



IGME

455

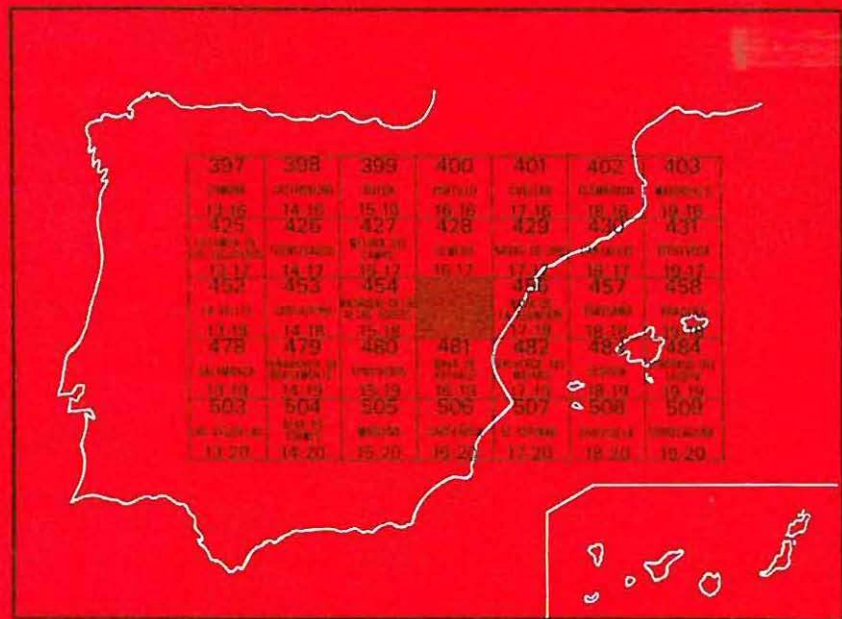
16-18

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

AREVALO

Segunda serie - Primera edición



La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Agrupación Temporal de Empresas «COMPANIA 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*: F. Carreras (CGS) y A. Olivé (CGS).

En *Geomorfología*: A. Olivé y M. Gutiérrez Elorza (UNIV. ZARAGOZA).

En *Cuaternario y Formaciones superficiales*: A. Olivé y E. Molina (UNIVERSIDAD SALAMANCA).

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

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

En *Vertebrados*: M. Alberdi (C. S. I. C.).

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

En *Micromorfología de suelos*: E. Molina (UNIV. SALAMANCA).

En *Petrografía*: M. J. Aguilar (CGS) y M. C. Leal (CGS).

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

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

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

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

Coordinación y dirección: J. M. Portero.

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

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

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 - 20.158 - 1982

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Arévalo se encuentra situada aproximadamente en la zona centro-meridional de la Cuenca del Duero. Su mitad oriental pertenece a la provincia de Segovia y la occidental a la de Avila, excepto la parte norte de la misma, que corresponde a la de Valladolid.

Geográfica y geológicamente la característica más notable es la existencia de dos alineaciones de dirección sensiblemente N-S, que atraviesan totalmente la Hoja dando las cotas más elevadas (del orden de los 890 m. en la más occidental y de hasta 940 m. en la oriental); constituyen la divisoria de aguas entre el amplio valle del Adaja, que ocupa toda la zona central de la Hoja, con el Zapardiel al O y el Voltoya al E, cuyo cauce transcurre, en parte, en el ámbito de la zona estudiada, y que llevan direcciones sensiblemente paralelas a las de estas alineaciones.

Topográficamente se caracteriza por la existencia de una serie de relieves aplanados, dispuestos en graderío, más o menos desarrollados, que partiendo de estas zonas elevadas antes descritas descienden hacia los valles y que corresponden a depósitos de terrazas. El resto de la Hoja posee un relieve suavemente alomado sin grandes contrastes topográficos.

La red hidrográfica se encuentra claramente jerarquizada y está constituida por dos arterias principales: el Adaja, con su afluente el Arevalillo, que discurre por la zona central de la Hoja con un trazado muy rectilíneo en dirección S-N, y el Voltoya, en el borde oriental que, tras penetrar en la zona por su borde sur, la abandona entrando en la Hoja vecina, al Este, para volver a discurrir en el ámbito de la de Arévalo por su borde nororiental.

La característica principal de estos ríos es su fuerte encajamiento, que en ocasiones rebasa los 20 m., con taludes muy verticalizados. Este encajamiento se realiza sobre otro rasgo morfológico destacable en la Hoja, constituido por la amplia llanura de la superficie de Coca-Arévalo que se extiende a ambos lados del cauce y que, en parte, se encuentra recubierta por importantes depósitos de arenas eólicas.

Los cultivos más extendidos corresponden a los cereales, existiendo también amplias zonas en las que, aprovechando aguas subterráneas generalmente, se han implantado explotaciones de regadío, fundamentalmente remolacha. También es destacable la riqueza forestal constituida por bosques de pinos que se localizan sobre los extensos depósitos de arenas eólicas antes citadas.

El núcleo de población más importante es Arévalo, situado aproximadamente en el centro de la Hoja, y ya de menor importancia, Santiuste, Palacios de Goda y Codorniz.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Arévalo está situada en la gran cuenca intramontana correspondiente a la Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero. La Cuenca del Duero está rellenada por materiales terciarios 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 clénagas (en el sentido de MELTON, 1965), lagunas y playas («Facies Dueñas», C. G. S., S. A., IMINSA, 1978)».

Aunque cada uno de estos ambientes sedimentarios funciona independientemente, existe un flujo de masa desde el borde externo hacia el interior, atravesando todo el conjunto, por lo que constituye un solo sistema deposicional dominando la presencia de abanicos aluviales externos y el carácter predominantemente efímero de los canales fluviales que se asocian a lagunas y playas frecuentemente salinas, por lo que se propone la denominación de Abanico Aluvial para todo el sistema deposicional.

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 (Hojas 343, Cigales, y 372, Valladolid) y en el borde este, región de Aranda de Duero (GARCIA DEL CURA, M. A., 1974, y ORDÓÑEZ *et al.*, 1976) existen sedimentos más modernos por encima de las «Calizas con gasterópodos» antes citadas. En el área de Cigales-Valladolid se ha detectado la existencia de fases tectónicas, procesos kársticos y unidades litoestratigráficas, perfectamente correlacionables con procesos semejantes ocurridos durante el Plioceno en la Submeseta Meridional (PEREZ GONZALEZ, A., 1979). En el centro de la Cuenca del Duero hay sedimentación de margas arenosas y calizas a techo (Páramo superior), en ambientes de playas salinas en tránsito a lacustre más o menos generalizado.

En equivalencia lateral a estos depósitos se sitúan en el borde sur de la Cuenca los depósitos conglomeráticos del abanico instalado en la 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, endorreicos y semiendorreicos, de vertientes y paleovertientes, de superficies, eólicos y residuos de alteración kárstica.

En la Hoja de Arévalo están representados los siguientes tramos del Terciario:

- Arcosas fangosas ocreas y arcosas blanquecinas, ocasionalmente cementadas por carbonatos. «Facies Puente Runel». Astaraciense a Vallesiense Inferior.
- Fangos arcóscicos con canales arenosos y cantos. «Unidad Juarros», Astaraciense Superior-Vallesiense Inferior.
- Arcosas fangosas rojizas y gris-verdosas y arcosas blanquecinas, ocasionalmente cementadas por carbonatos. «Facies Pedraja de Portillo», Astaraciense a Vallesiense Inferior.
- Fangos limo-arenosos con niveles de margas y calizas intercaladas que pueden hacerse dominantes. «Unidad Calizas de Arévalo» y facies marginales, Astaraciense Superior-Vallesiense.
- Fangos arcóscicos rojizos con arenas intercaladas. «Unidad Peromingo», Vallesiense Superior.

En cuanto al Cuaternario, los principales depósitos existentes en esta Hoja corresponden a terrazas fluviales y a la superficie de Coca-Arévalo, así

como al extenso manto de arenas eólicas que normalmente lleva asociado.

El área ocupada por la Hoja ha sido estudiada por diferentes autores, entre los que destacan: CORRALES, I. (1979), y CORRALES, I., *et al.* (1978), quienes estudian la distribución y características de las facies miocenas del sector sur de la Cuenca del Duero.

De forma más general, los trabajos más importantes son los de AERO-SERVICE Ltd. (1967), a escala 1:250.000, CGS, SA; ADARO (1978), a escala 1:200.000, y ARRIBAS, A.; FUSTER, J. M., e IGME (1970), Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000, Síntesis de la cartografía existente. Hoja 37 (Salamanca).

En zonas próximas son de interés las Hojas MAGNA de Portillo (400), Olmedo (428), Mirueña (505), Nava de Arévalo (481), Cardeñosa (506) y Alba de Tormes (504), realizadas por CGS. SA-IMINSA en 1979; PEREZ GONZALEZ, A. (1979), que estudia el Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero realizando mapas geomorfológicos de características generales a escala 1:50.000; ALCALA DEL OLMO, L. (1972, 1975), y CASAS, J., *et al.* (1972) sobre la sedimentología de los arenales de la Cuenca del Duero. También, y por su valor comparativo con las facies del borde sur, destaca el trabajo de SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1979), en el que se definen las características de la sedimentación miocena en la zona norte de la Cuenca del Duero.

Seguindo 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 y petrografía microscópica.

— 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: Polen, Characeas.

2 ESTRATIGRAFIA

Afloran en la Hoja de Arévalo materiales pertenecientes al Neógeno y Cuaternario depositados exclusivamente en régimen continental.

Se han reconocido sedimentos del Mioceno Medio y Superior (Astaraciense y Vallesense), recubiertos por extensas manchas de Cuaternario de distinta naturaleza.

2.1 MIOCENO

Corresponden a esta edad la totalidad de sedimentos terciarios aflorantes en el ámbito de la Hoja, pudiéndose reconocer términos equivalentes de dos de los tres tramos clásicos diferenciados en el Mioceno Castellano (H. PACHECO, E., 1915).

La parte más inferior de la serie existente corresponde a la «Facies Pedraja de Portillo», que ha sido caracterizada en las Hojas de Portillo (400) y Olmedo (428), situadas más al norte, y que pasa lateralmente a la «Facies Puente Runel» definida por CORRALES, I. *et al.* (1978). Ambas corresponderían a la «Unidad Inferior detrítica» de H. PACHECO, E. (1915). Están constituidas por fangos arcósicos y arenas con niveles carbonatados de tonos rojos y gris verdosos en el caso de la «Facies Pedraja de Portillo» y beige en la «Facies Puente Runel».

Sobre estas facies aparecen en el ámbito de la Hoja unos depósitos, que serían equivalentes laterales de los tramos medios y altos de la «Facies de las Cuestas» (H. PACHECO, E., 1915), aunque en facies marginales, caracterizadas por la presencia de niveles de margas con intercalaciones de calizas, que pueden hacerse dominantes, caso de la «Unidad Calizas de Arévalo», pero que, normalmente, en esta zona constituyen episodios intercalados dentro de una serie fundamentalmente de fangos arcósicos, en la que los tramos carbonatados van haciéndose menos importantes hacia el Sur.

Por encima de estos materiales y, exclusivamente, en la mitad oriental

de la Hoja, reposan en aparente disconformidad unos sedimentos constituidos por fangos arcóscicos, que localmente presentan zonas arenosas, de tonos rojizos («Unidad Peromingo») y que alcanza mayor desarrollo en las Hojas situadas más al Sur. Nava de Arévalo (481) y Cardeñosa (506) (figura 1).

Las únicas dataciones paleontológicas precisas de que disponemos en el ámbito de la Hoja corresponden a las de macro y microfauna del yacimiento del Lugarejo, en las proximidades de Arévalo, que señalan, para el techo del tramo inferior detrítico, una edad Vallesiense Inferior. Por extrapolación de los datos obtenidos en las Hojas situadas más al Norte podemos suponer una edad Astaraciense Inferior para la base de este tramo.

Para la serie inmediatamente superior asignamos una edad Vallesiense con posibilidad de que en algún punto, y dados los pasos laterales observados en la base de este tramo con el inmediato inferior, pueda llegar a ser Astaraciense Superior.

La «Unidad de Peromingo», que como hemos indicado se encuentra sobre la anterior, debería tener una edad posiblemente Vallesiense Superior, si bien no existe ningún criterio paleontológico que lo confirme.

2.1.1 Arcosas fangosas ocreas y arcosas blanquecinas ocasionalmente cementadas por carbonatos. Suelos calcimorfos y calizas palustres «Facies Puente Runel». Astaraciense a Vallesiense Inferior (T_{c11-11}^{ab-Bc1})

Estratigráficamente constituye la unidad más baja dentro del ámbito de la Hoja, junto con la «Facies Pedraja de Portillo», de la que es equivalente lateral.

Aflora fundamentalmente en los angostos valles del Adaja y Voltoya, y ha sido definida y caracterizada por CORRALES, I. *et al.* (1978) en el paraje que le da nombre en la vecina Hoja de Olmedo (428), situada al Norte.

El estudio en esta zona se ha realizado a partir de las secciones de Arévalo sur (X=514.700; Y=715.400) y Arévalo norte (X=513.600; Y=719.300).

Está constituida principalmente por arcosas y arenas fangosas, que suelen disponerse en ritmos granodecrecientes y que a techo presentan normalmente concentraciones de carbonatos correspondientes a suelos calcimorfos, sobre las que viene a depositarse una nueva secuencia que, en ocasiones, puede erosionar total o parcialmente términos de la anterior. Los colores dominantes del conjunto son pardos y beige, más blanquecinos en las zonas carbonatadas. La potencia medida de esta unidad en el ámbito de la Hoja, donde no observamos el muro de la misma, es del orden de 25-30 m.

En la Hoja se trata fundamentalmente de arcosas, en ocasiones litarcosas con un 30-65 por 100 de cuarzo, 20-65 por 100 de feldespatos y fragmentos

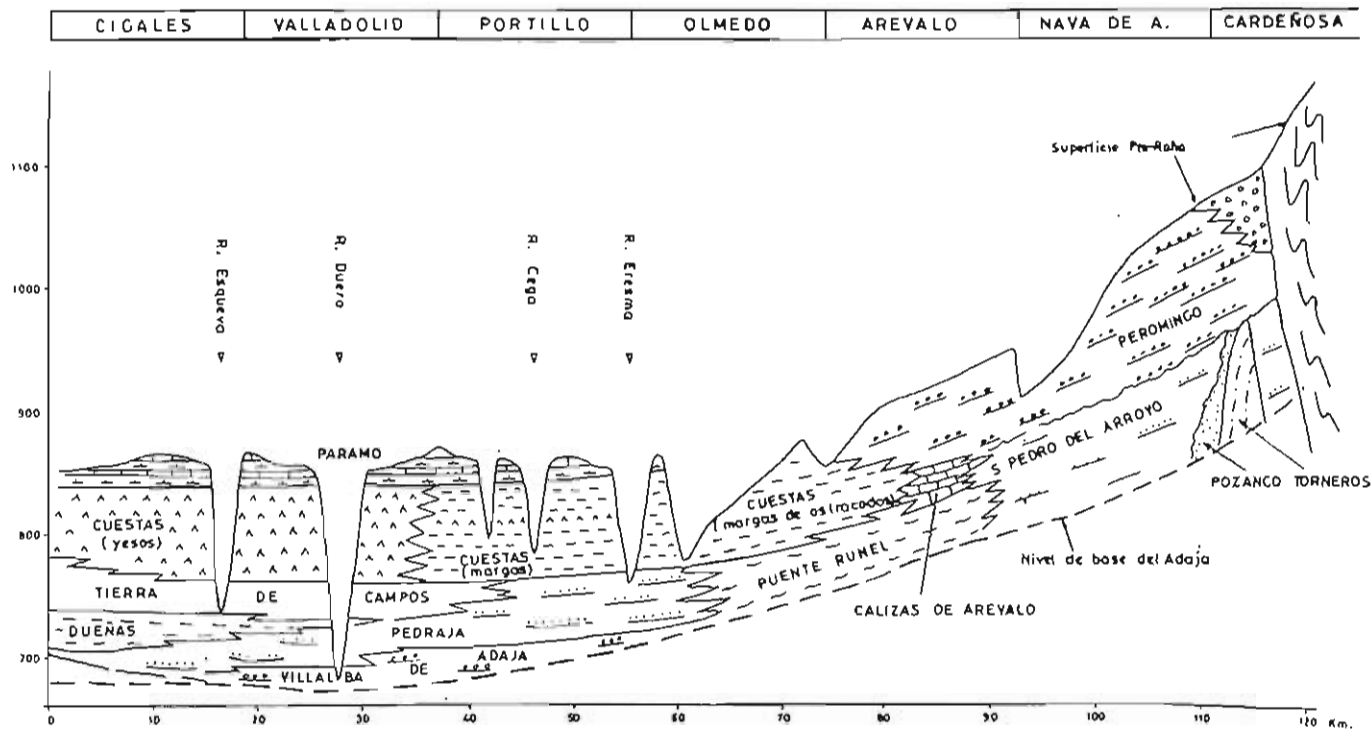


Figura 1.—Esquema estratigráfico N-S.

de rocas en proporción normalmente inferior al 15 por 100, siendo ligeramente superior la proporción de feldespatos potásicos sobre los calcosódicos (fig. 2).

El contenido en gravas (mayores de 2 mm.) no rebasa el 10 por 100, la proporción de arenas varía entre el 30 y el 75 por 100, con tamaños medios entre 1 y 0,125 mm. y grano subanguloso, y los finos pueden alcanzar valores de hasta el 90 por 100 en los términos superiores de las secuencias (figuras 3 y 4).

Los minerales pesados más abundantes son los granates (14-44 por 100), turmalina (13-28 por 100) y circón (3-20 por 100) entre los de procedencia plutónica, además de anfíboles (3-12 por 100), andalucita (3-7 por 100), distena (0-5 por 100) y epidota (3-4 por 100). Son también notables entre los minoritarios las proporciones de rutilo, broquita, zoisita y apatito, siendo característica de esta unidad la gran variedad de minerales pesados presentes, así como la notable presencia de anfíboles.

Los niveles carbonatados son generalmente calizas arenosas o areniscas calcáreas. En el primer caso la proporción de cuarzo puede alcanzar el 20 por 100 y los feldespatos el 10 por 100; el resto es micrita con proporciones de esparita del 10-15 por 100 de posible origen algáceo (fig. 5). Se trata de calizas con facies intermedias de paso lacustre-palustre (FREYDET, 1973).

Como ya hemos indicado, dentro de este conjunto de arenas y fangos arcósicos se observan secuencias granodecrecientes, así como intercalaciones arenosas en paleocanales con base erosiva en las que se observa laminación cruzada en surco. La potencia de estos paleocanales puede llegar a los 3-4 m. y su extensión lateral puede superar los 10 m. La dirección de aporte medida en ellos indica un sentido general hacia el N-NO.

El medio de transporte más generalizado para esta unidad, CORRALES, I. *et al.* (1978), serían las coladas fangosas, más o menos canalizadas, desarrollándose esporádicamente pequeños cursos fluviales.

Es probable que el nivel freático permaneciera alto, incluso con encharcamiento estacional, que permitiría la deposición de los niveles carbonatados, mientras que en época de estiaje descendería, dejando al descubierto los suelos donde, en los tramos más arcillosos, podrían producirse grietas de desecación que, como hemos observado en algunos casos, pueden rellenarse de material arenoso correspondiente al siguiente ciclo.

La datación de esta unidad se ha efectuado en base a los datos macro y micropaleontológicos obtenidos en el yacimiento del Lugarejo, al sur de Arévalo, que corresponde al techo de esta facies, y que ha dado una edad Vallesiense Inferior. CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E., y GARCIA, J. (1968); GARCIA, J., y ALBERDI, M. T. (1968); ALBERDI, M. T. (1974); ROYO Y GOMEZ, J. (1933), y LOPE, N. (1977). Por otra parte, y por correlación con Hojas

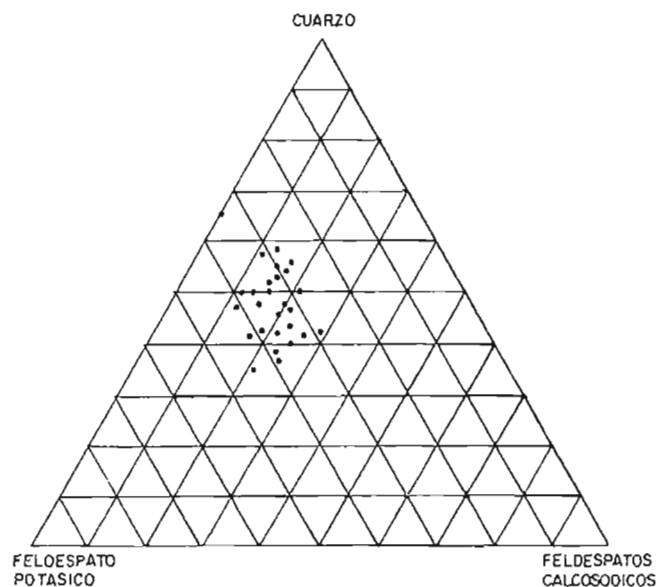
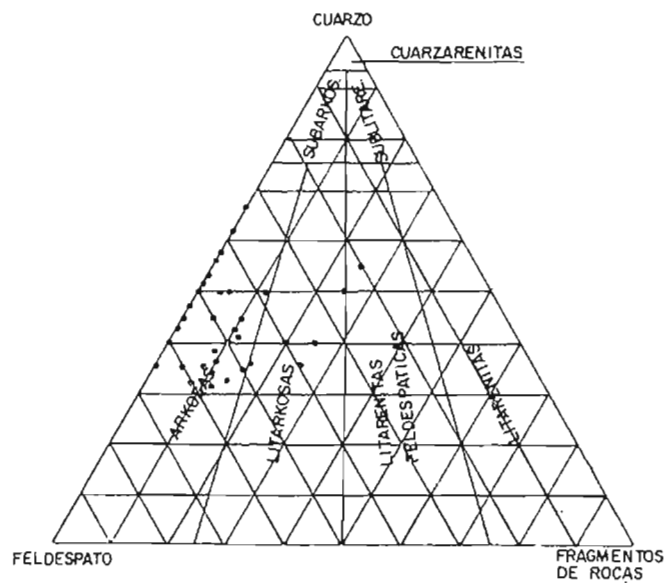


Figura 2.—Composición mineralógica de las arenas de la facies de Puente Runel.

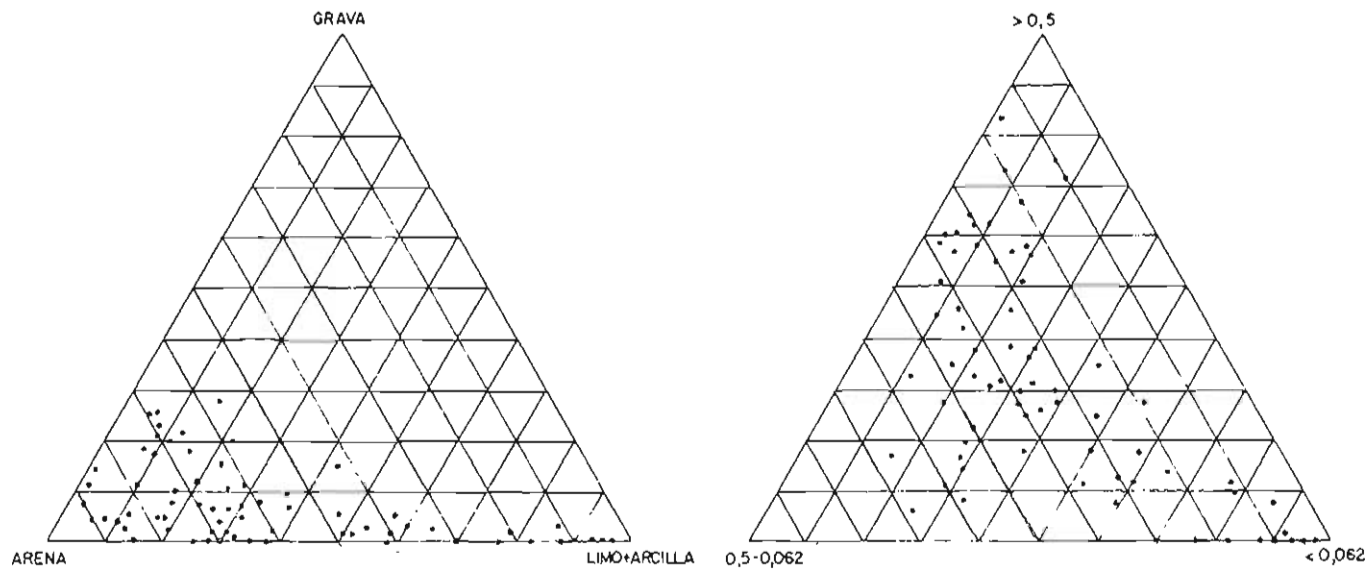


Figura 3.—Composición granulométrica de las arenas y fangos de la facies de Puente Runel.

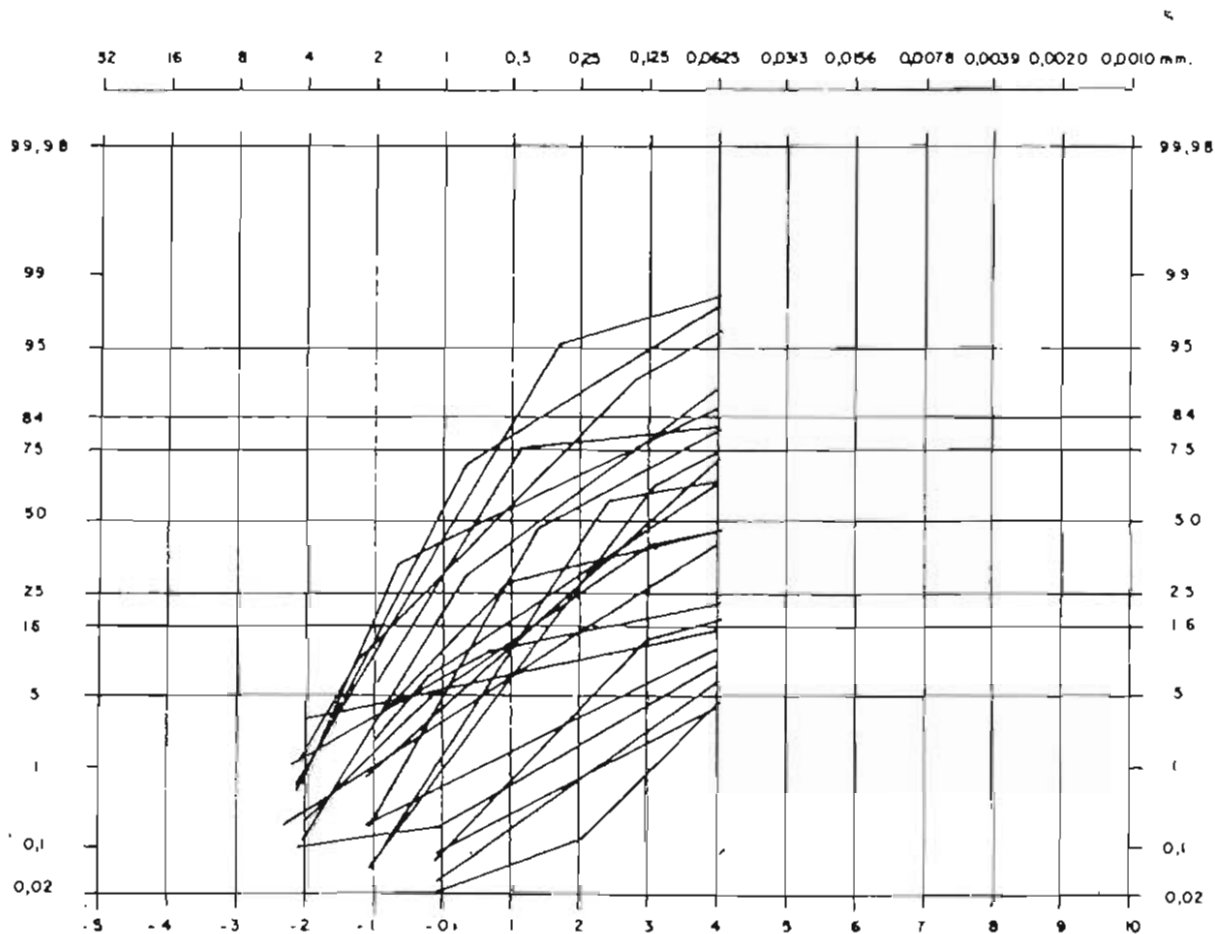


Figura 4.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la facies de Puente Runel.

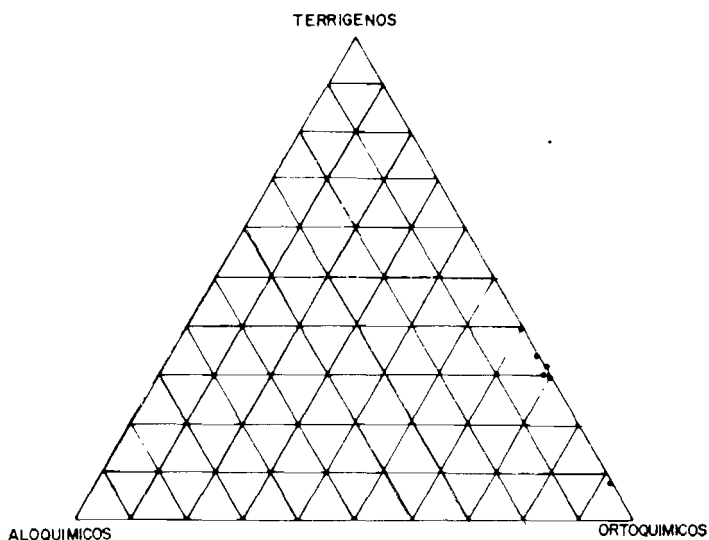


Figura 5.—Composición mineralógica de los suelos calcimorfos de la Facies de Puente Runel.

situadas más al Norte, podemos asignar al muro de la facies una edad como mínimo Astaraciense Inferior en el ámbito de esta Hoja.

2.1.2 Fangos arcósicos con canales arenosos y cantos de cuarcita y cuarzo.

«Unidad Juarros». Astaraciense Superior-Vallesiense Inferior ($TS_{c11-11}^{Bb2-Bc1}$)

Aflora exclusivamente esta unidad en el borde oriental de la Hoja, junto a la localidad de Juarros del Voltoya y en el escarpe del río del mismo nombre. Se trata de un pequeño afloramiento, del orden de la decena de metros, constituido por arcosas y arenas fangosas de tonos pardos y rojizos, en las que se intercalan tramos aparentemente canalizados que contienen cantos de cuarzo y cuarcita bastante redondeados.

Se intercalan estos depósitos hacia la parte alta de la «Facies P. Runel», sin que haya sido posible observar una relación clara dada la escasez de afloramiento. Lo interpretamos como una facies particular, posiblemente relacionada con el Macizo de Santa María la Real de Nieva, situado inmediatamente al Este y que podría ser el área fuente de estos aportes.

2.1.3 Arcosas fangosas rojizas y gris verdosas. Intercalaciones de arcosas blanquecinas cementadas por carbonatos. «Facies Pedraja de Portillo».

Astaraciense a Vallesiense Inferior (TSC^{Bb-Bc1}_{c11-11})

Es observable en los escarpes del Adaja situados en la mitad norte de la Hoja donde ha sido estudiada a partir de las secciones de Donhierro norte (X=514.200; Y=723.000) y Donhierro sur (X=513.900; Y=722.800).

La potencia visible de esta facies, que está incompleta, es del orden de 20-25 m., y está constituida por fangos arcóscicos rojizos y gris verdosos con intercalaciones esporádicas de arenas finas a gruesas.

El conjunto se dispone en secuencias granodecrecientes, que frecuentemente están coronadas por episodios carbonatados. La base de cada ritmo es erosiva, pudiendo llegar a truncar parte del ciclo anterior. Se observa, en general, una tendencia a la disminución de tamaño de sus componentes hacia la parte alta de la serie donde se situaría el paso a la «Facies de las Cuestas» o equivalentes.

Esta serie corresponde a un paso lateral de la «Facies Villalba de Adaja», descrita en Hojas situadas más al Norte, y que posee una granulometría más gruesa y, a su vez, se indenta con la «Facies Puente Runel» descrita en el apartado 2.1.1.

Los fangos arcóscicos son arcillas limolítico-arenosas con porcentajes de arcillas cercanas al 50 por 100, limos del orden del 30 por 100 y arenas no superiores al 20 por 100. Generalmente presentan tendencia a la edafización, sobre todo en la base de los canales. El análisis de la fracción arcillosa revela que el componente mayoritario son las esmectitas (mont-morillonitas), siendo minoritarias las arcillas heredadas (illita y caolinita) y, ocasionalmente, las neoformadas (atapulgita), apareciendo trazas de clorita; esto nos indica unas condiciones de drenaje deficientes.

Los niveles carbonatados son en realidad areniscas calcáreas con un porcentaje de matriz caliza de hasta el 45 por 100, y en el resto de la serie los carbonatos suelen estar presentes, pero en proporciones que no superan normalmente el 6 por 100 (fig. 9).

Las arenas son (fig. 6) verdaderas arcosas, con un 40-60 por 100 de cuarzo, 40-60 por 100 de feldespatos preferentemente potásicos y 0-15 por 100 de fragmentos de rocas fundamentalmente metamórficas.

Las arenas tienen porcentajes de gravas (mayores de 2 mm.) entre el 0 y el 25 por 100, arenas entre 50-95 por 100 y finos inferiores al 55 por 100 (figuras 7 y 8).

Los minerales pesados más abundantes son los granates (15-30 por 100), turmalina (12-28 por 100) y andalucita (7-11 por 100). Es muy notable la presencia de anfíboles (22 por 100), así como cantidades menores de circón

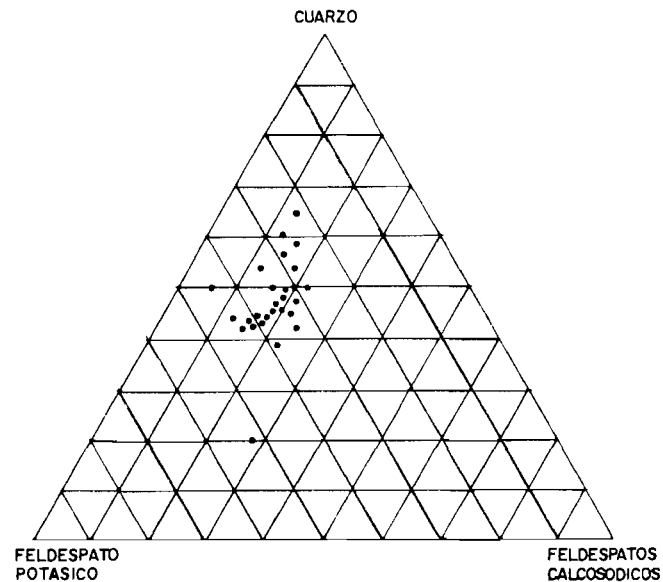
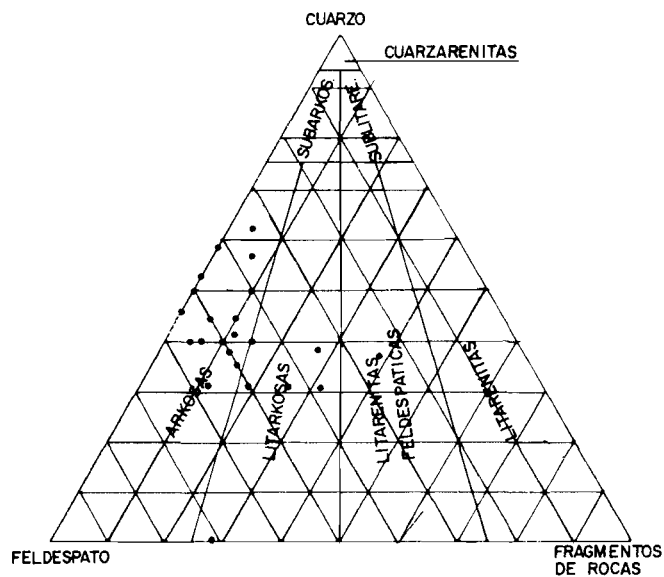


Figura 6.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Pedraja.

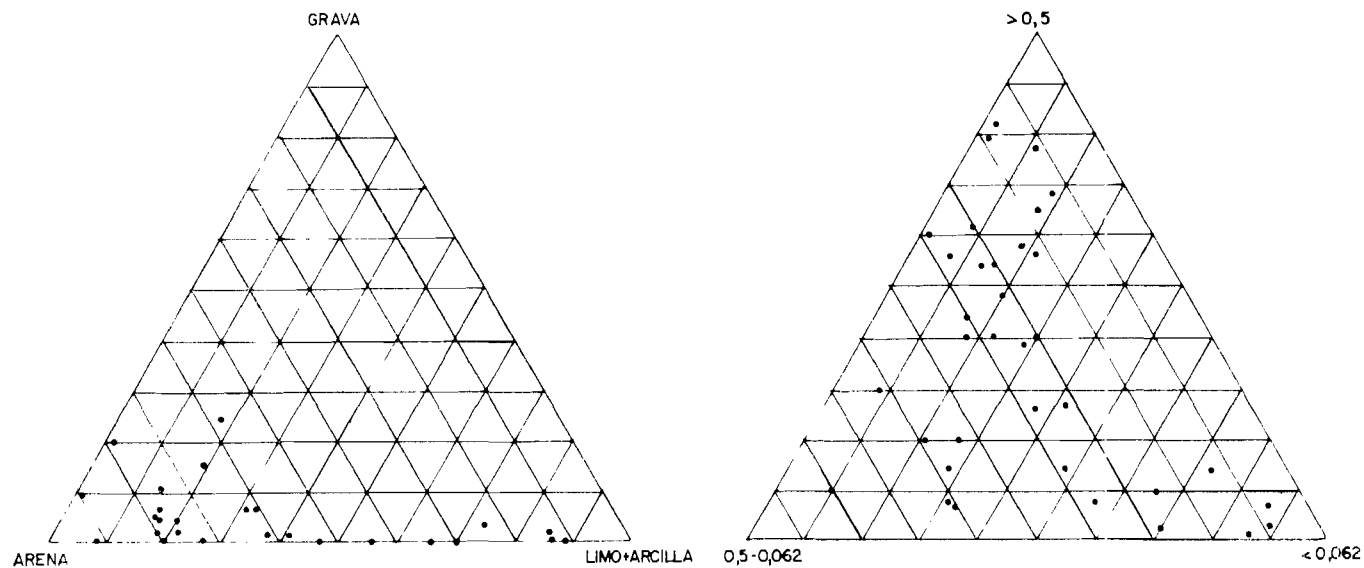


Figura 7.—Composición granulométrica de las arenas y fangos de la Unidad de Pedraja.

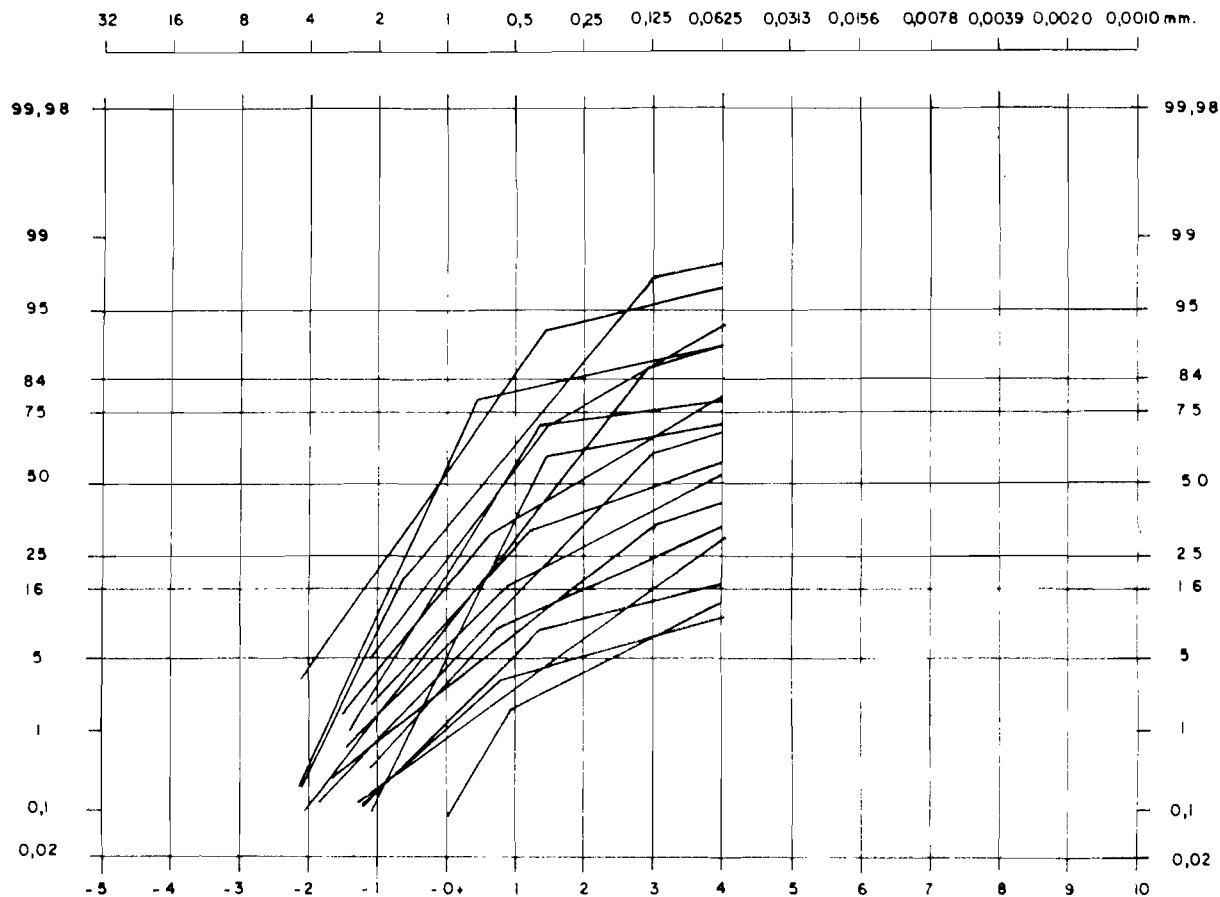


Figura 8.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Unidad de Pedraja.

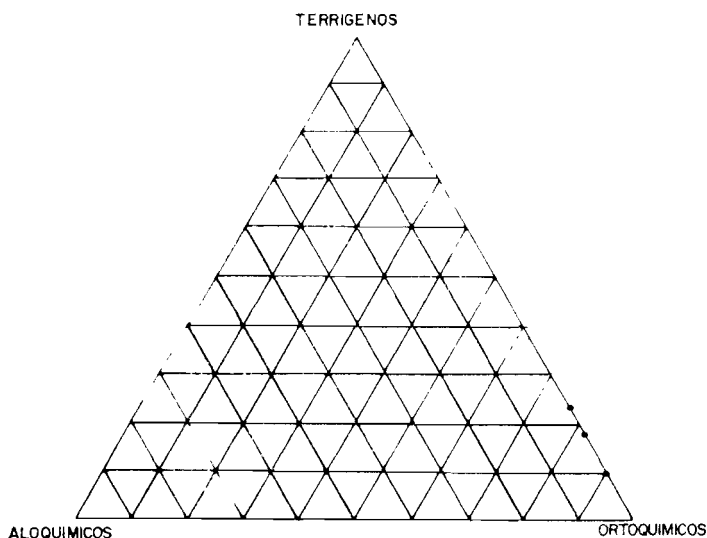


Figura 9.—Composición mineralógica de los suelos calcimorfos de la Unidad de Pedraja.

[2-9 por 100], epidota [1-5 por 100], apatito (2-4 por 100), estauroлита [1-2 por 100] y proporciones variables de rutilo, anatasa, zoisita y distena.

Como ya se ha indicado, arenas y fangos se disponen en secuencias granodecrecientes, observándose bases erosivas en los niveles arenosos. Las direcciones de aporte medidas en zonas próximas indican procedencia del O y NO, y justamente en esta zona se interdigitan con aportes del S y SE correspondientes a la «Facies Puente Runel» descrita anteriormente.

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

Se ha asignado a esta facies la misma edad que a la «Facies Puente Runel», a la que, como hemos indicado, pasa lateralmente.

2.1.4 Fangos limo-arenosos con niveles calcáreos intercalados, que pueden hacerse dominantes, y margas. «Unidad calizas de Arévalo» y facies

marginales. Astaraciense Superior-Vallesiense ($T_{cl1-11}^{Bb2-Bc2}$ y $T_{cl1-11}^{Bb2-Bc1}$)

Aflora este tramo extensamente en el ámbito de la Hoja, si bien sola-

mente en la denominada «Unidad Calizas de Arévalo» ha sido posible el levantamiento de secciones de detalle dadas las malas condiciones de afloramiento de esta serie en el resto de la Hoja.

Este conjunto se apoya, y en parte su base pasa lateralmente a las «Facies Pedraja de Portillo» y «Facies Puente Runel» descritas anteriormente, y en la mitad occidental de la Hoja constituye los términos más altos del Terciario aflorantes en esta zona.

Su potencia es difícil de estimar pero, medida sobre mapa, pueden alcanzar los 70 m.

Pueden distinguirse en este tramo tres facies distintas; en la zona central de la Hoja, en las proximidades de Arévalo, se localiza un conjunto preferentemente calizo con intercalaciones de margas que correspondería a un ambiente de playa en tránsito a lacustre. Entre esta zona y el norte de la Hoja se extiende un conjunto predominantemente margoso con alguna intercalación caliza e incluso fangosa, que significaría un ambiente de playa con episodios lacustres intercalados. Por último, hacia el oeste y sur aparece una serie margocalcárea con intercalaciones detríticas de fangos arcóscicos que van haciéndose dominantes hacia el sur con aparición, incluso, de términos arenosos, que representaría el tránsito de ambientes de playa a los de llanura aluvial correspondientes a facies distales de abanicos.

Como hemos indicado anteriormente, solamente la primera de estas facies, que hemos denominado «Unidad Calizas de Arévalo» ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc1}$) ha podido ser estudiada con detalle a partir de las secciones de La Mesilla ($X=514.000$; $Y=719.900$) y la parte superior de Arévalo norte ($X=513.600$; $Y=719.300$).

Se han medido un total de 20-25 m. de calizas con intercalaciones margosas, que zonalmente contienen characeas, de color blanco, y que localmente presentan concentraciones de sílex en granos o en placas.

Las calizas son arenosas y/o arcillosas, con porcentajes de cuarzo del orden del 10 por 100. Normalmente (fig. 10) son micritas arcillosas algo esparíticas, observándose en ocasiones una textura modificada por acción algácea con tendencia pisolítica y gravelosa de la matriz.

El conjunto se ha datado por correlación con las Hojas situadas más al norte y extrapolación de la edad en ellas obtenida, como Vallesiense y parte alta del Astaraciense Superior.

2.1.5 Fangos arcóscicos rojizos. Zonas arenosas aisladas. «Unidad Peromino». Vallesiense Superior (T_{c11}^{Bc2})

Sobre la unidad descrita en el apartado anterior y solamente en la mitad oriental de la Hoja reposa, posiblemente de forma discordante o disconfor-

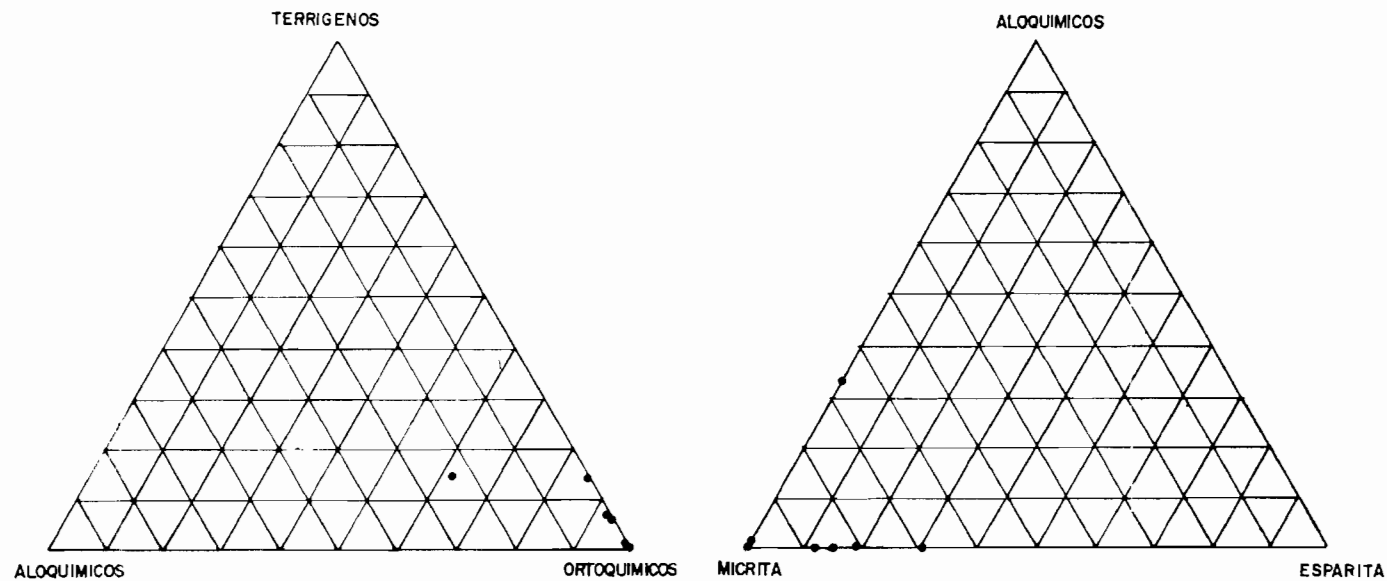


Figura 10.—Composición mineralógica de las calizas de la unidad Calizas de Arévalo.

me, un tramo constituido por fangos arcóscicos rojizos con zonas arenosas intercaladas que corresponde a facies distales de un abanico aluvial que queda definido en Hojas situadas al sur [Nava de Arévalo (481) y Cardeñosa (506)], donde se encuentra mejor representado.

Este tramo, que tiene una potencia, medida sobre mapa, de más de 50 metros en el borde sur de la Hoja va disminuyendo paulatinamente hasta desaparecer en zonas próximas al borde norte de la misma.

Los afloramientos de este tramo son escasos en el ámbito de la Hoja dado que, morfológicamente, este depósito constituye una zona elevada sobre la que se han implantado las terrazas más altas que, posteriormente y en procesos ligados al modelado de las vertientes, se han derramado enmascarando los afloramientos terciarios.

En conjunto se trata de arcosas y litarcosas con porcentajes de cuarzo entre el 30 y el 40 por 100 y fragmentos de rocas entre un 10 y un 20 por 100, principalmente metamórficas y calizas (fig. 11).

El contenido en gravas (mayores de 2 mm.) en el ámbito de la Hoja varía entre 4 y 8 por 100. La fracción arena constituye normalmente entre el 50 y el 80 por 100 y la fracción fina entre el 15 y el 55 por 100 (fig. 12).

El tamaño medio de las arenas (fig. 13) está entre 2 mm. y 0,125 mm., y la morfoscopia es subangulosa con algunos granos subredondeados.

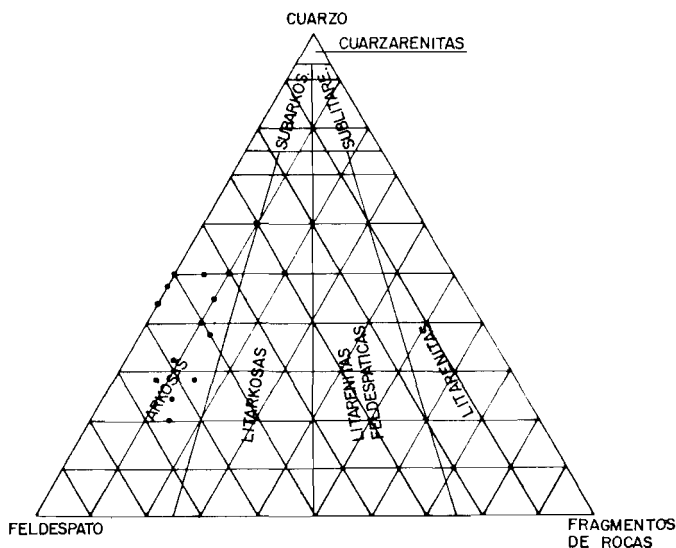


Figura 11.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Peromingo.

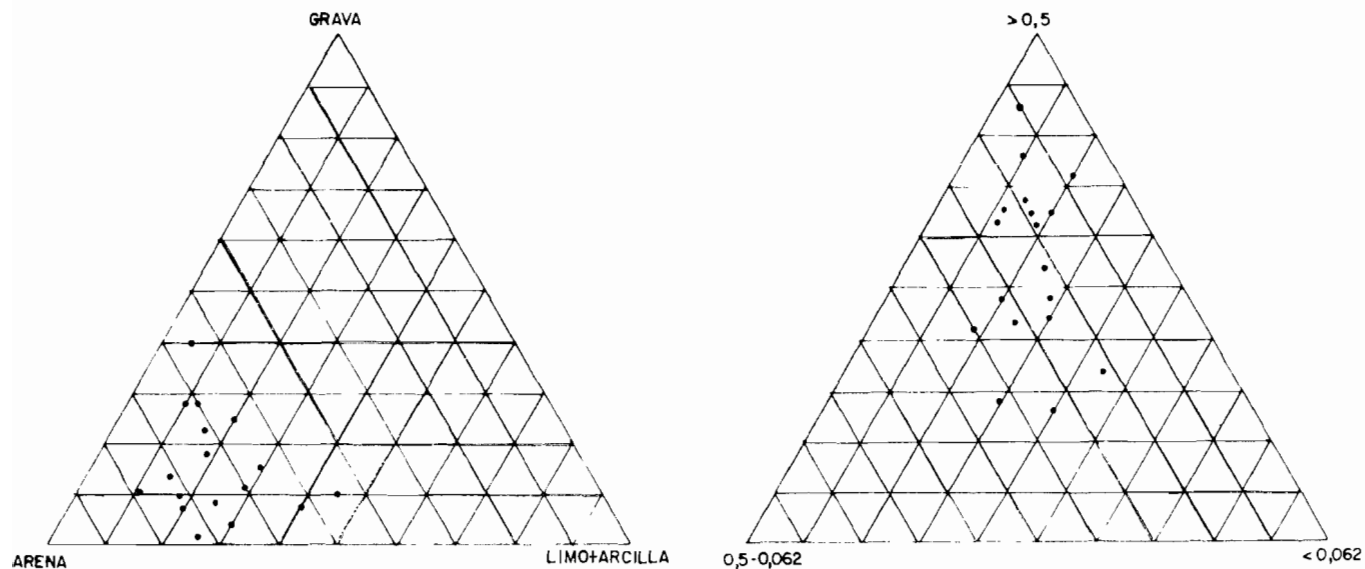


Figura 12.—Composición granulométrica de las arenas de la Unidad de Peromingo.

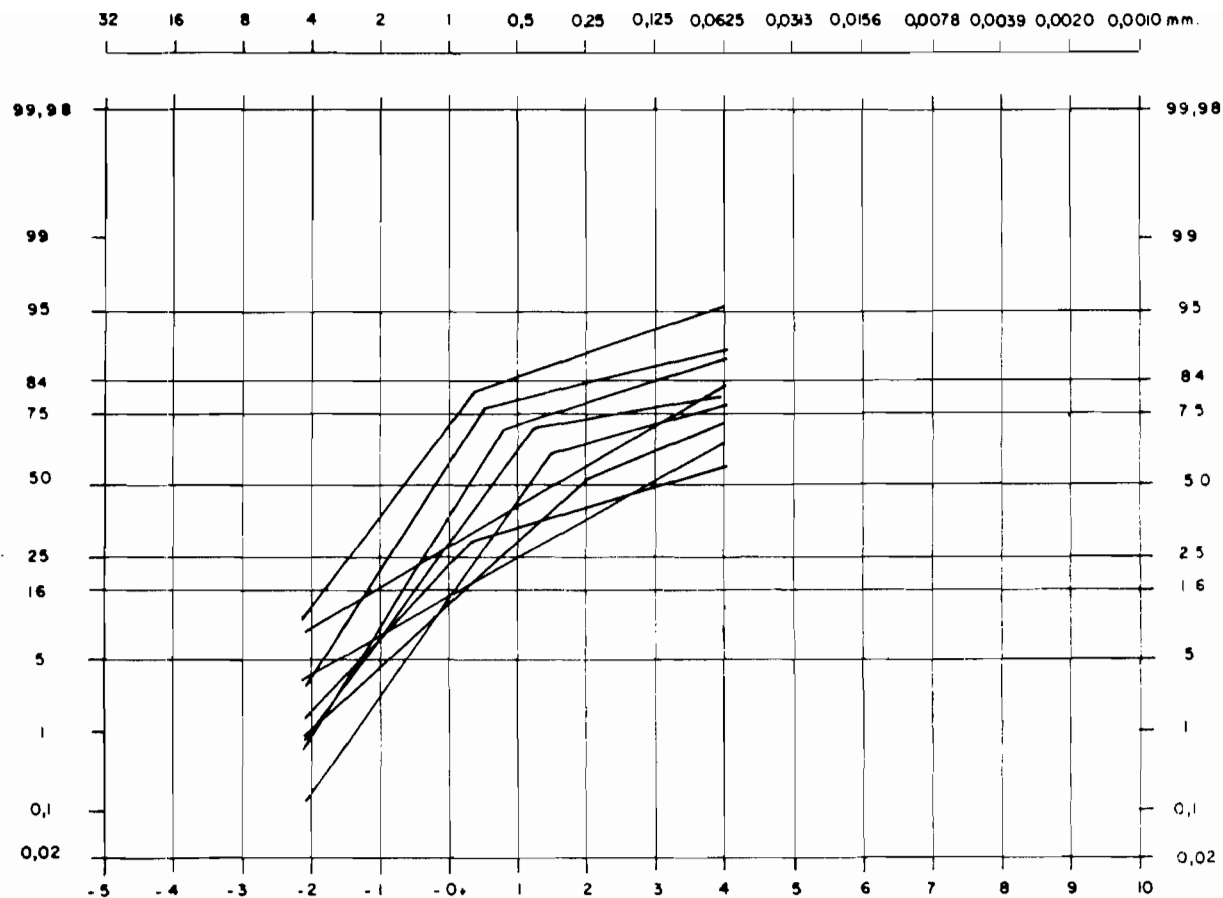


Figura 13.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Unidad de Peromínguez.



AFLORAMIENTO DE ROCAS DEL SUSTRATO

Y/O SUSTRATO (TERCIARIO)

- 7 Fangos arcóscicos y arcosas
- // Arcillas, margas y calizas
- /s Calizas con intercalaciones de margas

ESPESOR

- 1,1 Espesor visto
- 1,1 Espesor total
- 1,1 Espesor total y sustrato

SIGNOS CONVENCIONALES

-  Contacto entre formaciones superficiales
-  Núcleos urbanos

FORMACIONES SUPERFICIALES

V. - ASOCIADAS AL MODELADO DE LAS VERTIENTES

Derivadas de terrazas (Fb. y Fb') y fangos arcóscicos (7)

Va.- Gravas cuarcíticas, limos y arcillas. Horizontes rojos.

Vb.- Fangos, limos y gravas de cuarcita y cuarzo. Pro porción de cantos menor al alejarse de las f. su perfciales de que derivan.

Vb'- Fangos, limos y gravas de cuarzo dominante.

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

Vb"- Margas y limos grises con arenas y gravas de cuar zo y cuarcita.

E. - ASOCIADAS AL MODELADO EOLICO

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

Ed.- Arenas de cuarzo redondeado, bien seleccionadas

N. - ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL EN ZONAS ENDORREICAS

Derivadas de otras f. superficiales y en parte de fan gos arcóscicos (7)

Ne.- Arenas, limos y arcillas probablemente hinchables. Abundante materia orgánica. Sales solubles. Suelo de fondo de charca.

Nf.- Limos y fangos arenosos con algún canto de cuar- cita y cuarzo.

F. - ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL

Derivadas de terrazas y fangos arcóscicos

Fb.- Arcosas pardo-rojizas con gravas de cuarcita do- minante. Frecuentes pavimentos de cantos en super ficie. Suelos fersialíticos decapitados. Sustra- to frecuente alterado con concentración de carbo natos pulverulentos. Terrazas.

Fb'- Arcosas ocre con gravas de cuarzo y cuarcita. - Frecuentes pavimentos de cantos en superficie. - Suelos pardo rojizos decapitados. Sustrato fre- cumentemente alterado con concentración de carbo- natos pulverulentos en la base de los niveles su periores. Terrazas y superficies.

Fb"- Arcosas beige microconglomeráticas con cantos - dispersos plutónicos y metamórficos.

Fi.- Arcosas blanquecinas. Terrazas.

Derivadas de otras formaciones superficiales (Ca, Ea, Fb, Fb', etc)

Fo.- Arenas y limos arcillosos. Materia orgánica. -- Suelos aluviales.

C. - ASOCIADAS A PROCESOS COMPLEJOS

Derivadas de otras f. superficiales (Fb, Fb', etc) y en parte de fangos arcóscicos (7) y asociadas al mode- lado fluvial y eólico

Ca.- Arcosas blanquecinas con alguna gravilla de cuar zo. Localmente a techo limos pardos de inunda- ción. Ocasionalmente fases de arenas eólicas in tercaladas. Recubrimiento de arenas eólicas me- nor de 1 m.

Derivadas de otras f. superficiales (Ca, Ea) y en par- te de fangos (7) y asociadas al modelado de las vertien tes eólico y fluvial

Cb.- Arenas arcóscicas blanquecinas y limos en laderas. Aluvión de arcosas gruesas. Frecuentes aflora- mientos del sustrato.

Derivadas de calizas (15) y otras f. superficiales y asociadas al modelado eólico y a procesos de altera- ción in situ de las calizas

Ce.- Limos y arcillas con abundante materia orgánica y granos de cuarzo eolizado. Bloques y cantos - angulosos de caliza. Frecuentes afloramientos - del sustrato.

Como hemos indicado corresponde a facies distales de un abanico aluvial y constituye el término más alto de la serie terciaria en el ámbito de la Hoja. Las direcciones de aporte medidas en paleocanales existentes dentro de esta serie en Hojas situadas más al Sur indica procedencia, en general, del Sur.

En los escasos afloramientos existentes en la Hoja se ha podido constatar la existencia de zonas de suelos de tipo *pseudogley* intercaladas en la serie y que corresponderían a depósitos terminales de secuencia con una detención momentánea en los aportes y que se presentan generalmente truncadas por el nuevo ciclo arenoso que se deposita sobre ellas.

2.2 CUATERNARIO Y FORMACIONES SUPERFICIALES

El Cuaternario y formaciones superficiales existentes en la Hoja constituyen un recubrimiento que adquiere gran importancia dada su extensión y características litológicas.

Entendemos como formaciones superficiales el conjunto de materiales no coherentes ligados directamente con la evolución del relieve observable actualmente y que tienen, generalmente, poco espesor (de varios decímetros a pocos metros).

Las formaciones superficiales distinguidas en la Hoja de Arévalo pueden asociarse a los siguientes tipos fundamentales de modelado del relieve:

- Modelado de las vertientes (V).
- Modelado eólico (E).
- Modelado fluvial en zonas endorreicas (N).
- Modelado fluvial (F).
- Asociadas a procesos complejos (C).

Tanto sobre los recubrimientos como sobre los materiales del sustrato terciario y en función del tiempo, condiciones físico-químicas, pendiente y climatología se desarrollan distintos tipos de suelos.

Para la clasificación de estos suelos se sigue fundamentalmente la clasificación francesa de acuerdo con los criterios de DUCHAUFOR (1977), por ser ésta una clasificación genética basada en rasgos y caracteres de los perfiles que pueden ser identificados directamente en campo.

Los suelos más importantes existentes en el ámbito de la Hoja son:

- Suelos pardos no calizos.
- Suelos vérticos.
- Suelos aluviales.
- Suelos salinos.
- Suelos rojos fersialíticos.
- Suelos pardo calizos.
- Suelos de evolución particular.

2.2.1 Terrazas (Q_{1T_1} a Q_{1T_5} ; $Q_{1T_{11}}$ a $Q_{1T_{13}}$) (Fb y Fb')

Se encuentran representadas en el ámbito de la Hoja distintos niveles de terrazas correspondientes a los sistemas de los ríos Adaja y Voltoya, siendo el de este último el que se conserva más completo. Regionalmente se han distinguido un conjunto de 15 terrazas colgadas sobre la superficie inferior de Coca-Arévalo (Q_3S_{18}).

Para facilitar la lectura del mapa se han agrupado en una sola nomenclatura, y en el mapa geológico se han designado con las siglas Q_{1T_1} a Q_{1T_5} y $Q_{1T_{11}}$ a $Q_{1T_{13}}$, y en el de formaciones superficiales como Fb y Fb'. La terraza $Q_{2T_{18}}$ (Fi), dada su naturaleza, se describe como suelo aluvial más adelante.

En general, todas las terrazas están constituidas por arcosas con gravas, que en las más altas son predominantemente cuarcíticas, en tanto las más inferiores presentan un elevado porcentaje de cuarzos.

El tamaño de los cantos es decreciente de los niveles más antiguos a los más modernos, observándose en los primeros medias del orden de 7-10 cm., mientras las inferiores son de 3-4 cm. En ambos casos, pero sobre todo en los niveles superiores, son frecuentes los cantos ventifactos.

Las terrazas más bajas en el valle del Adaja presentan una litología característica, en la que los cantos son poco frecuentes, dominando las arenas más o menos gruesas que se constituyen en el componente principal y casi exclusivo del depósito.

Son generalmente poco potentes con espesores medios de 2-3 m., y sus escarpes se encuentran muy suavizados por efecto de reglaje de vertiente posterior, siendo, en muchos casos, problemática su individualización.

En los cortes observados aparecen secuencias fluviales a base de canales de arcosas y gravas, culminados en ocasiones por limos y arenas pertenecientes a llanura de inundación. En la mayor parte de los casos esta secuencia se encuentra desmantelada por coluvionamiento posterior.

Sobre ellas hemos diferenciado dos tipos de formaciones superficiales. Sobre las terrazas altas existen arcosas pardo-rojizas con gravas de cuarcita dominante y con frecuentes pavimentos de cantos en superficie (Fb). Los tonos rojizos son debidos a la presencia de suelos rojos fersialíticos que aparecen normalmente decapitados, y generalmente tanto el horizonte A como el Bt aparecen removilizados por el arado, estando actualmente en proceso de empardecimiento por mezcla e incorporación de materia orgánica. Asimismo pueden existir (aunque no siempre) horizontes de acumulación de carbonatos de tipo Bca formando concreciones y nódulos.

Sobre las terrazas bajas el depósito más frecuente es muy similar al anteriormente descrito, pero los suelos son menos evolucionados, del tipo pardo rojizo y, como en el caso anterior frecuentemente decapitados (Fb'). El color en superficie es predominantemente pardo y ocre.

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

Formando parte de un sistema que alcanza su mayor desarrollo en la vecina Hoja, al sur de Nava de Arévalo, aparecen en el ámbito de esta Hoja una serie de superficies aplanadas que se disponen fundamentalmente en las zonas sur y oeste, y cuya relación con la red fluvial actual es problemática.

Aunque localmente pueden estar desnudas, lo normal es que tengan un depósito de arcosas blanquecinas y ocreas con gravillas de cuarzo y cuarcita (Fb'). En la que está situada inmediatamente al este del curso del Adaja, en el borde sur de la Hoja, el material que la compone son arcosas beige microconglomeráticas en ocasiones, con cantos dispersos de origen plutónico y metamórfico (Fb'').

En la zona occidental, y relacionadas con áreas semiendorreicas, aparecen también unas superficies planas con depósito constituido por limos y fangos arenosos con algún canto de cuarcita y cuarzo (Nf) y que se han correlacionado con el resto de las superficies existentes.

También hay que resaltar que el sistema de terrazas existente al O del Adaja se va individualizando hacia el Norte, resolviéndose en una serie de formas desligadas entre sí y que morfológicamente son muy características, al dar un aspecto de «cuerdas» que resaltan claramente y en las que la disposición en graderío hacia el valle, típica de las terrazas, se va complicando apareciendo niveles más deprimidos entre otros más elevados, hecho que es más evidente en la Hoja de Olmedo, situada al Norte, por lo que hemos preferido denominarlas también superficies.

El tipo de suelos que aparece sobre todas ellas es del tipo de suelos pardos y su potencia es muy reducida, encontrándose, generalmente, mal conservados por la acción del arado.

2.2.3 Depósitos de la superficie Coca-Arévalo. Unidad de Arévalo (Q_1S_{18}) (Ca)

La superficie de Coca-Arévalo (superficie de Coca de PEREZ GONZALEZ, A., 1979) se encaja regionalmente en las unidades antes descritas, dando origen a grandes zonas aplanadas sobre las que, con mucha frecuencia, se sitúa un manto de arenas eólicas de potencia variable.

Los depósitos de esta superficie, que CORRALES, I. (1978) denomina «Facies Arévalo», se han incluido en el grupo de formaciones superficiales asociadas a procesos complejos (Ca), ya que en su génesis intervienen, al menos, procesos fluviales y eólicos. Pensamos que su origen está relacionado con una gran superficie de glaci-planación sobre la que se instala una red fluvial trenzada (*braided*) con aportes laterales de arenas y con

existencia de depresiones adyacentes en las que se produce depósito arcilloso. En las márgenes de las zonas de canal existirían dunas perfluviales (PUIGDEFABREGAS, C., com. pers.).

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

Las facies canalizadas tienen estratificación cruzada de surco y son fundamentalmente arenas gruesas con alguna gravilla de cuarzo. Ocasionalmente pueden aparecer barras con gravas de cuarzo y cuarcita y estratificación cruzada tabular. Las facies de llanura de inundación o depresiones arcillosas presentan alternancias centimétricas de arenas medias a gruesas y limos micáceos con estructuras de laminación debidas 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 cm. 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.

Litológicamente las arenas del conjunto son arcosas con escasa proporción de fango (figs. 14, 15 y 16) y los minerales pesados más frecuentes son la turmalina (30 por 100), andalucita (12 por 100) y epidota (15 por 100), existiendo también proporciones apreciables de granate (6 por 100), rutilo (5 por 100), anfíboles (5 por 100) y apatito (7 por 100), así como porcentajes menores de circón, broquita, titanita, distena, sillimanita y zolsita.

La potencia del conjunto puede alcanzar los 20 m., dominando las facies canalizadas y de barras, si bien este espesor, generalmente en la margen derecha del Adaja, disminuye pudiendo llegar localmente a desaparecer o, más frecuentemente, no superando 1 m. de potencia.

La arena eólica reciente y superficial rara vez alcanza más de 1 m. de espesor (cuando éste es mayor ha sido cartografiado como unidad aparte).

El tipo de suelo más frecuente sobre esta formación corresponde a 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 A_0 , A_1 , A_2 , B, C, con una potencia total que puede alcanzar 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 por una mayor acumulación de arcilla, pero sin presentar estructuras muy definidas; únicamente hay una coloración más

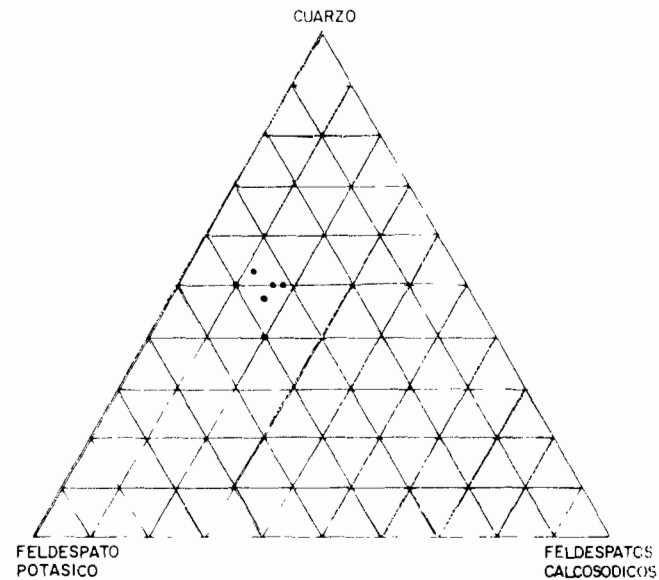
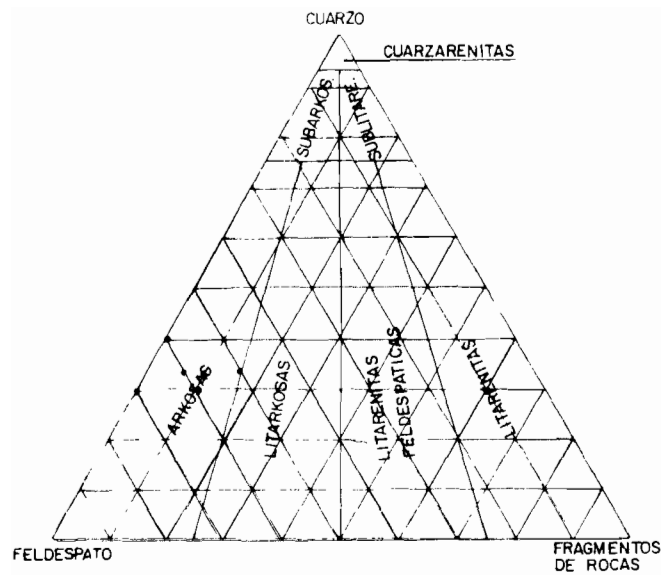


Figura 14.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Arévalo.

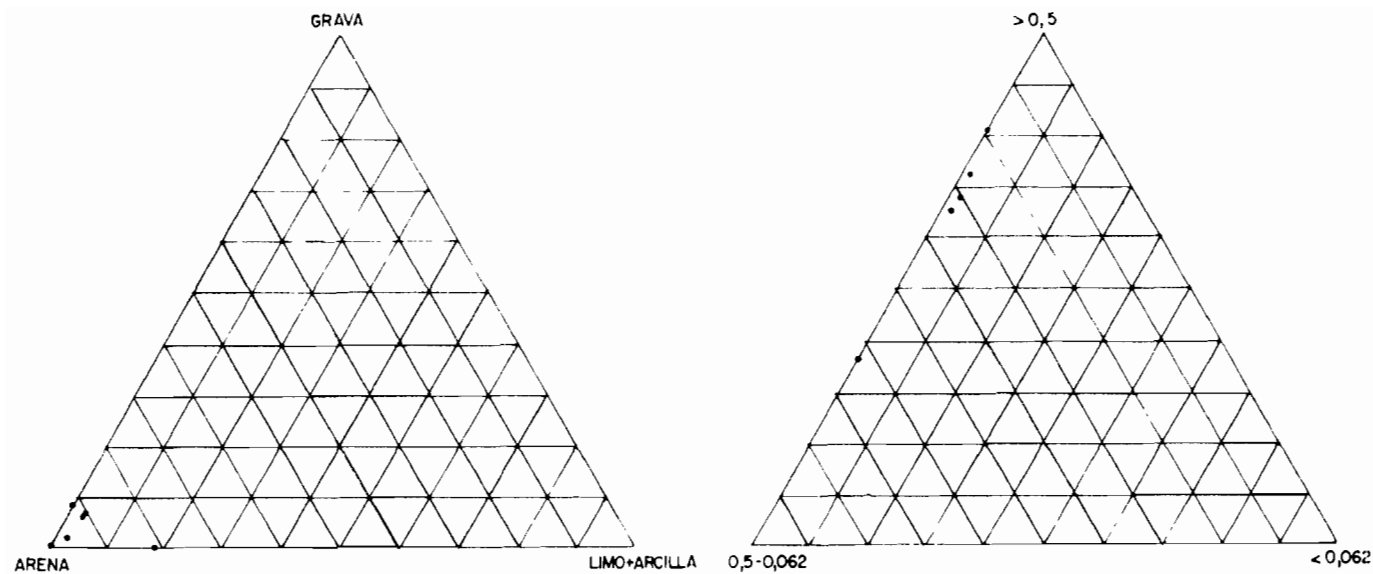


Figura 15.—Composición granulométrica de las arenas de la Unidad de Arévalo.

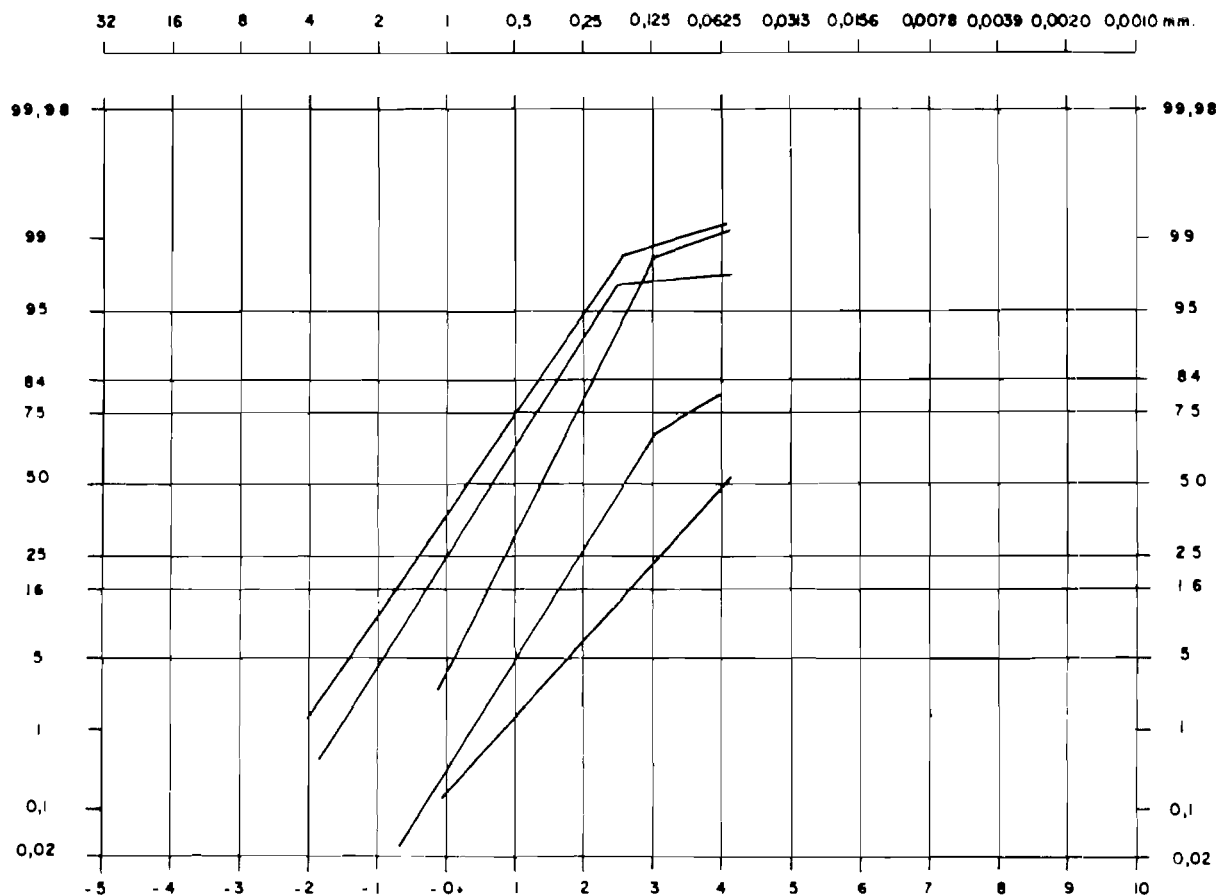


Figura 16.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Unidad de Arévalo.

amarillenta o rojiza por acumulación de sesquióxidos (en los perfiles más viejos) o parda cuando sólo hay 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)

Son muy frecuentes en el ámbito de la Hoja las acumulaciones de arenas eólicas, que frecuentemente alcanzan potencias y extensiones muy considerables y han sido cartografiadas como Q₂D (Ea en el mapa de formaciones superficiales).

Se presentan siempre como arenas sueltas con una proporción de limo menor del 10 por 100, oscilando los tamaños medios entre 0,25 y 1 mm. Son arcosas de grano subredondeado a redondeado y gran proporción de granos mates (figs. 17, 18 y 19).

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

Una descripción más completa de este conjunto se realizará en el apartado de Geomorfología.

Sobre estos materiales se dan suelos lexiviados (s.l.) semejantes a los descritos para los depósitos de la superficie de Coca-Arévalo.

2.2.5 Fondos de charcas. Areas endorreicas y semiendorreicas (Q₂L) (Ne)

Hemos incluido en este grupo una serie de depósitos relacionados siempre con zonas planas, que sin estar actualmente encharcados han debido estarlo con anterioridad, al tiempo que son susceptibles de serlo de nuevo en caso de notable aumento de la pluviosidad.

Aparentemente se encuentran relacionados con zonas inundables en caso de crecida de los ríos y arroyos que las atraviesan.

La litología es de arenas, limos y arcillas, probablemente hinchables, con abundante materia orgánica y presencia de sales solubles. La potencia máxima visible es del orden de 1-2 m.

La formación superficial asociada a estos depósitos sería del tipo de suelos salinos. El perfil es de tipo AC, estando el horizonte A más o menos degradado y el C con rasgos de hidromorfismo. En la parte superior de este perfil pueden conservarse localmente acumulaciones blanquecinas de sales correspondientes a etapas de estiaje.

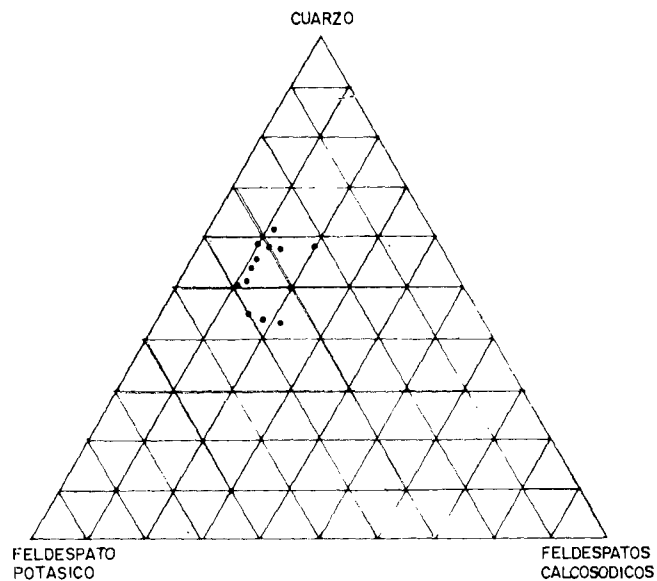
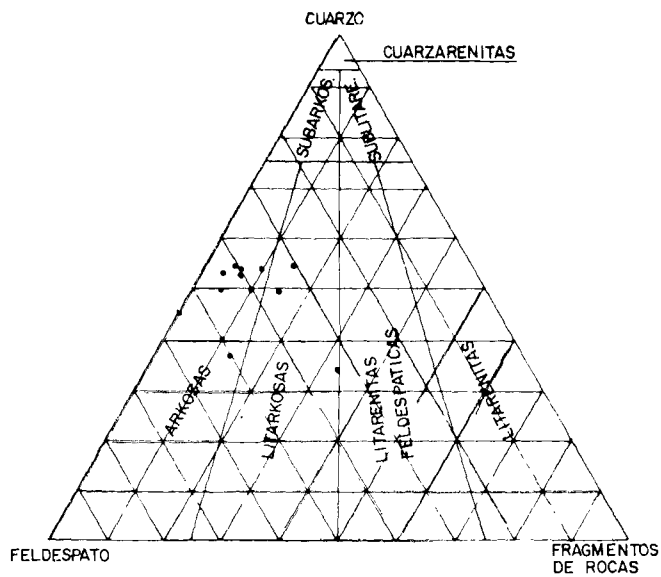


Figura 17.—Composición mineralógica de las arenas eólicas.

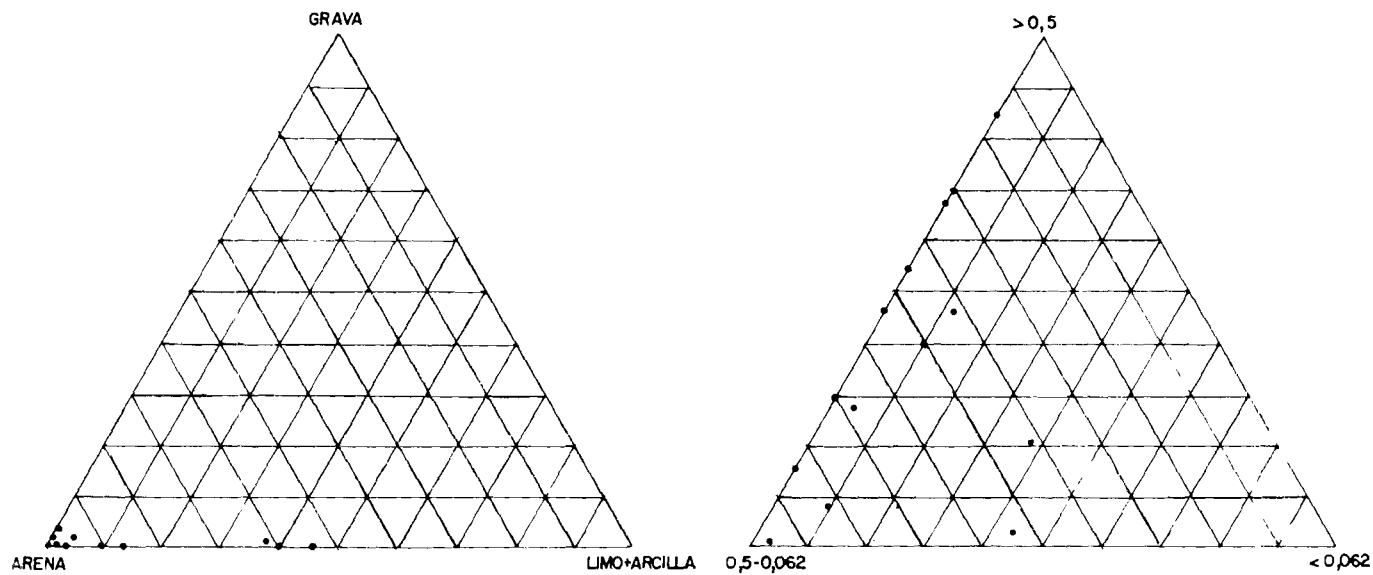


Figura 18.—Composición granulométrica de las arenas eólicas.

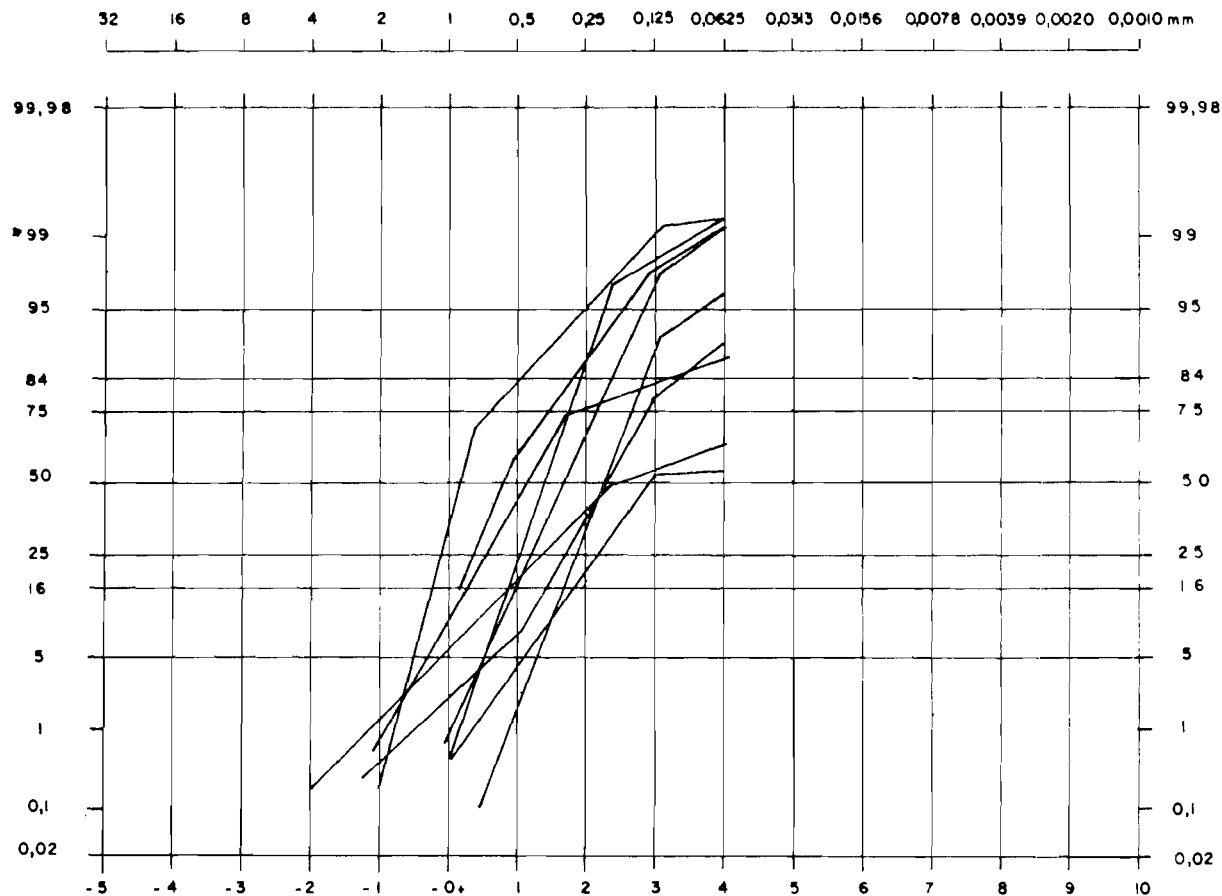


Figura 19.—Curvas granulométricas de las arenas eólicas.

2.2.6 Depósitos aluviales. Terrazas bajas. Fondos de valle (Q₂Al, Q₂T₁₈) (Fe, Fi)

Como ya hemos indicado anteriormente, se incluyen en este apartado, junto a los depósitos aluviales (Q₂Al), los correspondientes a las terrazas bajas existentes (Q₂T₁₈) dada su similitud.

Están constituidas generalmente por arenas y limos arcillosos con o sin gravas, siendo apreciable la presencia de materia orgánica. Su espesor varía entre 1 y 3 m.

Se dan suelos aluviales típicos de llanura de inundación (Fe) con perfiles poco evolucionados de tipo A(B)C con una mayor incorporación de materia orgánica en los más evolucionados.

En las terrazas, la formación superficial asociada (Fi) es generalmente más arenosa y el tipo de suelos sobre ellas desarrollado es similar al ya descrito para suelos vérticos con perfiles de tipo A(B)C y que puede llegar a 1 m. de potencia total. El paso del horizonte A al (B) es difícil de precisar a simple vista, ya que el conjunto presenta estructura prismática bien desarrollada y color pardo oscuro que se hace más claro hacia abajo.

La parte inferior del perfil presenta colores de movilización de óxidos.

2.2.7 Formaciones superficiales sobre la superficie estructural de la «Unidad Calizas de Arévalo», asociadas a procesos complejos (Ce)

En este apartado y siguientes se describirán una serie de depósitos que sólo han sido cartografiados en el mapa de formaciones superficiales, debido a su pequeño espesor y/o a la importancia geológica del sustrato que recubren.

Sobre la «Unidad Calizas de Arévalo» aparecen limos y arcillas pardo oscuras con abundante materia orgánica. Son frecuentes los granos de cuarzo subredondeado (mates), así como los cantos más o menos angulosos de las calizas subyacentes.

2.2.8 Coluviales recientes (Va, Vb, Vb', Vb'')

Son depósitos derivados de terrazas y/o superficies en las que se han diferenciado distintos tipos en función de su litología, correspondiendo a gravas dominantes (Va), fangos, limos y gravas de cuarcita y cuarzo (Vb), o bien dominando los cantos de cuarzo (Vb').

En ocasiones provienen de sustrato margoso-calcáreo, en cuyo caso se han denominado Vb''.

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

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

Debido a la escasa anchura del afloramiento resulta imposible diferenciar a escala 1:50.000 los diferentes depósitos existentes en estos valles, por lo que han sido incluidos todos en una formación superficial compleja (Cb) en el mapa correspondiente.

Por una parte, los depósitos del fondo del *talweg* son aluviones semejantes a los descritos en el apartado 2.2.6, mientras que en las laderas podemos encontrar coluviales de arenas y gravas cuarzosas, con matriz de arcosas fangosas derivadas de la «Unidad de Arévalo» (2.2.3) y de las facies «Pedraja de Portillo» y «Puente Runel», que frecuentemente se encuentran mezclados con arenas eólicas (2.2.4). También son frecuentes en las laderas los derrames del manto eólico antes citado, así como los afloramientos del sustrato.

2.3 EDAD E INTERRELACIONES DE LAS UNIDADES DEL TERCIARIO

Partiendo de los datos obtenidos no sólo en el ámbito de la presente Hoja, sino en el conjunto de las realizadas por CGS, S.A.-IMINSA durante los años 1978 y 1979, que proporcionan un corte completo Norte-Sur de la Cuenca del Duero, así como de las obtenidas de la bibliografía regional, hemos podido llegar a diferenciar una serie de facies y unidades características.

En la zona comprendida en la Hoja se han diferenciado, en primer lugar, dos facies que corresponden a los términos más basales de la serie terciaria y denominados «Facies Pedraja de Portillo» y «Facies Puente Runel». Ambas pasan lateralmente y se caracterizan por ser las dos de ambiente fluvio-torrencial, si bien la primera tiene una dirección de aportes aproximada NO-SE, mientras que la «Puente Runel» tiene una procedencia general del Sur.

La datación de ambas facies ha sido posible gracias a los hallazgos paleontológicos del yacimiento de Lugarejo, que han indicado una edad Vallesense Inferior para el techo de estas unidades.

Sobre estas facies y, en parte, en cambio, lateral de ellas, aparecen una serie de materiales carbonatados («Unidad Calizas de Arévalo» y facies marginales) que por posición hacemos corresponder a los términos de «Facies de las Cuestas» situadas más al Norte, asignándolas una edad Vallesense, pero admitiendo la posibilidad de que, dadas las indentaciones observadas en la base de este tramo con el inferior, pueda localmente llegar a ser Astaraciense Superior.

En la zona oriental de la Hoja, y posiblemente en discordancia o disconformidad, aparecen una serie de materiales correspondientes a la «Unidad Peromingo» que alcanza un mayor desarrollo en las Hojas situadas al Sur y que en el ámbito de la que nos ocupa aparece con sus facies más distales y disminuyendo su potencia hasta desaparecer y que atribuimos a los términos más altos del Vallesiense Superior. De cualquier modo estas dataciones son relativas dada la total carencia de datos paleontológicos que las apoyan.

3 PALEONTOLOGIA

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se han realizado estudios paleontológicos especializados, que en el ámbito de la presente Hoja se han centrado en el yacimiento ya conocido de El Lugarejo, en las inmediaciones de Arévalo.

3.1 MICROMAMIFEROS

Como ya hemos indicado, se ha realizado un muestreo en el yacimiento antes citado de El Lugarejo con el fin de recolectar nuevas faunas de micromamíferos que permitieran la datación de las facies continentales del sector centro de la Cuenca del Duero.

El muestreo se ha realizado a techo de la «Facies Puente Runel» en niveles teóricamente interesantes que, sin embargo, se han revelado como negativos, no proporcionando ningún resto de micromamíferos y apareciendo tan sólo esquilas de grandes vertebrados y gasterópodos.

En la colección de macrofauna de esta localidad, que se conserva en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid, ha aparecido, sin embargo, un diente de Roedor asociado a la ganga que envolvía a unos restos de vertebrados. Igualmente, en el Museo de Paleontología de Sabadell y procedente del mismo yacimiento se conserva otro diente de *Prolagus crusafonti*.

La lista fáunica queda como sigue:

— *Prolagus crusafonti*, LOPEZ.

— *Rotundomys hartenbergeri*, FREUDENTHAL,

que caracteriza un Vallesiense Inferior.

3.2 MACROVERTEBRADOS

En 1968, CRUSAFONT, AGUIRRE y GARCIA dan a conocer este yacimiento,

situado al oeste de Arévalo, en la margen izquierda del río Arevalillo. La lista provisional de formas encontradas es: *Hipparion* sp. [semejante al de los Valles de Fuentidueña], *Decennatherium pachecoi* CRUS. (se encuentra en los Valles de Fuentidueña y en Pedrajas de San Esteban), *Palaeotragus?* sp., *Gazella* sp., Cérvido indeterminado, Carnívoro indeterminado de pequeña talla (¿Mustélido?), *Testudo bolivari* HERN-PACH y *Testudo* sp.

Por analogía con los yacimientos de Pedrajas y de los Valles de Fuentidueña debe corresponder al Vallesiense, y más concretamente al Vallesiense Inferior si se logra correlacionar con la última localidad.

GARCIA y ALBERDI (1968) mencionan: *Testudo bolivari* HERN-PACH y *Testudo* sp.

ALBERDI (1974), en su trabajo sobre las faunas de *Hipparion* de los yacimientos españoles menciona *Hipparion primigenium melendezi* nov. sp., al tiempo que da las mismas listas que CRUSAFONT; AGUIRRE y GARCIA (1968), dando una edad Vallesiense Inferior, zona 21a. Por el *Hipparion* se puede pensar en un nivel relativamente alto dentro del Vallesiense (ALBERDI, 1972).

ROYO y GOMEZ (1933) citan *Testudo bolivari* HERN-PACH en las proximidades de Arévalo (Ávila). El mismo autor (1934) señala la existencia de 4 caparazones de *Testudo bolivari* HERN-PACH en los escarpes del río Arevalillo, aguas arriba de las aparecidas el año anterior en Arévalo. Los ejemplares son estudiados por el mismo autor en 1935 y comparados con los de Alcalá de Henares y Cerro del Otero (Palencia). Se encuentran sobre greda arcillosa parduzca, sobre la que viene un horizonte más arenoso con restos de *Hipparion gracile* y de un *Testudo* pequeño que es posible que se trate del yacimiento del Lugarejo descrito en 1968 por CRUSAFONT, AGUIRRE y GARCIA.

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 formados 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 Vallesiense. 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-vallesiense 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, Cigales; 16-15, Valladolid, y 16-16, Portillo) 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

La morfología de la Hoja de Arévalo está caracterizada por dos alineaciones de dirección submeridiana, constituidas por depósitos de terrazas que forman las zonas más elevadas. Al este de ambas alineaciones se presentan las dos arterias fluviales más importantes, los ríos Adaja y Voltoya, que discurren en dirección sensiblemente paralela a la de las alineaciones citadas.

El análisis geomorfológico lo vamos a realizar estudiando las formas presentes en los interfluvios de ambos ríos.

Siguiendo el pliego de condiciones se ha elaborado un mapa geomorfológico a escala 1:50.000, al que se acompaña una reducción de escala aproximada 1:100.000. Los términos diferenciados en la leyenda del mismo se van a subrayar a lo largo del texto.

En el extremo oriental de la Hoja se desarrolla el valle del río Voltoya, que penetra en la Hoja colindante al Este y vuelve otra vez a surcar esta Hoja en el extremo nororiental. El río Voltoya se encuentra encajado en la superficie de Coca-Arévalo o *superficie inferior con depósito* que, a su vez, está fosilizada parcialmente por un manto de arenas eólicas. Esta superficie adquiere un mayor desarrollo en la Hoja de Olmedo (al norte) y en las situadas inmediatamente al este de ellas.

La margen izquierda del río Voltoya está constituida por un relieve en graderío generado a partir de un sistema de *terrazas fluviales* encajadas. Por lo general, el límite entre las mismas es muy difuso debido a la existencia de procesos de regularización que movilizan detritus de las zonas superiores a las inferiores, degradando en gran manera los escarpes.

Encajándose en este modelado aparece un conjunto de *barrancos de incisión lineal* que socavan débilmente los materiales sobre los que discurren.

La alineación de los materiales que forman los depósitos de las terrazas más altas constituyen la divisoria entre los ríos Voltoya y Adaja.

Al pie de esta divisoria y en dirección hacia el río Adaja se desarrolla un relieve aplanado, que enlaza con las terrazas altas del Voltoya por vertientes de morfología cóncava, que presentan una acusada regularización (*Vertientes de regularización*).

Con mucha menor continuidad que en las terrazas del Voltoya existe un suave relieve en graderío en torno al centro de la Hoja debido al sistema de terrazas depositadas por el río Adaja. En esta misma zona se diferencia

claramente un relieve tabular constituido por un nivel de calizas más resistente a la erosión, que ha generado un *relieve estructural*. Este relieve presenta un escarpe definido en su borde septentrional y ha constituido una barrera que, en algún momento, ha podido condicionar el depósito de las terrazas del río Adaja.

La red fluvial afluente al Adaja en esta zona discurre por áreas de escasa pendiente y es del tipo de *Valles de fondo plano*. Localmente y en las áreas próximas a la divisoria aparecen pequeños barrancos de incisión lineal.

Dada la planitud de esta zona central, la escorrentía superficial es a veces difusa, no jerarquizada, y son frecuentes áreas de mal drenaje que, en ocasiones, pueden presentarse encharcadas, a las que se ha denominado *áreas endorreicas*.

El río Adaja discurre encajado, al igual que su afluente el Arealillo, sobre la superficie de Coca-Arévalo. El encajamiento alcanza a veces cotas de hasta 30 m. Las formas producidas nos señalan secciones transversales de tipo trapezoidal de vertientes abruptas, siendo el tipo de canal de carácter rectilíneo. En algunos puntos se reconocen en las paredes encajadas niveles de terrazas e incisiones lineales que producen *cárcavas*.

La superficie de Coca presenta un material, mezcla de fluvial y eólico, que ya ha sido descrito con detenimiento en el capítulo de Cuaternario y formaciones superficiales. Además, se encuentra en gran parte fosilizada por un manto de arenas eólicas, del que nos ocuparemos con posterioridad.

Como ya hemos señalado también, en la margen izquierda del río Adaja se desarrolla un sistema de terrazas encajadas que producen un relieve en graderío y más hacia el Norte se reconocen niveles de otras *superficies con depósito* que destacan claramente en el paisaje.

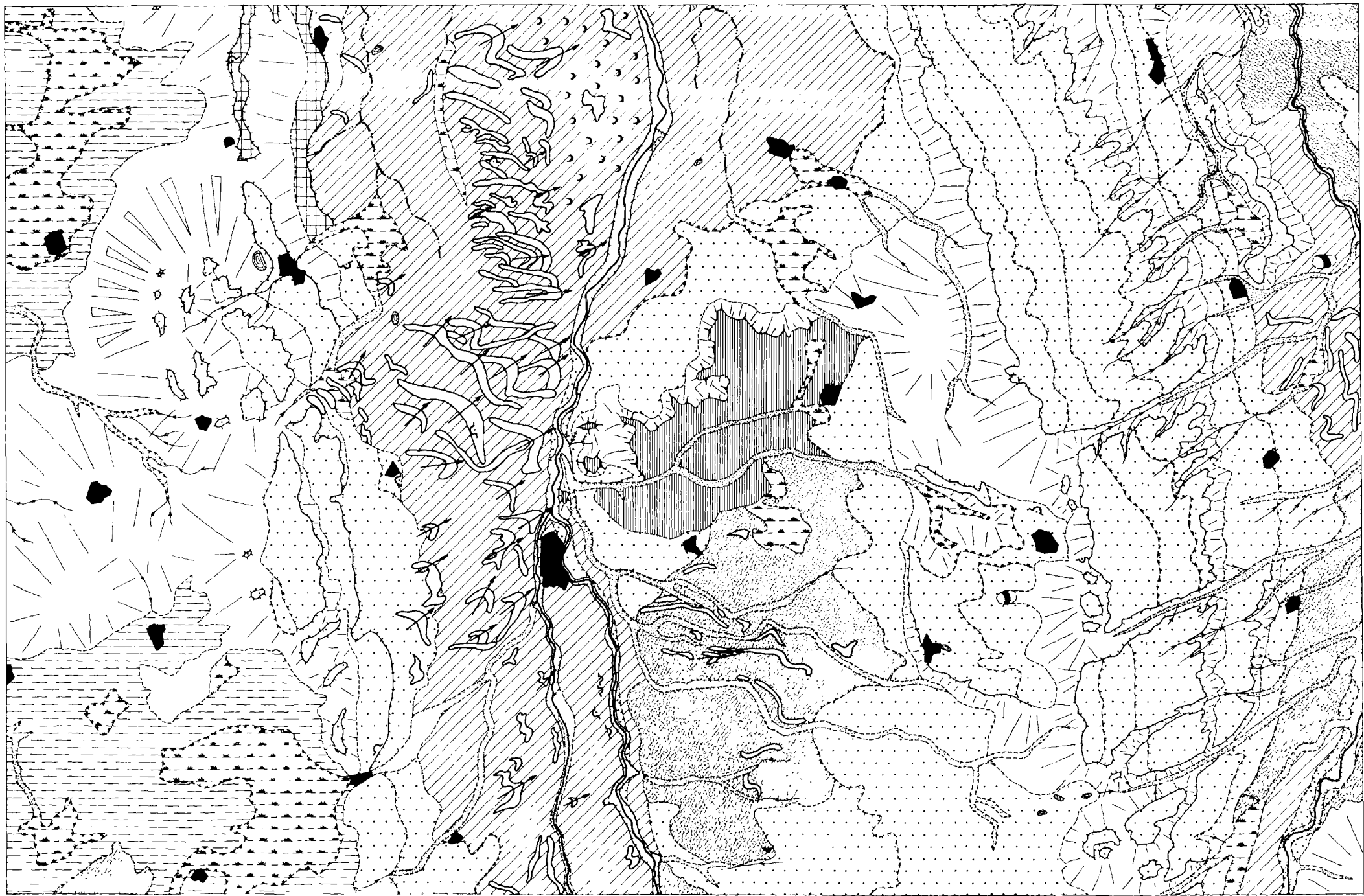
Este conjunto de superficies, encajadas unas sobre otras y con depósitos de tipo fluvial fundamentalmente, nos hacen pensar, a modo de hipótesis, que su génesis se debe a procesos de glaciplanación.

Las vertientes al pie de los escarpes de las terrazas y las superficies se presentan tapizadas por un conjunto de detritus que impide la observación del sustrato. Este recubrimiento generalizado nos permite considerarlas como *vertientes de regularización*.

La característica que más llama la atención en esta zona es la presencia de áreas deprimidas con drenaje deficiente, parcialmente encharcadas, producidas por la ausencia de relieve y donde las aguas de escorrentía encuentran difícil su individualización y jerarquización y se difuminan formando este modelado que hemos denominado como de áreas endorreicas.

Una diferenciación minuciosa dentro de estas áreas permite reconocer *superficies* ligeramente elevadas con respecto al fondo.

Uno de los rasgos más significativos de la geomorfología de esta Hoja lo constituyen extensos campos de acumulación de arenas eólicas. Las arenas



0 1 2 3 4 5 6 7
ESCALA GRAFICA
K.m.

AUTOR A. OLIVE DAVO
M. GUTIERREZ SORZA

MAPA GEOMORFOLOGICO

LEYENDA

MODELADOS ESTRUCTURALES

 Relieve estructural en capas horizontales

MODELADOS DEPOSICIONALES

 Superficies con o sin 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 dunas

 Cordones dunares

 Dunas

SUPERFICIES POLIGENICAS

 Superficie inferior con depósito y con o sin manto de arenas eólicas

VERTIENTES

 Vertientes regularizadas

 Vertientes regularizadas con perfil cóncavo

RED FLUVIAL

 Cauces activos. (Adaja, Voltoya)

 Cauces estacionales

 Barrancos de incisión lineal

 Córcavas

OTRAS FORMAS (PRINCIPALMENTE DE EROSION)

 Red fluvial drásticamente encajada

 Cubetas de deflación, temporalmente encharcadas

 Blow outs.

 Relieve residual entre depósitos cuaternarios

MODELADO ANTROPICO

 Núcleos urbanos

 Canteras

ESCARPES

 Escarpe de relieve estructural (< 50 m.)

 Escarpe neto (terrazas, vertientes)

 Escarpe suavizado

 Escarpe supuesto

EJES MORFOLOGICOS

 Dirección y sentido de los vientos prevalentes

eólicas del borde sur de la Cuenca del Duero son conocidas ya desde muy antiguo, tal y como lo señalan los trabajos de CASIANO DE PRADO, M. (1854), y HERNANDEZ PACHECO, F. (1923). Recientemente han sido estudiadas por diversos autores: ALCALA DEL OLMO, L. (1972 y 1974); CASAS, J., *et al.* (1972), y PEREZ GONZALEZ, A. (1979).

El máximo desarrollo de estos depósitos va unido fundamentalmente a la superficie de Coca-Arévalo, que se desarrolla, como ya hemos indicado, en las proximidades de los cauces de los ríos Voltoya y Adaja. No obstante, existen pequeños depósitos en otras partes de la Hoja. En la actualidad estas acumulaciones eólicas están fijadas, en la mayoría de los casos, por una vegetación de pinos, y no se observa ningún tipo de funcionalidad. La existencia de esta importante masa vegetal sobre las arenas y la degradación que presentan en superficie los depósitos hace difícil el estudio morfológico detallado de los mismos. Sin embargo, se han podido diferenciar distintas formas, una de carácter deposicional y otras de tipo erosivo.

Las formas acumulativas vienen representadas por *dunas*, por lo general de tipo parabólico, en las que es muy frecuente el desgajamiento de los brazos de las mismas generando, en este caso, *cordones dunares*. El tamaño de las mismas es variable, pero, por lo general, alcanzan valores de 1-2 Km. de longitud, siendo la potencia del depósito del orden de un máximo de 15 m. En algunos casos no se ha podido diferenciar claramente las dunas por separado y se las ha representado como *campos de dunas*.

En muchas de las zonas la acumulación eólica se limita a una cobertera de arenas de muy poca potencia, en la que no son diferenciables aparatos dunares. En áreas limítrofes se ha señalado la existencia de cadenas de dunas transversales, PEREZ GONZALEZ, A. (1979).

Junto con estos depósitos eólicos se observa la presencia de *blow-outs*, de pequeño tamaño, cuyo eje mayor no sobrepasa en ningún caso los 200 m.

Los procesos de deflación eólica se manifiestan en muchos puntos de la Hoja por la existencia de *cuenas de deflación* de reducido tamaño, en las que ocasionalmente puede aparecer encharcamiento.

La morfología de las dunas parabólicas, el eje mayor de los *blow-outs* y algunas de las cuencas de deflación indican que la componente fundamental del viento que ha producido estas migraciones de arenas procede del SO, aunque localmente se reconocen direcciones de vientos del OSO y SSO.

Sobre las superficies descritas con anterioridad y sobre los niveles de terrazas, la deflación eólica viene manifestada por la formación de un pavimento de gravas producido por la exportación eólica del material más fino. El ataque de los granos de arena sobre los cantos que constituyen este pavimento produce el desgaste de los mismos, trayendo como consecuencia la formación de ventifactos.

De acuerdo con PEREZ GONZALEZ, A. (1979), parece deducirse que el área fuente de estos materiales eólicos es variable, pero de carácter local. Los sedimentos han sido movilizados a partir de las superficies, terrazas, materiales terciarios, etc.

La actividad eólica no se limita exclusivamente a estas acumulaciones de arenas de edad reciente, sino que al estudiar los depósitos constitutivos de la superficie de Coca-Arévalo se comprueba que existen intercalaciones esporádicas de material eólico dentro de los depósitos fluviales, lo que nos indica una acción de procesos eólicos en la época de deposición de estos materiales ligados a la citada superficie.

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 Inferior [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 (CORROCHA-NO, 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.

El nuevo ciclo sedimentario se inicia en condiciones de mayor aridez, quizá en un clima semiárido (fig. 20).

Durante el Mioceno Inferior alto y parte del Mioceno Medio se depositan en el borde sur (Mirueña y Cardeñosa) arcasas 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 Supe-

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

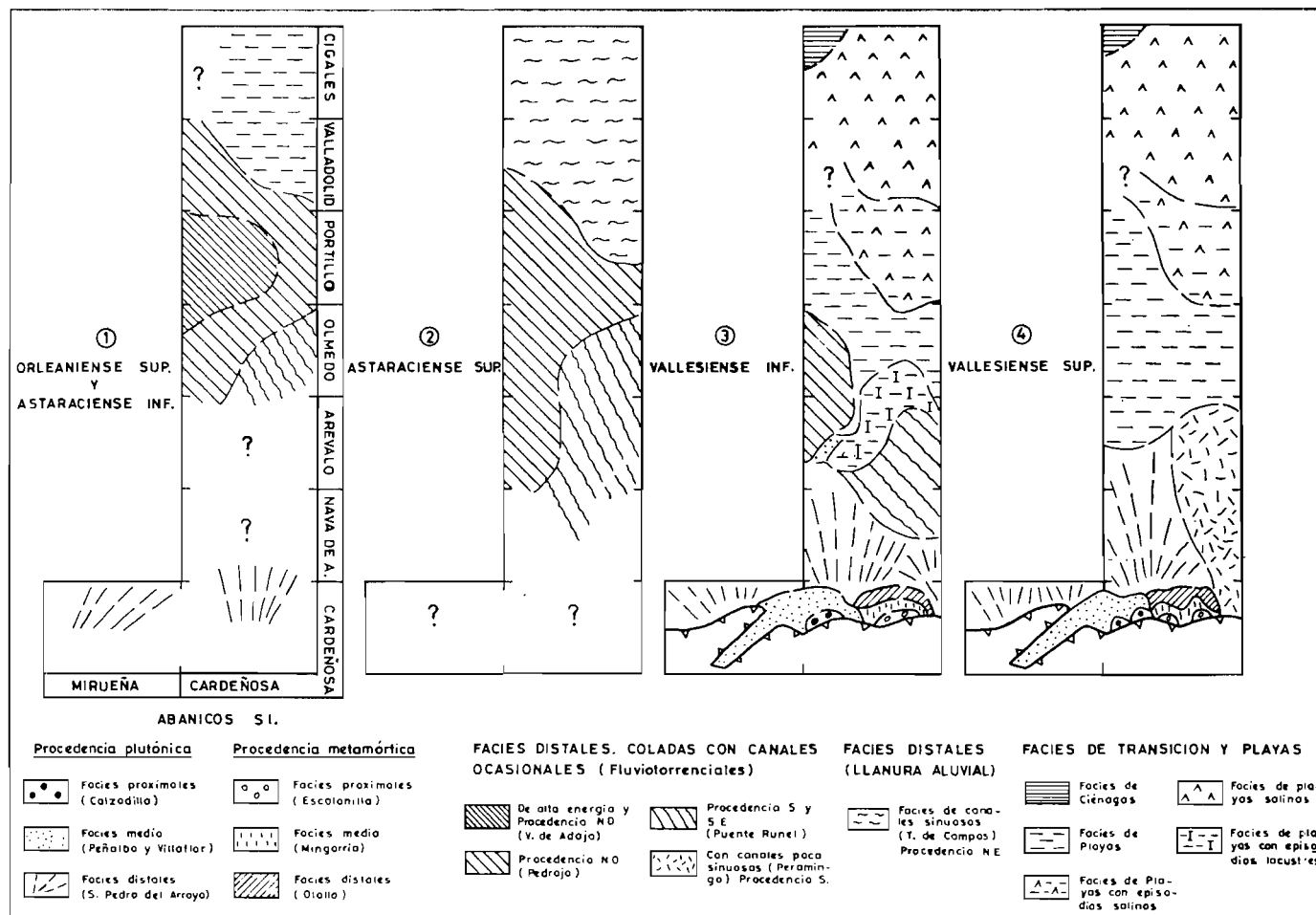


Figura 20.—Esquema paleogeográfico evolutivo.

rior 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 ocres y leiges 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 ocres de llanura de inundación que corresponden a depósitos de llanura aluvial, con canales sinuosos en zonas distales de abanicos aluviales. 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 Villaflores).

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 «interlóbulo» 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 montañosos 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 re-

glaje 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 en 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

No existe en el ámbito de la Hoja de Arévalo ninguna explotación minera, mientras que en el capítulo de canteras merece destacar sobre todas el aprovechamiento que se está llevando a cabo, aunque de forma intermitente, de los grandes arenales asociados a la superficie de Coca-Arévalo, fundamentalmente al sur de esta última localidad.

También se localizan explotaciones en algunos niveles de terrazas para extraer las gravas existentes, aunque generalmente se trata de pequeñas sacas para uso puramente local, destacando únicamente, por ser algo mayores, las canteras existentes en las proximidades de Codorniz, que en la actualidad también se encuentran abandonadas.

7.2 HIDROGEOLOGIA

En la zona, y aprovechando la gran extensión que ocupa el acuífero constituido por las arenas fluviales y eólicas existentes sobre la superficie de Coca-Arévalo, existen gran cantidad de pozos que lo aprovechan, ya que, a pesar de que su potencia generalmente no es importante, su gran permeabilidad, así como la gran extensión ya citada que ocupa, permite obtener unos caudales suficientes para el cultivo de regadío implantado en esta región.

Por otra parte, existen posibilidades de captación de acuíferos más pro-

fundos que se localizarían en los niveles arenosos que deben contener las facies terciarias y que, en algún caso, son ya objeto de explotación con caudales interesantes.

8 PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO

No ha sido observado en esta Hoja ningún dato que merezca la pena de ser inventariado con vistas a su preservación y gestión dentro de un sistema ordenado de conservación del patrimonio natural.

La única excepción la constituye el yacimiento citado anteriormente de El Lugarejo, que sigue proporcionando restos interesantes, así como cortes locales en los depósitos de la superficie Coca-Arévalo, dado su elevado interés didáctico.

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.
- DUCHAUFOR, P. (1977).—«Précis de Pédologie». III Ed. Masson et Cie., París.
- FREYTET, P. (1973).—«Petrography and paleoenvironment of continental car-

- bonates 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 Geologia*, 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. Cuatt. 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.
- ORDÓÑEZ, 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. Hísp. 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 varia.



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

I.S.S.N. 0873-2096



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA