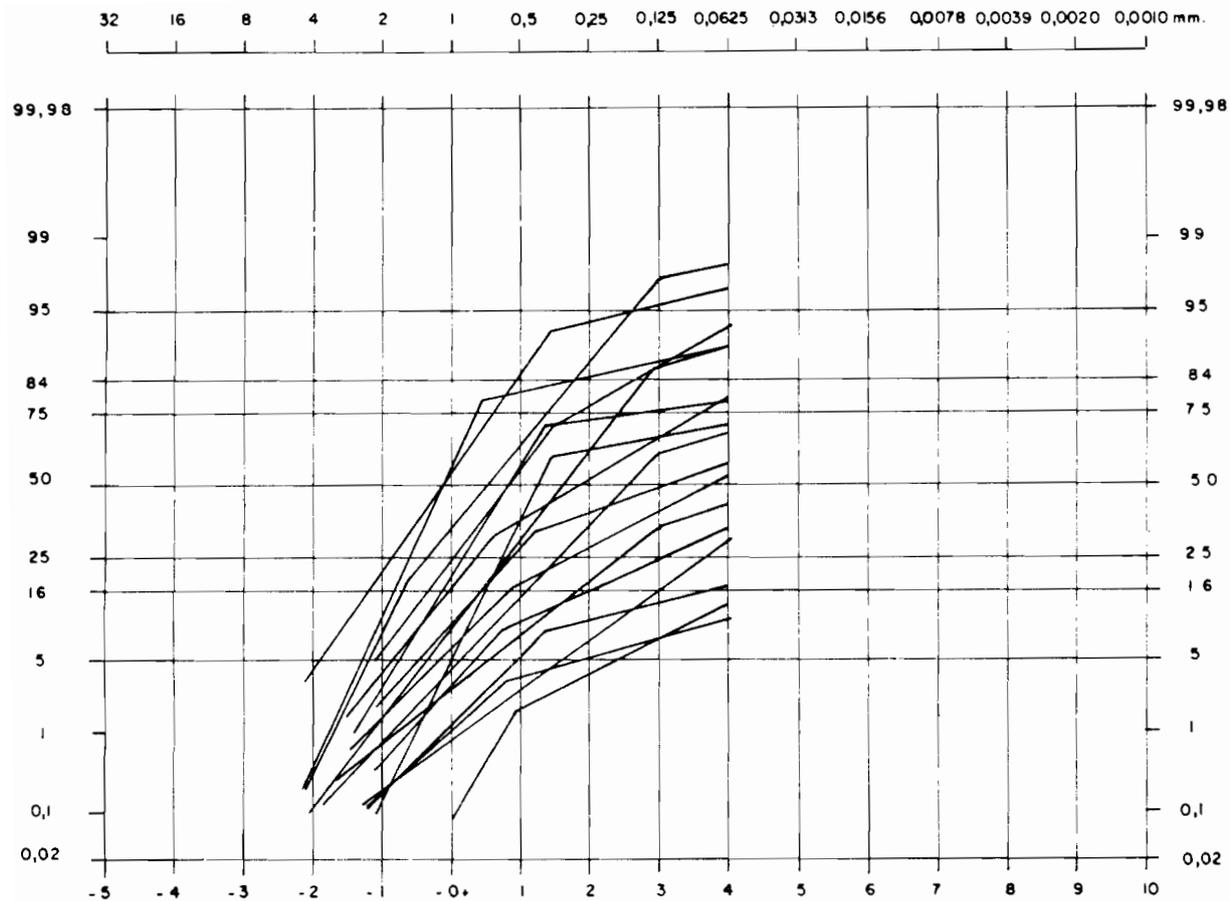


Figura 4.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la unidad de Pedraja.

Los minerales pesados de procedencia plutónica más abundantes son la turmalina (35 por 100), el granate (16 por 100), estando presente el circón (6 por 100) y el rutilo y la anatasa en proporciones menores del 2 por 100. De entre los metamórficos destacan la andalucita (20 por 100), distena (2 por 100), sillimanita (2 por 100) y estauroлита (4 por 100). También aparecen epidota, anfíboles (7 por 100), zoisita y apatito en proporciones variables. Está caracterizada por la abundancia de turmalina y granate con circón, presente entre los minerales resistentes, estando siempre presentes los minerales metamórficos, entre los que destaca la andalucita.

Como ya se ha indicado, arcosas y fangos se disponen en secuencias granoderecientes, observándose cicatrices erosivas, a veces muy pronunciadas en la base de los niveles arenosos. Normalmente no se aprecia estructura interna, aunque en ocasiones parecen existir laminaciones debidas a estratificación cruzada de *megaripple*.

El espesor de los canales es de 1 a 4 m. y su anchura de orden decamétrico o menor.

Las medidas de paleocorrientes dan dirección de aporte NO-SE, sin que se pueda precisar el sentido, que por consideraciones regionales debe ser hacia el SE. En conjunto, la facies tiene una probable procedencia del Oeste, fundamentalmente del Noroeste.

Las coladas son, al parecer, el agente más importante de la sedimentación. Ocasionalmente se instalarían pequeños canales fluviales.

Sobre el mapa se han distinguido aquellas áreas en que se intercalan arcosas con cemento calcáreo y tonos blanquecinos y ocres, que suelen tener potencia decimétrica (T_{c11-11}^{Bb-Bc1}). Afloran extensamente en la mitad oriental de la Hoja (Zona de Ataquines), en donde la granulometría es más gruesa, llegando a aparecer gravillas de cuarcita. También aparecen, con tamaños menores al sureste de Olmedo y en el Valle del río Eresma, al norte de Coca.

Representan zonas de interdigitación de la «Unidad Pedraja», con aporte de procedencia Sur y Sureste, asimilables a la «Facies Puente Runel» (2.1.2).

2.1.2 Arenas fangosas ocres y arcosas blanquecinas. «Facies de Puente Runel. Astaraciense a Vallesiense Inferior» (T_{c11-11}^{Bb-Bc1}).

La Facies ha sido definida por CORRALES, I., et al., en 1978. Ha sido estudiada por nosotros en los cortes de Puente Runel, Coca y Pinar Viejo.

Es equivalente de la «Unidad Pedraja de Portillo» y de parte de los términos basales de la «Facies de las Cuestas» de Centro de Cuenca.

Viene definida por arcosas fangosas ocres, entre las que se intercalan pequeños canales de arcosas finas a gruesas que, normalmente, se pre-

sentan cementados, total o parcialmente, por carbonatos. Se disponen en secuencias granodecrecientes de arena-fango, que suelen terminar con episodios de calizas detríticas.

La cantidad de arena es semejante a la de arenas fangosas, excepto en los términos más altos en que dominan las últimas.

A continuación se expondrá una serie de datos cuantitativos de composición, que se refieren a las muestras tomadas en la Hoja, mientras que en las figuras 5, 6 y 7 se incluyen datos de la totalidad de las realizadas por CGS - IMINSA en 1979.

Los fangos son arenas limo-arcillosas, argilitas arenosas y limolitas arenosas, con un 40-60 por 100 de arena, 16-25 por 100 de limo y 14-30 por 100 de arcilla. Normalmente están decarbonatados, con menos del 2 por 100 de carbonatos. El tamaño medio se sitúa alrededor de los 0,125 mm. (arena fina) (figs. 6 y 7). La fracción arcillosa está compuesta por smectitas (montmorillonitas cálcicas), con proporciones menores de Illita y Sepiolita-Paligorskita que nos hablan de condiciones de drenaje muy deficientes. Los niveles calcáreos que se sitúan a techo de las arcosas fangosas son calizas intermedias o de paso de facies palustre a lacustre, que han sufrido procesos de diagénesis y cementaciones locales, rellenando huecos previos debidos a grietas de retracción o a disoluciones locales. Son areniscas con cemento micrítico (30-65 por 100) o micritas arenosas con cuarzos y feldespatos.

Las arenas que constituyen los canales son fundamentalmente arcosas, en ocasiones litarcosas y, excepcionalmente, litarenitas feldespáticas, en las que normalmente domina el feldespato potásico sobre el calcosódico. Los fragmentos de rocas son normalmente de rocas metamórficas y en la zona oriental aparecen fragmentos de pizarras. Suelen presentar cementaciones irregulares de carbonatos (hasta un 35 por 100 de micrita).

Los minerales pesados más frecuentes son la turmalina (25-35 por 100) y el granate (12-32 por 100), estando presente el circón en cantidades variables (13-14 por 100). De entre los metamórficos, destaca la andalucita (4-11 por 100).

Los cuerpos arenosos suelen tener anchuras métricas (rara vez 10-20 m.) y alturas entre 0,5 y 3 m. No suelen presentar estructura interna. Algunas veces se ha observado la existencia de estratificación cruzada de surco. Los aportes provienen del Sur y del Sureste.

Hay que señalar que esta Facies presenta grandes peculiaridades en la zona de Coca, sobre todo en sus términos altos, en paso a la «Facies de las Cuestas», en donde toma coloraciones rojizas y son muy frecuentes las estratificaciones en surco. Podrían representar términos distales de los aportes locales del Macizo de Santa María de Nieva cuyos depósitos proximales dan lugar a la «Unidad de Juarros del Voltoya (Hoja 16-18, Arévalo).

Se trata de depósitos de facies distal de abanico, en los que predominan las coladas, instalándose, esporádicamente, algún canal fluvial. El exceso de carbonatos podría indicarnos la zona de paso hacia la llanura aluvial.

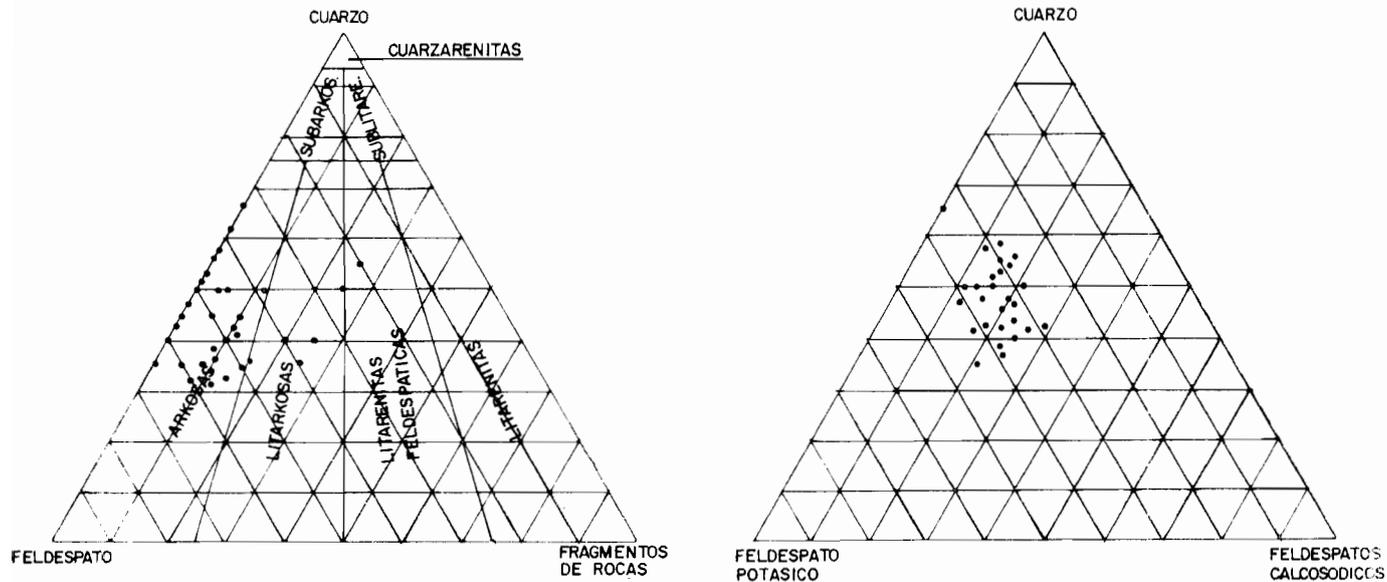


Figura 5.—Composición mineralógica de las arenas de la facies de Puente Runel.

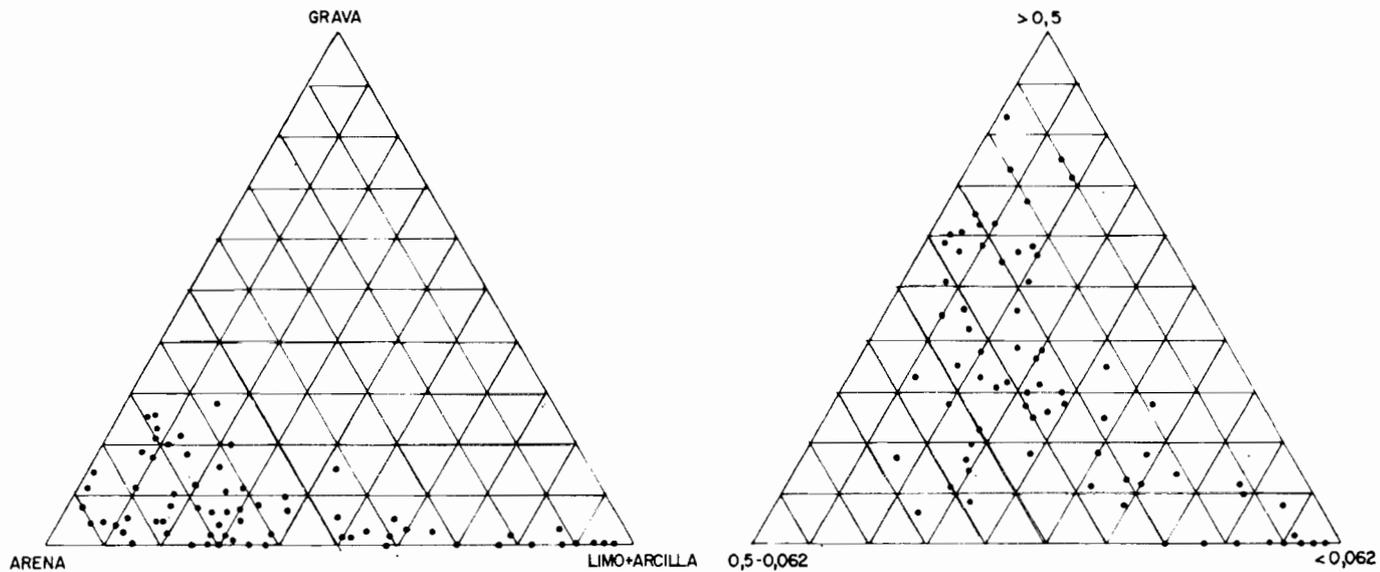


Figura 6.—Composición granulométrica de las arenas y fangos de la facies de Puente Runel.

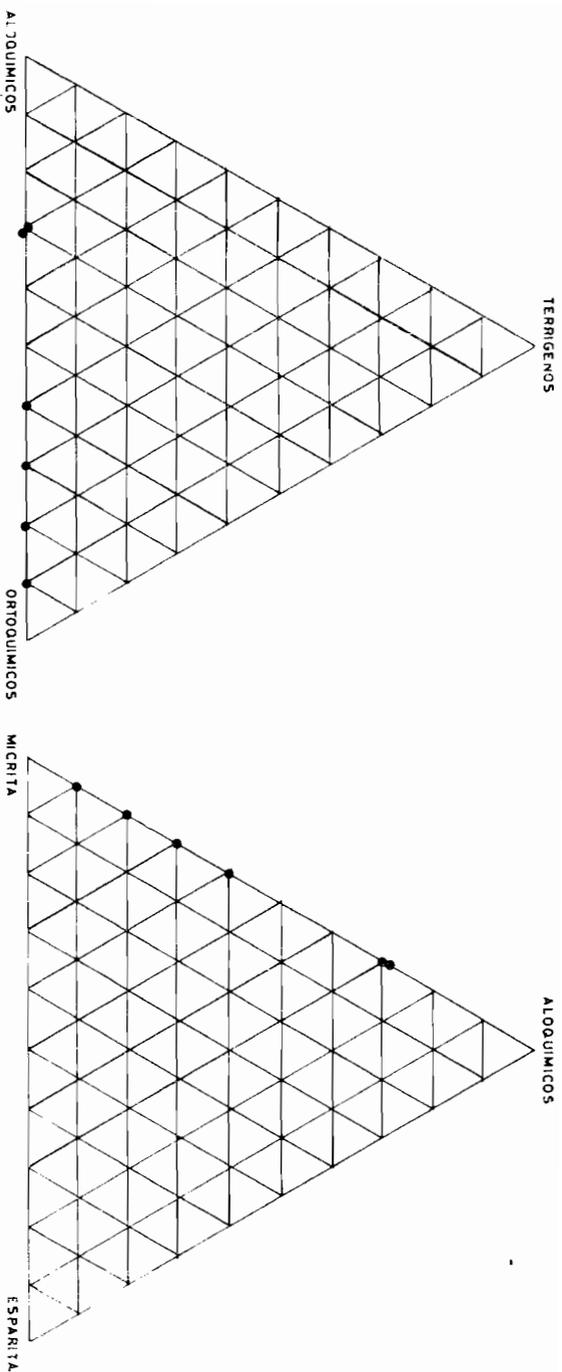


Figura 8.—Composición de las calizas de la serie de tránsito a las calizas con gasterópodos (Vallestense Superior).

modelado del relieve (ver mapa de Formaciones superficiales):
 En la Hoja de Olmedo pueden asociarse a cinco tipos fundamentales de Formaciones superficiales distintas: independientemente de su edad, las formaciones superficiales distinguibles lógicamente por debajo de la misma.

Existen sobre la «superficie Páramo» y Cuaternarios los encajados morfo-geomorfológicos más recientes. Se consideran Pliocenos algunos de los depósitos y formaciones que comprenden la edad comprendida entre el Plioceno Medio y el Cuaternario.

Tienen una edad comprendida entre el Plioceno Medio y el Cuaternario las exhumaciones de antiguas formaciones superficiales. Recubiertas por gruesas acumulaciones de sedimentos, salvo en el caso de espesores (de unos decímetros o pocas decenas de metros). Nunca han sido directamente con la evolución del relieve y que tienen generalmente poco coherentes que han sufrido o no una consolidación posterior, ligados a las formaciones superficiales que aquellos materiales no comprenden como formaciones superficiales.

Entendemos como formaciones superficiales aquellos materiales que no comprenden como formaciones superficiales. Cada uno de los mapas de formaciones superficiales que se incluye en el presente capítulo.

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se ha confeccionado un mapa de formaciones superficiales que se incluye en el presente capítulo.

El Cuaternario y formaciones superficiales constituyen, en la Hoja, un recubrimiento generalizado sobre el substrato, de gran importancia de cara a una ordenación y explotación racional del territorio.

2.2 CUATERNARIO Y FORMACIONES SUPERFICIALES

El Cuaternario y formaciones superficiales constituyen, en la Hoja, un recubrimiento generalizado sobre el substrato, de gran importancia de cara a una ordenación y explotación racional del territorio. mente el paso a un clima menos árido.

El ambiente sedimentario evoluciona hacia una mayor estabilidad de micritas con ostrácodos y charáceas (fig. 8).

16-13, Dueñas, y 16-14, Cigales), las calizas son micritas fosilíferas o biocálizas con sombras de estructuras algáceas. En las áreas situadas al Norte (Hojas

Las calizas son micritas o dolomíticas siempre muy recristalizadas, morfolíticas) que, como siempre, nos indican condiciones de encharcamiento. El componente principal son las lilitas degradadas y las smectitas (montmorillonitas) que, como siempre, nos indican condiciones de encharcamiento. un contenido en carbonatos del 4-6 por 100 y las margas del 40-80 por 100. El contenido en carbonatos del 4-6 por 100 y las margas del 40-80 por 100. Las arcillas y margas hojosas se concentran preferentemente en el techo de la unidad, perdiendo este carácter hacia la base. Las arcillas tienen

«rosas del desierto» en calizas recristalizadas o dolomíticas. Las arcillas y margas hojosas se concentran preferentemente en el techo de la unidad, perdiendo este carácter hacia la base. Las arcillas tienen morfolitos de yeso en caliza, siendo muy frecuente encontrar auténticas dolomitas de tonos grises parduzcos y calizas o calizas dolomíticas en capas de 0,2 a 2,5 metros de espesor que se caracterizan, normalmente, por la pseudo-

Esta constituido por una alternancia de niveles arcillo-margosos, metros. Cuestas», sobre la que yace. Tiene un espesor que oscila entre 10 y 20

2.1.3 Facies de las Cuestas s.l.

Ahora en relación con las «Cuestas» morfológicas del Páramo de Olmedo y bajo la extensa cobertura de terrazas del Eresma y en cerros aislados, en la zona de Ataquines. Esta unidad ha sido denominado «Subfacies de Margas con Ostrácodos» por CORRALES, I. *et al.* (1978).

2.1.3.1 Margas gris verdosas con Ostrácodos. Margas y calizas. *Astaracienense* Superior y *Vallesense* (T_{bc}^{B2}-11 y T_{bc}^{C11})

El término mayoritario de la serie lo constituyen arcillas calcáreo limolíticas y margas gris y gris verdosas, con un contenido en arena siempre menor del 15 por 100, limo entre el 10 y 35 por 100 y arcilla entre el 70 y 90 por 100. Se trata, pues, normalmente de argilitas y, ocasionalmente, de argilitas arenosas y fangolitas. Suelen ser bastante calcáreas con un contenido medio en carbonatos entre el 25 y 75 por 100. Ocasionalmente, aparecen niveles arcillosos bastante puros (6 por 100 de carbonatos) y otros muy calcáreos (78 por 100). El tamaño medio es, normalmente, menor de 0,03 mm.

El contenido en sulfatos en las arcillas y margas es bastante bajo y no aparecen nunca cristales de yeso diagénético sueltos o yeso rellenando fisuras.

La difracción de Rayos X revela que están compuestas mayoritariamente por smectitas (montmorillonitas) normalmente cálcicas, apareciendo como minoritarias las illitas degradadas, lo que nos indica unas condiciones de drenaje muy deficientes tal y como corresponde al medio de sedimentación. El estado de degradación de las arcillas es mucho mayor en estas zonas de la Cuenca que en las áreas situadas al Norte (Cigales, Dueñas, Palencia) en donde dominan las illitas y caolinitas.

Son abundantísimos los ostrácodos de hábitat salino, que en ocasiones forman auténticas lumaqueñas, en niveles ligeramente más carbonatados. Hacia el Sur se intercalan, progresivamente, calizas micríticas, dando lugar a la unidad T_{bc}^{C11}, que representa el tránsito de facies de playas a ambientes lacustres algo estables («Unidad calizas de Arevalo», Hoja 16-18).

2.1.3.2 Arcillas, margas, calizas y dolomías. «Tránsito a las calizas con Gas-

terópodos de la superficie del Páramo». Vallesense Superior (T_{bc}^{B2}).

Afloran en los bordes de la «Superficie Páramo». Es una unidad compleja de límite inferior poco definido por paso lateral a la «Facies de las

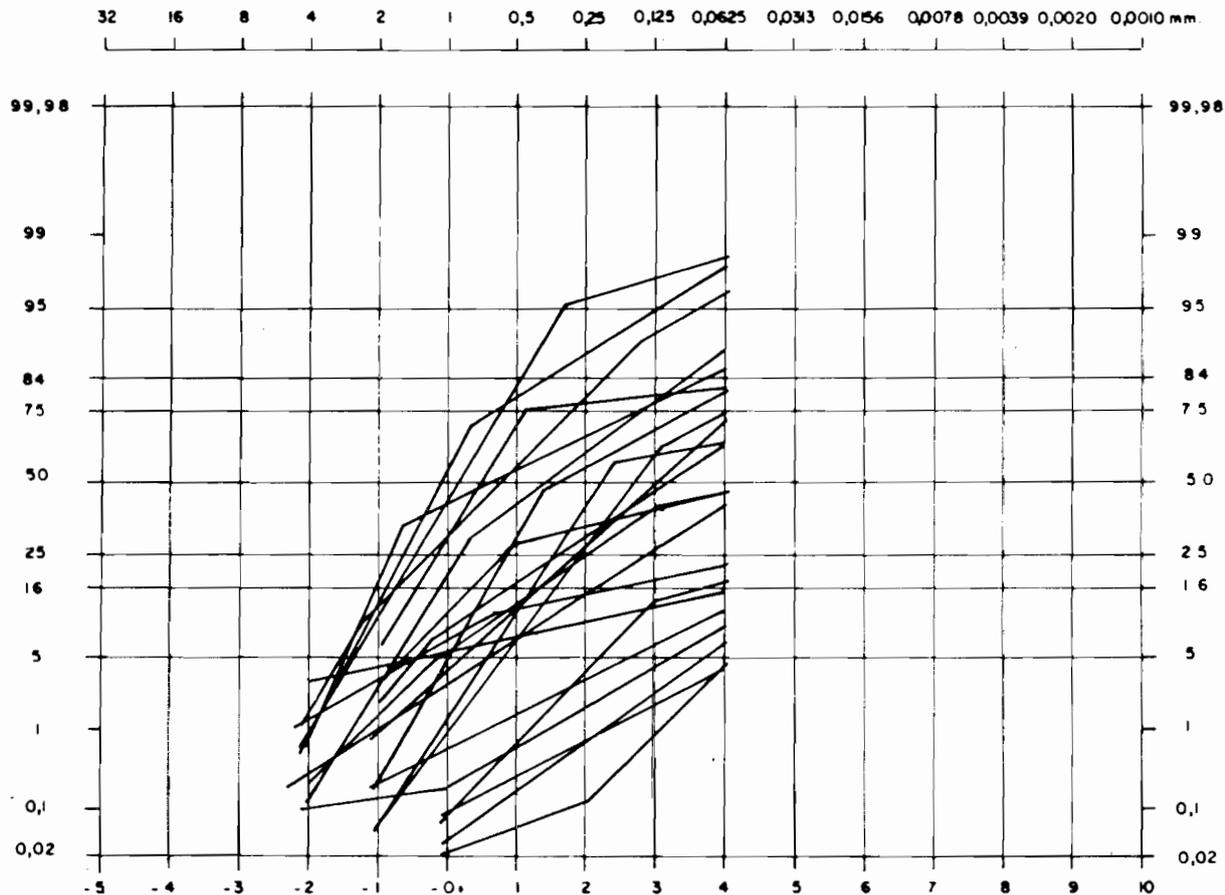


Figura 7.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de las facies de Puente Runel.

AFLORAMIENTO DE ROCAS DEL SUSTRATO Y/O SUSTRATO (TERCIARIO)

- 6 Fangos arcósicos y arcosas con hiladas de cantos de cuarcita.
- 7 Fangos arcósicos y arcosas.
- 10 Margas.
- 11 Arcillas margosas y calizas.
- 13 Arcillas y fangos poco salinos.
- 15 Calizas con intercalaciones de margas.

ESPESOR

- 1.1 Espesor visto.
- 1.1 Espesor total.
- 1.1 Espesor total y sustrato.
- 7
- 1.1 Espesor total y sustrato alterado.
- 7̄

SIGNOS CONVENCIONALES

-  Contacto entre formaciones superficiales.
-  Id. supuesto.
-  Núcleos urbanos.

FORMACIONES SUPERFICIALES

V.—Asociadas al modelado de las vertientes

Derivados de terrazas (Fb y Fb') y fangos arcósicos (7)

Vb.—Fangos, arenas y gravas de cuarcita y cuarzo. Proporción de cantos menor al alejarse de las f. superficiales de que derivan.

Vb'.—Fangos, arenas y gravas de cuarzo dominante.

Derivadas de terrazas (Fb y Fb') y de margas (10 y 11)

Vb".—Margas y limos grises con arenas y gravas de cuarzo y cuarcita.

E.—Asociadas al modelado eólico

Derivadas de otras f. superficiales (Fb, Fb', Ca, Ca', etc.) y de fangos arcósicos y arcosas (7)

Ea.—Arenas de cuarzo redondeado, bien seleccionadas.

N.—Asociadas al modelado fluvial en zonas endorreicas

Derivadas de otras f. superficiales (Ca, Ca') y en parte de fangos arcósicos (7)

Ne.—Arenas, limos y arcillas probablemente hinchables. Abundante

materia orgánica. Sales solubles presentes. Suelos de fondo de charca.

Nf.—Limos y fangos arenosos con algún canto de cuarcita y cuarzo.

F.—Asociadas al modelado fluvial

Derivadas de terrazas (Fb y/o Fb') y fangos arcósicos (7)

Fb.—Arcosas pardo-rojizas con gravas de cuarcita dominante. Frecuentes pavimentos de cantos en superficie. Suelos rojos fersialíticos decapitados. Sustrato frecuentemente alterado con concentración de carbonatos pulverulentos. Terrazas.

Fb'.—Arcosas ocres con gravas de cuarzo y cuarcita. Frecuentes pavimentos de cantos en superficie. Suelos pardo rojizos decapitados. Sustrato frecuentemente alterado con concentración de carbonatos pulverulentos en la base de los niveles superiores. Terrazas y Superficies.

Derivadas de otras f. superficiales (Ca, Ca', Ea) y ocasionalmente de fangos salinos o no (12, 13)

Fe.—Arenas y limos arcillosos. Materia orgánica. Suelos aluviales.

Derivadas de otras formaciones superficiales (Ca) y en parte de fangos arcósicos (7)

Fi.—Arcosas blanquecinas. Terrazas.

C.—Formaciones superficiales asociadas a procesos complejos

Derivadas de otras f. superficiales (Fb', Fb, etc.) y en parte de f. arcósicas (7) y calizas (14 y 15) y asociadas al modelado fluvial y eólico

Ca.—Arcosas blanquecinas con alguna gravilla de cuarzo. Localmente a techo limos pardos de inundación. Ocasionalmente fases de arenas eólicas intercaladas. Recubrimiento de arenas eólicas menor de 1 metro.

Derivadas de otras f. s. (Ca, Ea) y en parte de fangos (7) y asociadas al modelado de las vertientes eólico y fluvial

Cb.—Arenas arcósicas blanquecinas y limos en laderas. Aluviones de arcosas gruesas. Frecuentes afloramientos del sustrato.

Derivadas de fangos salinos o no y calizas (12, 13, 14, 15) y en parte de otras f. superficiales, y asociadas al modelado de las vertientes y modelado eólico

Cc.—Limos y arcillas con granos de cuarzo eolizado y gravas angulosas de caliza.

Derivadas de calizas (14, 15) y de otra f. superficial y asociadas al modelado eólico y a procesos de alteración in situ de las calizas

Cd.—Limos y arcillas con abundante materia orgánica y granos de cuarzo eolizado. Gravas subredondeadas de caliza y alguna esporádica de cuarcita. Bloques y cantos angulosos de caliza.

- Modelado de las vertientes (V). Coluviones, glaciares, paleovertientes.
- Modelado eólico (E). Mantos de arenas.
- Modelado fluvial en zonas endorreicas (N). Fondos de charcas.
- Modelado fluvial (F). Terrazas, superficies, aluviales, conos.
- Asociadas a procesos complejos (C).

Sobre los recubrimientos y rocas del sustrato terciario, y dependiendo del tiempo, condiciones físico-químicas pendiente y climatología, se desarrollan distintos tipos de suelos.

De las diferentes clasificaciones de suelos actualmente en uso: Clasificación de la FAO, Séptima Aproximación Americana, Clasificación Francesa, etcétera, se ha elegido esta última por dos razones:

- Por ser una clasificación esencialmente genética, atendiendo fundamentalmente al grado de evolución del suelo y teniendo en cuenta las condiciones litológicas, climáticas, topográficas y biológicas del mismo.
- Por ser una clasificación que se basa esencialmente en datos observables directamente en campo. Sin embargo, se conserva el término Tierra parda mediterránea, del mapa nacional de suelos, por estar ampliamente representadas en la zona estudiada.

2.2.1 Terrazas (Q_1T_2 a Q_1T_{14} y Q_2T_{17} a Q_2T_{19}) (Fb, Fb', Fi)

En la Hoja de Olmedo están representadas terrazas fluviales pertenecientes a los ríos Adaja y Eresma (Q_1T y Q_2T), que en el mapa de formaciones superficiales se han cartografiado bajo las siglas Fb, Fb' y Fi de acuerdo con su composición litológica.

Se han distinguido un total de 14 terrazas colgadas sobre la superficie inferior de Coca-Arévalo y 3 encajadas por debajo de la misma.

Las alturas relativas sobre el río Eresma en la zona de Fuente Santa Cruz (borde sur), son las siguientes:

Q_1T_{12} a + 40 m., Q_1T_{11} a + 60 m., Q_1T_7 a + 65 m., Q_1T_6 a + 70 m., Q_1T_5 a + 75 m., Q_1T_4 a + 85 m., Q_1T_3 a + 95 m., y Q_1T_2 a + 105 m. También sobre dicho río y en la zona de Olmedo se sitúan así: Q_1T_{14} a + 25 m., Q_1T_{13} a + 30 m., Q_1T_{12} a + 41 m., Q_1T_{11} a + 50 m., Q_1T_{10} a + 57 m., Q_1T_9 a + 62 m., Q_1T_8 a + 65 m., Q_1T_7 a + 70 m., Q_1T_6 a + 80 m., Q_1T_5 a + 85 m., y Q_1T_4 a + 92 m.

Las terrazas encajadas por debajo de la superficie inferior se encuentran a + 8 m. (Q_2T_{19}), 16 m. (Q_2T_{18}) y + 20 m. (Q_2T_{17}).

El conjunto forma un sistema marcadamente asimétrico, con desarrollo preferente en las márgenes izquierdas de los ríos, sobre todo por lo que respecta al río Eresma. Dicho río ha variado de curso de forma neta durante los últimos tiempos del Cuaternario, por lo que gran parte de las terrazas se encuentran hoy en día abandonadas (ver apartado 5, Geomorfología).

Están constituidas por arcosas, ocasionalmente litarcosas, en las que dominan los feldespatos potásicos sobre los calcosódicos (fig. 9), y gravas de cuarcita, cuarzo, granitoides, liditas, etc.

Presentan secuencias fluviales típicas (*braided*) con barras de gravas, canales de arena, con estratificación cruzada de surco, limos arenosos de inundación y relleno de fangos verdes en canales abandonados. Hay que resaltar que las secuencias están decapitadas por coluviamiento posterior y deflacción, por lo que la observación de datos en la superficie de las terrazas que normalmente están constituidas por pavimentos de gravas, no es representativa de la totalidad del depósito, tanto en lo que respecta a la forma (ventifactos) como a los tamaños medios.

En el mapa de formaciones superficiales se han distinguido tres tipos litológicos: (Fb, Fb' y Fi).

Se designan como Fb las terrazas altas (Q_1T_2 a Q_1T_8), en las que en la fracción mayor de 2 cm. predominan las gravas de cuarcitas (50-70 por 100) sobre las de cuarzo, estando los granitoides y otras litologías en muy pequeña proporción. La fracción arenosa suele estar teñida de rojo por lavado de horizontes argílicos.

La forma es de subredondeada a subangulosa y existen centilos de hasta 24 cm. (Q_1T_2) en cuarcita. La fracción menor de 2 cm. es muy abundante y puede llegar a constituir el 80 por 100 de la masa total del sedimento (figuras 10 y 11). Los tamaños medios de las gravas mayores de 2 cm. se sitúan en 4-6 cm. Cuando no están erosionadas se observa que sobre las terrazas altas (Fb) se han originado suelos rojos fersialíticos, con perfiles del tipo A, Bt, C, dependiendo el grado de rubefacción de la edad. Así, en estos niveles altos encontramos valores de 2,5 YR e incluso 10 R. Son raros los horizontes Bca de concentración de carbonatos.

Han sido denominados Fb' las terrazas bajas, por encima de la superficie de Coca-Arévalo (Q_1T_9 a Q_1T_{14}). La fracción mayor de 2 cm. no sobrepasa el 15-10 por 100. En ella el cuarzo se encuentra en proporción igual o mayor que la cuarcita (hasta un 65 por 100), siendo abundantes los granitoides y rocas metamórficas (liditas, esquistos, etc.), que sumados pueden llegar a constituir el 10 por 100. Las cuarcitas suelen estar en proporciones comprendidas entre 30 y 50 por 100. Para estos tamaños los centilos se agrupan en 6-8 cm. y suele ser en cuarcita y los tamaños medios en los 3-4 cm. Los feldespatos resaltan en la fracción comprendida entre 4 mm. y 2 cm. La fracción arenosa puede llegar al 60 por 100 y tiene tonos ocres y ocre rojizos por tinción, excepción hecha del nivel Q_1T_{14} , en el que la tonalidad

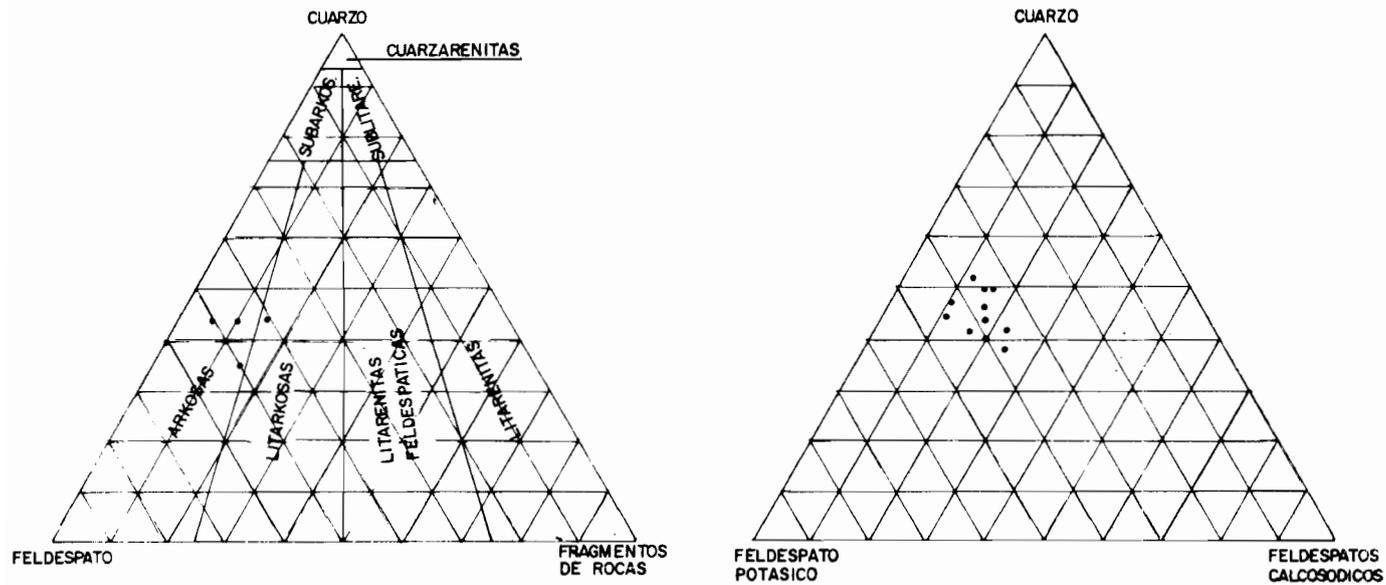


Figura 9.—Composición mineralógica de las arenas fluviales (terrazas).

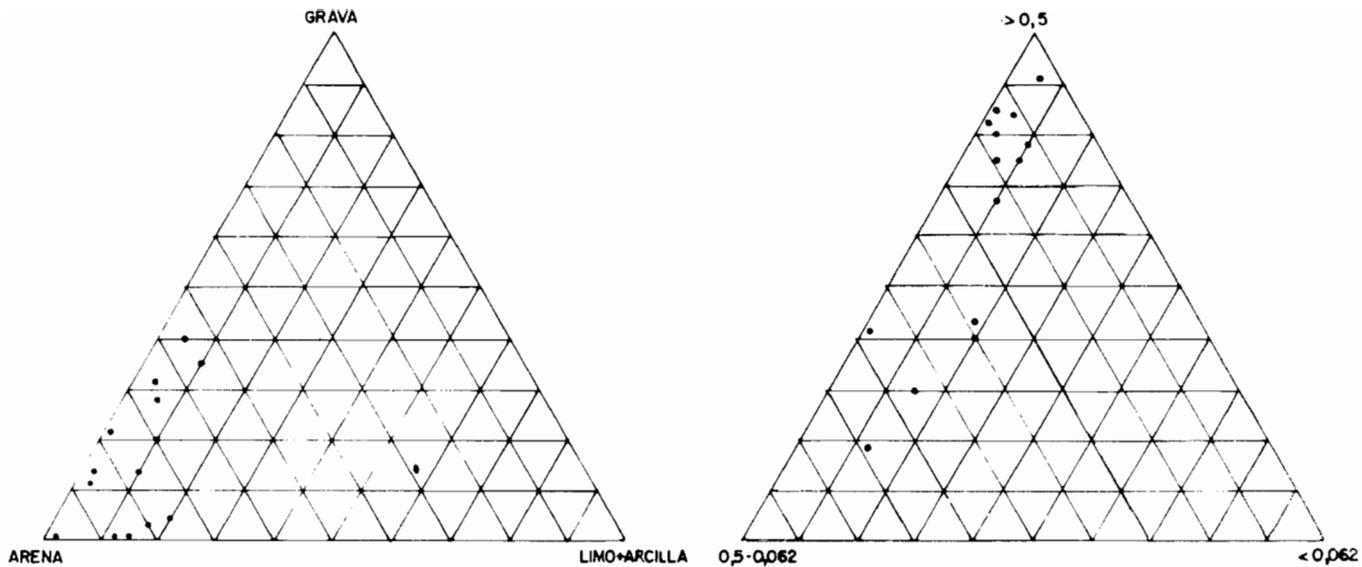


Figura 10.—Composición granulométrica de las arenas fluviales (terrazas).

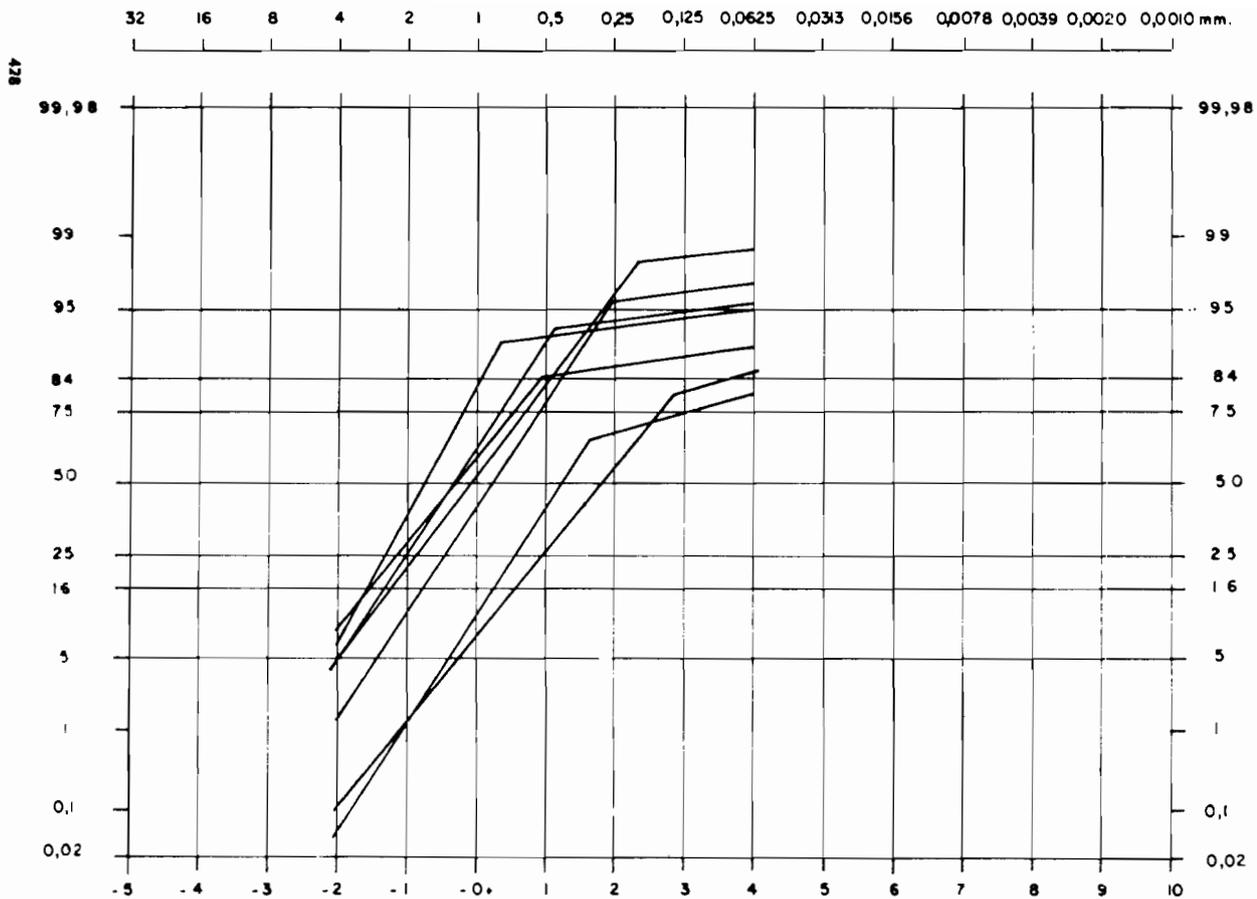


Figura 11.—Curvas granulométricas de las arenas fluviales (terrazas)

de la matriz es blanquecina. Rara vez se conservan los perfiles de los suelos por deflacción y coluviamiento, pero por el conocimiento regional podemos decir que sobre estas terrazas se han desarrollado suelos pardos y pardorrojizos semejantes a los de las más antiguas, pero con menor grado de rubefacción (5 YR ó 7,5 YR) o bien «Tierras pardas meridionales» en paso a suelos rojos. En las terrazas más bajas (Q_1T_{14}) se dan tierras pardas mediterráneas con perfiles del tipo A(B)C. Lo normal es que no se conserven estos suelos y que sólo se puedan observar los fenómenos más recientemente ocurridos de lavado de materia orgánica y arcilla, con acumulación de la misma en niveles a cierta profundidad (30-40 cm.), quedando tan sólo «suelos brutos» por erosión (Arenosoles de la clasificación Americana).

Hay que señalar que el sustrato arcósico mioceno, situado tanto debajo de los niveles Fb como Fb', presenta frecuentemente claros rasgos de alteración hidromorfa, con lavado de los óxidos de hierro, por lo que se adquieren tonalidades verdosas intensas. Es también muy frecuente la presencia de carbonataciones con estructura en enrejado, en ocasiones muy intensa, cuyo origen debe atribuirse fundamentalmente a procesos de aguas freáticas y de lavados laterales.

Las terrazas encajadas por debajo de la superficie de Coca-Arévalo (Q_1S_{16}) son las Q_1T_{17} , Q_1T_{18} y Q_1T_{19} . En el mapa de formaciones superficiales reciben la sigla Fi.

La litología es de arcosas de tonos blanquecinos, en las que domina la fracción arena. Las gravas mayores de 2 mm. no suelen sobrepasar el 25 por 100, siendo la fracción mayor de 2 cm. escasa o nula.

Es un hecho común en todos los niveles de terrazas descritos que los feldspatos se conserven frescos e incluso subidiomorfos, lo que nos habla de la escasa alteración química sufrida durante el transporte, sedimentación y tiempos posteriores.

2.2.2 Depósitos de superficies (Q_1S_{12} , Q_1S_{13} , Q_1S_{14} , Q_1S_{15}) (Fb' y Nf)

En los mapas geológicos y geomorfológicos se ha distinguido una serie de plataformas situadas a diferentes niveles, de problemática relación con la red fluvial actual, y cuya morfología no corresponde a relieves en graderío, sino que dan perfiles «almenados» en los cortes topográficos, por lo que no pueden denominarse terrazas.

Por cotas y litología pueden relacionarse relativamente bien con los niveles de terrazas de igual subíndice en algunos casos, lo que vendría apoyado por las características fluviales de los sedimentos. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que correspondan a fases de planación del relieve, no sincrónicas con las terrazas, proviniendo sus depósitos de la erosión de las mismas y de otros aportes laterales del sustrato mioceno.

Litológica y edafológicamente son semejantes a las formaciones superficiales descritas en el apartado anterior (2.2.1).

Se sitúan a las siguientes cotas sobre el cauce de los ríos Eresma y Adaja: Q₁S₁₅ a + 22-24 m., Q₁S₁₄ a + 22-27 m., Q₁S₁₃ a + 25-30 m., y Q₁S₁₂ a + 35 m.

En el ángulo suroeste del mapa de formaciones superficiales, y relacionadas con áreas semiendorreicas, aparece una serie de superficies planas con depósito constituido por limos y fangos arenosos con algún canto de cuarcita y cuarzo (Nf) que pueden presentar suelos pardos con tendencia a vérticos.

2.2.3 Depósitos de la superficie de Coca-Arévalo y superficie inferior. Unidad de Arévalo (Q₁S₁₆ y Q₁S₁₇) (Ca)

La superficie de Coca-Arévalo (superficie de Coca de PEREZ GONZALEZ, A., 1979) se encaja en las unidades antes descritas y da origen a extensas planicies sobre las que se sitúa, frecuentemente, un manto de arenas eólicas de potencia variable.

Los depósitos de esta superficie (denominados «Facies Arévalo» por CORRRALES, I. *et al.*, 1978), se han incluido en el grupo de formaciones superficiales complejas (Ca), ya que en la génesis del mismo intervienen al menos procesos fluviales y eólicos. Pensamos que sobre una gran superficie de glaciplanación se instala una red fluvial trenzada (*braided*), con depresiones adyacentes con depósito arcilloso y aporte lateral de arena. En las márgenes del río existirían dunas perfluviales (PUIGDEFABREGAS, C., com. pers.).

La distribución en planta dentro de la superficie de estos elementos ha cambiado a lo largo del tiempo, lo que da origen a depósitos complejos. Así podemos encontrar secuencias de canales de arcosas más o menos gruesas interceptadas por depósitos arcillosos o por dunas y secuencias granocrecientes debidas a los desbordamientos, etc. La presencia del manto eólico superficial reciente acentúa aún más la diversidad de la formación superficial.

Las facies canalizadas tienen estratificación cruzada de surco y son fundamentalmente de arena gruesa con alguna gravilla de cuarzo en los *sets*. Ocasionalmente pueden aparecer barras con gravas de cuarzo y cuarcita y estratificación cruzada tabular. Las facies de llanura de inundación o depresiones adyacentes presentan alternancias centimétricas de arenas medias a gruesas y limos micáceos con estructuras de laminación debida a *ripples* y *convoluted*, por expulsión de fluidos. Las intercalaciones eólicas tienen estratificación cruzada tabular de gran escala, con *fore sets* de 5 a 10 centímetros y leves discordancias por avalancha (PUIGDEFABREGAS, C., com. pers.), siendo arenas medias a gruesas con buena selección, morfoscopia redondeada y gran proporción de granos mates.

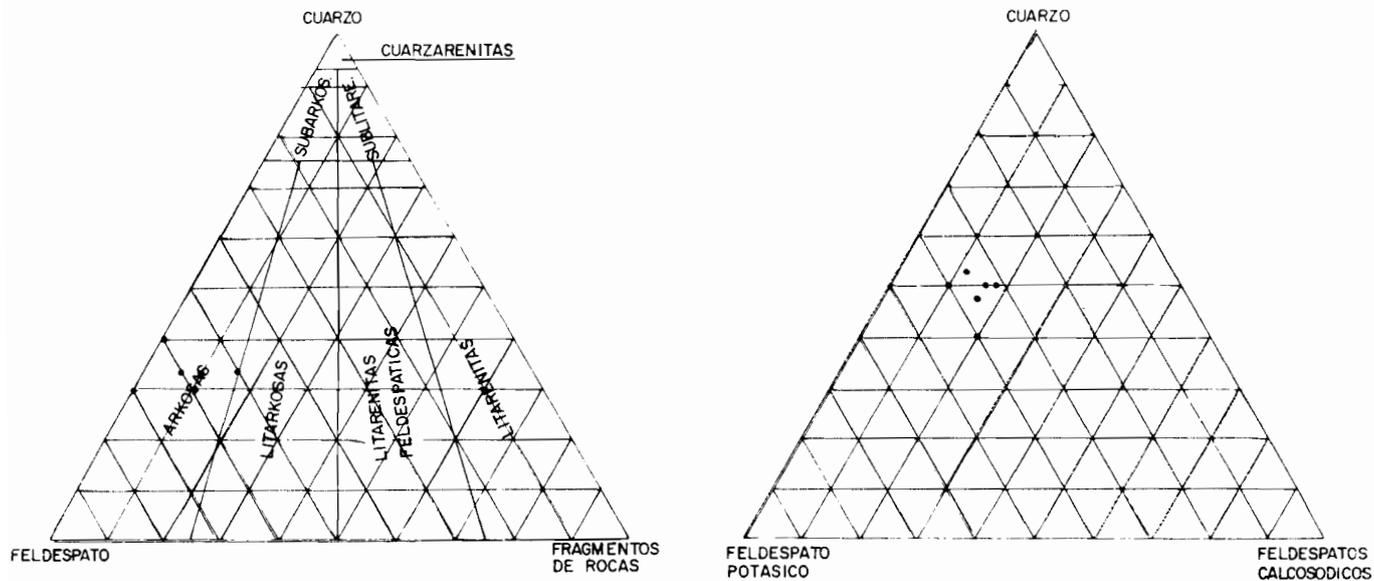


Figura 12.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Arévalo.

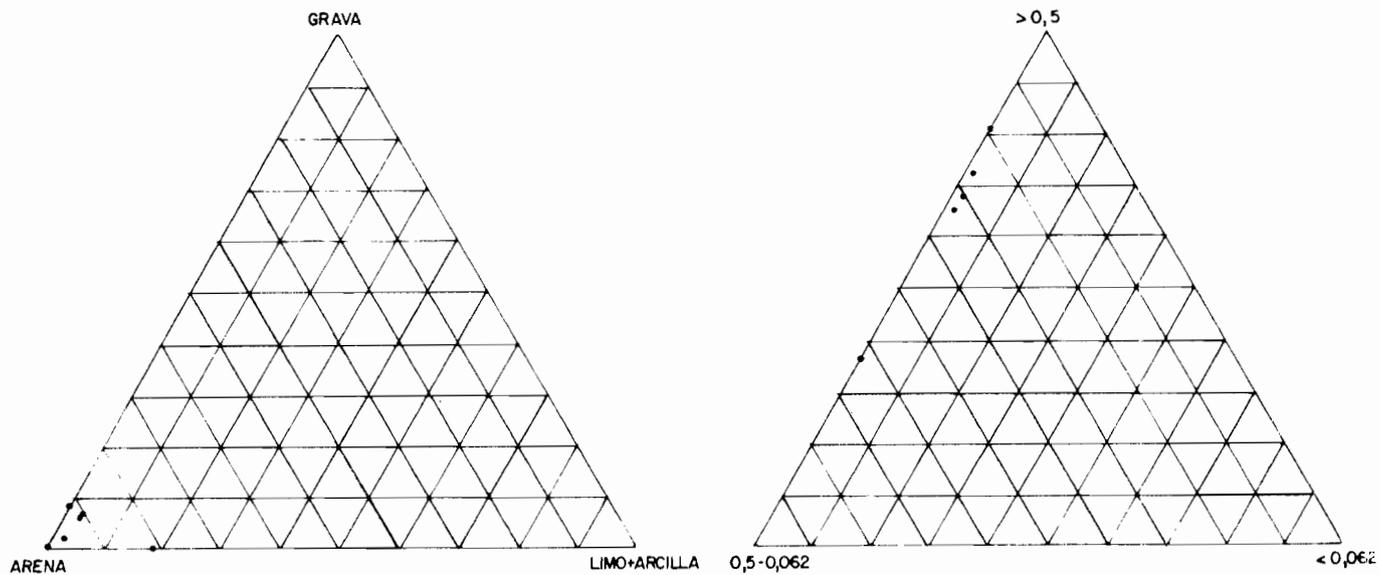


Figura 13.—Composición granulométrica de las arenas de la Unidad de Arévalo.

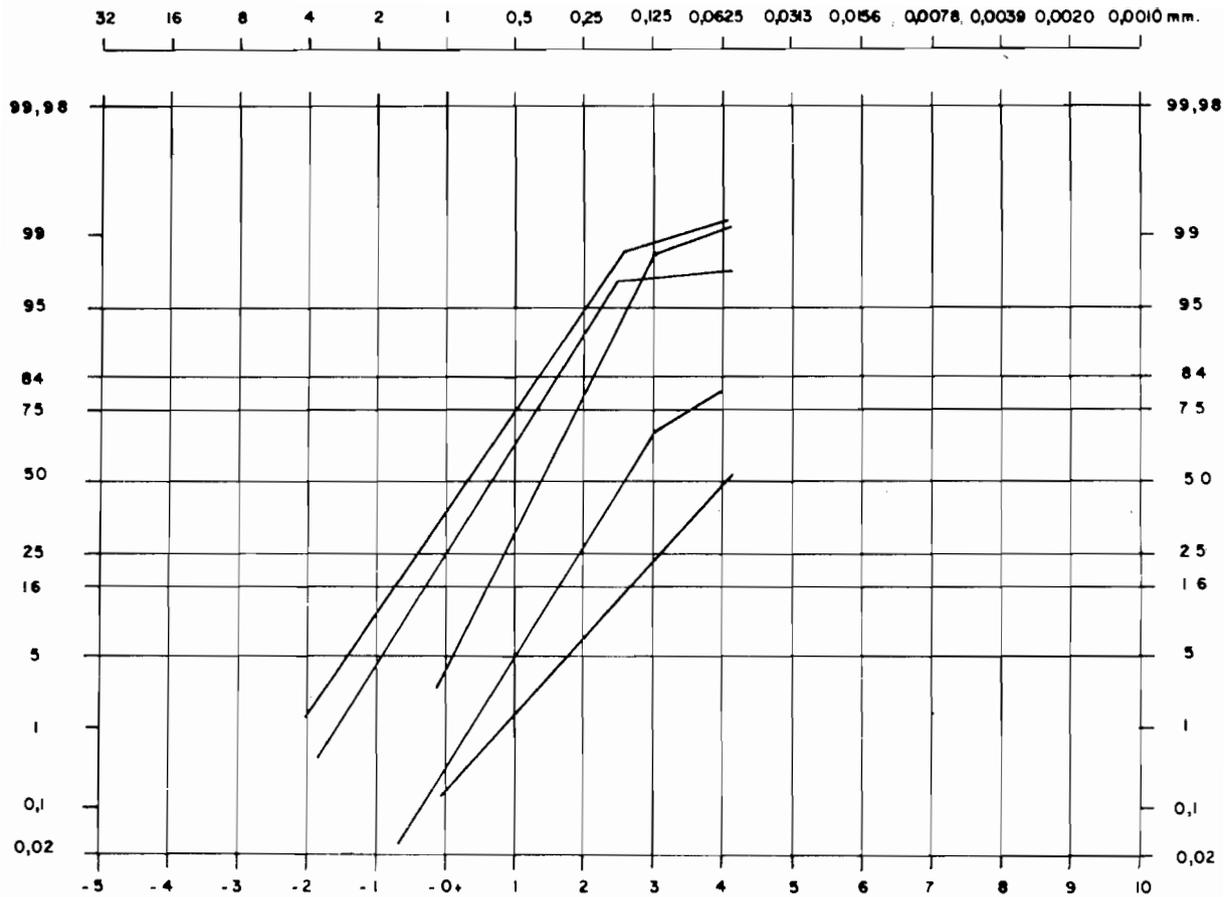


Figura 14.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Unidad de Arévalo.

Litológicamente las arenas del conjunto son arcosas con escasa proporción de fango (figs. 12, 13 y 14).

Los puntos desplazados hacia la fracción limo-arcilla, granulometrías 0,5-0,062 y las curvas granulométricas con mayor proporción de finos corresponden a las facies de llanura de inundación.

En la Hoja de Olmedo el espesor de esta formación no suele sobrepasar los 8 metros, dominando las facies canalizadas y de barras. La arena eólica reciente y superficial rara vez alcanza más de 1 m. de potencia (cuando adquiere espesores mayores ha sido cartografiada como una unidad aparte).

Cuando en superficie quedan preservadas las facies de limos de inundación se dan sobre estos materiales suelos de tipo «Tierra parda meridional» con perfiles A, (B), (B)/C, C.

Cuando en superficie quedan materiales arcósicos (fluviales o eólicos) se dan suelos de evolución particular, existiendo diversos grados de evolución de los perfiles que dependen del grado de lavado del material coloidal que presentan. El perfil más complejo puede ser de tipo A0, A1, A2, BC, con una potencia total que puede llegar a los 80 cm. Aunque las condiciones climáticas actuales no son precisamente de tipo húmedo, la gran permeabilidad del material y su pobreza en coloides explica la existencia de horizontes álbicos. El horizonte B se caracteriza únicamente por una mayor acumulación de arcilla, pero sin presentar estructuras muy definidas. Únicamente hay una coloración más amarillenta o rojiza por acumulación de sesquióxidos (en los perfiles más viejos) o parda por acumulación sólo de arcilla (en los más recientes). El horizonte C son las arcosas eólicas o fluviales. Se trata, pues, de un tipo de suelos lexiviados (s. l.) cuya evolución depende de condiciones locales y de su edad.

2.2.4 Manto eólico. Arenas eólicas (Q₂D) (Ea)

En esta zona de la Cuenca del Duero son muy frecuentes las acumulaciones de arenas eólicas. Se describen detenidamente en el apartado 5, *Geomorfología*, por lo que aquí nos limitamos a definir su litología, textura, estructura y espesor (figs. 15, 16 y 17).

Como se indica en el citado apartado, la actividad eólica ha sido bastante importante y constante al menos desde el Pleistoceno Superior.

Las arenas más recientes se presentan siempre sueltas y son las cartografiadas como Q₂D y Ea en los mapas geológico y de formaciones superficiales. La proporción de limo es menor del 10 por 100 y los tamaños medios oscilan entre 0,25 y 1 mm., dependiendo de las áreas fuentes (terrazas altas, depósitos de la superficie de Coca-Arévalo, sustrato arcósico terciario, etc.). Son arcosas de grano subredondeado a redondeado y gran proporción de mates.

Como se indica en el apartado 5, *Geomorfología*, en esta arena más

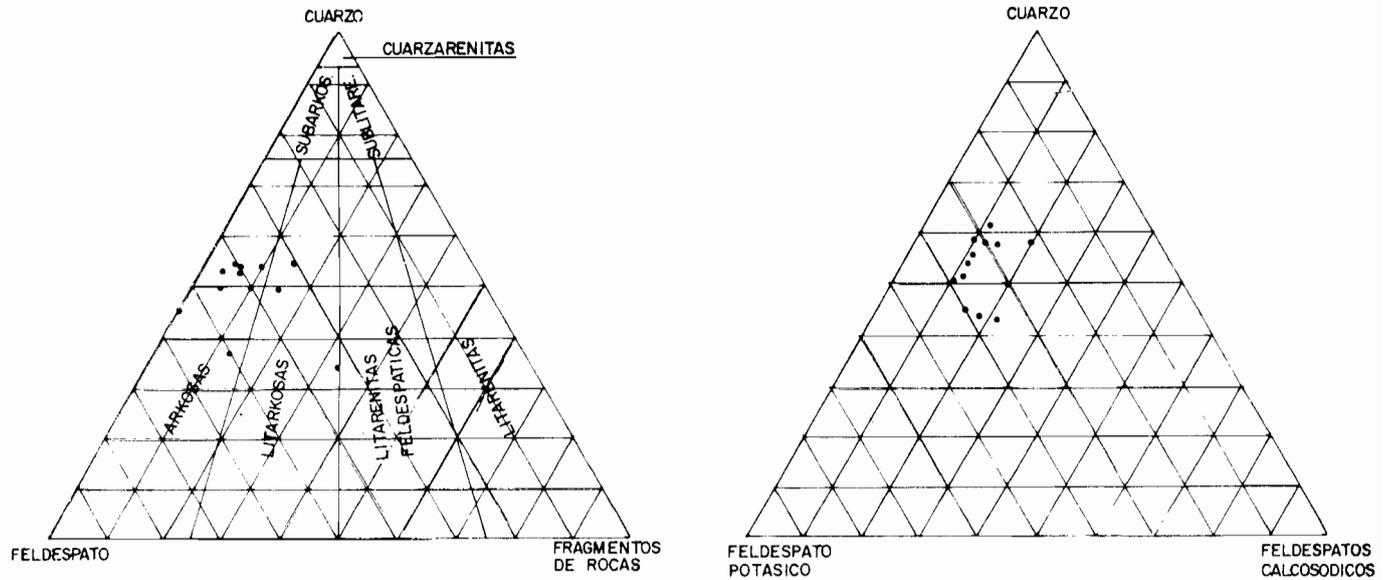


Figura 15.—Composición mineralógica de las arenas eólicas.

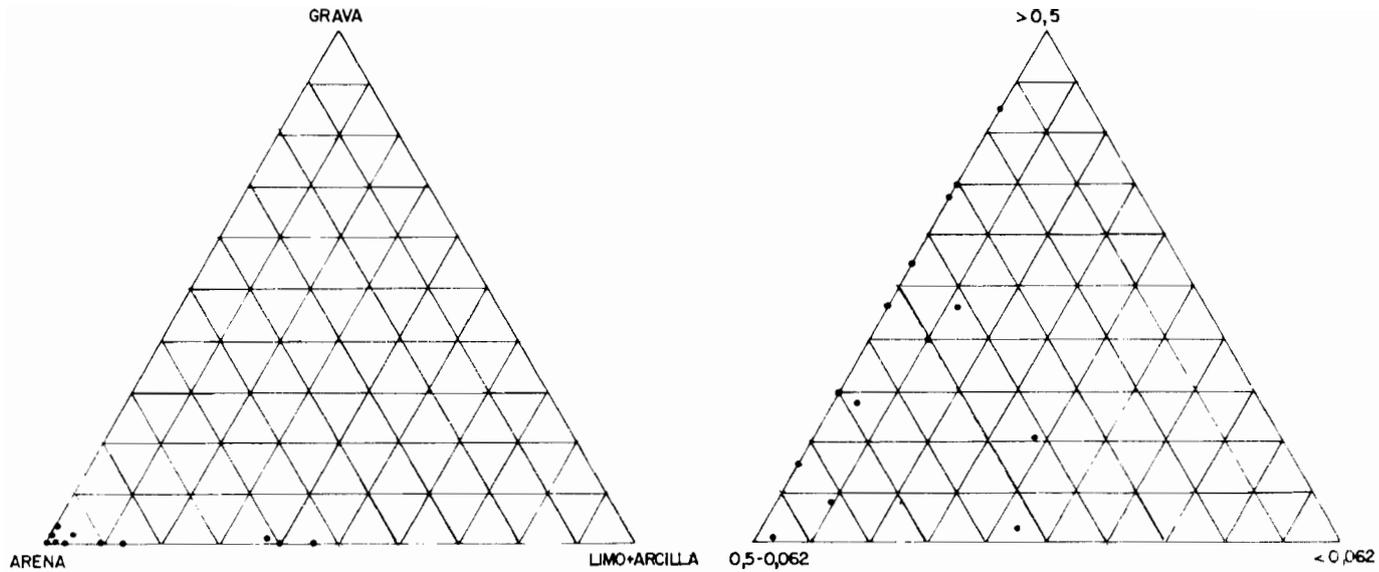


Figura 16.—Composición granulométrica de las arenas eólicas.

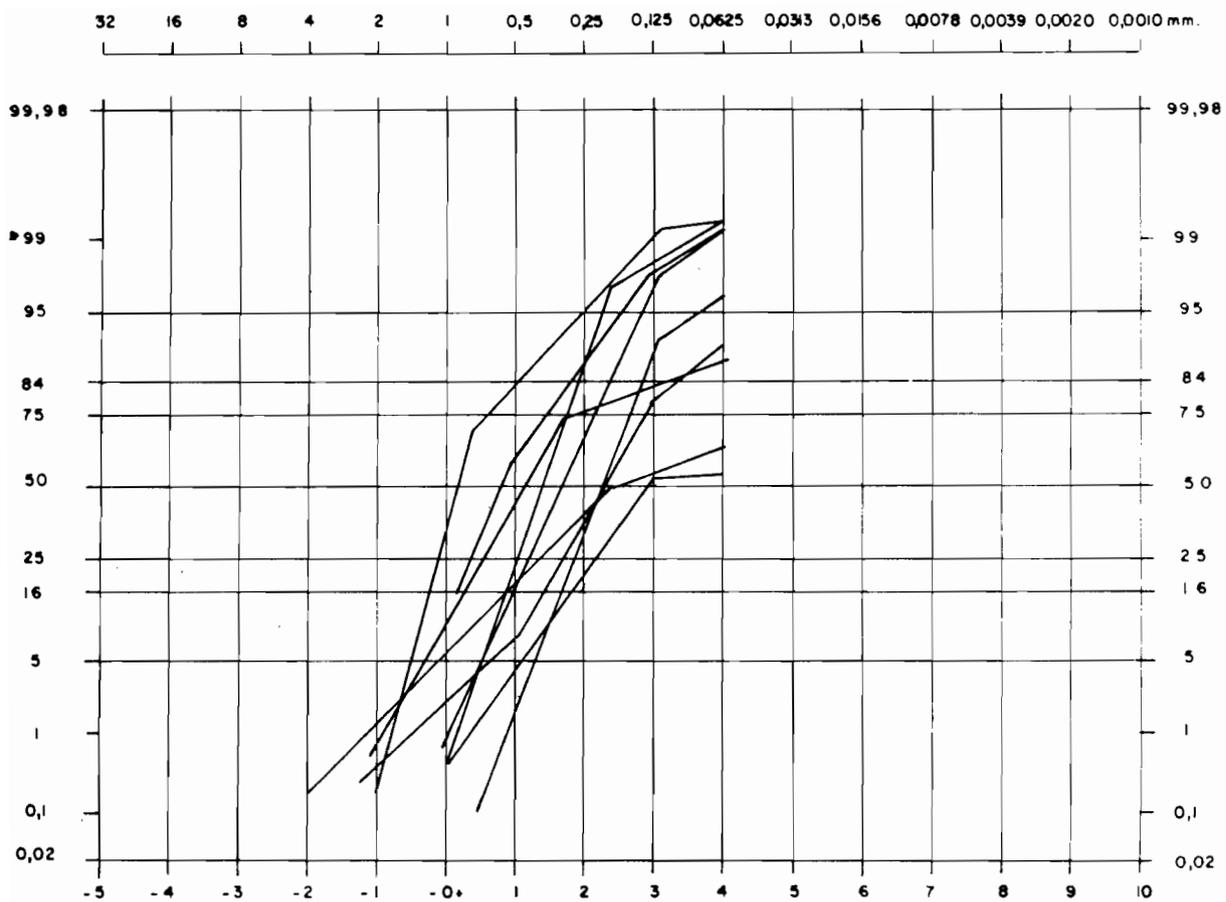


Figura 17.—Curvas granulométricas de las arenas eólicas.

reciente hay al menos dos fases eólicas principales, separadas por un horizonte edáfico de acumulación de arcilla. La arena más antigua es más arcillosa por concentraciones de finos debido a oscilaciones del nivel freático (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Normalmente las arenas eólicas no presentan estructuras, siendo su aspecto masivo. Sin embargo, en algunos cortes de dunas se ha podido observar la existencia de *fore sets* de 5 a 15 cm., inclinados a favor de la dirección del viento, separados en ocasiones por pequeñas cicatrices erosivas, debidas a avalanchas locales.

Las acumulaciones eólicas pueden llegar a 10-12 m. de potencia en las zonas de coalescencia y superposición de brazos de dunas. Sobre estos materiales se dan suelos lexiviados s. l. semejantes a los descritos para los depósitos de la superficie de Coca-Arévalo, y en relación con el horizonte edáfico de acumulación de arcilla citado en párrafos anteriores.

2.2.5 Coluviones (Q₂C) (Vb, Vb', Vb'' y Cc)

En el mapa geológico sólo han sido representados los depósitos de paleovertientes del valle del río Eresma (Q₂C, Vb'), que provienen fundamentalmente del derrame de la Unidad de Arévalo en las laderas. Están constituidos por arenas arcósicas con fangos y limos con gravas de cuarzo dominante sobre la cuarcita.

El resto de los coluviones sólo se ha cartografiado en el mapa de formaciones superficiales. Se han distinguido los siguientes tipos:

- Derivadas de terrazas y fangos arcósicos. Constituidas por arcosas, fangos y limos que engloban cantos de cuarcita y cuarzo. Cuando domina la cuarcita se denominan Fb, y cuando lo hace el cuarzo Fb'. Tapizan las vertientes entre las terrazas en las zonas en que afloran la «Unidad Pedraja» y la «Facies Puente Runel».

Tienen espesores muy variables, pero siempre pequeños (menores de 2 m.). Los posibles horizontes edáficos existentes están destruidos por acción antrópica (arado).

- Derivadas de terrazas y margas. Se diferencian de las anteriores por el alto contenido en margas de la matriz, ya que se sitúan en las vertientes en que afloran las «Margas de Ostrácodos» al sur de Olmedo. Reciben la sigla Vb''.
- Derivadas de fangos no salinos (margas) y calizas y asociadas al modelado de las vertientes y modelado eólico.

Se trata, pues, de formaciones superficiales complejas, que se describen a continuación:

Constituyen un recubrimiento generalizado, sobre las laderas del Páramo de Olmedo. Derivan de las «Facies de las Cuestas» y «Calizas con pseu-

domorfos», dando origen a depósitos coluviales, a los que se han sumado sedimentos de arenas eólicas.

Estos procesos de coluvionamiento-recubrimiento eólico pueden haberse repetido varias veces, quedando el conjunto muy entremezclado por movilizaciones posteriores en ladera y acción antrópica (arado).

La matriz es arcillosa (margosa), con abundantes cuarzos redondeados y mates y pequeños clastos calizos. Engloba brechas de calizas muy subangulosas (40-50 por 100) del total. No están normalmente cementadas. Sobre estos depósitos se dan suelos pardo calizos de perfil poco evolucionado, normalmente muy destruido (arado).

2.2.6 Fondos de charcas, áreas endorreicas (Q₂L) (Ne)

Sobre las superficies más bajas de la Hoja, y en relación con pequeños cursos fluviales, se desarrollan zonas potencialmente encharcables, debido a la escasa pendiente de la región.

Reciben las notaciones Q₂L y Ne en los mapas geológicos y de formaciones superficiales, respectivamente.

Los depósitos son de arenas con abundante fracción de limo y arcilla y acumulaciones importantes de materia orgánica. Las arcillas pueden ser hinchables de tipo montmorillonóide. En superficie se concentran eflorescencias salinas originadas en las épocas secas. El análisis químico de estas zonas superficiales, en muestras tomadas en la vecina Hoja de Portillo, situada al Norte, dan los siguientes contenidos: sulfatos, 25,5 por 100; nitratos, 0,12-0,18 por 100; cloruros, 4,16-4,69 por 100; calcio, 9,20 por 100; sodio, 0,9-1,1 por 100, y potasio, 1,3-2,4 por 100.

Sobre estas depresiones se dan suelos de carácter vértico con perfiles del tipo A(B)C o suelos pardo calizos con carácter vértico y gran cantidad de materia orgánica. El espesor de estos suelos puede llegar a 1 metro.

2.2.7 Aluviones (Q₂Al) (Fe)

Ligados a cursos normalmente estacionales aparecen numerosos aluviones (Q₂Al) sobre las arenas eólicas y superficie de Coca-Arévalo.

Están constituidos por arenas y limos arcillosos (Fe). La materia orgánica es muy abundante. Suelen presentar espesores reducidos del orden de 1 a 2 metros.

Sobre estos materiales se dan suelos aluviales con perfiles de tipo AC y fuerte incorporación de materia orgánica. Lateralmente pueden pasar de suelos aluviales empardecidos a suelos de tipo vértico en las zonas encharcadas.

2.2.8 Formaciones superficiales sobre la superficie Páramo, asociadas a procesos complejos (Cd)

Sobre las calizas de la «Serie de Tránsito» (calizas con pseudomorfos) del Páramo de Olmedo, aparecen limos y arcillas pardo oscuras o negruzcas, con abundante materia orgánica. En la fracción fina abundan los granos de cuarzo (mates) y feldespatos. Son abundantes los bloques y cantos angulosos de las calizas subyacentes. La fracción fina está compuesta por un 40 por 100 de limo y arcillas y 60 por 100 de arena, en la que dominan los tamaños comprendidos entre 0,125-0,250 mm. Tienen características semejantes a las antes descritas; esporádicamente existen gravas subredondeadas de calizas (calizas de gasterópodos y serie del segundo páramo) ver Hoja 16-15 (Valladolid), y ocasionalmente alguna de cuarcita.

Sobre estos materiales se dan suelos de tipo Rendzina con perfiles AC. El horizonte orgánico A está bastante saturado en bases, por el tipo de roca madre (caliza). Existió una primitiva Rendzina asociada a bosques de tipo *Quercus*, que fue parcialmente destruida (acción antrópica) y está mezclada con arenas eólicas.

2.2.9 Depósitos complejos de los valles encajados de los ríos Eresma, Adaja y Voltoya (Cb)

Los ríos principales de la Hoja se encajan profundamente en la superficie de Coca-Arévalo, dando origen a angostas gargantas.

Debido a la estrechez del afloramiento resulta imposible diferenciar a escala 1:50.000 los diferentes depósitos que recubren estos valles, por lo que se han incluido todos en una formación superficial compleja (Cb) en el mapa correspondiente.

Por un lado los depósitos del fondo del *talweg* con aluviones semejantes a las terrazas F1 descritos en el apartado 2.2.1.

En las laderas podemos encontrar coluviales de arenas y gravas cuarzosas, con matriz de arcosas fangosas derivados de la erosión de la «Unidad de Arévalo» (2.2.3) y de la «Unidad Pedraja» o «Puente Runel» (2.1.1 y 2.1.2), que fundamentalmente están entremezclados con arenas eólicas (2.2.4). También son frecuentes en las laderas los derrames potentes del manto eólico antes citado y los afloramientos del sustrato.

2.3 EDAD

2.3.1 Mioceno

La edad atribuida a los sedimentos miocenos queda justificada por las dataciones de Micromamíferos y Macrovertebrados efectuadas en las Hojas colindantes realizadas por C. G. S.-IMINSA durante los años 1978 y 1979.

La asignación de los términos altos de la «Unidad Pedraja» y «Facies Puente Runel» al Vallesense Inferior, en el Sur, está apoyada por las faunas encontradas en el yacimiento de «El Lugarejo» en la Hoja colindante al Sur (Arévalo) .

2.3.2 Cuaternario

El Pleistoceno ha sido dividido tentativamente en Inferior, Medio y Superior, sin que existan argumentos paleontológicos para ello. Se han tenido en cuenta la evolución de los perfiles de los suelos, las alturas sobre los cauces y las dataciones efectuadas, también muy tentativamente por otros autores y por nosotros mismos en las Hojas de la mitad norte de la Cuenca. La asignación de los niveles a los diferentes pisos está reflejada en la leyenda del mapa geológico.

3 PALEONTOLOGIA

3.1 MACROVERTEBRADOS

En los sedimentos de la «Facies Puente Runel» son frecuentes los hallazgos de restos de grandes Quelonios, sobre todo en el Valle del Eresma (alrededores de Coca).

JIMENEZ FUENTES, E. (1971), menciona algunos yacimientos en dicha localidad (Vado de Villeguillo, margen izquierda del Eresma cerca del Cementerio y en las Hontanillas). Describe dos Quelonios gigantes clasificados como *Testudo bolivari* H. PACH., que no permiten hacer ninguna precisión cronoestratigráfica.

3.2 OSTRACODOS

Las «Margas de Ostrácodos» (2.1.3.1) han proporcionado especies de Ostrácodos de habitat mesohalino u oligohalino. Son los siguientes: *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *I. bradyi* SARS., *Cyprinotus salinus* (BRADY), *Cyprideis torosa* (JONES) y *Nonion granosum* (D'ORB.).

3.3 CHARACEAS

Los levigados de las «Margas de Ostrácodos» han proporcionado las siguientes especies: *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (L. ct. N. GRAMB.), *Chara notata* GRAMB. y PAUL, *Ch. molassica* STRAUB., *Ch. cylindrica* MADLER,

Grambastichara tornata (REID y GROVES) y *Sphaerochara minutissima* (MADLER), *Psilochara* sp., *Rhabdochara* sp.

El valor cronoestratigráfico de esta asociación es problemático, ya que varias de las especies citadas tienen una distribución estratigráfica que va desde el Oligoceno al Mioceno Inferior, lo que podría indicar un origen resedimentado de estas especies.

4 TECTONICA

La Hoja se caracteriza por la disposición horizontal o subhorizontal de sus materiales.

Considerando la totalidad de la Cuenca podemos observar la existencia de una pendiente (deposicional?) hacia los bordes del orden del 1 por 1.000 en los alrededores del centro de la misma que aumenta progresivamente hasta llegar a 12 por 1.000 en las proximidades de los marcos montuosos.

Es en los márgenes de la Cuenca donde aparecen más claramente deformados los materiales del Terciario Continental.

En el borde Norte (Cordillera Cantábrica) la estructura del Paleógeno y Mioceno Inferior está íntimamente ligada a la del Cretácico y Paleoceno más inferior, sobre los que se apoya discordantemente (esta discordancia es de tipo cartográfico, y debe corresponder a las fases Larámicas). Forma, en conjunto, una megadiscordancia progresiva, en la que pueden situarse algunos momentos de recrudescimiento de los esfuerzos.

En el borde Sur (Sistema Central), al no existir niveles de despegue paleozoicos y mesozoicos, el Paleógeno se adapta a las deformaciones rígidas del zócalo, mediante flexiones, que en la zona estudiada están normalmente falladas en las charnelas, quedando en contacto bien capas horizontales o poco inclinadas o bien el zócalo metamórfico con flancos verticales o subverticales.

El plegamiento del Paleógeno y Mioceno Inferior más bajo se debe a las fases Castellana y Neocastellana (1.ª Staírica) (PEREZ GONZALEZ, A. *et al.*, 1971, y AGUIRRE, E. *et al.*, 1976).

En el borde Sur se detectan movimientos tectónicos de elevación del Sistema Central, previos a la sedimentación del Vallesense. A su vez éste se ve afectado por fallas inversas de bajo y medio ángulo, con cierta componente en dirección en algunos casos poniendo en contacto los terrenos graníticos y metamórficos del Sistema Central con los depósitos de esta edad, que en ocasiones pueden llegar a estar cobijados.

Esta actividad tectónica post-vallesense de los bordes puede ser debida a la Fase Iberomanchega (1.ª Rodánica) (AGUIRRE *et al.*, 1976). En el centro de la Cuenca (Hojas 16-14. Clgales: 16-15. Valladolid, y 16-16. Por-

tillo) se producen amplios pliegues, visibles en las calizas de las superficies del Páramo a veces acompañados por otros de menor escala (métrica).

Excepción hecha de las deformaciones antes citadas, la mayor parte de la Cuenca del Duero, sobre todo en sus partes centrales, tiene un marcado carácter atectónico. Sin embargo, algunos autores han querido ver en las alineaciones de cambios de facies y rectilinearidad de la red fluvial reflejos de fracturas del zócalo. La interpretación fotogeológica a partir de fotografías de satélite permite deducir una serie de lineamientos de significado estructural dudoso que se pueden agrupar en varios sistemas, entre los que destaca el de N-30°-E. Alineación del Pisuerga-Falla de Alba-Villoria. Esta alineación ha sido comprobada como falla, con bloque hundido al Este, por los equipos de Geofísica del IGME, quienes han detectado otro importante accidente paralelo que pasa por Cuéllar y Norte de Arévalo, con bloque hundido hacia el Oeste, delimitándose así un importante *graben* en la zona de Madrigal de las Altas Torres.

Parece evidente que los movimientos tectónicos han continuado durante el Cuaternario, con suaves elevaciones y hundimientos de grandes bloques, como lo prueba el elevado número de terrazas en el sistema Adaja-Eresma-Voltoya existente a partir de la mitad de la Hoja de Arévalo hacia el Norte.

El brusco encajamiento de la red fluvial, en la superficie de Coca-Arévalo, se debe, probablemente, a un levantamiento relativamente brusco de un bloque en la zona meridional de la Cuenca.

Los deslizamientos rotacionales que dan origen a fallas en las laderas de los Páramos se relacionan con fases climáticas húmedas del Holoceno.

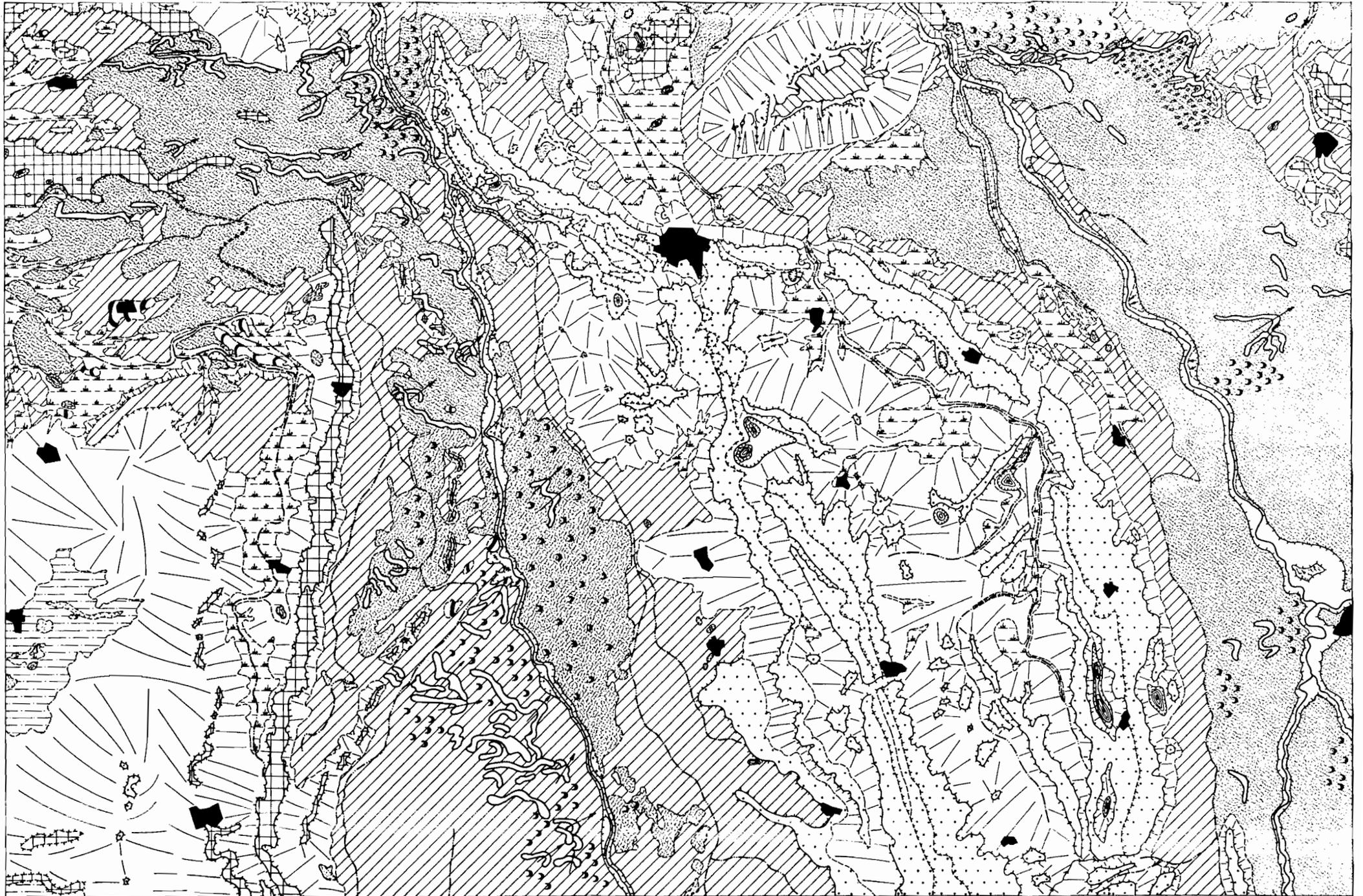
5 GEOMORFOLOGIA

Desde muy antiguo están definidas las tres unidades fisiográficas básicas del Mioceno castellano. «Páramos», «Cuestas» y «Campiñas» (H. PACHECO, E., 1915). En la Hoja de Olmedo las dos primeras tienen escasa representación, siendo la «Campiña» la que cubre la casi totalidad de la superficie de la misma, si bien presenta grandes peculiaridades.

La morfología de gran parte del sector que ocupa la hoja ha sido estudiada recientemente por PEREZ GONZALEZ, A. (1979).

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se ha realizado un Mapa Geomorfológico a escala 1:50.000. Acompañando a esta Memoria se presenta una reducción del mismo, a escala aproximada de 1:100.000. Los términos utilizados en la leyenda del mapa quedan subrayados en la Memoria.

Desde el punto de vista geomorfológico los «Páramos» constituyen extensas plataformas o planicies elevadas que se desarrollan extensamente



0 1 2 3 4 5 6 7 8 Km
ESCALA GRAFICA

MAPA GEOMORFOLOGICO

LEYENDA

MODELADOS DEPOSICIONALES

-  Superficies con depósito
-  Terrazas fluviales
-  Valles de fondo plano
-  Areas endorreicas (Temporalmente encharcadas)
-  Superficies y/o terrazas relacionadas con zonas endorreicas
-  Zonas de acumulación de arenas eólicas
-  Campos de áunas
-  Cordones dunares
-  Dunas

SUPERFICIES POLIGENICAS

-  Superficie multipoligénica del Páramo
-  Superficie inferior con depósito y con o sin manto de arenas eólicas

VERTIENTES

-  Paleoverdientes de regularización
-  Verdientes regularizadas
-  Verdientes regularizadas con perfil cóncavo
-  Deslizamientos rotacionales

RED FLUVIAL

-  Cauces activos (Adaja, Eresma) profundamente encajado
-  Cauces estacionales
-  Cauces abandonados
-  Barrancos de incisión lineal
-  Cárcavas

OTRAS FORMAS (PRINCIPALMENTE DE EROSION)

-  Relieve residual entre depósitos cuaternarios
-  Cubetas de deflación, temporalmente encharcadas
-  Blow-outs
-  Campo de blow-outs
-  Collado de divergencia fluvial

MODELADO ANTROPICO

-  Nucleos urbanos
-  Canteras

ESCARPES

-  Escarpe de la superficie páramo (> 50m.)
-  Escarpe neto (terrazas, verdientes, superficies...)
-  Escarpe suavizado
-  Escarpe supuesto

EJES MORFOLOGICOS

-  Dirección y sentido de los vientos prevalentes

en todo el sector central y oriental de la Cuenca del Duero (Valladolid, Peñafiel, Cuéllar, etc.). En la Hoja vienen dados por una «mesa» residual o Páramo de Olmedo, desgajada del conjunto de las plataformas por procesos erosivos asociados a la cambiante red fluvial del Eresma. Esta mesa constituye las cotas más altas del norte del mapa (850-862 m.). Está formada por rocas carbonatadas más resistentes a la erosión que los materiales infra-yacentes, lo que trae consigo la formación de escarpes definidos, a partir de los cuales nacen las «Cuestas» o formas de enlace con la «Campiña».

La superficie «Páramo» dista mucho de ser una superficie de colmatación de la Cuenca terciaria, reconociéndose, regionalmente (Hojas de Valladolid y Cigales), diversos procesos de erosión, karstificación y depósito de edad pliocena, que configuran una *superficie policíclica* o *superficie multipoligénica del Páramo*, tal y como la definen PEREZ GONZALEZ, A. (1979) y AGUIRRE, E. *et al.* (1976), en la Submeseta meridional. En efecto, en la zona de Olmedo, la superficie se sitúa sobre la serie carbonatada de tránsito, estando biseladas las calizas compactas con gasterópodos.

La karstificación no se manifiesta en la Hoja, pero en zonas próximas (Portillo, Valladolid) existen importantes campos de dolinas y uvalas.

Las «Cuestas» constituyen las vertientes al pie del «Páramo», y quedan restringidas en el mapa a las laderas del Páramo de Olmedo. Se caracterizan por presentar laderas estabilizadas, con una clara regularización dentro de un perfil cóncavo, asociadas a depósitos complejos en los que entran a formar parte coluviales y arenas eólicas. En el mapa geomorfológico se designan como *vertientes regularizadas con perfil cóncavo*, y que quizá pudieran también considerarse como glaciais-vertientes. En ellas se sitúan pequeños *collados de divergencia fluvial*, separando la mesa principal de otras dos más pequeñas situadas al oeste de la misma.

Estas vertientes presentan una gran continuidad, que se ve ocasionalmente rota por la presencia de *deslizamientos rotacionales*, normalmente unidos longitudinalmente con una gran movilización de masas. En otras ocasiones dan origen a escalonamientos en las laderas. Están ligados muy probablemente a fases climáticas húmedas y hoy en día no parecen ser funcionales. También existen pequeños *barrancos de incisión lineal*, que en su encajamiento alcanzan con frecuencia el sustrato terciario.

Como ya hemos indicado, es la «Campiña» la unidad que tiene mayor representación. Existe un gran número de elementos morfológicos (superficies, terrazas, etc.), que constituyen relieves intermedios entre el «Páramo» y la «Campiña», pero que pueden asimilarse fundamentalmente a esta última.

La «Campiña» viene definida por un conjunto de superficies situadas a distintas alturas, sobre una gran superficie inferior, cubierta por un importante manto eólico, o superficies de Coca-Arévalo (Superficie de Coca, de PEREZ GONZALEZ, A., 1979), en la que se encaja profundamente la red

fluvial (Adaja, Eresma, Voltoya). Estas superficies o plataformas más altas son en muchos casos *terrazas fluviales*.

Las alturas relativas de estas superficies y terrazas, así como la litología de sus depósitos han sido descritos en el apartado de Cuaternario y Formaciones superficiales (2.2). En el mapa geológico están diferenciadas en niveles.

En la zona central y centro-oriental de la Hoja se sitúa un importante sistema de *terrazas fluviales* pertenecientes a los ríos Adaja y Eresma, siendo este último el más importante de los dos. Se encuentran entre las cotas de 876 y 740 metros.

Las terrazas del Eresma, situadas en su margen izquierda, están independientemente encajadas o conectadas, constituyendo importantes relieves en graderío. Este relieve escalonado se ve roto al Sureste de Olmedo (entre esta localidad y Bernuy de Coca) por la existencia de una gran depresión intermedia en la que aparecen numerosas *áreas endorreicas* y *cubetas de deflacción temporalmente encharcadas*, denominadas «bodones» en la región. Pensamos que fue excavada por antiguos afluentes del Eresma, hoy en día representados por arroyos de escasa capacidad erosiva, siendo favorecido el proceso por la deflacción en numerosas cubetas de accionamiento hidroéólico.

Al llegar al paralelo de Villeguille (al ESE de Olmedo) las terrazas, antes paralelas al curso del Eresma, giran primero hacia el Oeste-Noroeste y después hacia el Norte, pasando a occidente del Páramo de Olmedo, mientras que el río continúa su curso con dirección Norte-Noroeste y se sitúa a levante del citado páramo (ver mapa). En esta zona tenemos, pues, un ejemplo típico de terrazas abandonadas por cambio de la red de un sistema fluvial (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

El río Adaja ha dejado en su margen derecha tres terrazas, normalmente encajadas entre las cotas de 790 y 820 metros. Hay que destacar la existencia de una antigua zona de confluencia, algo al sur de Olmedo, en donde una de las terrazas del Adaja penetra hacia el Norte, encajándose en otras más antiguas pertenecientes al sistema abandonado del Eresma (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Las vertientes entre las terrazas están normalmente estabilizadas, presentando una regularización generalizada (*vertientes regularizadas*). En alguna de las laderas se han podido delimitar restos de una antigua regularización (*paleoverdientes de regularización*).

Otro tipo de superficies o plataformas con aparente relación con la red fluvial actual sobresalen sobre la superficie de Coca-Arévalo entre las cotas de 730 y 810 m. en la mitad oriental de la Hoja (Ataquines, Salbuero, Ramiro, La Zarza Pozal) al norte de Olmedo y en el ángulo noroeste del mapa (Villaverde de Iscar) (ver PEREZ GONZALEZ, A., *opus cit.*). Han sido cartografiadas en el mapa geomorfológico como *superficies con depósito*.

Ocasionalmente (Ataquinaes, Salbuero) tienen morfología de «cuerdas» y trazado sinuoso, surgiendo que la superficie ha sido preservada por la existencia de depósitos de facies canalizadas cuaternarias más resistentes a la erosión en unas ocasiones, y en otras por la existencia de suelos calcimorfos s. l. duros asociados a «canales» terciarios. Las superficies de Ataquinaes y Ramiro-La Zarza parecen enlazar, hacia el sur en la Hoja de Arévalo, con niveles de terrazas del río Adaja. Esta relación es problemática en los restantes niveles, que deben corresponder a fases de planación del relieve no sincrónicos con la formación de terrazas. Las vertientes de esta superficie son en general *vertientes regularizadas*.

Otro tipo de superficies son las existentes en zonas de afloramientos terciarios. Se trata de *superficies en áreas endorreicas*, que constituyen un replano a veces escalonado, sobre terrenos potencialmente encharcables (*áreas endorreicas*).

Los elementos morfológicos más importantes de la Hoja de Olmedo son, sin duda, la superficie de Coca-Arévalo (*superficie inferior con depósito*) y el manto eólico asociado. Estas dos unidades, junto con las terrazas y superficies más bajas, imprimen el carácter de extensa llanura a gran parte del sector meridional de la Cuenca del Duero.

La *superficie inferior con depósito* de Coca-Arévalo, situada entre 790 y 730 metros, se encaja en las unidades antes descritas y constituye una extensa planicie que desciende suavemente hacia el Norte con pendientes del 2-3 por 1.000.

Está acompañada generalmente por depósitos fluviales de tipo *braided*, con intercalaciones locales de arena eólica. Ocasionalmente la superficie sólo está recubierta por el manto eólico superficial. Se trata de una superficie compleja, de génesis problemática, en la que pensamos, como hipótesis de trabajo, pueden haber intervenido procesos de glaciplanación previos a la instalación de una red fluvial trenzada acompañada de dunas perifluviales.

Un nivel algo más bajo, de características semejantes al de Coca-Arévalo, parecen encajarse en el borde oeste de la Hoja, en la zona de Moraleja de las Panaderas en relación con extensos fondos endorreicos y a cotas de 720-725 metros.

Sobre la superficie de Coca-Arévalo y de Moraleja se encajan débilmente (1-2 m.) pequeños *cauces estacionales*, que disectan sus depósitos, sin que llegue a aflorar el sustrato terciario. Son también frecuentes las *áreas endorreicas* de mal drenaje, debido a la escasez de la pendiente.

La *red fluvial* principal que atraviesa la Hoja (Adaja, Eresma, Voltoya) se encuentra *profundamente encajada* en la superficie de Coca-Arévalo (20-30 m. de media y hasta 40-50 m. en Coca). Dan origen a estrechas gargantas de sección trapezoidal y vertientes abruptas, normalmente estabilizadas (*vertientes regularizadas*). En dichas gargantas pueden reconocerse al menos

tres niveles de *terrazas fluviales* encajadas. En relación con las mismas existen meandros abandonados (*cauces abandonados*) en la zona de Coca, *paleovertientes de regularización* y *valles de fondo plano* excavados de 3 a 5 metros en la superficie principal (Arroyo del Cuadrón, en el cuadrante nor-oriental del mapa).

En este área de la Cuenca del Duero aparecen importantes *zonas de acumulación de arenas eólicas*. Son conocidas desde muy antiguo (CASIANO DE PRADO, M., 1854, y H. PACHECO, F., 1923) y han sido recientemente estudiadas por ALCALA DEL OLMO, L. (1972 y 1974), CASAS, S. J. *et al.* (1973) y PEREZ GONZALEZ, A. (1979).

Se sitúan principalmente sobre la superficie de Coca-Arévalo. En la actualidad están en su mayoría fijadas por extensos pinares, lo que unido al grado de degradación en que se encuentran dificulta su estudio. No obstante, se han diferenciado en el mapa diversas formas de acumulación y/o erosión. Las *dunas* son normalmente parabólicas y en ellas se reconocen bien los brazos alargados de las mismas, que a veces quedan desgajados de los frentes, dando origen a *cordones dunares*. Se presentan normalmente asociadas, formando grupos con ramas coalescentes que le dan aspecto de frentes en arco. Localmente pueden existir dunas transversas (PEREZ GONZALEZ, A., 1979). Los brazos de las dunas y cordones dunares pueden llegar a tener 2 kilómetros de longitud, con acumulación del orden de 4-6 m. y excepcionalmente 12-14 m. en las zonas de coalescencia. Unidos a este tipo de acumulaciones aparecen *blow-outs* de pequeño tamaño (del orden de 100 a 200 metros como máximo y profundidades menores de 10 metros). Pueden presentarse aislados o formando grupos de gran densidad (*campo de blow-outs*). Muchas veces no se han podido cartografiar por separado todas y cada una de las dunas, en cuyo caso se han agrupado bajo la denominación de *campos de dunas*.

Los procesos de movilización eólica de los materiales han originado depresiones cerradas o *cubetas de deflacción*, que a veces pueden estar *encharcadas temporalmente* («bodones»).

Las dunas parabólicas, *blow-outs* y parte de las cubetas de deflacción, reflejan direcciones del viento definidas y constantes que corresponden a vientos del Suroeste. Sin embargo, parte de las cubetas del cuadrante sureste del mapa y de los alrededores de Olmedo indican orientaciones del viento en dirección Norte-Sur sin que pueda precisarse el sentido.

En otros puntos la deflacción eólica se manifiesta por la exportación de material fino, que trae como consecuencia la formación de pavimento de gravas muy frecuente sobre los sistemas de terrazas y superficies antes descritos. La eolización produce, a su vez, el labrado de estos cantos, generando «ventifactos».

El origen de estas arenas eólicas está, sin duda, en distintas fuentes

(terrazas, sustrato terciario), pero siempre próximas a las zonas de acumulación (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

La actividad eólica no se circunscribe a época reciente, sino que ha sido muy importante durante una gran parte del Cuaternario, tal y como se ha visto en la Hoja 16-16 (Portillo). Testigos de esta actividad los encontramos en los sedimentos eólicos contemporáneos con los depósitos de la superficie Coca-Arévalo, en las arenas eólicas removilizadas por los abanicos aluviales cuaternarios y en acumulaciones fosilizadas por las vertientes regularizadas (Portillo), etc. Existe una arena más joven, que es la que hemos descrito al hablar de los aparatos dunares. Un examen detenido de estas zonas de acumulación eólica reciente permite diferenciar dos épocas fundamentales de movilización eólica, separadas por una cicatriz que viene manifestada por un nivel edáfico de acumulación de arcilla. La arena vieja presenta horizontes difusos de acumulación de arcilla por oscilación del nivel freático.

De cara a una planificación territorial de la zona podemos resaltar los siguientes hechos: los deslizamientos rotacionales de las «Cuestas» (hoy en día no funcionales) implican una gran inestabilidad de las laderas asociada a épocas algo más húmedas que la actual. En épocas de fuertes precipitaciones, o por la realización de obras civiles, dicha inestabilidad podría volver a producirse. Las arenas eólicas se encuentran perfectamente fijadas por los pinares de la región y no presentan ningún problema. Una deforestación de la zona llevaría consigo la desertización de la misma.

Los fondos o áreas endorreicas no presentan problemas, dada la naturaleza fundamentalmente arenosa de los depósitos y el pequeño espesor de los mismos, por lo que en caso de necesidad podrían ser fácilmente saneados.

6 HISTORIA GEOLOGICA

La Cuenca del Duero comienza a formarse a fines del Cretácico y comienzos del Paleoceno como consecuencia de la removilización alpina de fracturas tardihercínicas (Fases Larámicas). Es muy posible que existieran numerosas subcuencas independientes separadas por umbrales, que evolucionaron de forma algo diferente, como la de Ciudad Rodrigo. Durante estos tiempos se desarrollan, al menos en el borde oeste y noroeste, potentes suelos tropicales de alteración ferralítica. Los relieves recién creados por las fases larámicas comienzan a destruirse rellenándose la Cuenca (o subcuencas) mediante un mecanismo de abanicos aluviales durante el Paleoceno y Eoceno Inferior en un clima intertropical húmedo.

Existen dos ciclos sedimentarios durante el Paleógeno y Mioceno Infe-

rior (CORROCHANO, A., 1977, C. G. S., S. A.-IMINSA, 1978), reconocibles sobre todo en el borde oeste de la Cuenca. Al final del primero, el medio va perdiendo energía y se instalan localmente en la cuenca ambientes restringidos de «playa-lake» (lagunas efímeras) en las que se depositan margas y calizas. El clima es subtropical o intertropical húmedo con períodos de aridez (JIMENEZ FUENTES, E., 1974).

El segundo ciclo sedimentario se inicia con una nueva reactivación del relieve, que fue gradual, no sincrónica, en todos los marcos montañosos. Esta reactivación puede atribuirse con reservas a las fases pirenaicas. Se desarrollan ampliamente los abanicos aluviales con facies muy proximales de gran extensión en el norte y este de la Cuenca. Este ciclo sedimentario termina probablemente en el Mioceno Inferior, con desarrollo de ambientes restringidos (lagunas efímeras) y facies de transición a ambientes fluviales en la zona de Zamora-Salamanca. El clima es semejante al del resto del Paleógeno, pero con períodos de aridez muy frecuentes.

No disponemos de dataciones precisas de las series del Paleógeno del borde sur de la Cuenca o Unidad de Torneros (Hojas 15-20, Mirueña, y 10-20, Cardeñosa), aunque la mayoría de los autores tienden a situarlas en el ciclo inferior antes citado, con una edad Paleoceno-Eoceno Inferior (CORROCHANO, A., 1979, y JIMENEZ, E., 1972 y 1973).

Durante estos tiempos del Paleógeno se depositan areniscas conglomeráticas silíceas y arcillas arenosas en un medio claramente fluvial, con depósitos de canal e inundación. Los cauces debieron ser poco sinuosos y probablemente anastomosados, con un elevado régimen de flujo. Los aportes provendrían fundamentalmente del oeste. Las condiciones climáticas fueron cálidas y húmedas como lo prueban la escasez de feldespatos, presencia de niveles ferruginosos y suelos lateríticos transportados.

A finales del Mioceno Inferior se produce el plegamiento de los bordes de la meseta, ya iniciado durante la fase Sávica. El Paleógeno y Mioceno Inferior se adaptan a las deformaciones del zócalo mediante flexiones (zona occidental y meridional), pliegues (borde este) o monoclinalmente (borde norte), pudiendo llegar a estar invertido. Se produce un levantamiento general de los relieves circundantes, apareciendo el Sistema Central, con lo que quedan perfectamente individualizadas las dos Mesetas. La Cuenca del Duero tiene ya una configuración muy parecida a la actual.

Esta actividad tectónica es atribuible a las Fases Castellana y Neocastellana, de AGUIRRE, E., DIAZ MOLINA, M., y PEREZ GONZALEZ, A., *op. cit.*, como consecuencia de la cual se inicia un nuevo gran ciclo sedimentario que termina con la sedimentación de las calizas de la superficie del páramo, en el centro de la Cuenca (fig. 18).

El nuevo ciclo sedimentario se inicia en condiciones de mayor aridez, quizá en un clima semiárido.

Durante el Mioceno Inferior alto y parte del Mioceno Medio se depositan

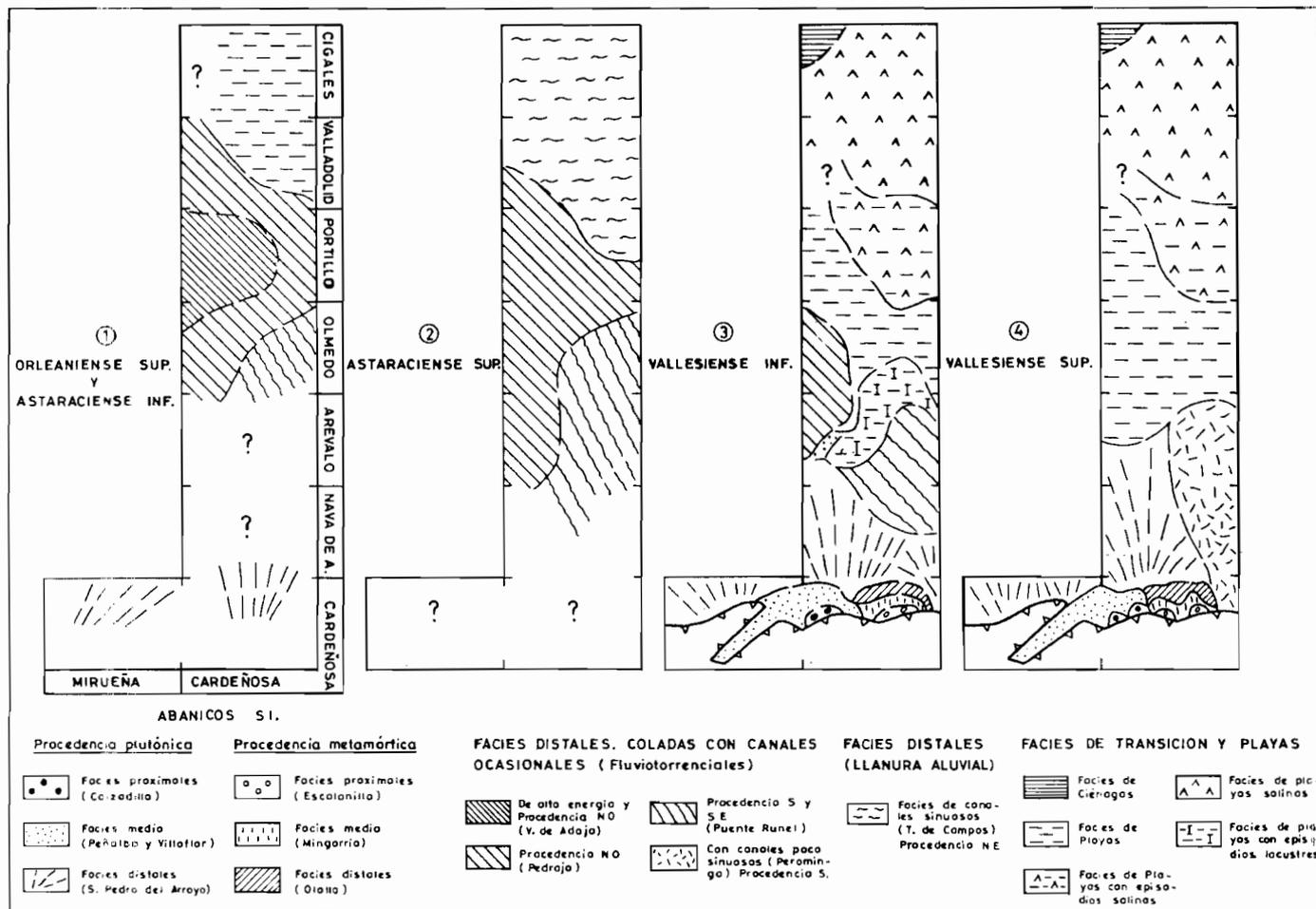


Figura 18.—Esquema paleogeográfico evolutivo.

en el borde sur (Mirueña y Cardeñosa) arcosas fangosas de escaso grado de organización, con cantos dispersos de granitos, cuarzo y cuarcita depositadas por avenidas de corrientes turbias, con alta relación sedimento/agua (unidades de Pozanco y Vallehernando). Corresponderían a zonas distales de «abanicos» *, con zonas proximales más al sur. Localmente, en la superficie de los mismos, se producen ligeros retoques fluviales con incisión de pequeños canales y sedimentación de arenas con escasa matriz susceptibles de ser cementadas posteriormente. Los aportes provienen del S y SO, con áreas madres algo diferentes, como lo prueba la presencia de fragmentos calizos en la Unidad de Pozanco (Desmantelamiento de Mesozoico residual?).

No se ha podido establecer una correlación precisa de las unidades antes citadas con las del centro de la Cuenca. Sin embargo, se puede indicar que en épocas no muy separadas en el tiempo, durante el Orleaniense Superior y Astaraciense Inferior, en la Hoja de Portillo (16-16) se depositan arenas arcóscas fangosas a veces con cantos de cuarcita y desarrollo de paleosuelos carbonatados (Facies Villalba de Adaja) en un ambiente fluvio-torrencial de alta energía, en el que las coladas de fango arenoso juegan un importante papel en la sedimentación sobre las que se instalan aportes torrenciales intermitentes asimilables a las actuales «ramblas». Las facies más distales se desarrollan en las Hojas de Cigales (16-14), Valladolid (16-15), zona este de la de Portillo y norte de Olmedo (16-17) (Unidad Pedraja de Portillo) con sedimentación de arcosas, fangos arcóscos y calizas palustres en coladas de fango con retoque fluvial intermitente. Los aportes en ambos casos provienen probablemente del oeste y noroeste. Hacia el norte y este en las Hojas de Cigales y Valladolid se pasa a ambientes de «playas» con sedimentación margosa predominantemente (Facies Dueñas). Esta unidad es sincrónica con sedimentos de llanura aluvial y canales sinuosos instalados en zonas distales de abanicos aluviales (Facies Tierra de Campos) situados al Norte (Hojas de Dueñas (16-13) y Palencia (16-12)).

En el borde norte y zona oriental de la Hoja de Olmedo (16-17) y al menos a partir del Astaraciense Inferior hay sedimentación de arenas arcóscas, frecuentemente cementadas por carbonatos, y fangos ocre y beige con calizas palustres depositados mediante corrientes de fango y esporádicamente corrientes fluviales en zonas distales de abanicos en paso a la llanura aluvial. Los aportes provienen probablemente del sur y sureste (Facies Puente Runel).

Durante el Astaraciense Inferior más alto y parte del Superior existen en las Hojas de Cigales, Valladolid y zona noreste de Portillo aportes de procedencia noreste, de facies arenosas (litarenitas) con gravillas de cortezas y fangos ocre de llanura de inundación que corresponden a depósitos de llanura aluvial, con canales sinuosos en zonas distales de abanicos aluviales.

* Se emplea aquí el término «abanico» en sentido generalizado, sin que se pueda especificar su encaje en ninguno de los modelos tradicionales.

Las facies canalizadas se concentran en las Hojas de Cigales y parte norte de Valladolid (Unidad Cabezón). Sin embargo, en el oeste de la Hoja de Portillo y Hojas de Olmedo, Arévalo (16-18) y Nava de Arévalo (16-19) continúan los aportes de procedencia Oeste (Unidad Pedraja) y Sur (Facies Puente Runel) que incluso llegan hasta los primeros tiempos del Vallesiense Inferior, siendo equivalentes de las playas salinas de la «Facies de las Cuestas».

Al comienzo del Astaraciense Superior debió producirse una importante interrupción en la sedimentación del Centro de la Cuenca, con zonas encharcadas extensas que dieron origen a la formación de suelos marmorizados.

En el Astaraciense Superior y sobre todo en el Vallesiense del borde sur de la Cuenca (Hoja de Mirueña, Cardeñosa y Nava de Arévalo) se depositan arcosas fangosas desorganizadas con cantos dispersos, cuya proporción aumenta hacia los marcos montuosos.

En estos materiales resulta difícil identificar la geometría de abanicos aluviales típicos. La geometría y características del depósito viene influida por la existencia de un escarpe activo de falla durante estos tiempos, lo que imprime un carácter gravitacional a los depósitos proximales.

Los materiales con área fuente metamórfica se depositan mediante coladas de fango con gran proporción de cantos en las zonas proximales (Unidades de Escalonilla y Mingorría, en la Hoja de Cardeñosa) y escasa en las distales (Unidad de Olalla). Los de procedencia plutónica se sedimentan por mecanismos torrenciales (coladas de granos) pasándose rápidamente de las zonas proximales y medias (Calzadilla, Peñalba) a las distales (San Pedro del Arroyo). Lateralmente, pueden instalarse esporádicos canales «fluviales» como consecuencia de desbordamientos laterales de las zonas de aporte principal, en épocas de grandes avenidas (Unidad de Villafior).

Hacia el interior de la Cuenca (Hoja de Nava de Arévalo) pueden aparecer intercalaciones carbonatadas en las zonas distales (Unidad de Hernansancho) que representan el paso a llanuras aluviales, equivalentes laterales de las facies de «playas» de las Cuestas.

En el borde oriental de la Hoja de Arévalo y durante los tiempos correspondientes al paso Astaraciense Superior-Vallesiense Inferior, hay depósito de coladas fangosas con abundantes cantos metamórficos, que representan zonas muy proximales de aportes del sureste provenientes del umbral de Santa María de Nieva.

En la zona oriental de las Hojas de Cardeñosa, Nava de Arévalo y Arévalo, y durante el Vallesiense Superior, hay sedimentación de arcosas fangosas entre las que se intercalan paleocanales de arenas, existiendo también niveles arcillosos. Predominan los depósitos de coladas instalándose ocasionalmente cursos fluviales poco sinuosos, provenientes del Sur (Unidad de Peromingo).

En el Astaraciense Superior y sobre todo durante el Vallesiense, en el centro de la Cuenca y zonas próximas (norte de la Hoja de Arévalo y Hojas

de Olmedo, Portillo, Valladolid y Cigales) se desarrollan de forma general los ambientes de playas, con carácter salino generalizado del río Duero hacia el Norte. Localmente (Hoja de Arévalo) se instalan facies lacustres y de playas en tránsito a lacustre, en zonas más marginales que deben corresponder a «interlóbulos» en zonas distales de abanicos.

En estas épocas el clima tiende a semiárido, con fuertes períodos de aridez (algo más benigno con precipitaciones ocasionales en los bordes).

Durante los últimos tiempos del Vallesiense, en las áreas antes mencionadas, se dan medios de transición de playas hacia medios lacustres más generalizados, haciéndose el clima más húmedo.

Las «Calizas con gasterópodos» de la superficie del Páramo, que representan el techo del Vallesiense y la base del Plioceno (Rusciniense) se depositan en ambientes lacustres más estables y generalizados.

La superficie de colmatación de este ciclo se ve rota y deformada por una fase tectónica generalizada (Fase Rodánica o Iberomanchega) (AGUIRRE *et al.*, 1976). Da origen a amplios pliegues que en ocasiones se acompañan de estructuras menores.

En el interior de la Cuenca y en relación con todos estos fenómenos, aparecen como consecuencia de procesos erosivos «costras clásticas rojas» (PEREZ GONZALEZ, A., 1979) fosilizando las depresiones sinclinales de las calizas con gasterópodos. A continuación sobreviene un importante proceso kárstico, que perfora costra y caliza con formación de «Terra Rossa».

Se inicia un nuevo ciclo sedimentario de edad Rusciniense Superior a Villanyense Inferior a base de depósitos fluviales de arenas y subfacies de llanura de inundación con suelos calcimorfos, que incorporan potentes depósitos de «terra rossa» transportada. A continuación se instalan facies margosas de playas, seguidas de una nueva expansión de los ambientes lacustres generalizados (Calizas del segundo Páramo).

Una nueva fase tectónica (Iberomanchega 2), más suave que la anterior, da origen a una nueva superficie de erosión acumulación, que bisela a la anterior, llegando a situarse incluso sobre las «Calizas de gasterópodos» del Vallesiense-Rusciniense. Esta superficie está fosilizada por depósitos de «costras laminares bandeadas y multiacintadas con arenas limosas rojizas» (PEREZ GONZALEZ, A., 1979), que están presentes en las Hojas de Cigales y Valladolid.

Depósitos pliocenos correlativos a este ciclo se sitúan en las Hojas de Cardeñosa y Nava de Arévalo, en relación con la superficie prerraña, correspondiendo a facies medias de abanicos en las que se instalan localmente canales conglomeráticos.

Nuevas elevaciones de los marcos montuosos de los bordes preceden a la instalación de las «Rañas», muy extendidas en el norte de la Cuenca del

Duero. Estos materiales corresponden al Plioceno más Superior y probablemente a los niveles inferiores del Pleistoceno.

Posteriormente se instala la red fluvial cuaternaria. De modo generalizado para toda la cuenca podemos indicar que las llanuras de inundación han ido disminuyendo de extensión desde el Pleistoceno Inferior a la actualidad, lo que unido a los rasgos de hidromorfismo tanto más intensos cuanto más antiguas son las terrazas, nos habla de una progresiva jerarquización de la red.

La asimetría de los valles, con depósito de terrazas en las márgenes izquierdas de los ríos al sur del Duero y en las márgenes derechas al norte del mismo, nos indica un proceso de basculamiento generalizado hacia el noreste continuo durante gran parte del Pleistoceno, pero de pequeña intensidad e incapaz de contrarrestar las variaciones de nivel de base.

Las fases de incisión de la red están separadas en el borde sur por fases de planación del relieve, que dan lugar a extensas superficies (Carpio, Alaejos, Medina, Coca-Arévalo, PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Durante el Pleistoceno se detectan en la Cuenca dos procesos de reglaje de vertientes en condiciones posiblemente periglaciares. Los procesos de regularización más recientes (Holoceno), son asimilables a fases húmedas.

El desarrollo de suelos rojos fersialíticos en las terrazas (y suelos pardos mediterráneos con tendencia a suelos rojos) indica un clima mediterráneo, más frío y húmedo en los bordes de la Cuenca (suelos pardos lexiviados y tierras pardas meridionales en paso a húmedas).

La actividad eólica ha sido muy intensa, al menos desde el Pleistoceno Superior, sin que para justificarla se precisen condiciones áridas, pudiendo darse un clima semejante al actual. Los vientos predominantes son los del cuadrante suroccidental.

Movimientos tectónicos de grandes bloques de la Cuenca durante el Pleistoceno, incluso Superior, pueden deducirse del elevado número de terrazas existentes y del profundo encajamiento de los ríos Eresma, Adaja, Cega y Voltoya, en la mitad sur de la Cuenca.

7 GEOLOGIA ECONOMICA

7.1 MINERIA Y CANTERAS

La minería está ausente de la zona ocupada por la Hoja.

Tan sólo se canteran algunos materiales con cierta intensidad. Se utilizan de forma local e intermitente las arenas y gravas de terrazas, superficies y manto eólico para la construcción. La potencialidad de la zona en este tipo de materiales es muy importante.

En la localidad de Olmedo se extrajeron fangos de la «Unidad Pedraja» para la fabricación de ladrillos.

7.2 HIDROGEOLOGIA

Acuíferos de pequeño interés están localizados en las terrazas del sistema Eresma-Adaja, pero suministrarían caudales bajos debido a su pequeño espesor, desconexión y poca superficie de recarga.

Cierto interés presenta el acuífero de los depósitos de la unidad de Arévalo, sobre la superficie de Coca-Arévalo. Aunque el espesor no es muy importante (poco más de 5 metros), su elevada permeabilidad, gran extensión de área de recarga e impermeabilidad del sustrato dan origen a un extenso acuífero, que, con caudales bajos, es explotado sobre todo al oeste de Coca.

Gran importancia como acuíferos tienen las facies detríticas gruesas de Villalba de Adaja (Hoja 16-16, Portillo), que se sitúan bajo sedimentos más impermeables de la «Unidad Pedraja», por cambio lateral. Hacia el Oeste (Medina del Campo, Nava del Rey, etc.) existen amplias áreas de recarga en estas facies gruesas, lo que, unido a una débil pendiente hacia el Este y al cambio lateral a facies finas impermeables, delimitaría la existencia de posibles buenos acuíferos, en la mitad norte de la Hoja. Hay que señalar que, de acuerdo con los datos obtenidos por los sondeos, las aguas obtenidas son bastante salobres. Existe un importante acuífero de esta naturaleza en la zona de Olmedo, pero su sobreexplotación está aumentando la salinidad de las aguas.

8 PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO

No existe en la Hoja ningún punto que merezca la pena ser inventariado de cara a su preservación.

Tan sólo merece la pena destacar la abundancia de restos de grandes Quelonios fósiles (*Testudo bolivari* H. PACH) en el valle del Eresma, en los alrededores de Coca. El interés de estos yacimientos podría residir en el abundante material que pueden proporcionar para el estudio de dichas formas, que sin duda abarcan numerosas especies e incluso géneros distintos.

9 BIBLIOGRAFIA

AERO SERVICE LTD. (1967).—«Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000». *Inst. Nacional de Colonización e Inst. Geológico y Minero de España*, Madrid.

- AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, E., y PEREZ GONZALEZ, A. (1976).—«Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española». *Trab. Neógeno-Cuaternario*, 5, pp. 7-29.
- ALBERDI, M. T. (1972).—«El género Hipparion en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía. Revisión e Historia evolutiva». *Tesis doctoral*. Universidad Complutense de Madrid.
- (1974).—«Las "faunas de Hipparion" de los yacimientos españoles». *Estudios Geológicos*, vol. 30 (2-3), pp. 189-212.
- ALCALA DEL OLMO, L. (1972).—«Estudio sedimentológico de los arenales de Cuéllar (Segovia)». *Estudios Geológicos*, vol. 28 (4-5), pp. 345-359.
- (1975).—«Estudio edáfico-sedimentológico de los arenales de la Cuenca del Duero». *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense. Madrid.
- ARAGONES, E. (1979).—«Sedimentos fluviales de la facies "tierra de Campos" (Cuenca del Duero, Palencia)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ARAGONES, E.; CARRERAS, F.; OLIVE, A.; DEL OLMO, P.; PORTERO, J. M., y VARGAS, I. (1979).—«Estratigrafía y sedimentología del Mioceno entre Guardo y Dueñas (Cuenca del Duero, Palencia)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ARRIBAS, A., y JIMENEZ, E. (1970).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja 29, Valladolid». *Inst. Geol. Min. Esp.*
- (1972).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja núm. 37, Salamanca». *Inst. Geol. Min. Esp.*
- BADIOZAMANI, K.; MACKENZIE, F. T., y THOORSTENSON, D. C. (1977).—«Experimental carbonate cementation. Temperature and vadose phreatic effects». *Journal of Sedimentology, Petrology*, 47, 2, pp. 259-542.
- BERGOUNIOUX, F., y CROUZEL, F. (1958).—«Les Mastodontes de l'Espagne». *Estudios Geológicos*, vol. 14, pp. 223-365.
- CASAS, J.; LEGUEY, S., y RODRIGUEZ, J. (1972).—«Mineralogía y sedimentología de los arenales que recubren el Terciario entre los ríos Pirón y Voltoya (Segovia)». *Estudios Geológicos*, vol. 28 (4-5), pp. 287-297.
- CASIANO DE PRADO, M. (1854).—«Note sur la constitution géologique de la province de Ségovie». *Bull. Soc. Géol. Franc.*, t. 11, pp. 330-378.
- C. G. S. - ADARO (1978).—«*Síntesis geológica previa para la prospección de Uranio en la Cuenca del Duero*. J. E. N. (inédito).
- C. G. S. - IMINSA (1978).—«*Síntesis geológica previa de la Cuenca del Duero*. (Proyecto Magna). (Inédito.) IGME.
- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; POL, C., y ARMENTEROS, I. (1978).—«Las facies Miocenas del Sector Sur de la Cuenca del Duero». *Publ. Dep. Estr. Univ. Salamanca*, núm. 9.
- CORRALES, I. (1979).—«El Mioceno al sur del Río Duero (Sector Occidental)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro Guía de excursiones.
- CORROCHANO, A. (1977).—«Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de

- la provincia de Zamora». *Tesis Doctoral*. Departamento Estratigrafía de Salamanca.
- (1979).—«El Paleógeno del borde Occidental de la Cuenca del Duero (Zamora)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro Guía de excursiones.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E., y GARCIA, J. (1968).—«Un nuevo yacimiento del Mioceno superior de la Cuenca del Duero». *Acta Geol. Hisp.*, 3, pp. 22-24.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCIA, J., y TRUYOLS SANTONJA, J. (1960). «El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica». *Notas y Comun. IGME*, núm. 60, pp. 127-140.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCIA, J., y VILLALTA, J. C. (1954).—«Ensayo de Síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana». *Tomo extr. de la Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 215-227 (tomado de BERGOUNIOUX y CROUZEL, 1958).
- DURAND, J. H. (1963).—«Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie: formation et âge». *Bull. Soc. Géol. Franc.*, 7ème. Sér. 5, pp. 959-968.
- DUCHAUFOUR, P. (1977).—«Précis de Pédologie». III Ed. Masson et Cie., París.
- FREYET, P. (1973).—«Petrography and paleoenvironment of continental carbonates with particular reference to the Upper Cretaceous and Lower Eocene of Languedoc». *Sedimentary Geology*, 10, pp. 25-60.
- GARCIA, J., y ALBERDI, M. T. (1968).—«Nueva tortuga fósil en el Mioceno de Arévalo». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* (B), t. 66, pp. 141-149
- GARCIA ABBAD, F. J., y REY SALGADO, J. (1973).—«Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid». *Boletín Geológico y Minero*, t. 84, fasc. IV, pp. 213-227.
- GARCIA DEL CURA, M. A. (1974).—«Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero (Aranda de Duero)». *Estudios Geológicos*, vol. 30 (4-5 y 6), pp. 579-597.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cientif. Comunicación*.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1923).—«Las arenas voladoras de la provincia de Segovia». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 23, pp. 211-216.
- (1930).—«Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid». *Mem. Com. de Invest. Paleont. y Prehist.*, núm. 37, pp. 38-95.
- JIMENEZ FUENTES, E. (1971).—«Nuevos yacimientos de quelonios fósiles en Coca (Segovia) y su significado estratigráfico». *Studia Geologica*, vol. VII, pp. 57-82.
- (1972).—«El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero: I. Los escarpes del Tormes». *Studia Geologica*, vol. III, pp. 67-110.
- (1973).—«El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. II: La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas». *Studia Geologica* (Salamanca), vol. V, pp. 107-136.

- (1974).—«Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica». *Boletín Geol. y Minero (IGME)*, t. 85, fasc. 5, pp. 6-12.
- LOPEZ, N. (1977).—«Revisión Sistemática y Bioestratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario Inferior de España». *Tesis Doctoral*. Fac. Geol. Univ. Madrid, 470 p.
- (1978).—«Nuevos Lagomorfos (Mammalia) del Neógeno y Cuaternario Español». *Trab. Neóg. Cuat. ILM*, 8, pp. 7-46.
- LOPEZ, N., y SANCHEZ, B. (1979).—«Los microvertebrados de la Cuenca del Duero. Primeras listas faúnicas e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- OLIVE, A.; PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; ARAGONES, E.; CARRERAS, F.; MOLINA, E., y G. ELORZA, M. (1979).—«El sistema de terrazas del río Carrión». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ORDOÑEZ, S.; LOPEZ AGUAYO, F., y GARCIA DEL CURA, A. (1976).—«Estudio Geológico de las "facies rojas" plio-cuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (provincia de Segovia)». *Estudios Geológicos*, vol. 32 (2), páginas 215-220.
- MAZO, A. (1977).—«Revisión de los Mastodontes de España». *Tesis Doctoral*. Univ. Complutense de Madrid, 420 págs.
- MIQUEL, M. (1902).—«Noticias sobre varios restos de Mamíferos fósiles procedentes de Fuensaldaña y la Cistérniga». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 2, pp. 94-95.
- MELTON, M. A. (1965).—«The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in Southern Arizona». *Jour. Geol.*, vol. 73, pp. 1-73.
- PEREZ GONZALEZ, A. (1979).—«El límite Plioceno-Pleistoceno en la Submeseta meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos». Reunión del grupo español del límite Neógeno-Cuaternario. *Trab. Neóg. Cuat.*, núm. 9.
- (1979).—«El Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero y sus principales rasgos geomorfológicos». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro guía de excursiones.
- PEREZ GONZALEZ, A.; VILAS, L.; BRELL, J. M., y BERTOLIN, M. (1971).—«Las series continentales al Este de la Sierra de Altomira». *Congr. Hisp. Lus. Am. Geol. Econ.*, t. 1, Secc. 1, pp. 357-376.
- PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; R. DEL POZO, J., y VARGAS, I. (1979).—«Síntesis del Terciario Continental de la Cuenca del Duero. *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ROYO Y GOMEZ, J. (1929).—«Moluscos del Terciario continental de la provincia de Burgos». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 29, pp. 239-244.
- (1929).—«Nuevos yacimientos de Mamíferos miocenos en la provincia de Valladolid». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 29, pp. 105-112.

- (1933).—«Sobre el mal llamado diluvial de la Cuenca del Duero». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 33, pp. 271-272.
- (1934).—«Algunos vertebrados fósiles de la Cuenca del Duero». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 34, pp. 505-511.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978).—«*Planteamiento provisional de distribución de facies de la Cuenca del Duero (Inédito)*. (Proyecto MAGNA.) IGME.
- (1979).—«Características de la sedimentación miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero. *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro guía de excursiones.
- TAYLOR, G., y WOODYER, K. O. (1978).—«Bank deposition in suspended-streams». *Fluvial Sedimentology*. *Canadian Soc. of Petroleum Geol. Mem.* 5, pp. 257-275.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle, con estudios sedimentológicos
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varía.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3

