



IGME

343

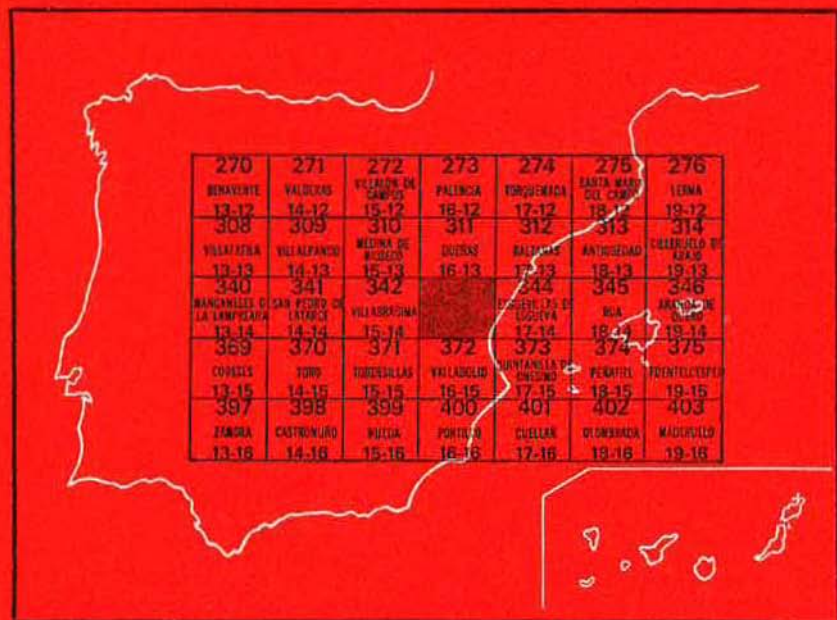
16-14

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CIGALES

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CIGALES

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

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

En *Geología de campo*: P. del Olmo (CGS) y J. M. Portero (CGS).

En *Geomorfología*: P. del Olmo (CGS) y M. Gutiérrez Elorza (UNIV. ZAZAGOZA).

En *Cuaternario y Formaciones superficiales*: P. del Olmo (CGS) y E. Molina (UNIV. 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 *Palinología*: N. Solé (UNIV. SALAMANCA).

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

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

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

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

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

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

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

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

Memoria: P. del Olmo, 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 - 20.156 - 1982

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Cigales está situada en la submeseta septentrional (Castilla la Vieja), en el centro de la Cuenca del Duero. La mayor parte de su superficie corresponde a la provincia de Valladolid, quedando una pequeña parte del borde norte de la Hoja dentro de la provincia de Palencia.

Están representadas las comarcas naturales de los Montes Torozos (Páramos) y la Vega del río Pisuerga, caracterizándose por el relieve poco acusado.

Las alturas oscilan entre los 700 m. del valle del Pisuerga y los 870 de los páramos de Nogales y Valdecuadros, situados en el cuadrante sur-oriental de la Hoja. Los elementos geográficos más importantes son las altiplanicies o «Páramos»; las laderas de los mismos, denominadas «Cuestas», y los relieves en graderío (aterrazados) del río Pisuerga. Los ríos más importantes son el Pisuerga y el Esgueva, siendo el resto de los cursos fluviales arroyos de escaso caudal que desembocan en los ríos principales.

Los cultivos más extendidos en la región son los cereales y la vid. Son muy importantes los regadíos en la vega del río Pisuerga (remolacha, alfalfa, etc.). Los núcleos de población más importantes son las localidades de Cigales, Cabezón del Pisuerga y Valoria la Buena, quedando una pequeña parte de la capital de Valladolid en el borde sur de la Hoja.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Cigales está situada en la gran cuenca intramontana correspondiente a la Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero. La Cuenca del Duero está rellena 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 montañosos 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 muy localizadas en el área de Salamanca-Zamora (CORROCHANO, 1977). Es el Neógeno el que alcanza mayor desarrollo en la Cuenca; siguiendo a SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978 y 1979) en la zona norte y este (?) de la Cuenca del Duero: «Los ambientes sedimentarios en que se acumulan los sedimentos corresponden a condiciones continentales desde abanicos aluviales en las zonas de borde, que pasan, en lenta transición lateral, a ambientes fluviales, en los que disminuye hacia el interior de la Cuenca la densidad de los canales arenosos aumentando la dimensión, separados por sedimentos de fangos de llanura de inundación con pequeñas charcas [«Facies Tierra de Campos», H. PACHECO, E., 1915]. Los desbordamientos rápidos provocan sobre las pequeñas depresiones sedimentos de ciénagas (en el sentido de MELTON, 1965), lagunas y playas [«Facies Dueñas», C. G. S., S. A., IMINSA, 1978]».

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.»

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 ORDOÑEZ *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 Cigales están presentes los tres tramos clásicos del Mioceno castellano:

- Fangos y canales arenosos («Facies Tierra de Campos»).
- Arcillas, margas, yesos y calizas («Facies de las Cuestas»).
- Calizas con gasterópodos («Calizas de los Páramos»).

La zona estudiada se sitúa en las facies centrales de la Cuenca, siendo la disposición de los materiales prácticamente subhorizontal. Desde el punto de vista morfológico también existen en la Hoja las tres grandes unidades típicas de la meseta: llanuras alomadas o «Campiñas», «Cuestas» y planicies elevadas o «Páramos».

El tercio central de la Hoja está ocupado por el valle del río Pisuergra y sus terrazas, que dan un relieve en graderío. En los tercios oriental y occidental el relieve está constituido por mesas calizas (Páramos) y sus «Cuestas» asociadas.

Entre los distintos autores que han estudiado esta región cabe destacar los trabajos de HERNANDEZ PACHECO, E. (1915), sobre la Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia.

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

En zonas limítrofes son de interés las Hojas MAGNA de: Palencia (274), Dueñas (313), Valladolid (372), Portillo (400), Olmedo (428) y Arévalo (455) realizadas por C. G. S., S. A. IMINSA, en los años 1978 y 1979.

HERNANDEZ PACHECO, F (1930), estudia la Geología y Paleontología del territorio de Valladolid. GARCIA ABBAD y REY SALGADO, J. (1973), estudian y cartografían a escala 1:50.000 el Mioceno y Cuaternario de Valladolid. También 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. PEREZ GONZALEZ, A. (1979), estudia el cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero estableciendo sus principales rasgos geomorfológicos.

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

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

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

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Cigales afloran materiales pertenecientes al Neógeno y Cuaternario que han sido sedimentados en régimen continental. El Mioceno ocupa la totalidad del área estudiada, estando recubierto por Plioceno y Cuaternario de variada naturaleza.

2.1 MIOCENO

Están representados los tres tramos clásicos del Mioceno Castellano (HERNANDEZ PACHECO, E., 1915) que de muro a techo [fig. 1] son:

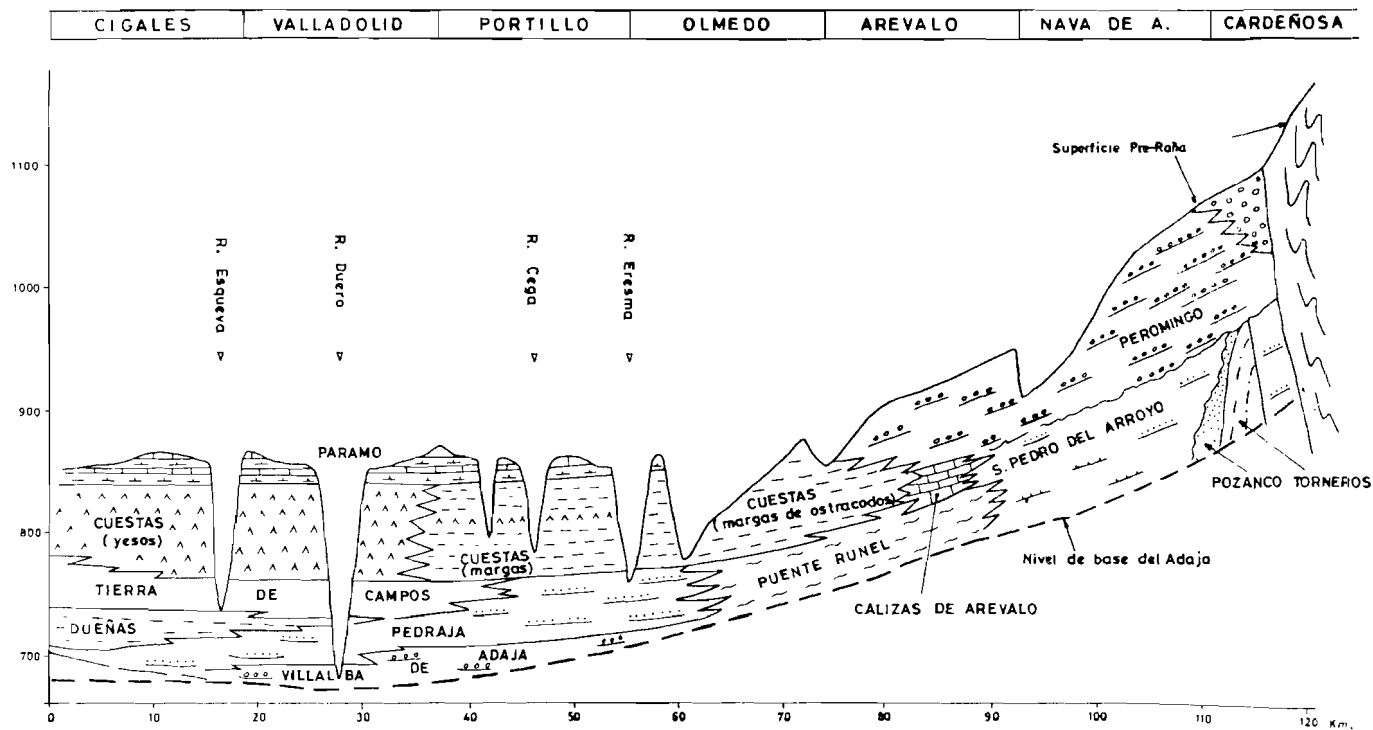


Figura 1.—Esquema estratigráfico N-S.

- *Facies Tierra de Campos*. Formada por fangos ocre (arcillas limo-arenosas), paleocanales arenosos en mayor o menor proporción según las distintas áreas estudiadas.
- *Facies de las Cuestas*. Constituida por arcillas y margas yesíferas con intercalaciones de caliza.
- *Calizas de los Páramos*. Calizas con Gasterópodos.

Las «Calizas de los Páramos» ocupan el tercio oriental y el tercio occidental de la Hoja, quedando el tercio central ocupado por la «Facies de las Cuestas» y la «Facies Tierra de Campos».

Por debajo de la «Facies Tierra de Campos» aflora en el tercio central de la Hoja la «Facies Dueñas» [CGS IMINSA, 1978], formada por arcillas, margas y calizas.

En el borde sur, y por debajo de la «Facies Dueñas» afloran los fangos arcósicos y arcosas rojizas y gris verdoso que constituyen la «Unidad de Pedraja».

Las dataciones efectuadas mediante el estudio de micromamíferos fósiles indican una edad Orleaniense Superior para el techo de la «Unidad Pedraja» y base de la «Facies Dueñas». Las calizas con Gasterópodos se datan como Vallesiense Superior y probablemente lleguen hasta el Rusciense.

2.1.1 «Facies Villalba de Adaja s.l.»

Esta unidad, definida por CORRALES, I., *et al.* (1978) en la localidad tipo que le da nombre, se subdivide en «Facies Villalba de Adaja s.s.» y «Unidad Pedraja de Portillo», siendo ésta equivalente lateral de aquélla. La primera no llega a aflorar en la Hoja de Cigales, pero tiene amplia representación en las Hojas situadas más al Sur (Portillo, 16-16; Olmedo, 16-17, etc.).

2.1.1.1 *Fangos arcósicos rojizos y arcosas rojizas y gris verdoso «Unidad Pedraja de Portillo» Orleaniense Superior-Astaraciense Inferior* (^{Ba2-Bb1} ~~Tc12-11~~).

Estratigráficamente ocupa la posición más baja dentro del área de estudio y tiene representación en la parte sur de la Hoja, aunque muy enmascarada por los depósitos cuaternarios, que constituyen las terrazas del río Pisuerga.

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

Las arcosas y fangos se disponen en secuencias granodecrecientes que

pueden terminar en calizas que, normalmente, están erosionadas por el ciclo siguiente. El espesor de estos ciclos es del orden de 2 a 4 m., siendo el espesor máximo de la facies, medido sobre el mapa, de 40 m.

Los fangos arcóscicos son limolitas arenosas con porcentajes de grava menores del 2 por 100; de arena, entre 10 y 44 por 100; limo, entre 40 y 63 por 100, y arcilla, entre 14 y 41 por 100. El análisis de rayos X de la fracción arcillosa revela que el componente mayoritario es la illita abierta, y el minoritario, los interestratificados 10-14 H, existiendo trazas de sepiolita. El contenido en carbonatos nunca supera el 4 por 100. Hacia el Sur, y sobre todo en la Hoja de Portillo (16-16), son más frecuentes los niveles de caliza que aparecen a techo de los fangos y el estudio micromorfológico nos indica que se trata de calizas intermedias o de paso de facies palustre a lacustre (FREYET, 1973). La sedimentación debe producirse en un medio de lagunas efímeras, sufriendo después un proceso de desecación por emersión.

Las arenas de los canales (fig. 2) son arcosas y litarcosas con un 40-60 por 100 de cuarzo, 40-60 por 100 de feldespatos y 0-15 por 100 de fragmentos de rocas, fundamentalmente metamórficas.

Las arcosas tienen porcentajes de gravas (mayores de 2 mm.) que oscilan entre el 0,1 y 25 por 100, de arena entre el 55 y el 95 por 100, y limo más arcillas entre 0,125 y 1 mm. (arenas finas a gruesas). El contenido en carbonatos no sobrepasa el 2 por 100 (figs. 3 y 4).

Los minerales pesados de procedencia plutónica más abundantes son: la turmalina (9-35 por 100), el granate (12-36 por 100) y circón (2-15 por 100), estando presentes el rutilo y la anastasa en proporciones menores del 6 por 100 y la broquita y titanita en proporciones menores del 3 por 100. De entre los metamórficos destacan la andalucita (7-14 por 100), distena (1-13 por 100), sillimanita (1-4 por 100) y estaurolita (1-5 por 100). También aparecen: epidota, anfíboles, piroxenos, zoisita y apatito.

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

Las medidas de paleocorrientes dan direcciones de aporte NO-SE, sin que se pueda precisar el sentido que, por consideraciones regionales, debe de ser hacia el SE.

En conjunto, la facies tiene una probable procedencia del Oeste, fundamentalmente del Noroeste. Las coladas son, al parecer, el agente más importante de la sedimentación y, ocasionalmente, se instalarían pequeños canales fluviales.

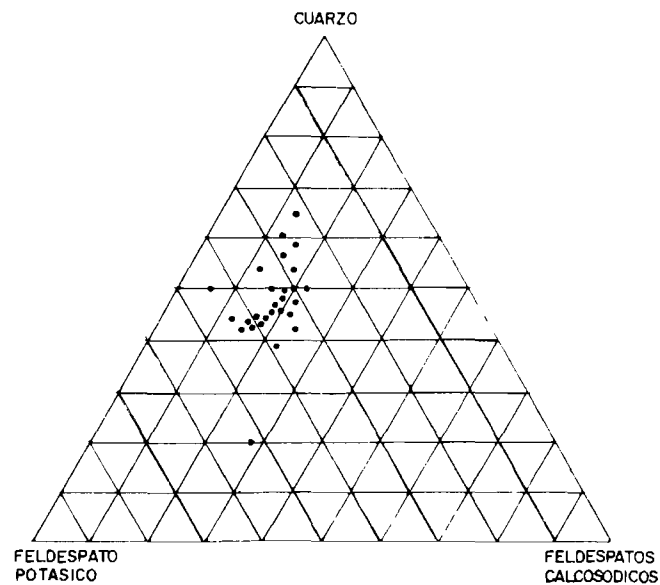
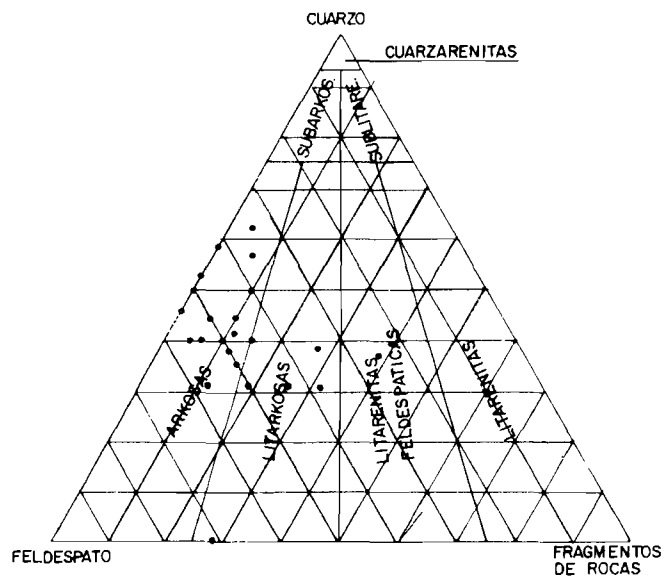


Figura 2.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Pedraja.

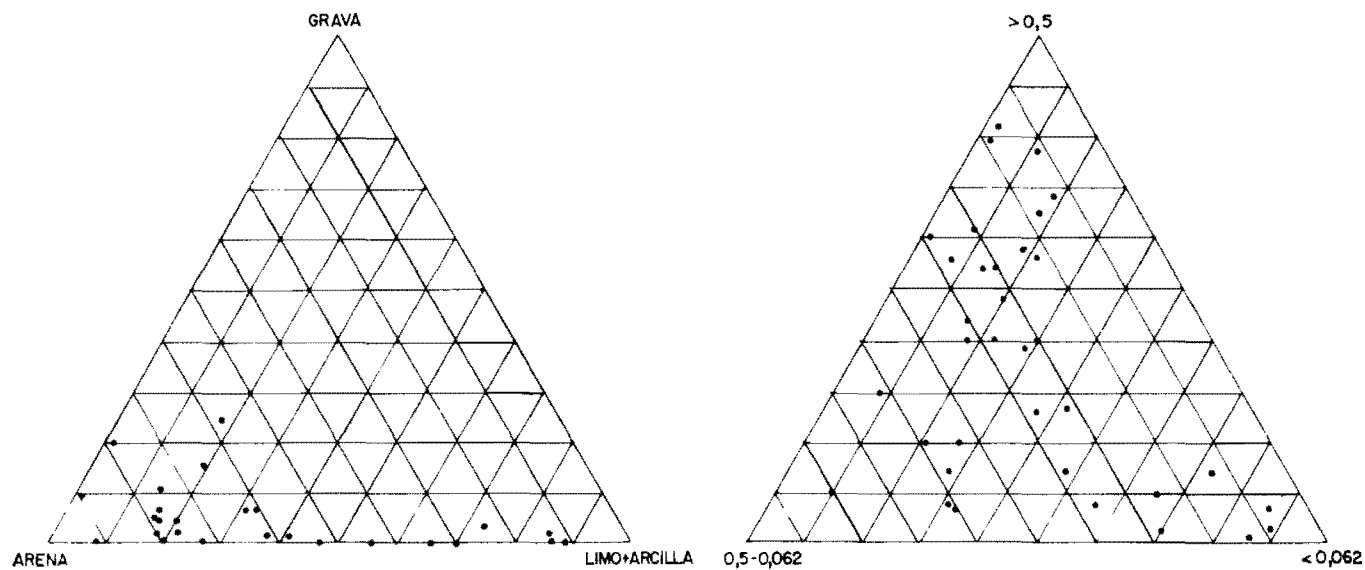


Figura 3.—Composición granulométrica de las arenas y fangos de la Unidad de Pedraja.

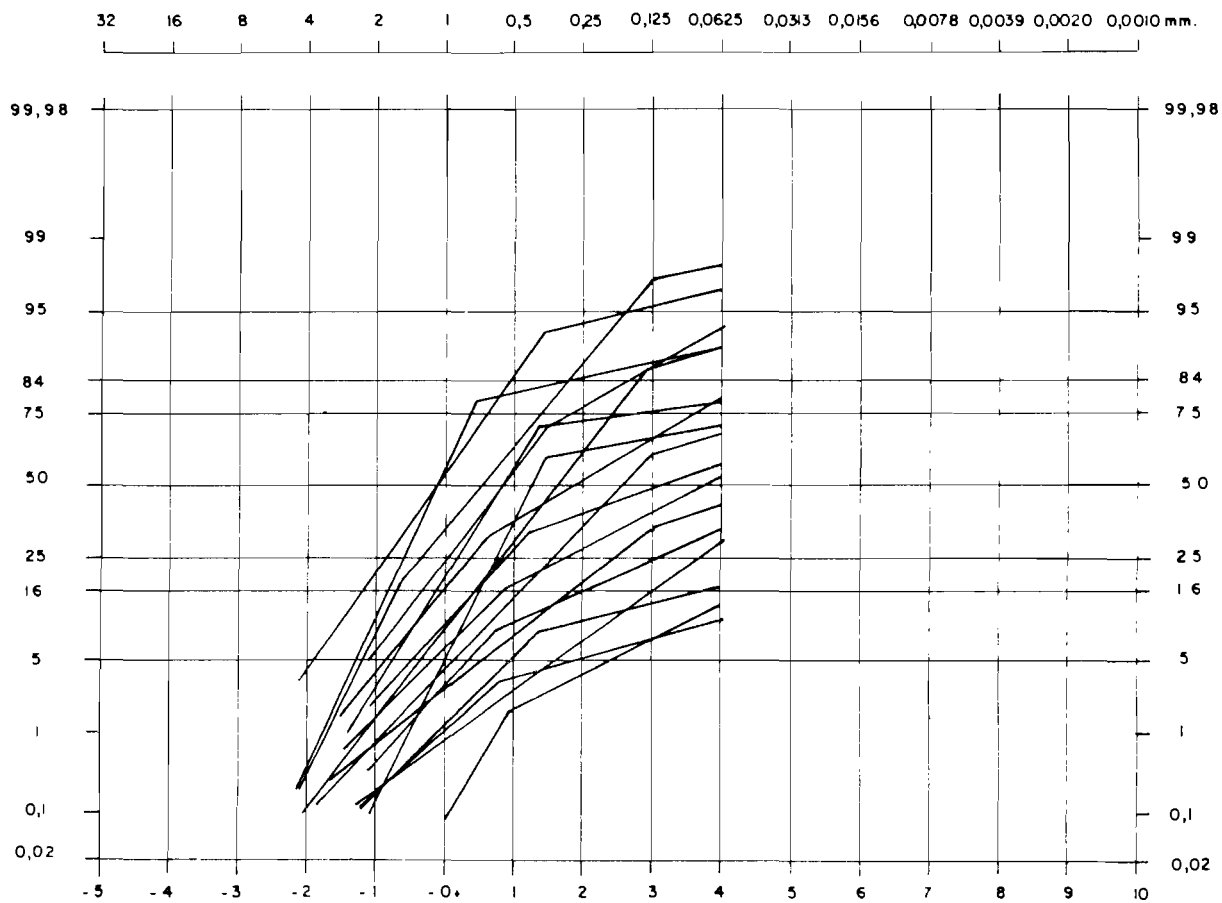


Figura 4.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la unidad de Pedraja.

2.1.2 «Facies Tierra de Campos» (s.l.)

2.1.2.1 *Margas y arcillas grises y blanquecinas, calizas «Facies Dueñas».* *Orleaniense Superior-Astaraciense Inferior* (Tm^{Ba2-Bb1}_{c12-11}).

Aflora en el tercio central de la Hoja (Valle del Pisuerga) por encima de la unidad anteriormente descrita. En la margen derecha del río, sus afloramientos están muy enmascarados por los depósitos cuaternarios, y únicamente puede estudiarse en detalle en la zona desprendimientos que el Pisuerga ha originado en su margen izquierda.

El nombre de «Facies Dueñas» con que denominamos a esta unidad viene dado por haberse estudiado en la localidad que da nombre a la Hoja 16-13, situada al norte de la de Cigales y realizada por el mismo grupo de autores.

Se han podido medir 45 m. de serie, sin llegar a ver el muro de la formación, en la sección «Río Pisuerga» (X=524.000; Y=795.550).

La litología dominante es de margas y arcillas más o menos calcáreas de tonos claros (blanco y gris blanquecino) con intercalaciones de fangos algo salinos, aunque a simple vista no se han encontrado cristales de yeso diagenético. La fracción arcilla viene dada por illita mayoritaria, smectitas minoritarias y trazas de caolinita. El contenido en carbonatos puede llegar hasta el 50 por 100. Hacia la base de la formación aparecen intercalaciones de unos 30 cm. de potencia de arenas calcáreas y fangos con un 30 por 100 de arena. Los minerales pesados más abundantes son el circón, granate y turmalina, que nos pueden indicar la existencia de rocas metamórficas como áreas fuentes.

Hacia el techo se intercalan niveles de caliza de 30 a 50 cm. de potencia con abundantes fragmentos de Gasterópodos, Ostrácodos y Characeas.

Presentan cicatrices erosivas y tienen una secuencia vertical granodecreciente no muy clara. Son biomicritas o micritas fosilíferas que llegan a contener un 10 por 100 de fósiles.

Se trata de depósitos de «playas» más o menos salinas que pueden tener un carácter efímero y cambiante en el tiempo y en el espacio, como lo revelan las diferentes secuencias observadas y la existencia de episodios erosivos.

2.1.2.2 *Fangos ocreos, paleocanales de arena y gravillas de costras calcáreas* *«Facies Tierra de Campos» Astaraciense* (Tt^{Bb}_{c11}).

Esta unidad aflora en la parte centro-norte de la Hoja. Se sitúa por encima de la «Facies Dueñas» y por debajo de la «Facies de las Cuestas»,

estando, en cambio, lateral con la «Unidad Cabezón», que estudiaremos en el apartado siguiente. Sus afloramientos están casi totalmente cubiertos por depósitos fluviales cuaternarios, enmascarando esta facies que tiene una amplia representación en las Hojas situadas más al Norte (16-13, Dueñas, y 16-12, Palencia).

Viene definida por la presencia de fangos de tonos ocre como término mayoritario de la serie. Son fundamentalmente fangolitas y argilitas, o limolitas arenosas con zonas de paso a niveles arcillosos (argilitas). El tamaño medio de los fangos se concentra en dos intervalos: alrededor de 0,0313 mm. (limos medios a gruesos) y entre 0,0078 y 0,0020 mm. (limos finos a arcillas). La fracción arcillosa ha dado en difracción de Rayos X como componente mayoritario illita, y como componente minoritario caolinita bien cristalizada, apareciendo clorita en algunas muestras en pequeña proporción. Estas arcillas se encuentran normalmente degradadas a interestratificadas irregulares de tipo (10-14 M). Suelen aparecer trazas de vermiculita de neoformación. Así, en conjunto, las arcillas son heredadas, encontrándose normalmente degradadas y existiendo una tendencia hacia las condiciones de mal drenaje.

En conjunto, los fangos de Tierra de Campos suelen estar carbonatados con un contenido en carbonatos de hasta el 15 por 100 y un pH que oscila alrededor de 8.

A techo de la formación se localizan, en algunos puntos, cristales de yeso diagenético.

Son frecuentes las apariciones de paleosuelos de potencia decimétrica con tonos de oxidación, reducción y estructura prismática que en la mayor parte de los casos corresponden a suelos marmorizados de tipo *pseudogley*.

Las intercalaciones de canales arenosos existentes en los fangos son normalmente litarenitas con un contenido medio de 40-70 por 100 de cuarzo, 30-70 por 100 de fragmentos de roca y 0,5 por 100 de feldespatos potásicos. La mayor parte de los fragmentos de roca corresponden a cantos blandos arcillosos y gravillas de cortezas calcáreas procedentes de la propia cuenca. Las gravillas tienen un tamaño medio comprendido entre 1 y 4 mm., y las arenas entre 0,125 y 0,25 mm.

El ambiente sedimentario corresponde a llanuras aluviales en zonas muy distales de abanicos aluviales, por las que circulan cursos sinuosos que migran lateralmente durante cierto tiempo, sin llegar a constituir verdaderas bandas de meandros; el régimen de los ríos era, probablemente, muy variable o intermitente.

Se trata de facies muy distales, con predominio de los fangos de llanura aluvial e instalación esporádica de pequeños canales y cuerpos arenosos de desbordamiento.

2.1.2.3. *Paleocanales de arena y gravillas de costras calcáreas con intercalaciones de fangos ocreos «Unidad Cabezón».*

Astaraciense (Tsc₁₁^{pb}).

Esta unidad aflora en la parte central de la Hoja por debajo de la «Facies de las Cuestas» y se ha distinguido en la cartografía debido a la mayor abundancia de paleocanales que presenta en relación con la «Facies Tierra de Campos» descrito en el apartado anterior.

En la sección «Río Pisuerga» (X = 524.000; Y = 795.550) se han medido 27 m. de serie de esta facies, que suponemos no sobrepase los 30 m. de potencia en ningún punto de la Hoja.

Viene definida por la presencia de paleocanales de arena y gravillas de costras calcáreas como término mayoritario de la serie; únicamente a techo de la misma aparecen fangos de tonos ocreos.

Los paleocanales son normalmente litarenitas con un contenido medio de 40-60 por 100 de cuarzo, 35-50 por 100 de fragmentos de rocas y únicamente una muestra ha dado un 5 por 100 de feldespato potásico (fig. 5). La mayor parte de los fragmentos de roca corresponden a cantos blandos arcillosos y gravillas de costras calcáreas y ferruginosas, procedentes de la propia cuenca, aunque no faltan los fragmentos de rocas metamórficas y fragmentos de pizarras.

En la representación granulométrica (fig. 6) se observa que tan sólo

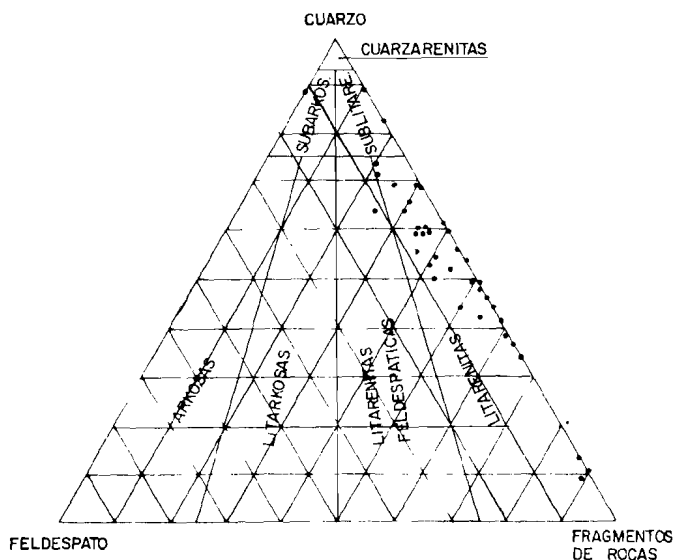


Figura 5.—Composición mineralógica de las arenas de la «Facies de Tierra de Campos» (y Unidad Cabezón).

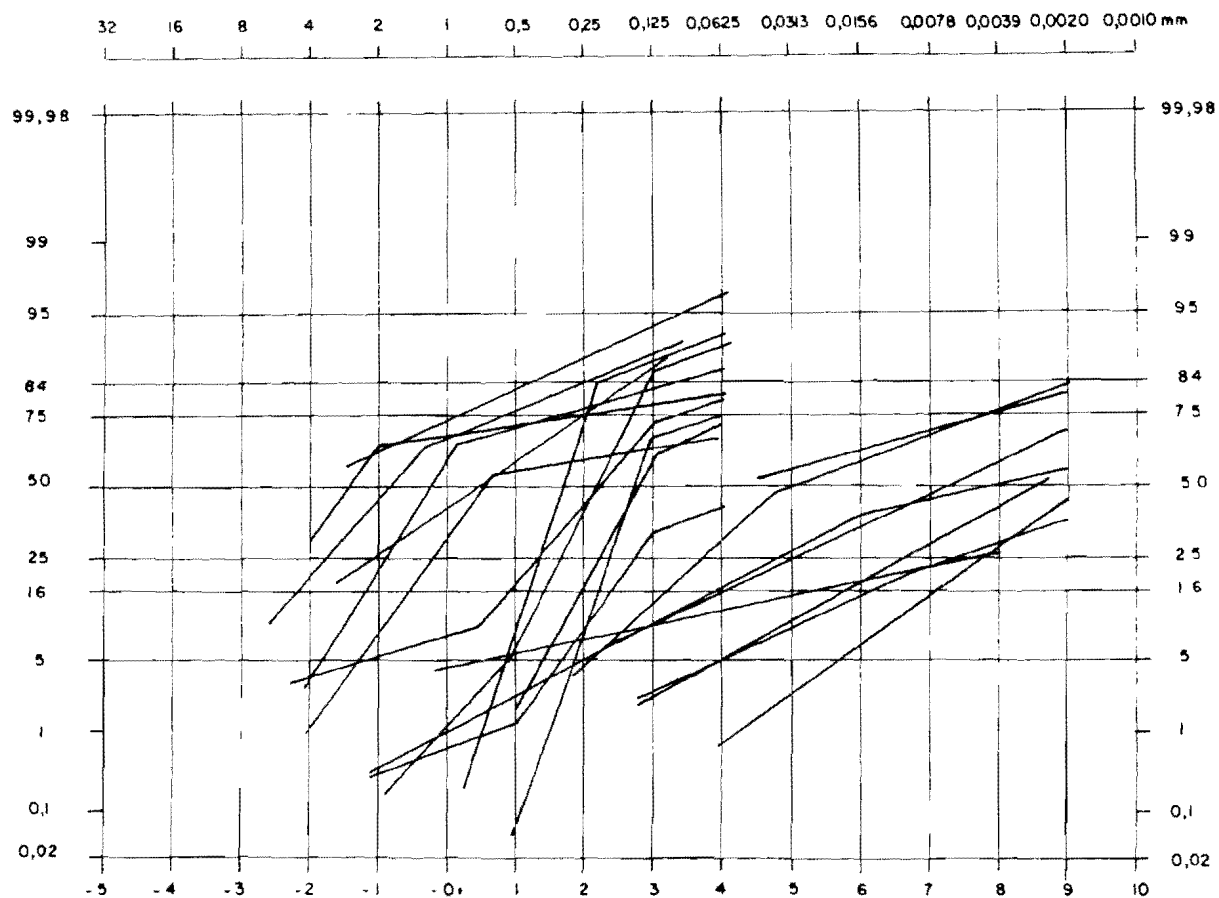


Figura 6.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la «Facies de Tierra de Campos» (y Unidad Cabezón).

las muestras de la base de los canales, con gravillas, tiene porcentajes superiores al 60 por 100 de fracción mayor de 0,5 mm., no existiendo esta fracción en las arenas de los canales. Las gravillas tienen un tamaño medio comprendido entre 1 y 4 mm. y las arenas entre 0,125 y 0,25 mm.

Los minerales pesados más abundantes son: turmalina, andalucita, distena, estaurilita y presencia de circón. Esta asociación es característica de un gran aporte de minerales de origen metamórfico que nos habla de áreas madres con rocas metamórficas aflorando.

Son, fundamentalmente, arenas finas y medias, con estratificación cruzada de surco; en la parte superior de los canales aparecen arenas finas con estratificación oblicua de tipo sigmoidal.

Las secuencias no aparecen completas, siendo frecuentes las cicatrices entre paleocanales.

Las medidas de corriente realizadas en ellos dan una dirección E-O, con sentido hacia el Este. Por consideraciones regionales, la procedencia de esta unidad parece ser del NE hacia el SO.

El ambiente sedimentario es igual al que corresponde a la unidad anteriormente descrita, el predominio de los paleocanales sobre los fangos de llanura aluvial nos está indicando que se trata de una zona donde la instalación de los canales fue muy constante.

2.1.2.4 Niveles con proceso de marmorización. «Pseudogley».

Astaraciense Superior (T_{c11}^{Bb2}).

A techo de la «Unidad Cabezón» y de la «Facies Tierra de Campos» y justo en el paso de estas unidades a la superficie de fangos de la «Facies de las Cuestas», se ha reconocido la existencia de procesos de marmorización en numerosos puntos de la Hoja. Hay que señalar que en algunas ocasiones es difícil reconocer su presencia, debido a los recubrimientos o a la amortiguación lateral del proceso edáfico, por lo que en la cartografía se representa frecuentemente a trazos.

Estos niveles están desarrollados sobre fangos ocres y se caracterizan por una estructura prismática y/o poliédrica de gran tamaño (mayor de 4 cm.). Son frecuentes los colores de oxidación-reducción desde ocres rojizos a gris verdosos. Su potencia oscila entre 1 y 1,5 m. En la Hoja de Cigales y en las proximidades de la localidad de Fuensaldaña se reconocen hasta tres niveles con proceso de marmorización y que se localizan en los fangos ocres de techo de la «Unidad Cabezón».

En la Hoja situada más al Norte (Dueñas, 16-13) el análisis por difracción de Rayos X de la fracción arcillosa del fango donde se da este pro-

ceso de marmorización, da como componente mayoritario illita, siendo la caolinita minoritaria. Existen trazas de montmorillonitas o vermiculitas de neoformación, así como de interestratificados de tipo 10-14 M.

La existencia de este suelo indica muy probablemente una interrupción importante en la sedimentación, con un encharcamiento prolongado y un drenaje deficiente que determine condiciones reductoras para movilizar los óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso.

2.1.3 «Facies de las Cuestas» (s.l.)

2.1.3.1 Calizas con fragmentos de Gasterópodos y Characeas niveles de ciénagas. «Facies Zaratan» (s.l.). Astaraciense Superior (Tc2_{III}^{Bb} y Tci2_{II}^{Bb}).

Constituye la base de la «Facies de las Cuestas», siendo en algunos casos difícil de reconocer por el recubrimiento que presenta, estando representada en el mapa frecuentemente a trazos.

La unidad ha sido denominada «Facies Zaratan» (s.l.) por ser en esta localidad, situada en la Hoja colindante al Sur (Valladolid, 16-15), donde se encuentra mejor representada (SANCHEZ DE LA TORRE, L., 1979). El tramo tiene un espesor medio de 5 m. en la margen derecha del río Pisuerga, quedando reducido a 2 m. en su margen izquierda, y está constituido fundamentalmente por calizas en bancos decimétricos, entre los que se intercalan margas que en algunos puntos contienen cristales de yeso diagenético. Entre estos bancos se intercalan fangos húmicos que representan niveles de ciénagas en el sentido de MELTON (1965), fundamentalmente en la parte sur y este de la Hoja (Tci_{II}^{Bb2}). A techo aparece un nivel de calizas de 50 cm. de potencia de tonos grises y parduzcos; son frecuentes las cicatrices erosivas y las bases onduladas de los niveles calizos. En la zona Sur, las calizas son más terrígenas, llegando a tener *ripples* a techo, siendo más importantes las intercalaciones de fangos húmicos de tipo ciénaga. La sedimentación tendría lugar en el borde de charcas salinas de tipo «playas», alternando los períodos de encharcamiento con períodos de desecación y abarrancamiento con la llegada ocasional de aportes terrígenos. En estos depósitos de ciénaga se ha reconocido la presencia de restos fósiles de micromamíferos, que se describen en el apartado de paleontología.

Este tipo de ambiente transicional representa precisamente el paso de las facies aluviales («Facies Tierra de Campos» y «Unidad Cabezón») a la facies salina («Facies de las Cuestas»).

2.1.3.2 Arcillas calcáreo-limolíticas grises (fangos salinos) con yesos
y calizas «Facies de las Cuestas». Astaraciense
Superior-Vallesiense Superior
($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$, Ty_{c11}^{Bc1} , Tc_{c11}^{Bc1}).

Aparecen en las «Cuestas» morfológicas asociadas a los «Páramos». La potencia media de la unidad oscila alrededor de los 65-70 m.

Los sedimentos de esta unidad se han estudiado en las secciones estratigráficas de: Río Pisuerga ($X = 524.000$; $Y = 795.550$); Cabezón del Pisuerga ($X = 520.800$; $Y = 792.650$), y Pico del Aguila ($X = 523.550$; $Y = 792.700$).

El término mayoritario de la serie son los fangos salinos con mayor o menor contenido en yeso, y de coloraciones grises y gris verdosas con alto contenido en cristales de yeso diagenético dispersos. Se trata de argilitas y argilitas arenosas y fangolitas bastante calcáreas (de un 35 a un 70 de carbonatos).

El tamaño medio dominante es menor de 0,002 mm. normalmente, aunque excepcionalmente pueda darse el de 0,0078 mm. (limo fino) en alguna muestra. Las arcillas dominantes son illita, y como minoritarios, montmorillonita, existiendo trazas de caolinita.

El yeso existente en la serie es de dos tipos:

- Grandes cristales de yeso en punta de lanza, asociados para dar grandes rosetas. Estos cristales engloban fangos y son claramente diagenéticos. Reciben el nombre local de «Rabillo», sobre todo en la región de Palencia.
- Niveles centimétricos de yeso mesocristalino con microdolomía intersticial. Ocasionalmente, son visibles en ellos estructuras asimilables a *ripples* y cicatrices de corriente. Este yeso pudo ser en principio detrítico y haber sufrido recristalizaciones durante la diagénesis. Recibe el nombre local de Aljez.

En las zonas de concentración de yesos son frecuentes las huellas de expulsión de fluidos y a techo las costras calcáreo-dolomítico salinas, formadas por capas centimétricas de calizas-dolomíticas o dolomías con pseudomorfosis de cristales de yeso. Estas costras suelen tener moldes de grietas de desecación en los nivelillos de fango subyacente. Lateralmente un nivel de concentración de yesos diagenéticos en fango puede pasar a calizas dolomíticas o dolomías con pseudomorfosis de yeso («Carniolas s.l.»). Algunos de estos tramos de concentración de yeso y de potencia métrica han sido diferenciados en la cartografía (Ty_{c11}^{Bc1}).

Son también muy numerosas las intercalaciones de calizas de potencia decimétrica, algunas de bases onduladas y con cicatrices erosivas internas, con gran abundancia de Gasterópodos y Characeas y muy semejantes a las calizas de la base de esta facies, descritas anteriormente y denominadas como «Facies Zaratán s.l.». Son también micritas fosilíferas (15 por 100 fósiles) y en algún caso con un 10 por 100 de cuarzo. Ocasionalmente se han distinguido en la cartografía cuando alcanzan potencia cercana al metro (T_{c11}^{Bc1}). En estos niveles de calizas se han visto nódulos de sílex dentro de los bancos, fundamentalmente en el paraje denominado Meseta de las Canteras, al noroeste de la localidad de Cigales (fig. 7).

Las secuencias observadas en los perfiles estratigráficos corresponden a ciclos sedimentarios en lagos salinos efímeros o «playas». Las secuencias de potencia aproximada de 1 a 1,30 metros esencialmente consisten en un tramo inferior de arcillas más o menos carbonatadas, un tramo de fangos salinos con un 50 por 100 de carbonatos y cristales de yeso diagenéticos, y finalmente un nivel de cortezas de yeso. Se trata, por tanto, de una secuencia de salinidad creciente que representa la progresiva evaporación de la charca y que puede llegar a terminar con su desecación total.

2.1.3.3 *Calizas y margas. Tránsito a las calizas de la superficie del Páramo. Vallesiense Superior (T_{c11}^{Bc2}).*

Afloran en los bordes de las «mesas calizas», tratándose de una unidad compleja, con el límite inferior poco definido y una potencia que oscila alrededor de los 10 m.

El término mayoritario son las margas de tonos grises con un contenido en carbonatos del 40 al 80 por 100. La fracción arcillosa tiene illita como componente mayoritario y montmorillonita como componente minoritario. Alternando con las margas se intercalan niveles de calizas de 20 a 50 cm. de potencia y que son micritas fosilíferas con un contenido en fósiles (Foraminíferos, Ostrácodos y Characeas) del 10 por 100 hasta el 70 por 100 (fig. 8).

En la base de la formación disminuye el contenido en carbonatos de las margas, apareciendo niveles dolomíticos con pseudomorfosis de yeso.

Hacia el sur de la Hoja de Cigales y en las colindantes de Valladolid (16-15) y Portillo (16-16), los niveles calizos que entran a formar parte de esta unidad están totalmente recrystalizados y los niveles de margas son estériles. El ambiente sedimentario puede asimilarse a lagos efímeros oligo o mesohalinos.

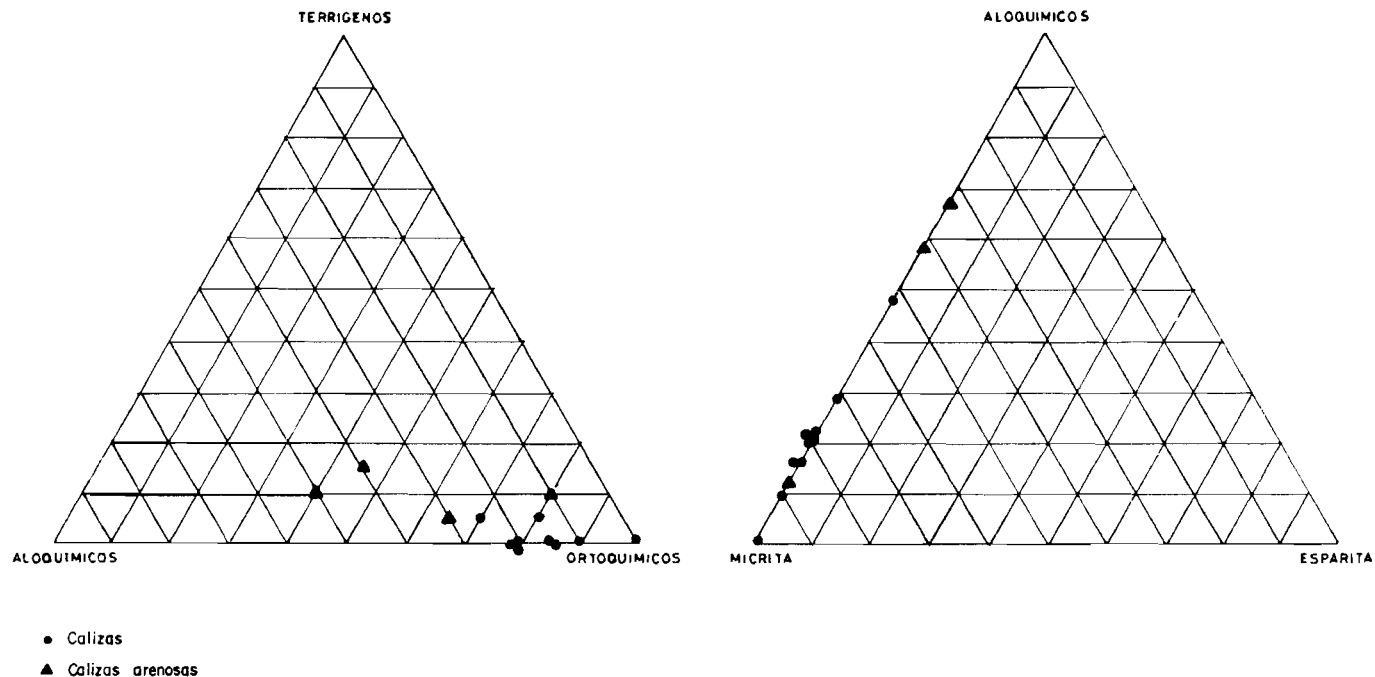


Figura 7.—Composición de las calizas de la «Facies de las Cuestas S.S.»
(Astaraciense Sup.-Vallesiense Sup.).

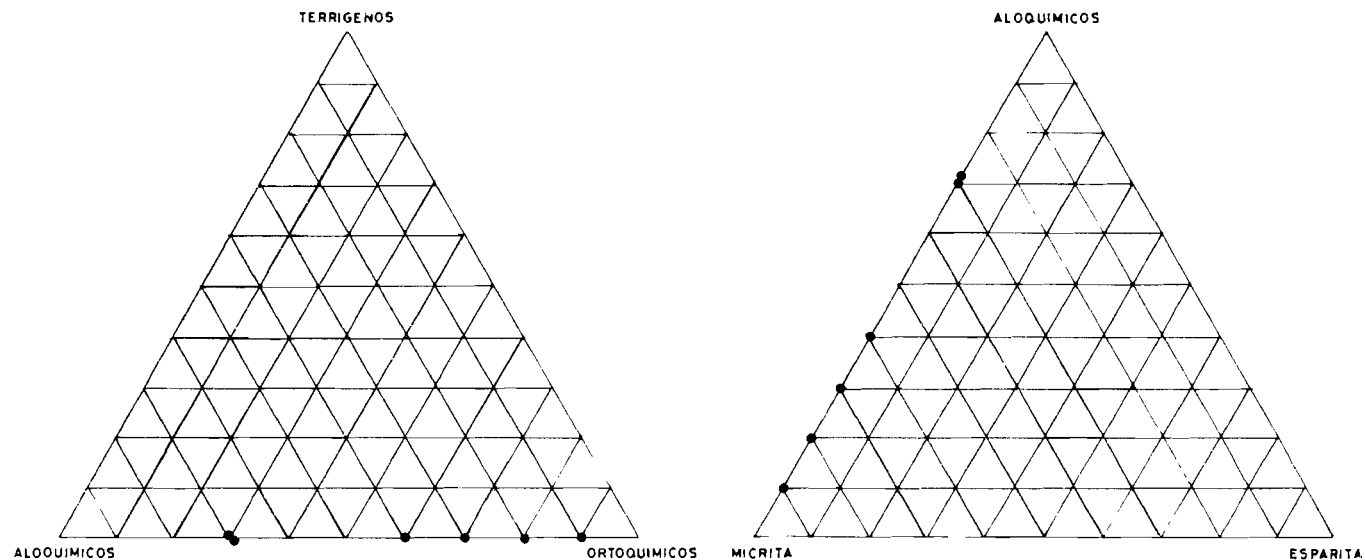


Figura 8.—Composición de las calizas de la serie de tránsito a las calizas con Gasterópodos (Vallesiense Superior).

2.2 MIOCENO Y PLIOCENO

2.2.1 Serie carbonatada de la superficie del Páramo

2.2.1.1 Calizas inferiores de la superficie del Páramo. Vallesiense Superior-Rusciniense (T_{c11-21}^{Bc2-Ba}).

Constituyen la superficie que ocupa el tercio occidental de la Hoja (Páramo de los Montes Torozos), quedando en el borde oriental cubiertas por el resto de la serie de sedimentos pliocenos.

El espesor de estas calizas es muy variable de unos puntos a otros (40 cm. a 5 m.), debido a que esta superficie de los páramos no es estructural, sino de erosión-depósito.

Son calizas microcristalinas con Gasterópodos, Ostrácodos y Characeas, bien estratificadas en capas de 20 a 50 cm. con juntas margosas centimétricas.

Las calizas son micritas con un contenido en fósiles importante y un 10 a 20 por 100 de esparita (fig. 9). Algunas muestras corresponden a biolititas.

En la sección de Páramo de Nogales ($X = 520.750$; $Y = 789.500$), por encima de las calizas y margas del Vallesiense Superior descritas en el apartado anterior (2.1.3.3), afloran 2 m. de calizas gris blanquecinas bien estratificadas y que son micritas fosilíferas con un 5 por 100 de fósiles y un 10 por 100 de esparita.

El estudio micromorfológico de estas calizas detecta la existencia de un fango calizo fosilífero que sufrió procesos de desecación con formación de grietas que posteriormente fueron rellenadas por nuevos aportes calizos, con un cierto contenido en arcillas con óxidos de hierro, que por un aumento del pH fueron retenidos.

Por encima se sitúan 70 cm. de calizas muy karstificadas con grietas rellenas por «Terra rossa», quedando por encima 1,20 m. de calizas (micrita, 65 por 100; esparita, 10 por 100; fósiles, 25 por 100) de aspecto brechoide debido a la intensa karstificación que presentan y con conductos de circulación de agua de hasta 30 cm. de diámetro.

El estudio de Rayos X de las arcillas de la «Terra rossa» da como componente mayoritario montmorillonita; minoritario, illita, y trazas de caolinita que nos indica condiciones de drenaje deficiente.

En la sección de Pico del Aguila la potencia de esta unidad es de 5 m., estando también muy karstificados los tramos superiores y con grietas rellenas por «Terra rossa». Las calizas son muy ricas en Characeas, Ostrácodos y Foraminíferos, dándose algún nivel de biolititas algales filamentosas con un 99 por 100 de fósiles.

En el Páramo de los Montes Torozos estas calizas se encuentran muy cubiertas por depósitos de «Terra rossa» y son escasos sus afloramientos.

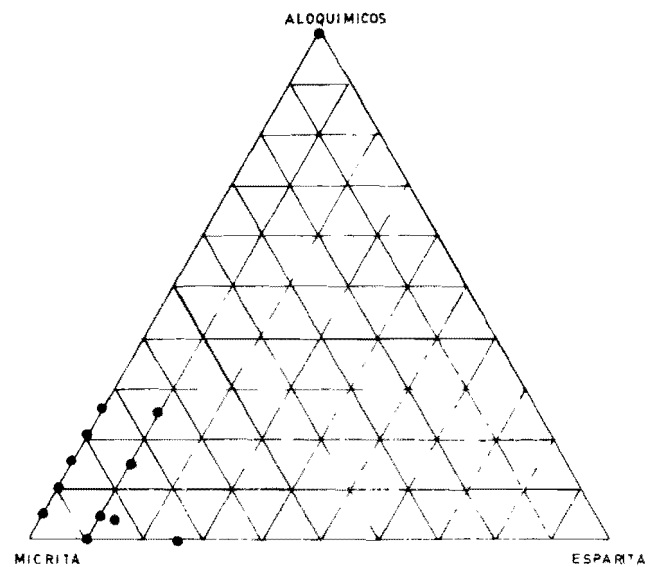
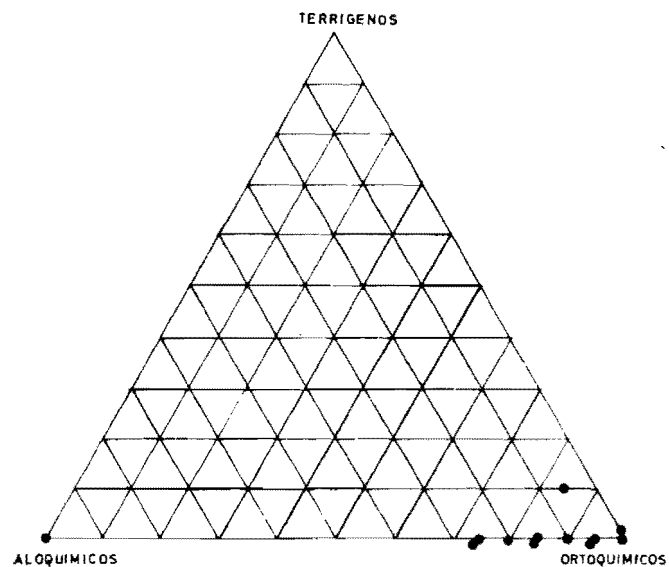


Figura 9.—Composición de las calizas con Gasterópodos (Vallesiense Sup.-Rusciniense).

2.2.1.2 *Margas y limos arenosos; lateralmente, canales de arena.*

En la base, costras. Rusciniense-Villanyense

$\{T_{c21-22}^{Ba-Bb}\}$.

Esta unidad cartográfica es muy compleja debido a la serie de procesos acaecidos durante el Plioceno y que parece que se correlacionan bien con los procesos semejantes ocurridos durante el Plioceno en la Submeseta meridional (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Aflora en el tercio oriental de la Hoja en los Páramos de Nogales, Valdecuadro, Valdeviñanzos y Carramonte.

En la sección de Páramo de Nogales (X = 520.750; Y = 789.500), inmediatamente encima de las calizas descritas en el apartado anterior, y también perforada por los conductos kársticos que afectan a las calizas, se sitúa una «costra clástica roja» (PEREZ GONZALEZ, A., 1979) con un esqueleto, concentrado en niveles de 1 cm., fundamentalmente de cuarzo, feldespato y algún circón. La matriz es micrítica y en muchos casos ha desaparecido por disolución, por recristalización o bien por cementaciones. Son frecuentes las estructuras biológicas (Characeas) y restos de material con plasmas argílicos alóctonos.

Es la costra zonal de DURAND (1963), con sus tres niveles:

a = Nivel de detríticos con oolitos.

b = Nivel de micrita con estructuras biológicas.

c = Nivel de huecos con estructuras biológicas.

Posteriormente a su génesis ha sufrido un proceso intenso de recristalización que enmascara en parte su estructura original, afectándola fundamentalmente en los niveles pobres en arcilla y en detríticos más gruesos.

Esta costra tiene una potencia que oscila entre 30 y 80 cm., siendo más potente en los sinclinales de los pequeños repliegues que afectan a las calizas y desapareciendo en las zonas de anticlinal.

Por encima de la costra se sitúan 2,5 m. de una unidad caracterizada por un color rojo intenso, asimilable a un suelo calcimorfo.

Presenta un esqueleto muy abundante de cuarzo, feldespato, circón y turmalina; la matriz micrítica presenta zonas locales de recristalización y el cemento es muy escaso. Existen huecos (posibles pedotúbulos) rellenados por material con plasma argílico.

Se trata de un posible horizonte edafizado con cierta actividad biológica. Debíó de existir un plasma rojo, antiguo, que ha sido mezclado con la matriz micrítica por la acción de los seres vivos. Posteriormente ha habido un proceso de cementación, en general poco acusado.

Esta unidad lateralmente pasa a ser un canal de origen fluvial, como

puede observarse en la zona del Páramo de Nogales, situada unos 350 m. al sureste de la sección estratigráfica a la que nos estamos refiriendo.

En este punto y directamente sobre las calizas inferiores de la superficie del Páramo, se sitúa un canal de unos 2 m. de potencia constituido por arenas con un contenido en limo y arcilla del 22 por 100. Las arenas tienen un 23 por 100 de tamaño, 0,062, y un 49 por 100 del 0,125, son arenas finas con un 90 por 100 de cuarzo, un 5 por 100 de feldespato potásico y un 5 por 100 de fragmentos de rocas metamórficas. Los minerales pesados más abundantes son la turmalina, parcialmente rodada, y muy escasos circón, granate y rutilo. La base del canal está constituida por un conglomerado cementado de unos 30 cm. de potencia y con un 15 por 100 de cuarzo, 15 por 100 de fragmentos de rocas metamórficas y 50 por 100 de fragmentos de caliza; las gravas están bien redondeadas y tienen un tamaño máximo de 6 cm.

Por encima del canal se presenta un depósito de «Terra rossa» que ha sido transportada.

A continuación y por encima de la unidad roja asimilable a un suelo calcimorfo, y por encima del canal descrito anteriormente, se sitúa una unidad blanco-amarillenta, de margas arenosas y limos, de 4 a 5 m. de potencia media, que en algunos puntos descansa directamente sobre las calizas inferiores de la superficie del Páramo descrita en el apartado anterior.

Estas margas son ricas en Characeas, Ostrácodos y Foraminíferos, y algunas muestras tomadas para análisis cualitativo de sulfatos han dado positivo muy débil. La carbonatación es importante, llegando al 75 por 100.

El ambiente de tipo lacustre, más o menos generalizado, se ve interrumpido por una fase tectónica que deja los sedimentos en condiciones subaéreas, originándose una karstificación importante en los mismos. La instalación de una red fluvial, con depósitos de canales y depósitos de llanura de inundación, con formación de suelos calcimorfos, pudo ser la causa del arrastre de la «Terra rossa» formada durante la karstificación.

Los depósitos de margas corresponden a la instalación progresiva de un ambiente de playas débilmente salinas, que preceden a un nuevo ambiente lacustre más o menos generalizado.

2.2.1.3 Calizas, limos arenosos y costras, Villanyense

[T_{c22}]^{9b}.

Afloran en el tercio oriental de la Hoja y se sitúan directamente encima de las margas blanco-amarillentas con que terminaba la unidad descrita anteriormente.

Se trata de una delgada tabla de caliza de 1 a 3 m. de potencia, que

da lugar a pequeños cerros testigos sobre la superficie del Páramo y a la propia superficie del Páramo.

Se trata de micritas con un 20 por 100 de esparita y un 10 por 100 de cuarzo, en las que son abundantes las pseudomorfosis de yeso (fig. 10). Por encima de estas calizas y fundamentalmente en los Páramos de Carra-monte y Nogales, se sitúan arenas limosas y limos rojizos con zonas blan-quecinas, con una potencia de 2 a 3 m. y con porcentaje de arcilla y limo del 38 por 100, siendo el resto arenas de tamaño fino a medio con com-posición mineralógica del 80 por 100 de cuarzo, 15 por 100 de fragmentos de rocas metamórficas y el 5 por 100 de feldespato potásico.

Coronando la serie pliocena aparece una costra de unos 30 cm. de po-tencia, que en el estudio micromorfológico presenta un esqueleto silíceo es-caso, compuesto por cuarzo fundamentalmente. La matriz micrítica entre los clastos presenta estructuras biológicas y está poco recrystalizada. El ce-mento es muy abundante y de tipo vadoso (BADIOZAMANI *et al.*, 1977), con estructuras de goteo.

Es importante indicar que los procesos de diagénesis no han sido tan acusados como para borrar las estructuras primarias.

Esta costra se puede correlacionar con la «Costra Laminar Bandeada» que PEREZ GONZALEZ, A. (1979), cita en la Submeseta Meridional y que significa el final de la formación de la «superficie multipoligénica».

2.3 CUATERNARIO Y FORMACIONES SUPERFICIALES

El Cuaternario y las formaciones superficiales constituyen un importante recubrimiento sobre el sustrato mioceno y son importantes de cara a una ordenación y explotación racional del territorio. Siguiendo el pliego de con-diciones técnicas del proyecto se ha realizado un mapa de formaciones su-perficiales a escala 1:50.000, que se incluye en el presente apartado.

Entendemos como formaciones superficiales aquellos materiales no cohe-rentes, que en algunos casos pueden haber sufrido una consolidación pos-terior, que están ligados directamente con la evolución del relieve. Su espesor es pequeño generalmente (unos decímetros a pocas decenas de metros).

Las formaciones superficiales que se han distinguido en la Hoja de Ci-gales pueden asociarse a tres tipos fundamentales de modelado del relieve (ver mapa de formaciones superficiales).

- Asociadas al modelado kárstico (K): «Terra rossa».
- Asociadas al modelado de vertientes: Glacis, coluviones, paleover-tientes (V).
- Asociadas al modelado fluvial: Terrazas, aluviales, fondos de va-lle (F).

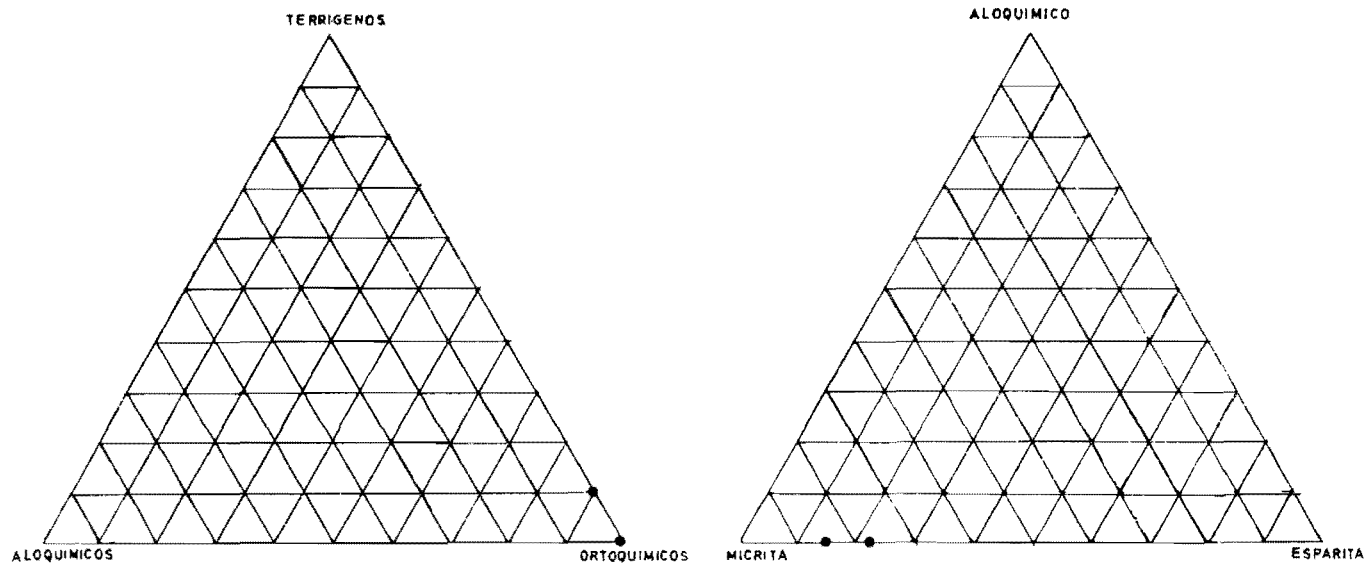
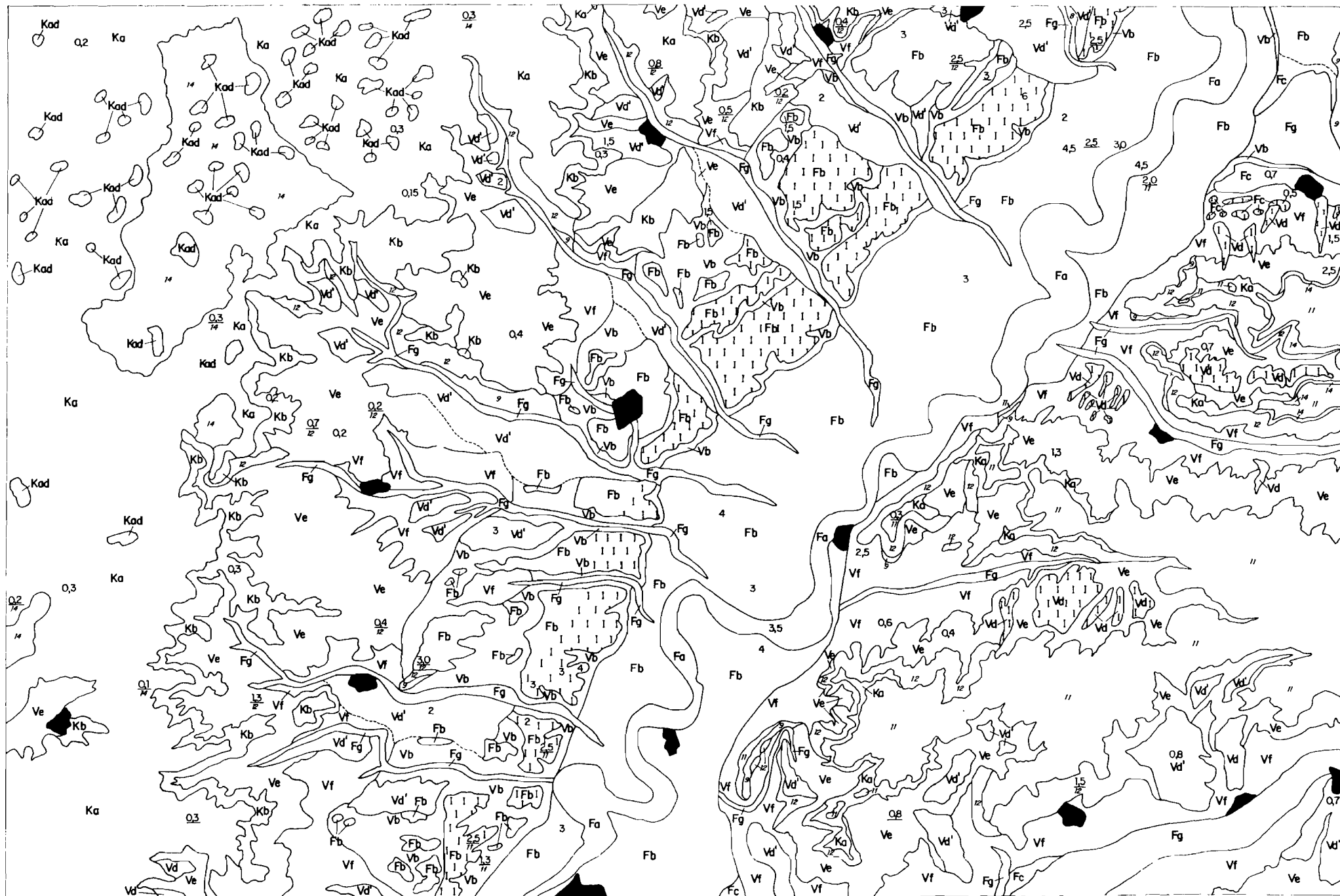


Figura 10.—Composición de las calizas del Villanyense (2.º Páramo).



MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES

16/14

LEYENDA

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

- 7 Fangos arcóscicos y arcosas
- 8 Fangos y arenas
- 9 Canales de arena aislados o dominantes
- 11 Arcillas margas y calizas
- 12 Arcillas y fangos salinos con yesos y calizas
- 13 Arcillas y fangos poco salinos
- 14 Calizas compactas

ESPESOR

- $\frac{I_1}{I_1}$ Espesor visto
- $\frac{I_1}{I_1}$ Espesor total
- $\frac{I_1}{I_1}$ Espesor total y sustrato
- $\frac{I_1}{76}$ Espesor total y sustrato alterado

SIGNOS CONVENCIONALES

-  Contacto entre formaciones superficiales
-  Id. supuesto
-  cementación por carbonatos (costras, baldosas, etc)
-  Núcleos urbanos

FORMACIONES SUPERFICIALES

K.- ASOCIADAS AL MODELADO KARSTICO

Derivadas de calizas (12, 14)

Ka.- Terra rossa con cantos angulosos de caliza y -
redondeados de cuarcita.

Kad.- Terra rossa en dolinas

Kb.- Suelos pardo calizos de alteración "in situ" de
calizas.

V.- ASOCIADAS AL MODELADO DE VERTIENTES

Derivadas de terrazas (Fb y Fc) fangos arcóscicos o nó
(7, 8, 9) y arcillas y margas (11)

Vb.- Fangos, limos y gravas de cuarcita, cuarzo y -
caliza. Proporción menor de cantos al alejarse
de las formaciones superficiales de que deri--
van.

Derivadas de arcillas, arenas y fangos salinos o nó
(7, 8, 9, 11 y 12) y calizas (14)

Vd.- Brechas alóreas cementadas

Vd'- Brechas calcáreas con matriz limo arcillosa

Ve.- Brechas poligénicas (caliza, yeso ...) con -
matriz limo-arcillosa.

Vf.- Fangos arenosos y limos con cantos calizos.
Frecuentes afloramientos de 7, 8, 9 y 11.

F.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL

Derivadas de terrazas y de otras formaciones superfi-
ciales (Fb, Vb)

Fa.- Limos y arenas con escasas gravas de cuarcita.

Derivadas de Terrazas (Fb) y de fangos (7, 8, 9, 11,
12)

Fb.- Gravas cuarcíticas con matriz areno limosa. -
Gravas calizas en proporción menor del 10%. -
Suelos rojos fersialíticos decapitados. Sustra-
to frecuentemente alterado con concentración -
de carbonatos pulverulentos. Encostramiento --
frecuente. Terrazas.

Fg.- Limos y arcillas con gravas de caliza aluvial
Derivadas de otras formaciones superficiales (Fb) y -
en parte de calizas (11 y 14)

Fc.- Gravas de caliza con matriz limo arenosa. Gra-
vas cuarcíticas en proporción menor del 10%. -
Encostramiento frecuente.

Sobre el recubrimiento y la roca del sustrato terciario y en función del tiempo, de las condiciones físico-químicas, la pendiente y la climatología se desarrollan distintos tipos de suelos.

De las diferentes clasificaciones de suelos actualmente en uso: Clasificación de la F.A.O., Séptima Aproximación Americana, Clasificación Francesa, etc., se ha elegido esta última por dos razones:

- Por ser una clasificación esencialmente genética, atendiendo fundamentalmente al grado de evolución del suelo, teniendo en cuenta las condiciones litológicas, climáticas, topográficas y biológicas del mismo.
- Por ser una clasificación que se basa esencialmente en datos observables directamente en el campo.

Los suelos dominantes en el ámbito de la Hoja son:

- Suelos pardo calizos.
- Rendzinas y xerorendzinas.
- Suelos aluviales.
- Suelos rojos fersialíticos.

2.2.1 Terra rossa (Ka, Kad, Kb)

Aparece sobre la «superficie páramo», siempre por encima de las calizas que forman la unidad inferior (T_{c11-21}^{Bc2-Ba}), quedando, en los páramos que se sitúan en el tercio oriental de la Hoja, cubierta por las margas y limos del Rusciniense-Villanyense (T_{c11-21}^{Ba-Bb}), lo que nos indica edad pliocena al menos para las primeras fases de su formación.

Los diferentes autores que han estudiado esta formación la consideran como arcilla de descalcificación originada «in situ» por disolución de las calizas que coronan los «Páramos». Se encuentran rellenando huecos de disolución y según los distintos autores está formada por arcillas illíticas y caolínicas, siendo más abundante la caolinita cuanto mayor es la evolución de este tipo de depósitos (DOUCHAFOUR, 1970). Los análisis realizados dan como resultado una mayor abundancia de montmorillonita, illita minoritaria y trazas de caolinita, indicándonos unas condiciones de encharcamiento muy persistentes.

En el estudio micromorfológico se observa la iluviación de «Terra rossa» que rellena huecos, pudiendo ocurrir que en la parte más inferior de los huecos, donde el drenaje ha sido más deficiente, exista un empardecimiento de los óxidos de hierro que están unidos a las arcillas.

Una vez formada la «Terra rossa» existió un proceso mecánico (erosión) que rellena en parte los huecos de las calizas subyacentes con fragmentos de caliza y «Terra rossa»; a continuación el aporte de carbonatos dio origen

a agujas de lublinita que tienden a cementar el conjunto. Asociadas a las agujas de lublinita aparecen restos vegetales.

Desde el punto de vista climático, la «Terra rossa» indica un clima subtropical o un clima mediterráneo húmedo (LAMOUROUX, 1965) que permita el lavado previo del ión Ca^{2+} y la movilización de arcilla, así como una rubefacción intensa.

Por ser un material de edad pliocena (AGUIRRE *et al.*, 1976) ha podido sufrir varios procesos de edafización y erosión, lo que determina que su perfil original no se conserve en la actualidad, siendo el depósito, que puede observarse hoy, de naturaleza poligénica debido a la suma de todos los procesos sufridos por el mismo.

El contenido de arenas de cuarzo es abundante, siendo constante en la región la presencia de dos poblaciones de granos, unos subredondeados y otros más angulosos. La existencia de depósitos de arenas eolizadas en las regiones próximas puede explicar en parte el contenido de arenas de la «Terra rossa», que ha sufrido posteriormente una removilización por la mano del hombre.

No obstante lo expuesto hasta aquí, el origen de la «Terra rossa» no está aclarado en su totalidad, pues se plantea un problema fundamental cuando se piensa que la caliza que existe bajo la «Terra rossa» es muy pobre en arcillas, por lo que si se supone a esta originada «in situ», es muy difícil concebir el volumen de caliza que debió ser disuelto previamente a su instalación. Ocasionalmente se sitúa sobre facies de canales pliocenos desprovistos de carbonatos, lo que nos indica que ha sufrido un cierto transporte.

Sobre las calizas que forman la unidad (T_{c11}^{Bc2}) de transición a la superficie del páramo, se dan suelos pardocalizos de alteración «in situ» de calizas (Kb).

2.3.2 Terrazas (Q_1T_4 , Q_1T_5 , Q_1T_6 , Q_1T_8 , Q_1T_{10} , Q_1T_{11} , Q_1T_{12} , Q_1T_{18} , Q_1T_{19} , Q_1T_{20} y Q_1M_{18} Fa, Fb, Fc)

Tienen amplia representación en el tercio central de la Hoja, fundamentalmente en la margen derecha del río Pisuegra.

En la Hoja colindante al Norte (Dueñas, 16-13) se realiza la desembocadura del río Carrión en el Pisuegra, debido a este techo y por desconocerse el número de terrazas que el río Pisuegra pueda tener entre este punto y su nacimiento, hemos seguido con la numeración de terrazas correspondientes al Carrión, que nos son conocidas, ya que el mismo grupo de autores de la presente Hoja realizó, durante 1978, las Hojas MAGNA situadas al Norte [Dueñas, Palencia, San Cebrián de Campos, Carrión de los Condes, Saldaña

y Guardo) distinguiéndose 20 niveles de terraza, de las cuales 16 tienen valor regional.

En la Hoja de Cigales solamente afloran algunos de ellos y en el mapa geológico se han cartografiado con las siglas: Q_1T_4 , Q_1T_5 , Q_1T_6 , Q_1T_8 , Q_1T_{10} , Q_1T_{11} , Q_1T_{12} , Q_1T_{18} , Q_1T_{19} , Q_1T_{20} . En el mapa de formaciones superficiales se designan como Fa, Fb y Fc, según la naturaleza de las gravas y el porcentaje de las mismas.

Las alturas relativas sobre el Pisuergra tomadas en el noreste de la Hoja, entre la localidad de Cubillas de Sta. Marta y el cauce del río, son las siguientes:

Q_1T_{20} a + 4,5 m., Q_1T_{19} a + 7-8 m. (medida al Sur de la Hoja), Q_1T_{18} a + 10 m., Q_1T_{12} a + 11-12 m., Q_1T_{11} a + 13-15 m., Q_1T_{10} a + 19-20 m., Q_1T_8 a + 34-35 m., Q_1T_6 a + 57 m., Q_1T_5 a + 78-80 m. y Q_1T_4 a + 85 m.

En general, están constituidas por gravas de cuarcita y cuarzo con un porcentaje de cantos de caliza del 5 al 15 por 100, según los distintos niveles. Los centilos oscilan entre 7 y 13 cm., siendo el tamaño medio el de gravas medias, dominando el tamaño comprendido entre 2 y 4 cm. con una fracción menor de 2 cm. entre 60 y 80 por 100.

En las proximidades del Arroyo del Madrazo (noreste de la Hoja) y en el río Esgueva (sureste de la Hoja). El porcentaje de gravas de caliza llega a ser del 80 por 100.

Sobre las terrazas se dan normalmente suelos rojos fersialíticos de perfil A o A_2 , B_t , C o Ca, dependiendo el grado de subefacción de la edad y de la presencia de Ca^{2+} activo, así como de la proximidad del nivel freático.

Es un hecho general de la zona que los ríos con gran aporte de material calizo (Esgueva y Arroyo del Madrazo) en sus terrazas presentan un nulo o muy reducido desarrollo de un horizonte B_t rojo debido al Ca^{2+} abundante. Por el contrario, en las terrazas con abundancia de material silíceo existe un horizonte B_t rojo característico, que cuanto más antigua es la terraza, es más potente y penetra a mayor profundidad.

Las principales características de cada uno de los niveles de terraza aflorantes en la Hoja son las siguientes:

- Q_1T_4 (Fb).—Potencia mayor de 3 m. Gravas de cuarcita y cuarzo de 2,5 cm. de tamaño medio y un centilo de 8 cm. Presenta un suelo rojo muy viejo con un horizonte A_1 actual y A_2 de lavado de 20 centímetros aproximadamente. A continuación aparece un horizonte B rojo (10 R) con variaciones laterales de color por lavado de óxidos de hierro y marmorizaciones locales. Un horizonte B_t de unos 30 centímetros mal estructurado por falta de arcilla y dispuesto en

bolsones irregulares. Por último, el horizonte Ca constituido por la grava antes descrita.

- Q_1T_5 (Fb).—Potencia, 3 m. Constituido por gravas de cuarzo y cuarcita sueltas y escasísimos cantos de caliza. El tamaño medio es de 2,5 a 3 cm., y el centilo de 12 cm. La base de esta terraza se sitúa sobre un nivel de calizas de la «Facies de las Cuestas», habiéndose producido una karstificación en las calizas y formación de «Terra rossa». El análisis por Rayos X de estas arcillas de esmectita como componente mayoritario (encharcamiento).
- Q_1T_6 (Fb).—Potencia, 3 m. Gravas de cuarcita y cuarzo con un 10 por 100 de gravas de caliza. Esta terraza es la que tiene mayores tamaños, siendo la medida superior a los 4 cm. y el centilo es de 25 cm. Aparece cementada por carbonatos y las gravas están menos redondeadas que en el resto de las terrazas del Pisuega. A techo presenta un proceso de descarbonatación que penetra unos 50 centímetros, pero no se observa ningún tipo de suelo.
- Q_1T_8 (Fb).—Potencia entre 5 y 6 cm. Gravas de cuarcita y cuarzo con un 10 por 100 de gravas calizas. El tamaño medio es de 2,5 a 3 cm., siendo el centilo de 11 cm. Este nivel de terraza aparece frecuentemente encostrado, observándose en algunos afloramientos un suelo pardo rojizo con presencia de iluviación de arcilla y que posteriormente ha sufrido un empardecimiento por procesos edáficos actuales.

El estudio micromorfológico de las costras localizadas a techo de la terraza nos revela un esqueleto muy abundante de cuarzo, cuarcitas, calizas y restos de antiguas costras. Una matriz micrítica sucia con un cierto grado de separación carbonato-arcilla, existiendo concentraciones de óxidos en zonas locales y presencia de estructuras biológicas. El cemento es escaso y tiene estructuras de goteo.

El material detrítico se depositó en un medio encharcado con actividad biológica y muy rico en fango calizo; al descender el nivel freático por encajamiento del río se produce un proceso de desecación y litificación con separación de matriz y arcilla en zonas locales; posteriormente se producen disoluciones de tipo vadoso.

- Q_1T_{10} (Fb).—Se trata de un replano constituido por limos arenosos de 1,5 m. de potencia, en el que no se ha podido observar la litología por el recubrimiento que presenta.
- Q_1T_{11} (Fb).—Potencia superior a los 2 m. Gravas de cuarzo, cuarcita, arenisca y un 5 por 100 de gravas de caliza. El tamaño medio es de 2 cm., y el centilo de 13 cm.

Sobre esta terraza se observa un suelo de unos 60 cm. de potencia. Se trata de un suelo pardo rojizo con un horizonte A_2 de lava, un horizonte (B) de alteración y un B_t con iluviación de arcilla.

Por debajo se localiza un Ca de unos 15 cm. con gran cantidad de carbonatos y sobre un horizonte C constituido por gravas con gran cantidad de concentraciones de carbonatos.

- Q_1T_{12} (Fc).—Se localiza en la margen izquierda del río Pisuergra, y debido a la influencia del arroyo del Madrazo está constituida por gravas de caliza en proporción superior al 75 por 100. Su potencia supera los 3 m., estando muy cementada por carbonatos. No se observa ningún tipo de suelo.
- Q_1M_{18} y Q_1T_{18} (Fb).—Tiene una potencia de 2 m. y las gravas son de cuarzo, cuarcita y arenisca, con un 15 por 100 de gravas de caliza. El tamaño medio es de 2,5 cm., y el centilo de 7 cm. Sobre ella se localiza un suelo pardo poco evolucionado constituido por grava, arena y limo descarbonatado, con un horizonte A con cierto lavado de la fracción fina, no existiendo horizontes de acumulación.
- Q_1T_{19} (Fb).—Se trata de una terraza de características semejantes a la Q_1T_{18} , sobre la que no se ha observado la presencia de ningún tipo de suelo.
- Q_4T_{20} (Fa).—Constituye la llanura de inundación a +4.5 m. sobre el nivel de agua, y es de naturaleza limo-arenosa con algunas gravas dispersas.

Otro hecho importante en la región es que en la base de las terrazas altas («Facies Tierra de Campos» y «Unidad Cabezón»), en paso a los aluviones de las terrazas, existen claros rasgos de hidromorfismo con concentraciones de óxidos de hierro y manganeso, que indican un drenaje deficiente debido a la escasa jerarquización de la red fluvial. Esta jerarquización ha sido progresivamente más eficiente hacia la actualidad.

2.3.3 Depósitos de Paleoverdientes (Vertientes regladas antiguas y Glacis) (Q_1 , C_{11} , Q_1G_{12}) (Vd, Vd')

Son depósitos asociados a antiguas formas de ladera que pueden tener o no perfil de glacis. Enlazan con terrazas del Pisuergra a las que se considera equivalentes en edad. En muchos casos los glacis son de acumulación.

El área madre de estos depósitos es fundamentalmente la superficie caliza del páramo y las cuestas que enlazan con ella. Están formados por cantos y bloques más o menos angulosos de caliza, inmersos en una abundante matriz limo-arcillosa parda. Localmente se encuentran cementados por carbonatos. Su potencia oscila entre 30 cm. y 2 m. Se encuentran en los flancos de las mesas calizas tapizando las «Cuestas» o rampas de enlace de aquéllas con las llanuras. Los suelos observados son *xerorendzinas*, que pasan a suelos pardo-calizos muy poco evolucionados. El perfil

de estas formaciones presentan un horizonte A de 1 a 2 cm., en general de humus muy polimerizado (*mull* cálcico), sobre un horizonte C formado por el canturral. En el mejor de los casos pasan a suelos pardocalizos con un horizonte [B] muy poco desarrollado.

2.3.4 Depósitos de vertientes, Coluviones recientes (Q_2C) (Vb, Ve, Vf)

Aparecen tapizando las vertientes actuales. Teniendo en cuenta los materiales de que derivan, y por consiguiente su constitución litológica, podemos distinguir:

- Gravas cuarcíticas con matriz limosa ($Q_2C=Vb$), derivadas fundamentalmente de terrazas y en parte de fangos de «Tierra de Campos» y canales de arena de la «Unidad Cabezón». Se desarrollan fundamentalmente en los escarpes situados entre las terrazas del río Pisuerga en el tercio central de la Hoja. Tiene un espesor medio de 50 cm.
- Brechas poligénicas de calizas y yesos con abundante matriz limo-arcillosa (Ve), derivadas de calizas y de fangos salinos con yesos y calizas, situadas en las rampas de enlace de campiñas y páramos («Cuestas»). En las zonas más llanas próximas a las «Campiñas», o ya sobre ellas, pasan a fangos arenosos y limos con cantos calizos esporádicos (Vf). Se trata de formaciones superficiales de espesor muy variable, pero reducido, que oscila entre 0,3 y 2 metros. Los suelos existentes con *Rendzinas* con horizonte A centimétrico y C de textura limo-arcillosa, con cantos de yeso y/o caliza.

2.3.5 Depósitos aluviales (Q_1T_{20} , Q_1M_{20} , Q_2Al , Q_{1-2}) (Fa, Fg)

Los depósitos de meandros abandonados son asimilables a los de las terrazas bajas correspondientes. Ambos han sido descritos en otro apartado de esta Memoria (2.3.2). En el mapa de formaciones superficiales los aluviones y fondos de valle se han distinguido con las siglas Fa y Fg según tengan gravas de cuarcita o de caliza, respectivamente.

Se dan suelos aluviales típicos de llanura de inundación. Presentan un perfil sencillo con un horizonte A orgánico centimétrico, de estructura en agregados de tipo grumoso. Localmente puede aparecer un A (B) también centimétrico, de textura limosa y estructura en agregados poliédricos o prismáticos, con presencia de micelios de carbonato frecuentes. El horizonte C está constituido por limos. Todo el perfil presenta carbonatos que pueden concentrarse en cementaciones bajo condiciones freáticas.

2.3.6 Principales procesos evolutivos dominantes en los suelos de la zona

Estos procesos han sido fundamentalmente los siguientes:

- Proceso de lavado de la arcilla.
- Procesos de gleyzaciones (hidromorfismo).
- Acumulaciones de carbonato.
- Rubefacciones.
- Procesos de empardecimiento (brunificación).

El lavado de la arcilla está condicionado fundamentalmente por la textura de la roca madre, el tiempo y la presencia de Ca^{2+} activo.

Los suelos desarrollados sobre gravas cuarcíticas con humus ácido presentan un fuerte lavado en arcillas, tanto mayor cuanto más viejo es el perfil. Con rocas madres de alto contenido en carbonatos (excepción hecha de las calizas microcristalinas masivas) este fenómeno está casi totalmente impedido.

Las gleyzaciones son frecuentes en la zona de contacto entre las terrazas y el sustrato de fangos de Tierra de Campos. Su existencia implica no sólo un encharcamiento más o menos prolongado de los perfiles, sino también un drenaje deficiente que determine condiciones reductoras para movilizar y concentrar los óxidos e hidróxidos de Fe y Mn.

Las acumulaciones de carbonatos pueden ser debidas a:

- a) Procesos edáficos (micelios, amas, nódulos, concrecciones típicas de horizontes Bca).
- b) Procesos diagenéticos. Encostramientos en zonas vadosas y/o freáticas.
- c) Procesos combinados. Costras hojosas y losas o «dalles».

Sobre la superficie del páramo se han encontrado «dalles» que pudieran ser equivalentes a las existentes en la Cuenca del Tajo.

La rubefacción se debe a un enrojecimiento de las arcillas por deshidratación progresiva de los hidróxidos de hierro, en alternancias estacionales de humedecimiento y secado. Este proceso se da en climas mediterráneos y tropicales, jugando un papel decisivo el tiempo, en el sentido de una mayor deshidratación y un mayor enrojecimiento con la edad del perfil. Los suelos rojos más recientes presentan colores 5YR, mientras que los más antiguos pasan a 2,5YR e incluso 10R.

El empardecimiento se ha observado en algunos perfiles de suelos rojos de terrazas y en la «Terra rossa». Se debe a una hidratación más o menos parcial de los óxidos de hierro, previamente deshidratados en procesos anteriores y a la combinación de la materia orgánica con la fracción fina

mineral del suelo (arcillas y otros coloides), lo que implicaría una tendencia climática reciente hacia la estepización. El empardecimiento ha sido reciente e incluso continúa en la actualidad.

2.4 EDAD

2.4.1 Mioceno

La edad de los sedimentos miocenos que aparecen en la Hoja queda perfectamente definida por las dataciones obtenidas por micromamíferos y macrovertebrados (apartados 3.1 y 3.2), excepción hecha de los términos más altos de la serie que no han podido ser supradatados.

2.4.2 Plioceno y Cuaternario

La serie litológica que aflora por encima de las calizas inferiores que forman la superficie del Páramo, así como los procesos que se observan en los sedimentos, son perfectamente correlacionables con los observados por PEREZ GONZALEZ, A. (1979) en la submeseta meridional, y a falta de argumentos paleontológicos situamos el límite Plioceno-Pleistoceno, siguiendo al mismo autor, a partir de la unidad litoestratigráfica «Costra laminar bandeada y multiacintada» que determina el final de la formación de la «Superficie multipoligénica del Páramo».

El Pleistoceno ha sido dividido tentativamente en Inferior, Medio y Superior, sin que hayamos encontrado argumentos paleontológicos para ello. Se han tenido en cuenta el grado de evolución de los perfiles de suelos y las alturas relativas sobre el cauce fluvial.

3 PALEONTOLOGIA

Para la realización de la presente Hoja y siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se han aplicado los siguientes estudios paleontológicos especializados: Micromamíferos, Macrovertebrados, Palinología, Characeas, Ostrácodos y Foraminíferos.

3.1 MICROMAMIFEROS

Con el fin de recolectar nuevas faunas de micromamíferos que permitieran la datación de las facies continentales del sector centro y sur de la Cuenca del Duero y su correlación con las asociaciones de micromamí-

feros recogidas en las Hojas situadas más al Norte (Dueñas, Palencia, S. Cebrián de Campos, etc.), y estudiadas durante 1978 por el mismo grupo de autores, han sido muestreadas una serie de localidades poniendo especial atención a infradatar la «Facies Dueñas» y a supradatar la «Facies de las Cuestas», que se estudiaron en 1978 en las Hojas: 16-13, Dueñas, y 16-12, Palencia.

Los resultados son los siguientes:

- *Tránsito de la unidad de margas y arcillas con niveles calizos («Facies Dueñas»)* ($Tm_{c12-11}^{Ba2-Bb1}$), a los fangos arcósicos y arcosas (*«Unidad Pedraja»*) ($Tsc_{c12-11}^{Ba2-Bb1}$).

Se han tomado dos muestras, quedando ambas incluidas dentro de la Hoja colindante al Sur (16-15, Valladolid). La primera, denominada Valladolid 1, queda situada a unos 300 m. al sur del borde de Hoja, y ha dado la siguiente lista fáunica: Soricidae indet., Chiroptera indet., *Prolagus major* LOPEZ, *Prolagus* sp., *Heteroxerus rubricati* CRUSAFONT y col. *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL.) *Megacricetodon* aff. *minor* (LARTET).

Se trata de una asociación atípica de especies muy típicas, cuyo nivel fáunico se sitúa entre el Orleaniense Superior y el Astaraciense Inferior.

La segunda muestra se ha tomado en el mismo nivel a unos 1.500 m. más al Sur, en las proximidades del denominado Barrio Girón de la ciudad de Valladolid. En esta muestra se ha determinado la siguiente fauna: *Prolagus major* LOPEZ, *Democricetodon* sp., *Megacricetodon* aff. *minor* (LARTET).

La edad Astaraciense Inferior puede ser razonablemente retenida para esta localidad, pero de forma muy provisional dada la escasez de fauna.

- «Facies Dueñas».

En una muestra recogida 20 m. por encima de la anteriormente descrita se ha determinado: *Prolagus* sp. cf. *major* LOPEZ, *Megacricetodon* aff. *minor* (LARTET).

Edad Astaraciense Inferior.

- *Canales de arena con intercalaciones de fangos ocreos «Unidad Cabezón»* (Tsc_{c11}^{Bb}).

- Localidad Simancas 1.

Situada en la Hoja Valladolid (16-15) en las proximidades de la localidad de Simancas.

La muestra ha sido recogida en la base de la unidad en facies de relleno de canal y se ha determinado la siguiente fauna: Peces indet., Ophidia indet., Lacertidae, Aves, Insectívora, *Prolagus* sp., *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL.), *Megacricetodon* aff. *minor* (LARTET), *Democricetodon* sp.

Esta fauna se incluye dentro del Astaraciense, sin poder precisar si es Superior o Inferior.

— Localidad: Simancas 2.

Situada unos metros por encima del canal que constituye la base de la «Unidad Cabezón», en unos niveles arcillosos y arenosos discontinuos y abigarrados, donde se ha podido determinar una fauna muy parecida a la muestra anteriormente descrita situada unos metros por debajo.

Tampoco puede precisarse más dentro de la edad Astaraciense que indica esta fauna.

— Localidad de Fuensaldaña.

Situada en la Hoja de Cigales, unos 500 m. al sur del pueblo de Fuensaldaña.

La muestra se localiza en el tercio superior de la «Unidad de Cabezón» en sedimentos de relleno de canal constituidos por gravilla y arena gruesa. En ella se ha podido determinar: Carnívora indet., Cervidae indet., Sorocidae aff. *Miosorex*, Erinaceidae cf. *Galerix*, *Prolagus* sp., *Heteroerus* cf. *grivensis* (MAJOR), *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL), *Cricetodon* sp.

Edad: Astaraciense Superior.

— Localidad de Cistérniga.

Situada en la Hoja de Valladolid (16-15), unos 1.000 m. al sureste del pueblo La Cistérniga. Esta muestra está tomada aproximadamente en el mismo nivel que la de Fuensaldaña descrita anteriormente. Se ha determinado: *Megacricetodon crusafonti* (FREUDENTHAL), *Megacricetodon* aff. *minor* (LARTET).

Edad: Astaraciense Superior.

— «Facies de las Cuestas». Arcillas calcáreo-limolíticas grises con yesos ($T_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$).

— Localidad de Zaratán.

Se sitúa en la Hoja de Valladolid, en las proximidades del pueblo de Zaratán. La muestra ha sido tomada en los niveles de fandos oscuros, «ciénagas», que constituyen la base de la «Facies de las Cuestas». Se ha podido determinar: Insectívora, *Prolagus* sp., Gliridae nov. gen. aff. *Peridynomys multicrostatus* DE BRUIJN, *Megacricetodon* aff. *minor* LARTET.

El nivel fáunico es muy amplio, comprendiendo el Astaraciense Superior y el Valleslense Inferior.

— Localidad de Duredos.

Se sitúa en la Hoja de Valladolid, entre Tudela de Duero y Villabáñez,

unos 1.500 m. al sur de esta localidad. La muestra ha sido tomada en los mismos niveles que la descrita anteriormente. Se han podido determinar: *Erlinaceidae* cf. *Galerix*., *Prolagus* sp., *Gliridae* nov. aff. *Peridynomys multicristatus* de BRUIJN, *Cricetodon* gr. *jotae-aguirre*, *Cricodontinae* indet.

Edad: Astaraciense Superior.

El muestreo de los sedimentos que se sitúan por encima de las «Facies de las Cuestas» ha sido negativo, por lo que carecemos de argumentos paleontológicos a partir del Vallesiense Superior.

3.2 MACROVERTEBRADOS

El yacimiento más importante que aparece en la Hoja se sitúa en las proximidades de la localidad de Fuensaldaña, que ya es citado por HERNANDEZ PACHECO, F. (1930), haciendo referencia a la fauna de Mastodontes.

El mismo autor, en su trabajo sobre la región de Valladolid, menciona los yacimientos de «El Barredo» (al SO de Fuensaldaña y junto al mismo pueblo); «Los Cotanillos», distante unos 300 m. del anterior, sobre cascajos y arenas entre las arcillas, apareciendo diversos mamíferos y reptiles que quedan sueltos al erosionarse el terreno; el de «Cerro de la Horca», cerca del pueblo y en dirección Norte, donde apareció parte del esqueleto de un Mastodonte; el de la «Loma», por donde pasa el camino de Cigales en una capa de arenas más o menos arcillosas, y finalmente el de la «Fuente de la Cueva», donde con motivo de las obras de abastecimiento de aguas al pueblo de Fuensaldaña aparecieron restos de mamíferos y reptiles. Cita y describe las siguientes especies, también descritas por BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958): *Dicerorhinus sansaniensis* LARTET, *Dicerorhinus simorreensis* LARTET, *Dinotherium levius* JOURD., *Trilophodon angustidens* CUV., *Serridentinus lusitanicus* B. Z. C. y *Tetralophodon longirostris* KAUP. Todos los yacimientos han sido asignados al Vindoboniense Medio por BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958).

CRUSAFONT y TRUYOLS (1960) dan una larga lista de especies para este yacimiento, que es semejante a la dada por HERNANDEZ PACHECO, F. (1930) y BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958).

Por lo que se refiere a los Mastodontes, MAZO (1977) considera que pertenecen exclusivamente a *Gomphotherium angustidens* (CUVIER).

En el mismo punto en que se han recogido las muestras para micromamíferos han aparecido restos de *Testudo bolivari*. La edad del yacimiento es Astaraciense Superior y se sitúa a techo de la «Unidad Cabezón» (T_{Sc11}^{Bb}), constituida por canales de arena con intercalaciones de fangos de color ocre.

3.3 PALINOLOGIA

El estudio palinológico se ha centrado fundamentalmente en los niveles de fangos oscuros «Facies Zaratán» de la base de la «Facies de las Cuestas». En esta unidad se han tomado tres muestras en distintos puntos de la Hoja de Valladolid, en las que se ha podido determinar la existencia de: Angiospermae, Chenopodiaceae, Gramineae, *Monocolpopollenites* sp., restos indeterminados.

Esta asociación no es representativa en cuanto a edad de los sedimentos ni las condiciones climáticas en que se depositaron.

3.4 CHARACEAS

Paralelamente al estudio paleontológico de micromamíferos se ha realizado un estudio de las characeas asociadas.

Las asociaciones que aparecen en toda la serie Miocena y Pliocena que aflora en la Hoja de Cigales son muy semejantes, por lo que su valor cronoestratigráfico es prácticamente nulo. Las especies que se han determinado son las siguientes: *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (L. et N. GRAMBAST) GRAMBAST et SOULIEMARSCHÉ, *Chara notata*, GRAMBAST et PAUL, *Chara molasica* STRAUB, *Psilochara* sp. A, *Grambastichara tornata* (REID et GROVES) HORN AF RANTZIEN, *Rhabdochara* sp. A.

Son especies abundantes tanto en la «Facies Dueñas» como en la «Facies de las Cuestas», así como en la serie carbonatada de la superficie de los páramos.

3.5 OSTRACODOS Y FORAMINIFEROS

El estudio realizado ha dado una asociación muy uniforme en las diferentes unidades cartográficas.

Las formas encontradas son:

Foraminíferos: *Ammonia tépida* (CUSHMAN).

Ostrácodos: *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Ilyocypris* aff. *bradyi* SARS, *Candona praecox* (STRAUB), *Candona recta* LIENEN KLAUS, *Candona* aff. *exigua* STRAUB, *Candona* aff. *neglecta* SARS, *Candona* aff. *procera* STRAUB, *Cyprinotus salinus* (BRADY), *Cypridels torosa* (JONES), *Cypridopsis kinkei* LIENEN KLAUS, *Darwinula* sp., *Potamocypris* sp., *Candonopsis* sp.

Esta asociación no tiene valor cronoestratigráfico, pero sí nos indica un medio lacustre mesohalino. Es interesante destacar la escasez de especies de Foraminíferos y las pocas muestras que las contienen. Las especies de Ostrácodos, sin embargo, son abundantes y frecuentes en todas las muestras estudiadas.

4 TECTONICA

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

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

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

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

ficado 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

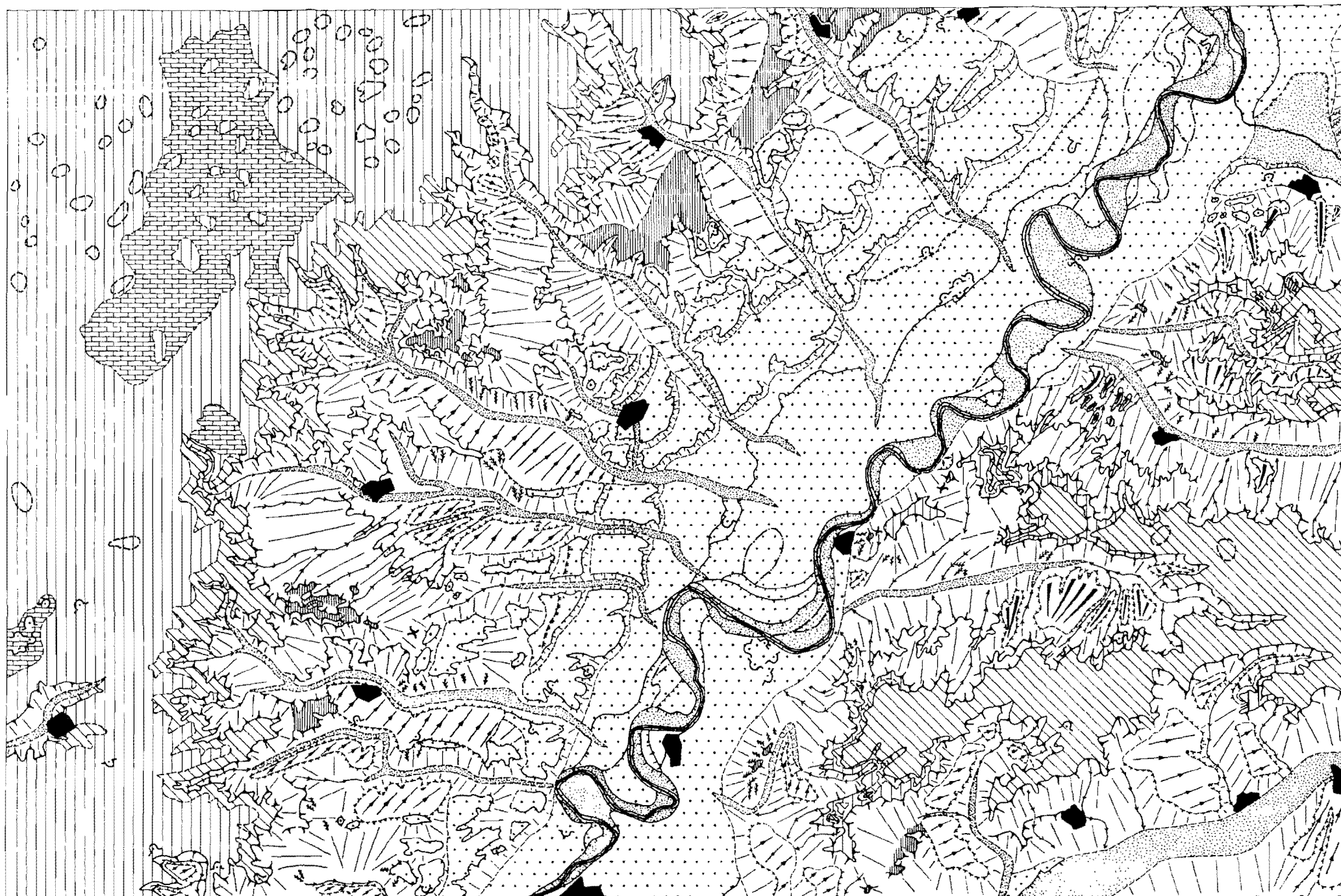
Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se ha realizado un mapa geomorfológico a escala 1:50.000, del que se inserta en la presente Memoria una reducción a escala aproximada de 1:100.000.

En la Hoja de Cigales están representadas las tres unidades morfológicas clásicas del Mioceno Castellano: «Campiñas», «Cuestas» y «Páramos» (HERNANDEZ PACHECO, E., 1915). Los «Páramos» y las «Cuestas» se desarrollan en los tercios oriental y occidental del mapa, quedando la «Campiña» en la parte central, sobre la que se desarrolla el sistema de terrazas del río Pisuerga.

Los «Páramos» constituyen una superficie plana, que se sitúa en las cotas más altas de la Hoja (entre 840 y 870 m.). En el tercio occidental aparece el Páramo de los Montes Torozos como una sola unidad, mientras que en el tercio oriental, la superficie está mucho más recortada por los valles de los distintos arroyos y ríos tributarios del Pisuerga, quedando aislados los páramos de: Carramonte, Valdeviñanzos y Nogales.

Geomorfológicamente constituyen importantes relieves tabulares que tienen un importante desarrollo en esta parte central de la Cuenca del Duero.

Estos páramos están formados por materiales carbonatados más resistentes a la erosión que las series infrayacentes, lo que trae consigo la formación de netos escarpes que limitan las vertientes desarrolladas a su pie y que constituyen las «Cuestas». No se trata de una superficie de colma-



AVION • DEL OLMO • TAMORA
M. GUERRER • FLORZA

MAPA GEOMORFOLOGICO

LEYENDA

MODELADOS DEPOSICIONALES

-  Terrazas fluviales
-  Terrazas bajas y/o llanura de inundación
-  Valles de fondo plano
-  Glacis de sustitución

SUPERFICIES POLIGENICAS

-  Superficie multipoligénica del páramo
-  Areas con afloramiento calizo
-  Zonas de karstificación generalizadas

MODELADOS ESTRUCTURALES

-  Relieve estructural en capas horizontales

VERTIENTES

-  Paleoverientes de regularización
-  Vertientes regularizadas
-  Deslizamientos rotacionales

RED FLUVIALES

-  Cauces activos
-  Collados de divergencia fluvial
-  Cauces abandonados
-  Barrancos de incisión lineal
-  Cárcavas

FORMAS KARSTICAS

-  Dolinas en cubeta

MODELADO ANTROPICO

-  Nucleos urbanos
-  Canteras

ESCARPES

-  Escarpe de la superficie del páramo (>50 m.)
-  Escarpe estructural (<50 m.)
-  Escarpe neto (terrazas, vertientes, superficies....)
-  Escarpe suavizado
-  Escarpe supuesto

tación de la Cuenca, sino de una *superficie poligénica* en las que se reconocen diversos procesos de erosión, karstificación y depósito, tal y como ocurre en la Submeseta Meridional (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Estos procesos se manifiestan claramente en la Hoja de Cigales con un biselamiento de las series superiores pliocenas y una karstificación.

La karstificación se manifiesta por la presencia de pequeñas *dolinas en cubeta* de bordes poco definidos, la profundidad de las mismas no supera los 6-7 m. y su tamaño oscila entre 200 y 500 m. Desde el punto de vista genético se trata de dolinas de disolución normal y las observaciones de campo y la cartografía no refleja para las mismas ningún condicionamiento de tipo estructural.

Los procesos de disolución de la caliza traen como consecuencia la generación de depósitos, relativamente potentes, de arcillas de descalcificación que constituyen un recubrimiento generalizado sobre la formación caliza.

De los datos obtenidos en las Hojas de Cigales (16-14) y Valladolid (16-15) se deduce que la edad de la karstificación se remonta al Plioceno Medio, si bien las formas observables hoy en día sobre la superficie al aire deben ser más recientes e incluso subactuales.

Las «Cuestas», o vertientes al pie del «Páramo», se caracterizan fundamentalmente por presentar una regularización generalizada (*Vertientes regularizadas*) que se manifiesta por un conjunto de detritus que las tapizan, impidiendo la observación del sustrato mioceno. Sin embargo, en algunos puntos quedan resaltes estructurales discontinuos, debidos a capas más duras de caliza que no han sido biseladas por los procesos de regularización. Por otra parte, aparecen en estas vertientes retazos esporádicos de antiguas formas, que interpretamos como *Glacis de sustitución*. Más frecuentes son las formas de vertiente que quedan en resalte sobre la regularización más moderna, que estimamos son *Paleovertientes de regularización*.

Localmente se dan algunos *Deslizamientos rotacionales* que movilizan importantes masas de materiales.

La regularización de las vertientes se ve con frecuencia disectada por pequeños *Barrancos de incisión lineal*, que se manifiesta por un conjunto de barrancos que penetran hasta el sustrato terciario y en su encajamiento originan un sistema de pequeñas *Cárcavas* si el material sobre el que incide lo permite.

El tercio central de la Hoja está ocupado por el valle del río Pisuerga, que presenta una acusada disimetría. Hacia el oeste del río (margen derecha) se desarrolla una pendiente poco acusada que enlaza con las «Cuestas» y presenta un relieve en graderío originado por las terrazas encajadas, que están cortadas por los numerosos valles de fondo plano de los arroyos afluentes al río. Las vertientes desarrolladas al pie de estas terrazas que

originan formas tabulares presentan, al igual que las cuestas del Páramo, una regularización muy marcada.

Llama poderosamente la atención la clara disimetría que presentan todos los valles secundarios afluentes al Pisuerga; las vertientes que miran al Este y Norte son muy tendidas, siendo casi todas ellas paleovertientes de regularización, mientras que las que lo hacen al Oeste y Sur son abruptas, estando el curso de los arroyos adosados a la base de las mismas. La migración del Pisuerga hacia el Este, unida a las condiciones climáticas, deben de ser las causas de esta disimetría.

En su margen izquierda, el río Pisuerga continúa erosionando los sedimentos miocenos, siendo la causa de los importantes desprendimientos y deslizamientos rotacionales que se producen en las proximidades de la localidad de Cabezón del Pisuerga, por descalce de los materiales al ser socavados por las aguas del río.

El curso del Pisuerga, dentro de la Hoja, es de tipo meandriforme con abundantes meandros propios de los cursos de elevada sinuosidad.

En la Hoja situada al Sur (Valladolid) y a partir de la desembocadura del Esgueva, su geometría es de tipo predominantemente rectilíneo, la interpretación de este cambio en la geomorfología del cauce puede ser debida a influencias de tipo estructural, o variaciones en la carga sólida debidas a un suministro de material más fino por el río Esgueva.

Por lo que se refiere a los aspectos que pueden influir en la planificación territorial, únicamente hay que tener en cuenta los posibles deslizamientos de la «Facies de las Cuestas» debido a la presencia de yeso y sobre todo en la margen izquierda del Pisuerga; las inundaciones de las terrazas bajas del río son también otro motivo a tener en cuenta, ya que son muy frecuentes en las épocas de crecida.

La gran abundancia de terrazas fluviales que aparecen en la Hoja hace de la zona una importante reserva natural de áridos para la construcción.

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 (CORROCHANO, A., 1979, y JIMENEZ, E., 1972 y 1973).

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

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

Esta actividad tectónica es atribuible a las Fases Castellana y Neocastellana, de AGUIRRE, E., DIAZ MOLINA, M., y PEREZ GONZALEZ, A., *op. cit.*, como consecuencia de la cual se inicia un nuevo gran ciclo sedimentario que termina con la sedimentación de las calizas de la superficie del páramo, en el centro de la Cuenca (fig. 11).

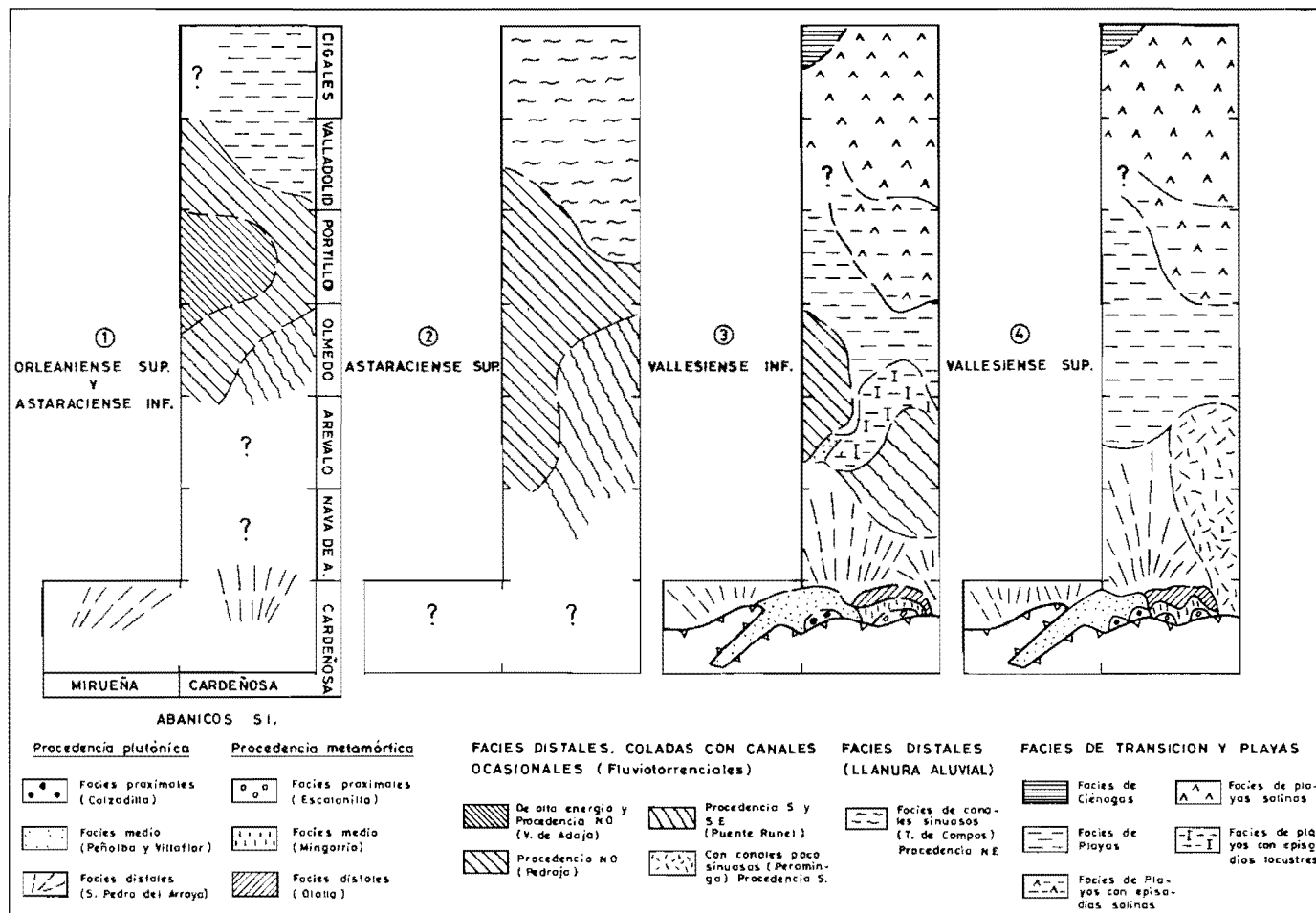


Figura 11.—Esquema paleogeográfico evolutivo.

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

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

No se ha podido establecer una correlación precisa de las unidades antes citadas con las del centro de la Cuenca. Sin embargo, se puede indicar que en épocas no muy separadas en el tiempo, durante el Orleaniense Superior y Astaraciense Inferior, en la Hoja de Portillo (16-16) se depositan arenas arcósicas 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 arcósicos 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 arcósicas, frecuentemente cementadas por carbonatos, y fangos ocre y beige con calizas palustres depositados mediante corrientes de fango y esporádicamente corrientes fluviales en zonas distales de abanicos en paso a la llanura aluvial. Los aportes provienen probablemente del sur y sureste (Facies Puente Runel).

Durante el Astaraciense Inferior más alto y parte del Superior existen en las Hojas de Cigales, Valladolid y zona noreste de Portillo aportes de

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

procedencia noreste, de facies arenosas (litarenitas) con gravillas de cortezas y fangos ocreos 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 Vallesense 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 Vallesense 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 montañosos.

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-Vallesense 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 Vallesense Superior, hay sedimentación de arcosas fangosas entre las que se intercalan paleocanales de arenas, existiendo también niveles arcillosos. Predominan los depósitos de coladas instalándose ocasionalmente cursos fluviales poco sinuosos, provenientes del Sur (Unidad de Peromingo).

En el Astaraciense Superior y sobre todo durante el Vallesiense, en el centro de la Cuenca y zonas próximas (norte de la Hoja de Arévalo y Hojas de Olmedo, Portillo, Valladolid y Cigales) se desarrollan de forma general los ambientes de playas, con carácter salino generalizado del río Duero hacia el Norte. Localmente (Hoja de Arévalo) se instalan facies lacustres y de playas en tránsito a lacustre, en zonas más marginales que deben corresponder a «interlóbulos» en zonas distales de abanicos.

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

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

Las «Calizas con gasterópodos» de la superficie del Páramo, que representan el techo del Vallesiense y la base del Plioceno (Ruscinense) 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 Ruscinense 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-Ruscinense. Esta superficie está fosilizada por depósitos de «costras laminares bandeadas y multiacintadas con arenas limosas rojizas» (PEREZ GONZALEZ, A., 1979), que están presentes en las Hojas de Cigales y Valladolid.

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

Nuevas elevaciones de los marcos montuosos de los bordes preceden a la instalación de las «Rañas», muy extendidas en el norte de la Cuenca del Duero. Estos materiales corresponden al Plioceno más Superior y probablemente a los niveles inferiores del Pleistoceno.

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

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

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

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

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

La actividad eólica ha sido muy intensa, al menos desde el Pleistoceno Superior, sin que para justificarla se precisen condiciones áridas, pudiendo darse 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

La Hoja de Cigales es muy pobre en recursos mineros, no existiendo, en la actualidad, ningún tipo de explotación. En la antigüedad se explotaron los niveles de yeso existentes en la «Facies de las Cuestas» y hoy en día se encuentran abandonados.

Son frecuentes las pequeñas canteras en los cuerpos arenosos de la «Unidad Cabezón» para la extracción de arenas, y en la «Facies Tierra de Campos» para la extracción de fangos y fabricación de ladrillos.

En las calizas de la superficie del páramo existen canteras y pequeñas «catas», siendo las más importantes las localizadas en las proximidades de la localidad de Villanueva.

Las terrazas del Pisuerga están siendo, hoy en día, explotadas para la obtención de áridos para la construcción.

7.2 HIDROGEOLOGIA

El acuífero más extenso lo constituye la superficie del páramo, pero debido a la poca potencia que presentan las calizas y el recubrimiento de «Terra rossa», hace que los caudales sean escasos y las aguas presenten alta dureza, y escasas reservas. Las áreas más karstificadas son los sitios de mayores posibilidades desde el punto de vista hidrogeológico.

La «Unidad Cabezón», con canales de arenas e intercalaciones de fangos, está condicionada por las conexiones de los canales con el área de recarga, dando lugar en algunos casos a pozos con aguas surgentes.

Las terrazas de los ríos Pisuerga y Esgueva con los acuíferos más importantes cuando están conectadas con los ríos. Cuando están colgadas sobre el cauce, su importancia está condicionada por la mayor o menor extensión de los afloramientos de las mismas.

8 PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO

Hay que destacar el yacimiento de Macrovertebrados situado en las proximidades de la localidad de Fuensaldaña, que hasta hace poco tiempo ha dado numerosos restos fósiles, estando en la actualidad parada la explotación de arenas, de la facies de relleno de canal, que constituye el yacimiento.

Este mismo yacimiento es uno de los mejores ejemplos existentes en la zona para el estudio del tipo de canales que entran a formar parte de la «Unidad Cabezón» y «Facies Tierra de Campos».

En la zona del «Páramo de Nogales» se sitúa una serie de pequeñas canteras, que consideramos como uno de los mejores lugares para el estudio de la sedimentación y los distintos procesos acaecidos durante el final del Mioceno y el Plioceno en la Cuenca del Duero.

En el área que comprende el mapa se han recogido muestras para el estudio de Micromamíferos que han resultado positivas, por lo que conside-

ramos que se trata de una zona de interés paleontológico importante de cara a estudios posteriores.

Las canteras de yeso que se sitúan en la «Facies de las Cuestas» son de gran interés didáctico desde el punto de vista sedimentológico.

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 ARMENTE-ROS, 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.
- FREYET, P. (1973).—«Petrography and paleoenvironment of continental carbonates with particular reference to the Upper Cretaceous and Lower Eocene of Languedoc». *Sedimentary Geology*, 10, pp. 25-60.
- GARCIA, J., y ALBERDI, M. T. (1968).—«Nueva tortuga fósil en el Mioceno de Arévalo». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* (B), t. 66, pp. 141-149.
- GARCIA ABBAD, F. J., y REY SALGADO, J. (1973).—«Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid». *Boletín Geológico y Minero*, t. 84, fasc. IV, pp. 213-227.
- GARCIA DEL CURA, M. A. (1974).—«Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero (Aranda de Duero)». *Estudios Geológicos*, vol. 30 (4-5 y 6), pp. 579-597.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cientif. Comunicación*.

- HERNANDEZ PACHECO, F. (1923).—«Las arenas voladoras de la provincia de Segovia». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 23, pp. 211-216.
- (1930).—«Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid». *Mem. Com. de Invest. Paleont. y Prehist.*, núm. 37, pp. 38-95.
- JIMENEZ FUENTES, E. (1971).—«Nuevos yacimientos de quelonios fósiles en Coca (Segovia) y su significado estratigráfico». *Studia Geologica*, vol. VII, pp. 57-82.
- (1972).—«El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero: I. Los escarpes del Tormes». *Studia Geologica*, vol. III, pp. 67-110.
- (1973).—«El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. II: La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas». *Studia Geologica* [Salamanca], vol. V, pp. 107-136.
- (1974).—«Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica». *Boletín Geol. y Minero (IGME)*, t. 85, fasc. 5, pp. 6-12.
- LOPEZ, N. (1977).—«Revisión Sistemática y Bioestratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario Inferior de España». *Tesis Doctoral*. Fac. Geol. Univ. Madrid, 470 p.
- (1978).—«Nuevos Lagomorfos (Mammalia) del Neógeno y Cuaternario Español». *Trab. Neóg. Cuat. ILM*, 8, pp. 7-46.
- LOPEZ, N., y SANCHEZ, B. (1979).—«Los microvertebrados de la Cuenca del Duero. Primeras listas faúnicas e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- OLIVE, A.; PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; ARAGONES, E.; CARRERAS, F.; MOLINA, E., y G. ELORZA, M. (1979).—«El sistema de terrazas del río Carrión». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- 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. Hisp. Lus. Am. Geol. Econ.*, t. 1, Secc. 1, pp. 357-376.
- PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; R. DEL POZO, J., y VARGAS, I. (1979).— «Síntesis del Terciario Continental de la Cuenca del Duero. *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. In litt.
- ROYO Y GOMEZ, J. (1929).—«Moluscos del Terciario continental de la provincia de Burgos». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 29, pp. 239-244.
- (1929).—«Nuevos yacimientos de Mamíferos miocenos en la provincia de Valladolid». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 29, pp. 105-112.
- (1933).—«Sobre el mal llamado diluvial de la Cuenca del Duero». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 33, pp. 271-272.
- (1934).—«Algunos vertebrados fósiles de la Cuenca del Duero». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 34, pp. 505-511.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978).—«*Planteamiento provisional de distribución de facies de la Cuenca del Duero (Inédito)*. [Proyecto MAGNA.] IGME.
- (1979).—«Características de la sedimentación miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero. *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro guía de excursiones.
- TAYLOR, G., y WOODYER, K. O. (1978).—«Bank deposition in suspended-streams». *Fluvial Sedimentology*. *Canadian Soc. of Petroleum Geol. Mem.* 5, pp. 257-275.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA