



IGME

372
16-15

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000



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

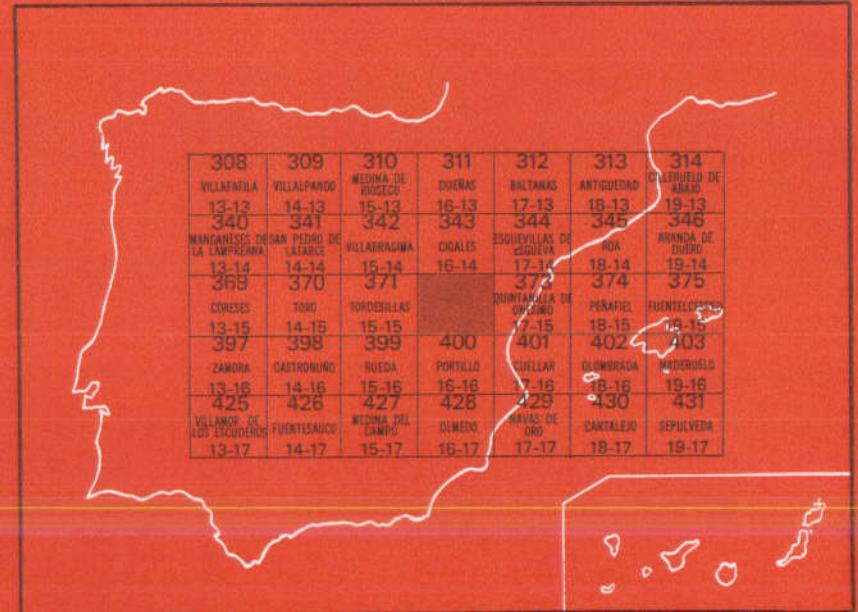
I.S.S.N. 0373-2096

SP SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

VALLADOLID

Segunda serie - Primera edición

308	309	310	311	312	313	314
VILLAFRÍA	VILLAFRANCO	MEDINA DE ROIGECO	CUEVAS	BALTAÑAS	ANTIGUEDAD	CELEJUELO DE ABAJO
13-13 340	14-13 341	15-13 342	16-13 343	17-13 344	18-13 345	19-13 346
MANGANESOS DE SAN PEDRO DE LA EMPERATRIZ	LAMBIÉS	VILLARRAGUA	CIGALES	ZARZUELLA DE CABEZUELA	ROA	ARANDA DE GUEDO
13-14 369	14-14 370	15-14 371	16-14 372	17-14 373	18-14 374	19-14 375
CORESES	TOMO	TORDELLAJA		QUINTANILLA DE URGONIO	PEÑAFIEL	FUENTELÓPEZ
13-15 397	14-15 398	15-15 399	400	17-15 401	18-15 402	19-15 403
ZAMORA	CASTRONUÑO	RUECA	PORTILLO	COLLAR	GUIMBRADA	MONTEREJIL
13-16 425	14-16 426	15-16 427	16-16 428	17-16 429	18-16 430	19-16 431
VILLAMOR DE LOS ESCUDEROS	FUENTESAUCA	MEDINA DEL CAMPÓ	OLMEDO	RAÍFAS DE ORO	CANTALEJO	SEPULEDO
13-17	14-17	15-17	16-17	17-17	18-17	19-17



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

VALLADOLID

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. DE ZARAGOZA).
- 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 *Characeas*: 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).
- 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 - 20.779 - 1982

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Valladolid está situada en la Submeseta Septentrional (Castilla la Vieja), en el centro de la Cuenca del Duero; la totalidad de su superficie queda comprendida en la provincia de Valladolid y dentro de la Hoja están representadas las comarcas naturales de los Montes Torozos (Páramos) y las Vegas de los ríos Duero y Pisuerga, caracterizándose por un relieve poco acusado.

Las alturas oscilan entre los 680 m. en los valles de los ríos y los 870 m. en los páramos de la Encomienda y La Parrilla, situados respectivamente al noreste y sureste de la Hoja.

Los elementos geográficos más importantes son las altiplanicies o «Páramos», las laderas de los mismos denominadas «Cuestas», los relieves en gradierío (aterrazados) de los distintos ríos y la superficie que se sitúa al sur del río Duero y que tiene una amplia representación en las Hojas colindantes.

La red hidrográfica representada en el ámbito de la Hoja es de gran importancia; así, vemos que el río Duero cruza la Hoja por su parte central con dirección Este-Oeste, recibiendo por su margen derecha las aguas del Pisuerga, que la cruza por el tercio noroccidental y que a su vez ha recibido el río Esgueva en el borde norte. La desembocadura del Pisuerga en el Duero se realiza a unos 300 m. del borde oeste de la Hoja.

Por su margen izquierda el Duero recibe las aguas del río Cega, estando también representado parte del cauce del río Adaja en el ángulo suroccidental de la Hoja.

El resto de los cursos fluviales está constituido por arroyos de escaso caudal que desembocan en los ríos principales.

El área dedicada a cultivos de regadío alcanza extraordinaria importancia debido a la extensión que ocupan dentro de la Hoja las vegas de los ríos principales. En el resto de la región los cultivos más importantes son los cereales y la vid.

La ciudad de Valladolid constituye el núcleo de población más importante y se sitúa en el borde norte, sobre las terrazas del río Pisuerga; otros núcleos de población de relativa importancia son: Tudela del Duero, Simancas y Aldeamayor de San Martín.

Desde el punto de vista geológica, la Hoja de Valladolid está situada en la gran cuenca intramontana correspondiente a la Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero. La Cuenca del Duero está rellenada por materiales terciarios y cuaternarios depositados en régimen continental. Los materiales pertenecientes al Paleógeno afloran en los bordes de la Cuenca, en forma de manchas aisladas de extensión variable, normalmente adosados a los marrones montuosos y discordantes sobre ellos. Presentan facies variadas, dominando los conglomerados de facies proximales y las areniscas más o menos gruesas con secuencias fluviales, quedando los ambientes de «Playas» circunscritos a pequeñas zonas 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».

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 sedimentos de alteración kárstica.

En la Hoja de Valladolid están presentes los tres tramos típicos 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).

El área que ocupa se sitúa en las facies centrales de la Cuenca, estando los materiales en disposición horizontal. 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».

Entre los distintos autores que han estudiado esta región cabe destacar los trabajos de HERNANDEZ PACHECO, E. (1915) sobre la Geología y la Paleontología del Mioceno de Palencia. HERNANDEZ PACHECO, F. (1930) estudia la Geología y Paleontología del territorio de Valladolid, GARCIA ABBAD y REY SALGADO, J. (1973) estudian y cartografián 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.

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), Cigales (343), Portillo (460), Olmedo (428) y Arévalo (455), realizadas por C. G. S., S. A. - IMINSA en los años 1978 y 1979.

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 costras y caliches.
- Estudios paleontológicos especializados:
 - Micromamíferos obtenidos mediante técnicas de lavado-tamizado de grandes masas de sedimentos, que han permitido una biozonación precisa y modernizada del Terciario continental.
 - Microflora: Characeas y Polen.
 - Microfauna: Ostrácodos y Foraminíferos.

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Valladolid afloran materiales pertenecientes al Neógeno y Cuaternario, que han sido depositados en régimen continental. Se han reconocido sedimentos que van desde el Mioceno Inferior (Orleaniense Superior) al Plioceno Superior probable (Villanyense?), cubiertos por extensas manchas de Cuaternario de variada naturaleza.

2.1 MIOCENO

Están representados los tres tramos clásicos del Mioceno Castellano (H. PACHECO, E., 1915) y series equivalentes de la «Unidad inferior detritúrica» (CGS., 1979), denominadas «Facies Villalba de Adaja» por CORRALES, I. et al. (1978). De muro a techo (fig. 1) son:

— «*Facies Tierra de Campos*». Constituida por fangos ocres (arcillas limo-arenosas), con paleocanales arenosos, que lateralmente pasa a estar formada por paleocanales arenosos con muy pocas intercalaciones de fangos («*Unidad Cabezón*»), (CGS., 1979, Hoja núm. 16-14, Cigales).

Hacia el Norte y en sus términos más bajos pasa lateralmente a facies de margas grises y blancas («*Facies Dueñas*»), (CGS., 1978, Hoja núm. 16-13, Dueñas), y hacia el Sur (Hoja núm. 16-16, Portillo) a fangos arcósticos y arcosas rojizas y gris verdosas («*Facies Villalba de Adaja*, s. l.»).

— «*Facies de las Cuestas*». Constituida por arcillas y margas más o menos yesíferas, con intercalaciones de niveles calizos y zonas de concentración de cristales de yeso. Presenta una gran variabilidad litológica lateral.

— «*Calizas de los Páramos*». Incluyen las calizas con gasterópodos que, en muchos puntos de la Hoja, representan el último término observable de la sucesión terciaria. Para H. PACHECO, forman parte de esta unidad las alternancias de calizas y margas situadas por debajo y la serie de sedimentos carbonatados, que se sitúa por encima de la caliza con gasterópodos.

La «*Facies Villalba de Adaja s.l.*» está constituida por la «*Facies Villalba de Adaja s.s.*» y la «*Unidad Pedraja de Portillo*», de granulometría más fina. Esta última es la que ocupa la mayor parte de la Hoja.

Las dataciones efectuadas mediante el estudio de micromamíferos fósiles indican una edad comprendida entre el Orleaniense Superior y el Astaraciense Inferior (Mioceno Inferior y Medio), para la «*Facies Villalba de Adaja s.l.*» y la «*Facies Dueñas*». La «*Facies Tierra de Campos*» y la «*Unidad Cabezón*» se datan como Astaraciense (Mioceno Medio). La «*Facies de las Cuestas s.l.*» va desde el Astaraciense Superior al Vallesiense Superior (Mioceno Medio y Superior). Las «*Calizas con gasterópodos de la superficie Páramo*», representan términos del Vallesiense más superior, del Turoliense y, probablemente, del Ruscinense (Mioceno Superior a Plioceno Inferior). Los términos superiores (Serie carbonatada) son de edades Ruscinense y Villanyense (Plioceno).

2.1.1 «*Facies Villalba de Adaja s.s.*»

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*

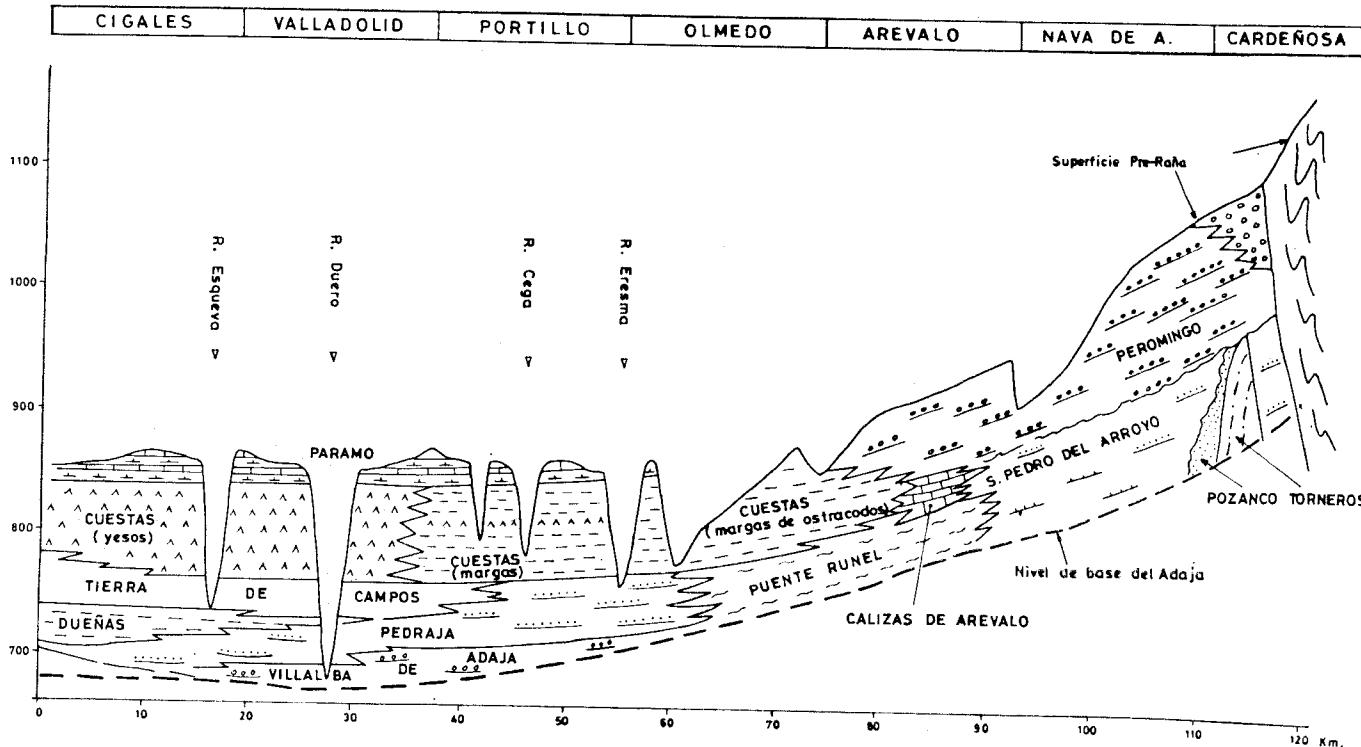


Figura 1.—Esquema estratigráfico N-S.

Pedraja de Portillo», siendo ésta equivalente lateral de aquélla. La primera no llega a aflorar en la Hoja de Valladolid, pero tiene amplia representación en la Hoja colindante al Sur (16-16, Portillo) donde se realiza el cambio lateral entre ambas facies.

2.1.1.1 *Fangos arcósicos rojizos y arcosas rojizas y gris verdoso «Unidad Pedraja de Portillo» ($T_{c12-11}^{Ba2-Bb1}$)*

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

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 pero 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 arcósicos son limolitas arenosas con porcentajes de grava menores del 2 por 100, de arena netre 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 (FREYETET, 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, arena entre el 55 y el 95 por 100. El tamaño medio oscila 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).

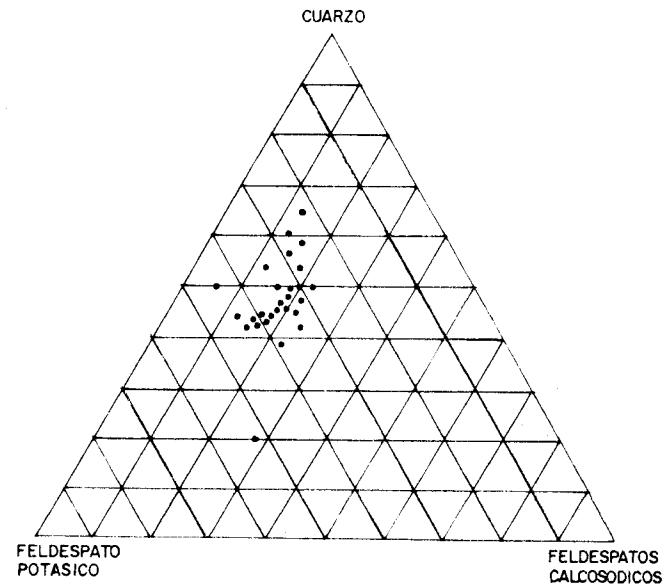
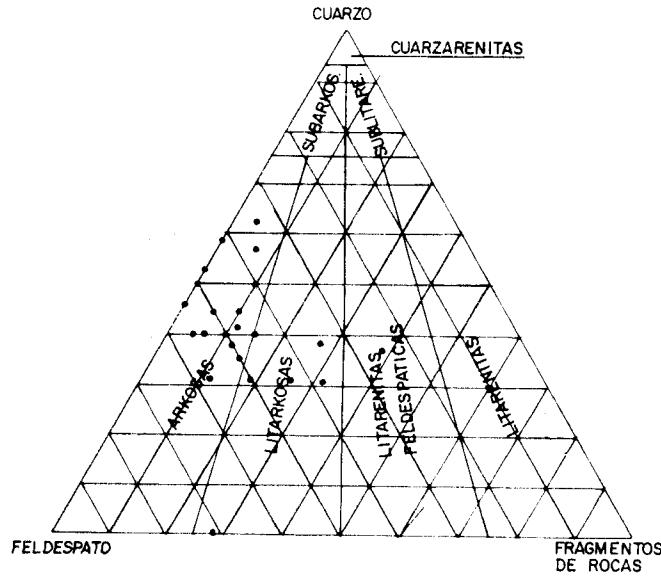


Figura 2.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Pedraja.

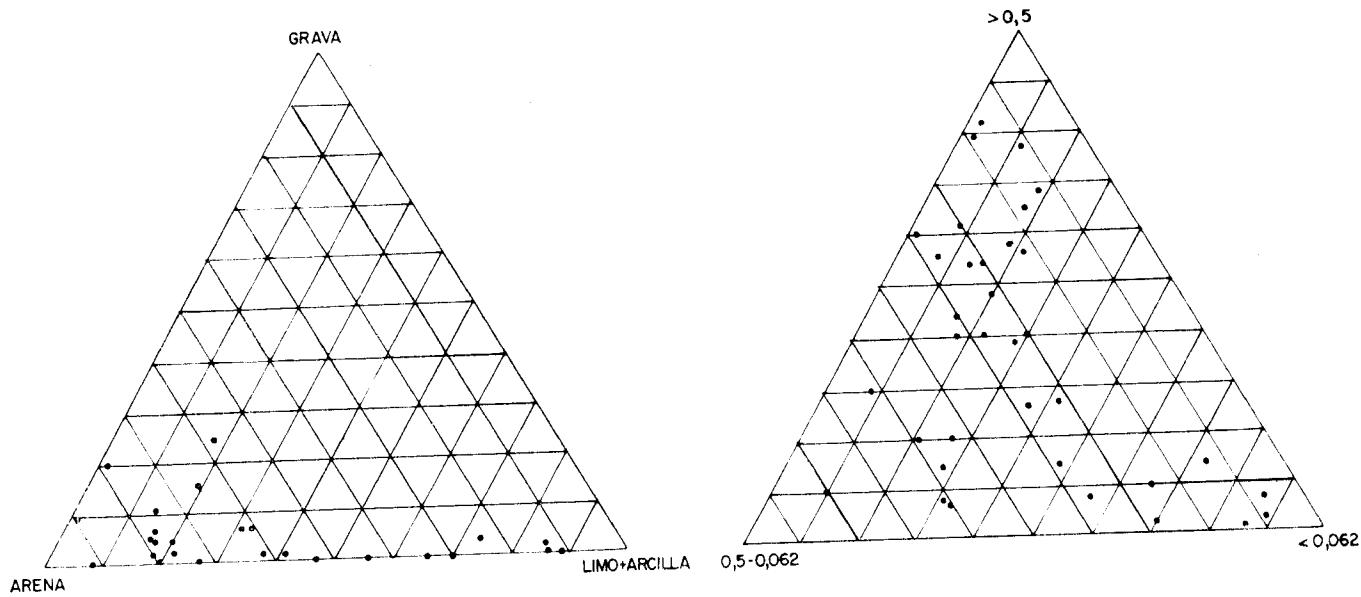


Figura 3.—Composición granulométrica de las arenas y fangos de la Unidad de Pedraja.

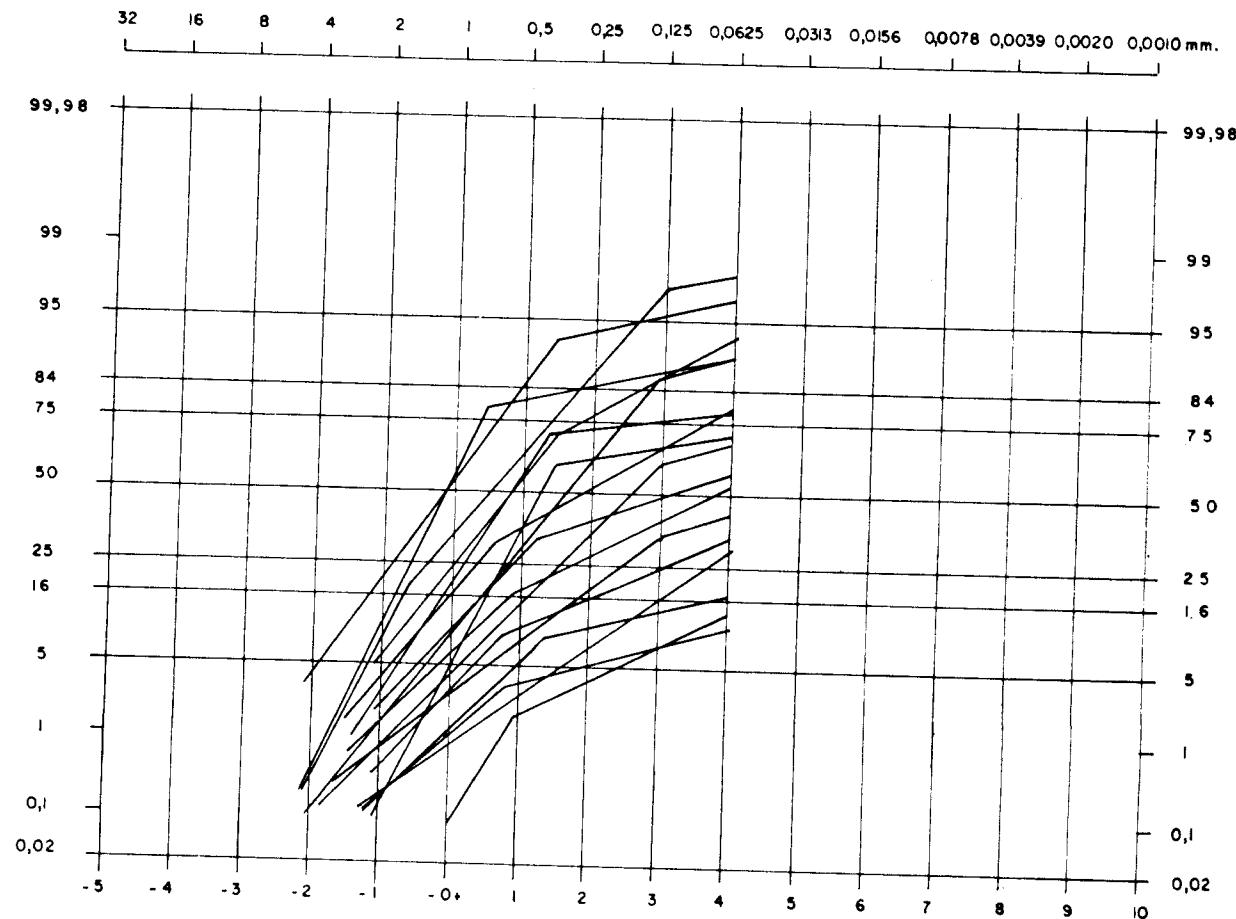


Figura 4.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Unidad de Pedraja.

También aparecen: epidota, anfíboles, piroxenos, zoisita y apatito.

Como ya se ha indicado, las arcosas y los fangos se disponen en secuencias grandecrecientes, observándose cicatrizes 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 *megarríptas*.

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

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

2.1.2 Facies Tierra de Campos (s.l.)

Dentro de esta unidad, definida por H. PACHECO, E. (1915), se distinguen tres tipos de unidades en cambio lateral.

2.1.2.1 *Margas y arcillas grises y blanquecinas, calizas «Facies Dueñas».*

Orleaniense Superior-Astaraciense Inferior (Tm_{c12-11})

Aflora en la mitad norte de la Hoja, situándose por encima de la unidad descrita en el apartado anterior.

Aproximadamente a partir del paralelo que pasa por la localidad de Dueñas y en dirección Sur, esta unidad desaparece, por cambio lateral, pasando la parte inferior de ella a la «Unidad Pedraja» y la parte superior a la «Unidad Cabezón», que describiremos en el apartado siguiente.

En la cartografía y a partir de dicho paralelo, se ha representado con una línea de color.

Al sur del río Duero, y por debajo de la terraza Q₁TD₁₀ de este río, puede reconocerse el afloramiento más meridional de la «Facies Dueñas».

El nombre de «Facies Dueñas» con que denominamos a esta unidad viene dado por haberse estudiado durante 1978 en la localidad de Dueñas, que da nombre a la Hoja núm. 16-13, situada al norte de la de Valladolid y realizada por el mismo grupo de autores.

En la Hoja de Valladolid nunca aflora la serie completa, estando muy recubierta por depósitos superficiales, únicamente en la sección estratigráfica denominada Cerro de las Contiendas (X=511.810; Y=784.275; Z=690), muy próxima a la ciudad de Valladolid aflora la base de dicha unidad y se aprecia muy bien el comienzo del cambio lateral con la «Unidad Pedraja», en los términos basales de la unidad «Facies Dueñas».

La potencia de esta unidad oscila entre los 40 m., al norte de la Hoja, y los 50 cm. en las proximidades de las localidades de Simancas y La Cistérniga.

La litología dominante es de margas y arcillas más o menos calcáreas, de tonos claros (blanco y gris blanquecino), con intercalaciones de fangos débilmente salinos en los que no se observan cristales de yesos diagenéticos. Los análisis de Rayos X de la fracción arcilla detectan la existencia de illita abierta como componente mayoritario y smectitas minoritarias, con trazas de caolinita. El contenido de carbonatos llega a ser del 50 por 100.

Hacia la base de la formación aparecen intercalaciones de 30 a 50 cm. de potencia de arenas calcáreas y fangos con un 30 por 100 de arena, 50 por 100 de limo y 20 por 100 de arcilla.

Los minerales pesados más abundantes son el circón, granate y turmalina, disminuyendo los restantes minerales a proporciones muy bajas, indicándonos la existencia de rocas metamórficas en las 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. Se trata de biomicritas y micritas fosilíferas, con un contenido en fósiles de hasta el 10 por 100.

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

2.1.2.2 *Fangos ocres, paleocanales de arena y gravillas calcáreas, «Facies Tierra de Campos s.s.». Astaraciense (Tf_{c11}^{Bb})*

Esta unidad aflora en el ángulo sureste de la Hoja, encontrándose normalmente muy recubierta. Sólo existen afloramientos parciales en las canteras para cerámica existentes al sur de la localidad de Tudela de Duero; sin embargo, adquiere gran extensión y desarrollo en toda la mitad norte de la Cuenca del Duero (Hojas MAGNA: 16-13, Dueñas; 16-12, Palencia; 16-11, San Cebrián de Campos). Se sitúa por debajo de la «Facies de las Cuestas» y por encima de la «Unidad Pedraja», al sur de la Hoja.

Viene definida por la presencia de fangos ocres más o menos carbonatados (fangolitas y argilitas o limolitas arenosas) como término mayoritario de la serie. Son frecuentes las apariciones de paleosuelos con signos de pseudogley y suelos calcimorfos. La fracción arcillosa está compuesta fundamentalmente por arcillas heredadas, siendo la illita mayoritaria, y minoritarias la caolinita y smectitas.

Intercalados en los fangos aparecen paleocanales arenosos. La gravilla, presente en la base de los paleocanales, está compuesta por fragmentos

de origen autóctono y se trata de cantes blandos de arcilla y fragmentos de caliches.

Las arenas son, generalmente, litarenitas con un 40-70 por 100 de cuarzo, 30-60 por 100 de fragmentos de roca y un 8 por 100 de feldespato potásico (figuras 5 y 6). Entre los minerales pesados, los más abundantes son la turmalina, el circón y la andalucita, con frecuentes estaurolitas, rutilos y distenas.

Al sur de la Hoja de Valladolid y norte de la de Portillo (colindante al Sur), los paleocanales tienen base de gravilla autóctona y arena media con estratificación cruzada de surco y una parte superior de arena fina con estratificación oblicua de tipo sigmoidal. Por consideraciones regionales, a pesar de la dispersión de las medidas, por la elevada sinuosidad de los canales, la procedencia de la unidad parece ser del NE hacia el SO.

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 ocres «Unidad Cabezón».* Astaraciense (TSc_{c11}^{Bb})

Esta unidad aflora en la zona de la Hoja situada al norte del río Duero y se sitúa por debajo de la «Facies de las Cuestas». Se ha distinguido en la cartografía debido a la mayor abundancia de paleocanales que presenta en relación con la «Facies Tierra de Campos s.s.» descrita en el apartado anterior.

Dentro de la Hoja de Valladolid la serie estratigráfica nunca aflora completa, y en ella sólo se han podido realizar series parciales correspondientes al techo de la misma (Sección estratigráfica de Renedo, X=522.655; Y=-783.445; Z=755) y tomado algunas muestras aisladas de la base de esta unidad.

El nombre de «Unidad Cabezón» viene dado por haberse estudiado en la colindante Hoja de Cigales (16-14), situada al Norte, en las proximidades de la localidad de Cabezón del Pisuerga, donde la unidad aparece completa y con afloramiento continuo.

La potencia media es del orden de 30 m.

Viene definida por la presencia de paleocanales de arena y gravilla de costras calcáreas como término mayoritario de la serie, y únicamente a techo de las mismas aparecen fangos de tonos ocres.

La gravilla presente en la base de los canales está compuesta por fragmentos de origen autóctono y son fragmentos de caliches subredondeados que llegan a tener un tamaño máximo de 2 cm.

Las arenas de los paleocanales son litarenitas con un 35-75 por 100 de cuarzo, 25-65 por 100 de fragmentos de roca y algunas muestras presentan un 5 por 100 de feldespato potásico (figs. 5 y 6).

Los minerales pesados más abundantes son la turmalina, estaurolita, círcón, andalucita y distena. El gran aporte de minerales de origen metamórfico 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 da una dirección E-O, con sentido hacia el E. 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 ante-

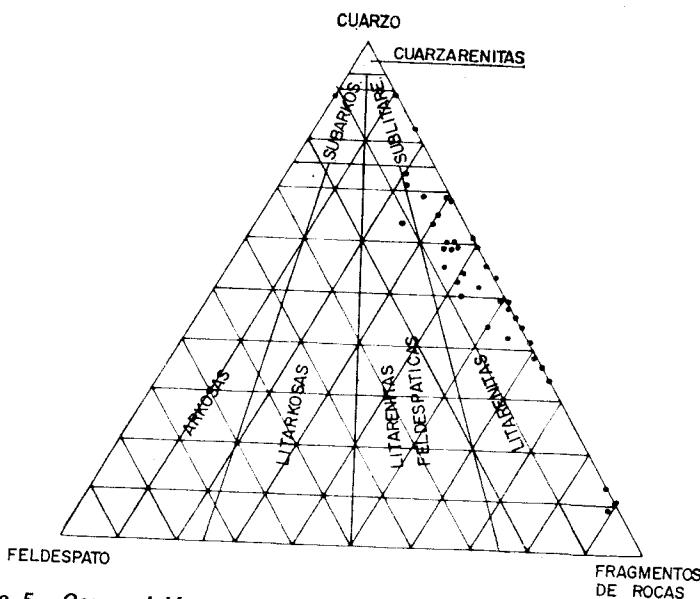


Figura 5.—Composición mineralógica de las arenas de la Facies de Tierra de Campos (y Unidad Cabezón).

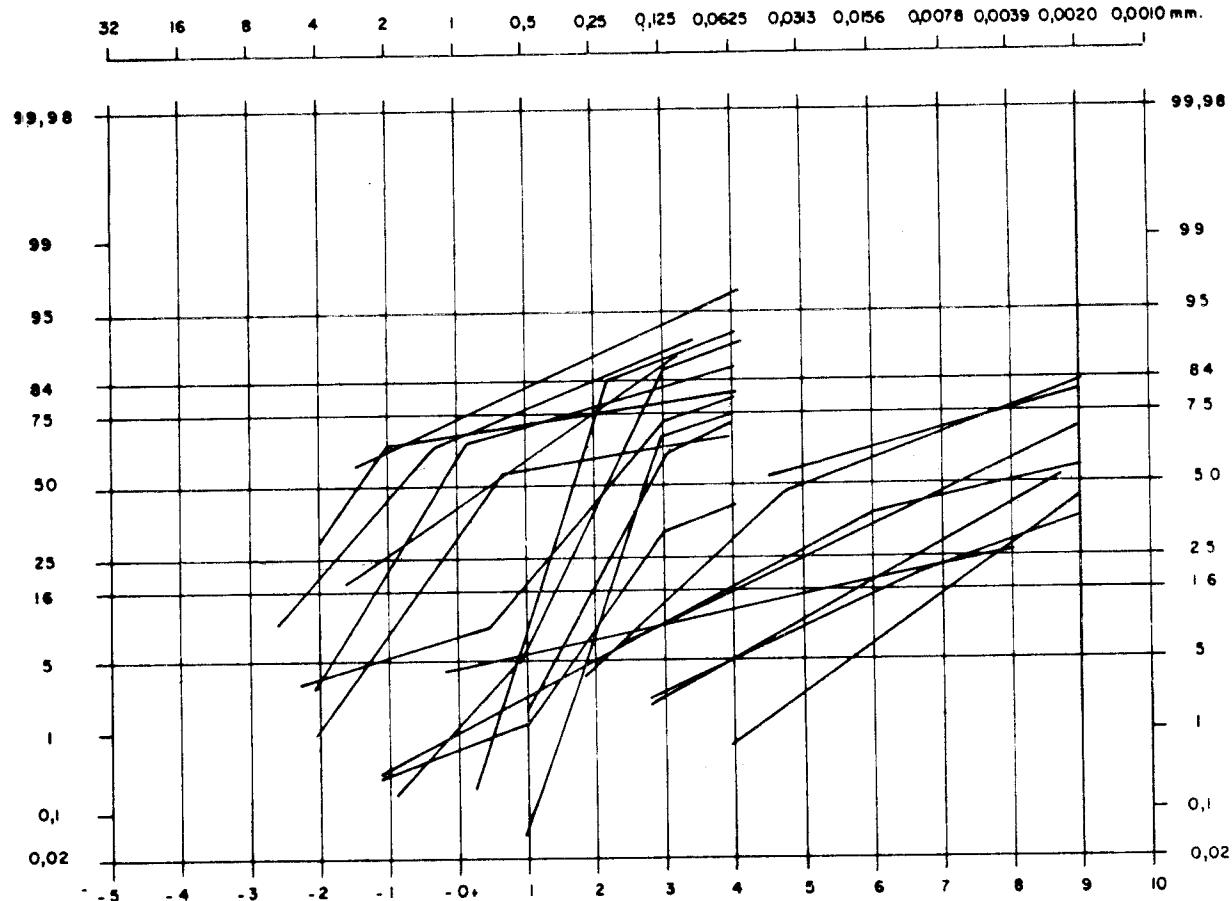


Figura 6.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Facies de Tierra de Campos (y Unidad Cabezón).

riormente 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 descrita en el apartado anterior, y justamente en el paso a la unidad superior, denominada «Facies de las Cuestas», se ha reconocido la existencia de procesos de marmorización en algunos 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.

El análisis por difracción de Rayos X de la fracción arcillosa del fango donde se da este proceso 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).

Siguiendo a SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1979), estos paleosuelos son más abundantes en las zonas donde no existen canales y nos indican zonas ligeramente más altas que aquellas por las que discurre el drenaje.

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 Niveles de fangos oscuros con fragmentos de gasterópodos y characeas «Facies Zaratán». Astaraciense Superior (T_{c11}^{Bb2})

Constituye la base de la «Facies de las Cuestas», siendo en gran parte de la Hoja muy difícil de reconocer debido a los depósitos cuaternarios, es por esto por lo que en la cartografía está representada a trazos muy frecuentemente.

La unidad ha sido denominada «Facies Zaratán», por ser en esta localidad,

situada al oeste de Valladolid, donde se encuentra mejor representada (SANCHEZ DE LA TORRE, L., 1979).

Está constituida fundamentalmente por una alternancia de margas y arcillas arenosas grises, con niveles de fangos, gris oscuro, húmicos, que representan niveles de ciénagas en el sentido de MELTON (1965), estos niveles tienen una potencia media de 2 m. y presentan varias intercalaciones delgadas de turba arcillosa y cicatrices erosivas en la base de cada unidad de arrastre. En algunos puntos de la Hoja se intercalan delgados niveles de calizas (0,30 a 0,50 m.), con las bases onduladas y gran cantidad de restos de gasterópodos y characeas.

En estos depósitos de ciénaga se ha reconocido la existencia de restos de fósiles de micromamíferos, que se describen en el apartado de paleontología. Siguiendo a SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1979), las facies de ciénaga se originan por inundaciones muy rápidas que arrastran suelos de pradera, mezclándolos con el resto de materiales que van en suspensión, tendiendo a depositar el conjunto en las suaves depresiones preexistentes.

La existencia de los procesos de marmorización que se sitúan en estas depresiones, unida a los depósitos de ciénagas, indican una sedimentación muy rápida, pero con etapas de no sedimentación de duración considerable.

Este tipo de ambiente transicional representa, precisamente, el paso de las facies aluviales («Facies Tierra de Campos s.l.») a las facies de playas salinas («Facies de las Cuestas s.l.»).

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

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

Dentro de la Hoja de Valladolid, esta unidad no presenta buenos afloramientos, estando muy enmascarada por un recubrimiento cuaternario muy generalizado, que sólo permite la observación parcial de la serie. En el resto de las Hojas MAGNA realizadas por el mismo grupo de autores (16-14, Cigales; 16-13, Dueñas; 16-12, Palencia), ha sido estudiada en numerosas secciones estratigráficas.

En la unidad ($Ty_{c11}^{Bb2-Bc2}$) el término mayoritario de la serie son los fangos salinos con mayor o menor contenido en yeso, y de coloraciones grises y gris verdoso, 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 por 100 de carbonatos).

El tamaño medio dominante es menor de 0,0078 mm. (limo fino), y los análisis de Rayos X de la fracción arcillosa nos revela illita como componente mayoritario y smectitas como minoritario, 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 diagénéticos. Reciben el nombre local de «Rabillo».

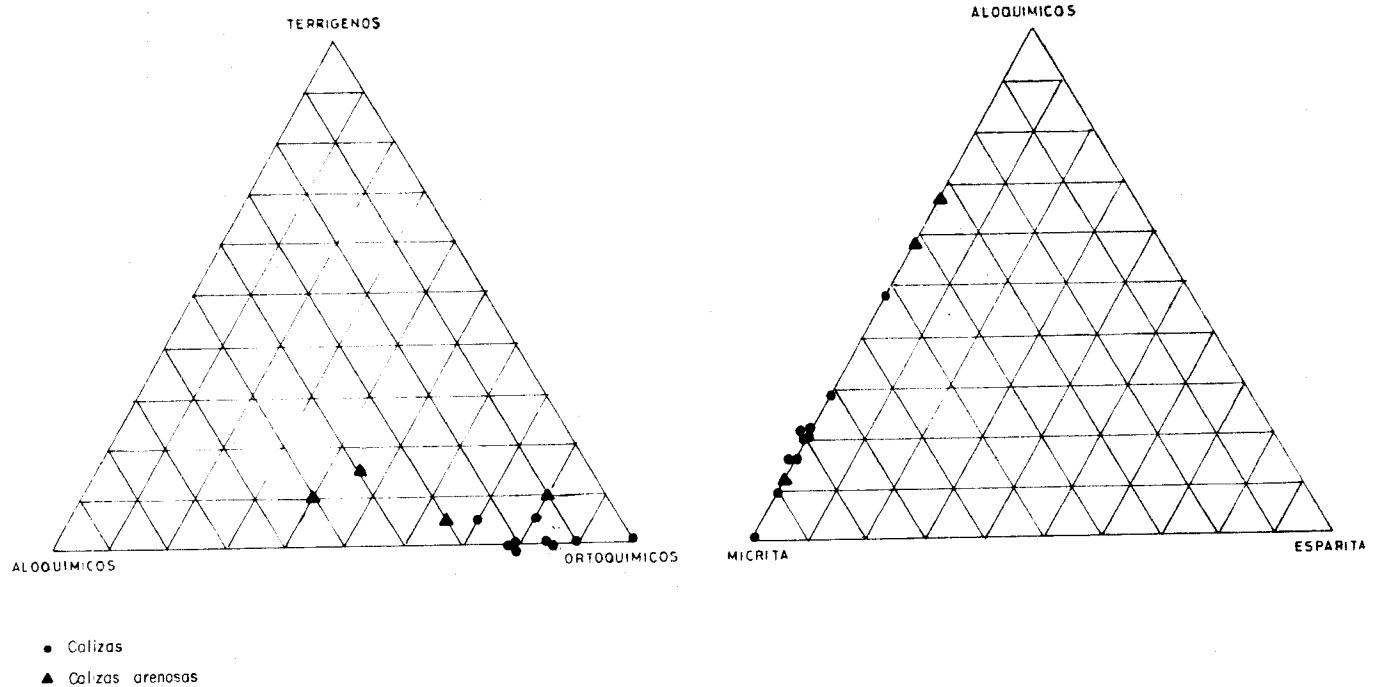
— Niveles centimétricos de yeso mesocristalino con microdolomía intersticial. Ocasionalmente son visibles en ellos estructuras asimilables a *ripples* y cicatrices de corriente. Este yeso pudo ser, en principio, detrítico y haber sufrido recristalizaciones durante la diagénesis. Recibe el nombre local 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.»). Estos tramos de concentración de yesos han sido diferenciados en la cartografía (Ty_{c11}^{Bc1}).

Es un hecho general, en la zona suroriental de la Hoja, que a partir de este nivel y hacia términos más altos de la serie estratigráfica, hay un empobrecimiento paulatino en cristales de yeso y en la salinidad de los fangos, habiéndose representado en la cartografía ($Tm_{c11}^{Bb2-Bc2}$) las zonas menos salinas. En la Hoja colindante al Sur (16-16, Portillo), la «Facies de las Cuestas» tiene una salinidad menos acusada.

Son también muy numerosas las intercalaciones de caliza 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, descrita anteriormente y denominada como «Facies Zaratán». Son también micritas fosilíferas (15 por 100 fósiles), en algún caso con un 10 por 100 de cuarzo (fig. 7). No se han distinguido en la cartografía por su poca potencia y discontinuidad lateral.

Las secuencias observadas en los perfiles estratigráficos corresponden a ciclos sedimentarios en lagos salinos efímeros o «playas». Las secuencias son de potencia aproximada de 1 a 1,30 m. 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 diagénéticos y, finalmente, un nivel de cortezas de yeso. Se trata, por tanto, de una secuen-



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

cia 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, dolomías, margas y arcillas. 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.

Esta unidad ha sido estudiada en la sección estratigráfica de Monte de Tudela (X=527.250; Y=774.080; Z=825).

Está constituida por una alternancia de niveles de caliza y de margas de potencia media, 0,30 m.; el contenido en carbonatos es del 85-95 por 100.

La fracción arcillosa tiene illita como componente mayoritario y montmorillonita como componente minoritario.

En la zona norte de la Hoja las calizas son micritas fosilíferas con un contenido en fósiles (foraminíferos, ostrácodos y characeas) del 10-70 por 100 (fig. 8). Las bases de los niveles calizos son muy irregulares y onduladas.

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 Valladolid (16-15), los niveles calizos que entran a formar parte de esta unidad están totalmente recristalizados, por lo que no se han representado en el diagrama triangular de la figura 8 las muestras tomadas al sur del Duero. Las pseudomorfosis de cristales de yeso son, en algunos casos, muy espectaculares, dando formas muy semejantes a las denominadas «rosas del desierto».

Los niveles de margas intercalados entre las calizas son estériles desde el punto de vista micropaleontológico. La sedimentación es, fundamentalmente, carbonatada, a veces con aporte de fango y materia orgánica y otras con aporte de arcillas. La base de los niveles de caliza registran episodios erosivos. El ambiente sedimentario puede asimilarse a lagos efímeros oligomesohalinos.

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-Ruscinense* (T_{c11-Z1}^{Bc2-Ba})

Constituyen la superficie que ocupa el ángulo noroccidental de la Hoja (Páramo de Pozuelo) y que forma parte de los Montes Torozos, así como la superficie existente en el ángulo suroriental (Páramo de la Parrilla).

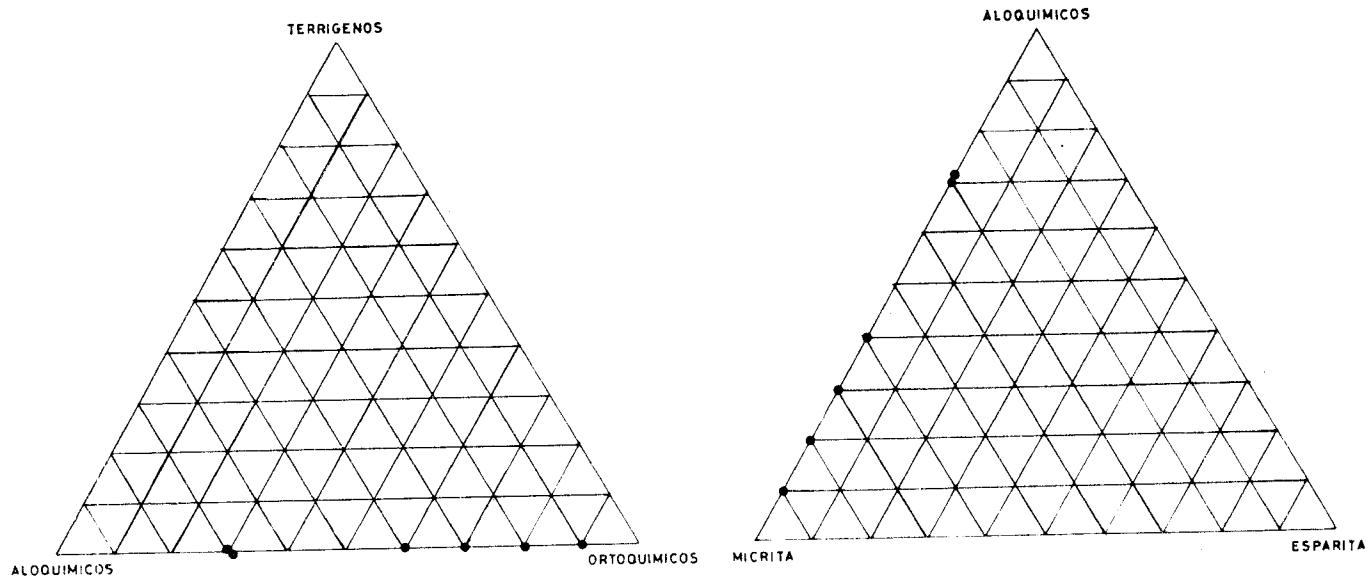


Figura 8.—Composición de las calizas de la serie de tránsito a las calizas con Gasterópodos (Vallesiense Superior).

En la superficie que se sitúa en el cuarto nororiental, estas calizas quedan en parte cubiertas por el resto de la serie de sedimentos pliocenos.

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

Son calizas microcristalinas con abundante fauna de gasterópodos, ostrácodos y characeas, bien estratificadas en capas de 20 a 50 cm. y con juntas margosas centimétricas.

Las calizas son micritas con un contenido importante en fósiles y un porcentaje del 10 al 20 por 100 de esparita (fig. 9). Algunas de las muestras tomadas corresponden a biolititas algales filamentosas.

Dentro de la Hoja de Valladolid, el estudio de los sedimentos que se sitúan por encima de estas calizas es muy complicado, debido a que los afloramientos se encuentran muy enmascarados, bien por depósitos superficiales cuaternarios o por la acción antrópica.

En la Hoja situada más al Norte (16-14, Cigales), y en la situada al Este (17-15, Quintanilla de Onésimo), existen buenos cortes naturales y en canteras, que permiten la observación de los sedimentos y de los procesos acaecidos durante el Plioceno en esta parte central de la Cuenca del Duero.

Por encima de las calizas, dolomías, margas y arcillas del Vallesiense Superior, descritas en el apartado anterior, afloran 2 m. de calizas gris blanquecinas bien estratificadas y que son micritas fosilíferas con el 5 por 100 de fósiles y el 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 llenadas 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 llenas 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 indican condiciones de drenaje deficientes.

En el Páramo de los Montes Torozos y Páramo de La Parrilla estas calizas se encuentran muy cubiertas por depósitos de «Terra rossa» y son escasos sus afloramientos. Las características del fango carbonatado y la fauna dulce-acuífcola hacen pensar en un ambiente lacustre más o menos generalizado, con etapas de desecación.

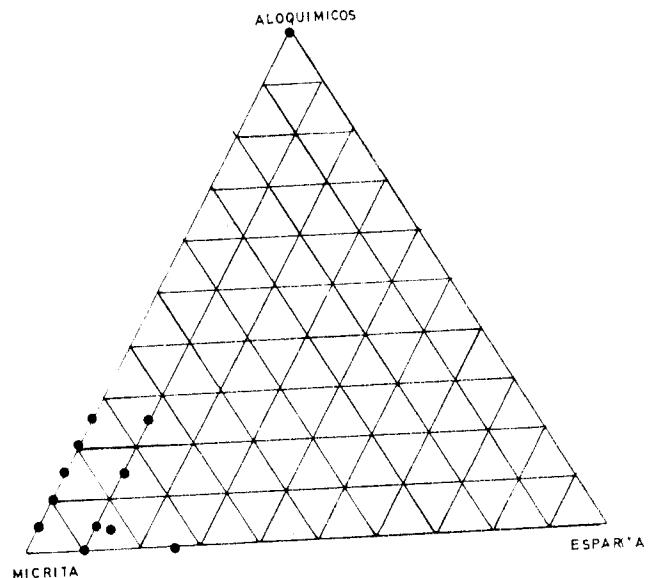
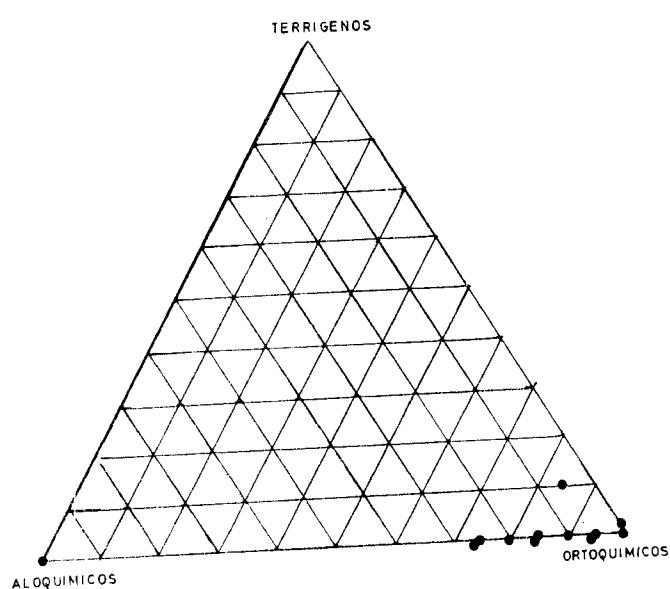


Figura 9.—Composición de las calizas con gasterópodos (*Vallesiense Superior-Rusciniense*).

2.2.1.2 *Margas y limos arenosos; lateralmente canales de arena. En la base costras. Ruscinense-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 perfectamente con los procesos ocurridos en la Submeseta meridional (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Aflora en el extremo nororiental de la Hoja, en el Páramo de la Encienda.

En la sección de Páramo de Nogales (X=520.750; Y=789.500), situada en la Hoja de Cigales, 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 inferiores.

Por encima de la costra se sitúa una unidad caracterizada por un color rojo intenso, asimilable a un suelo calcimorfo, de 2 a 3 m. de potencia.

Se trata de un posible horizonte edafizado con cierta actividad biológica. Debió 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 puede pasar a ser un canal de origen fluvial, como se observa en la Hoja de Cigales (16-14), colindante al Norte.

A continuación, y por encima de esta unidad roja, asimilable a un suelo calcimorfo, 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 al-

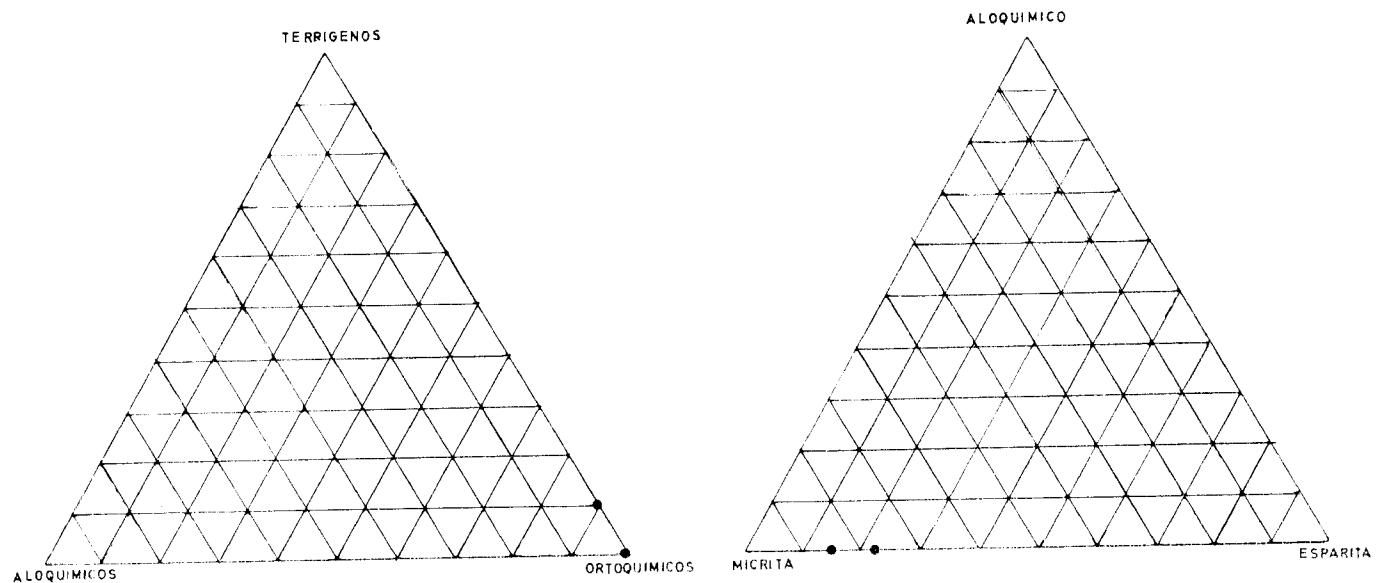


Figura 10.—Composición de las calizas del Villanyense (2.^o Páramo).

gunas 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 sub-aéreas, 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}^{Bb})

Afloran en el ángulo nororiental de la Hoja y se sitúan directamente encima de las margas blanco amarillentas con que termina la unidad descrita anteriormente.

La base de esta unidad está compuesta por un banco de calizas gris oscuro que no sobrepasa los 2 m. de potencia. Se trata de micritas con un 20 por 100 de esparita y un 10 por 100 de cuarzo, que presentan pseudomorfosis de cristales de yeso (fig. 10).

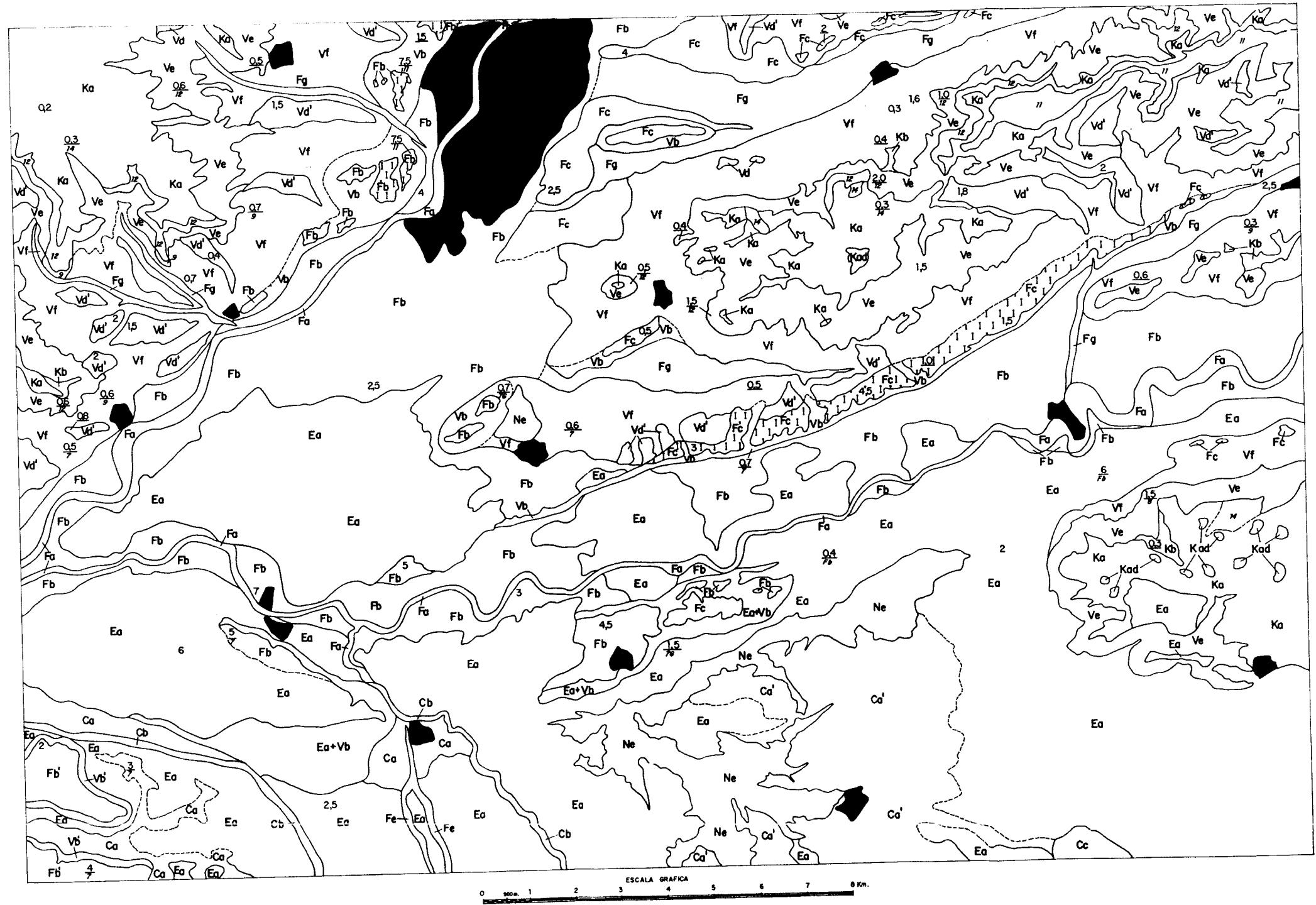
En la presente Hoja de Valladolid no hemos observado sedimentos por encima de este banco de calizas, pero tenemos la certeza de que la sedimentación pliocena no termina aquí, puesto que en la Hoja situada al Norte (Cigales, 16-14), por encima de estas calizas, en los páramos de Carramonte y Nogales, se sitúan arenas limosas y limos rojizos con zonas blanquecinas con una potencia de 2 a 3 m., y con un porcentaje de arcilla y limo del 38 por 100, siendo el resto arenas de tamaño fino a medio, con composición mineralógica del 80 por 100 de cuarzo, 15 por 100 de fragmentos de rocas metamórficas y el 5 por 100 de feldespato potásico.

En estos mismos páramos de la Hoja de Cigales, coronando la serie pliocena, aparece una costra de unos 30 cm. de potencia, que puede correlacionarse 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 recubrimiento sobre el substrato mioceno y son importantes de cara a una ordenación y explotación racional del territorio.

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto, se ha realiza-



MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES

16/15

LEYENDA

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

- 7 Fangos arcósicos 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

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

SIGLOS 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 arcósicos o no (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 derivan.

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

Derivadas de arcillas, arenas y fangos salinos o no (7, 8, 9, 11 y 12) y calizas (14)

Vd.- Brechas calcáreas cementadas

Vd'-. Brechas calcáreas con matriz limo arcillosa

Ve.- Brechas poligénicas (caliza, yeso ...) con matriz limo-arcillosa. A partir del paralelo que pasa por el cerro San Cristóbal y hacia el S - es frecuente la presencia de fracción arena (Ea) en esta formación.

Vf.- Fangos arenosos y limos con cantos calizos. -- Frecuentes afloramientos de 7, 8, 9 y 11. A - partir del paralelo que pasa por el cerro San Cristóbal y hacia el S, es frecuente la presencia de fracción arena (Ea) en esta formación.

E.- ASOCIADAS AL MODELADO EÓLICO

Derivadas de otras formaciones superficiales (Fb, Fb', Ca, Ca', etc) y de fangos (7, 8, 9)

Ea.- Arenas de cuarzo redondeadas bien seleccionadas

N.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL EN ZONAS ENDORREICAS

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

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

F.- ASOCIADAS AL MODELADO FLUVIAL

Derivadas de terrazas y de otras formaciones superficiales (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 arenolimosa. - Gravas calizas en proporción menor del 10%. - Suelos rojos fersialíticos decapitados. Sustrato frecuentemente alterado con concentración - de carbonatos pulverulentos. Encostramiento -- frecuente. Terrazas.

Fb'-. Arcosas ocres con gravas de cuarzo y cuarcita. Frecuentes pavimentos de cantos en superficie. Suelos pardo rojizos decapitados. Sustrato frecuentemente alterado con concentración de carbonatos pulverulentos. Terrazas.

Fg.- Limos y arcillas con gravas de caliza.

Derivadas de otras formaciones superficiales (Fb) y en parte de calizas (11 y 14)

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

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

Fe.- Arenas y limos arcillosos. Mat. orgánica. Suelos aluviales.

C.- FORMACIONES SUPERFICIALES ASOCIADAS A PROCESOS COMPLEJOS

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

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

Ca'-. Id. con gravas de caliza ocasionales y dispersas.

Derivadas de otras formaciones superficiales (Ca, Ca', Ea) y en parte de fangos (7) y asociadas al modelado de las vertientes eólico y fluvial

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

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

Cc.- Limos y arcilla con granos de cuarzo eolizado y gravas de caliza.

do un mapa de formaciones superficiales a escala 1:50.000, que se incluye en el presente apartado reducido a escala aproximada de 1:100.000.

Entendemos como formaciones superficiales aquellos materiales no coherentes que, en algunos casos, pueden haber sufrido una consolidación posterior, y 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 Valladolid pueden asociarse a 6 tipos fundamentales de modelado del relieve (ver mapa de formaciones superficiales):

- Asociadas al modelado kárstico (K): Terra rossa.
- Asociadas al modelado de vertientes (V): Glacis, coluviones, paleovertientes.
- Asociadas al modelado fluvial (F): Terrazas, aluviales, fondos de valle.
- Asociadas al modelado fluvial en zonas endorreicas (N): fondos de charcas.
- Asociadas a modelado eólico (E): Depósitos de arenas eólicas.
- Asociadas a procesos complejos (C).

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.

Se conserva el término tierra parda meridional del Mapa Nacional de suelos por la extensión que adquieren en la mitad Sur de la Cuenca.

Los suelos dominantes en el ámbito de la Hoja son:

- Suelos pardo calizos.
- Rendzinas y xerorendzinas.
- Suelos aluviales.
- Suelos rojos fersialíticos.
- Suelos salinos.
- Tierras pardas meridionales.

2.3.1 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 el «Páramo» que se sitúa en el ángulo noreste de la Hoja, cubierta por las margas y limos del Ruscinense-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 encuentra rellenando huecos de disolución y según los distintos autores está formada por arcillas ilíticas y caoliníticas, 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 persistente.

En el estudio micromorfológico se observa la iluviación de «Terra rossa» que rellena huecos. Pudiera 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 algunos 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 el ámbito de la Hoja, 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 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 ésta 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 pardo calizos de alteración «in situ» de calizas (Kb).

2.3.2 Terrazas (Q_1TP_5 , Q_1TP_6 , Q_1TP_8 , Q_1TP_{11} , Q_1TD_{10} , Q_1TD_{11} , Q_1TDP_{12} , Q_1TD_{14} , Q_1TP_{18} , Q_1TP_{20} y Q_1M) (Fa, Fb, Fb', Fc)

Están representadas terrazas fluviales del río Duero (Q_1TD) y del río Pisuerga (Q_1TP), en el mapa de formaciones superficiales reciben las siglas Fa, Fb, Fb' y Fc, de acuerdo con su composición litológica.

Algunas de las terrazas representadas en el mapa pertenecen al río Esgueva, pero para no complicar demasiado la leyenda se ha preferido darles la misma numeración que a las que se corresponden del sistema del río Pisuerga.

Tienen amplia representación en la cartografía y ocupan gran parte del área que comprende la Hoja estudiada.

2.3.2.1 Terrazas del río Pisuerga (Q_1TP)

En la Hoja de Dueñas (16-13), situada más al Norte, se realiza la desembocadura del río Carrión en el Pisuerga, debido a este hecho y por desconocerse el número de terrazas que el río Pisuerga pueda tener entre este punto y su nacimiento, hemos seguido con la numeración de terrazas correspondientes al sistema del Carrión, sistema que nos es conocido ya que el mismo grupo de autores (OLIVE et al., 1979) de la presente Hoja ha realizado las Hojas MAGNA situadas más al Norte (Dueñas, Palencia, San Cebrián de Campos, Carrión de los Condes, Saldaña y Guardo), que comprenden la cuenca del río Carrión, distinguiéndose 20 niveles de terraza, de los cuales 16 tienen valor regional.

En la Hoja de Valladolid solamente afloran algunos de ellos, y en el mapa geológico se han cartografiado con las siglas: Q_1TP_5 , Q_1TP_6 , Q_1TP_8 , Q_1TP_{11} , Q_1TDP_{12} , Q_1TP_{18} , Q_1TP_{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 Pisuerga, en los alrededores de la ciudad de Valladolid, son las siguientes:

Q_1TP_{20} a + 7 m., Q_1TP_{18} a + 10-12 m., Q_1TDP_{12} a + 25-30 m., Q_1TP_{11} a + 40 m., Q_1TP_8 a + 48-50 m., Q_1TP_6 a + 65-70 m. y Q_1TP_5 a + 90-95 m.

En general, están constituidas por gravas de cuarcita y cuarzo, con un porcentaje de gravas de caliza del 5 al 15 por 100, según los distintos niveles. Los centílos 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 el 60 y el 80 por 100 (Fb).

En algunos niveles (Q_1TP_{11} , Q_1TDP_{12} , Fc) el porcentaje de gravas de caliza es superior al 50 por 100, llegando en algunos casos a ser de 85-90 por 100, estando en relación con la proximidad de estas terrazas a los arroyos y ríos procedentes de las mesas calizas.

La terraza más baja (Q_1TP_{20} , Fa) corresponde a la llanura de inundación del río y está formada por limos y limos arenosos con algunas gravas de cuarcita dispersas.

Presentan secuencias fluviales típicas (*braided*) con barras de gravas, cañales de arena con estratificación cruzada de surco y limos arenosos de inundación.

2.3.2.2 Terrazas del río Duero (Q_1TD)

Las terrazas del Duero han sido estudiadas en el sector de Medina del Campo-Tordesillas-Toro por PEREZ GONZALEZ, A. (1979), quien diferencia 14 niveles incluyendo la llanura de inundación.

En la Hoja de Valladolid solamente están representados cuatro de estos niveles, y que denominamos con las siglas Q_1TD_{14} , Q_1TDP_{12} , Q_1TD_{11} y Q_1TD_{10} en el mapa geológico.

Las alturas relativas sobre el Duero y hacia el sur de este río son las siguientes:

Q_1TD_{14} a + 6-8 m., Q_1TDP_{12} a + 18-20 m., Q_1TD_{11} a + 29-35 m., Q_1TD_{10} a + 45-48 m.

En el mapa de formaciones superficiales se han distinguido cuatro tipos litológicos (Fa, Fb, Fb', Fc).

Se designan con Fb las terrazas en las que predominan las gravas de cuarcita sobre las de cuarzo, estando los granitoides y las gravas de caliza en muy pequeña proporción (menos del 15 por 100). Los centílos son del orden de 8 a 10 cm. y el tamaño medio de 2-4 cm.

En las terrazas designadas con Fb' las gravas de cuarzo se encuentran en proporción igual o mayor que la cuarcita (hasta un 65 por 100), siendo abundantes los granitoides y rocas metamórficas (lilitas, esquistos, etc.), que sumados pueden llegar a constituir el 10 por 100. Las cuarcitas suelen estar en proporciones comprendidas entre el 30 y 50 por 100 y los centílos

se agrupan en 6-8 cm., siendo el tamaño medio 3-4 cm. Los feldespatos resaltan en esta fracción de 2-4 cm. La fracción arenosa, que puede llegar al 60 por 100, tiene tonos ocres y ocre-rojizo.

Las terrazas designadas con Fc se caracterizan por el alto contenido en gravas de caliza, que puede llegar a ser el 95 por 100, debido a la influencia de los aportes de material calizo por los arroyos afluentes al Duero y que tienen su cabecera en las mesas calizas. Estas terrazas aparecen frecuentemente encostradas. La llanura de inundación del río, formada por limos y limos arenosos con algunas gravas dispersas, se designa con la sigla Fa.

Hay que señalar que el substrato arcósico mioceno, situado debajo de los niveles Fb, Fb' y Fc, presenta, frecuentemente, claros rasgos de hidromorfismo, con lavado de los óxidos de hierro, por lo que adquiere tonalidades verdosas. Es también muy frecuente la presencia de carbonataciones con estructura en enrejado, cuyo origen debe atribuirse fundamentalmente a procesos de aguas freáticas y de lavados laterales.

Tanto sobre las terrazas del Duero, como sobre las terrazas del Pisuerga, se dan normalmente suelos rojos fersialíticos de perfil A o A₂, Bt, C, dependiendo el grado de rubefacción de la edad del suelo y de la presencia de Ca²⁺ activo, así como de la proximidad del nivel freático.

Las terrazas con gran contenido en gravas de caliza, no presentan el horizonte Bt rojo debido a la abundancia de Ca²⁺ activo (río Esgueva y arroyo de Jaramiel).

Sobre las terrazas Q₁TD₁₄ y Q₁TP₁₈ se observa la existencia de antiguos cauces de meandros abandonados, que se han distinguido en la cartografía con la sigla Q₁M.

2.3.3 Depósitos de paleovertientes (Vertientes regladas antiguas y glacis) (Q₁C₁₁, Q₁G₁₂) (Vd, Vd')

Son depósitos asociados a antiguas formas de ladera que pueden tener o no perfil de glacis. Enlazan con terrazas del Duero y del Pisuerga, 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 presenta un horizonte A de 1 a 2 cm., en general de humus muy

polimerizado (*muil* cárlico) sobre un horizonte C formado por el canturral. En el mejor de los casos pasan a suelos pardo-calizos con un horizonte (B) muy poco desarrollado.

2.3.4 Depósitos de la superficie de Coca-Arévalo. Unidad de Arévalo (Q_1S_{16}) (Ca, Ca')

La superficie de Coca-Arévalo (Superficie de Coca de PEREZ GONZALEZ, A., 1979), que enlaza con la terraza Q_1TD_{14} , da origen a una extensa planicie en la parte sur de la Hoja y tiene amplia representación en las Hojas situadas al sur (16-16, Portillo, y 16-17, Arévalo). Sobre ella se sitúa, frecuentemente, un manto de arenas eólicas de potencia variable.

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

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

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

Litológicamente, las arenas del conjunto son arcosas con escasa proporción de fango (figs. 11, 12 y 13).

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

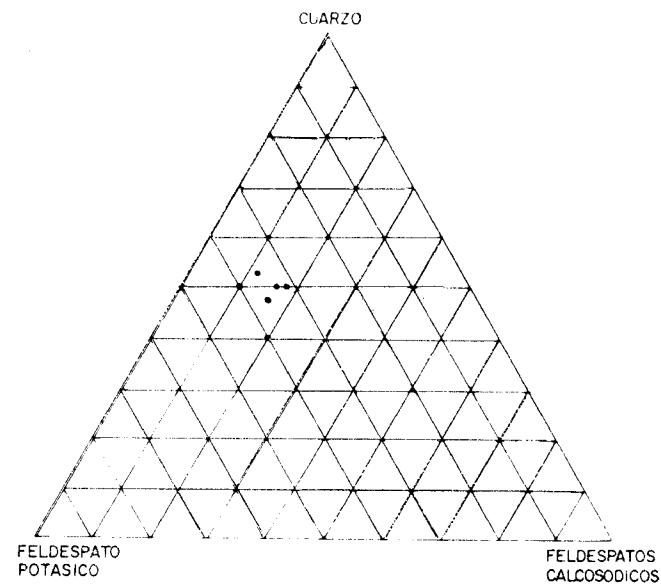
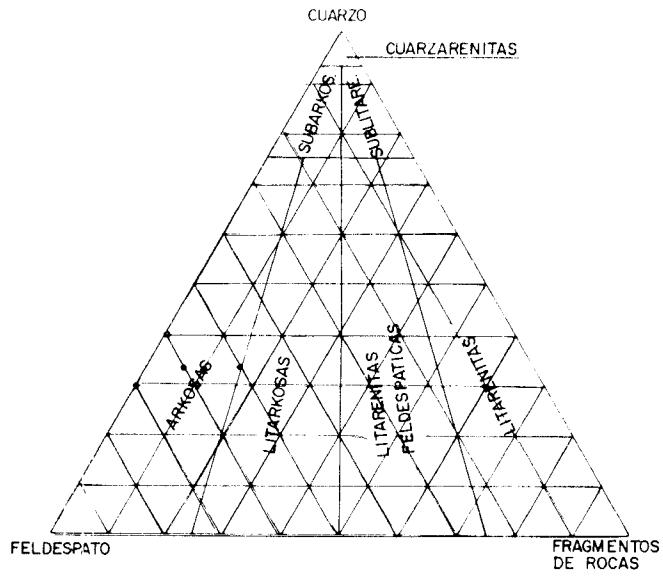


Figura 11.—Composición mineralógica de las arenas de la Unidad de Arévalo.

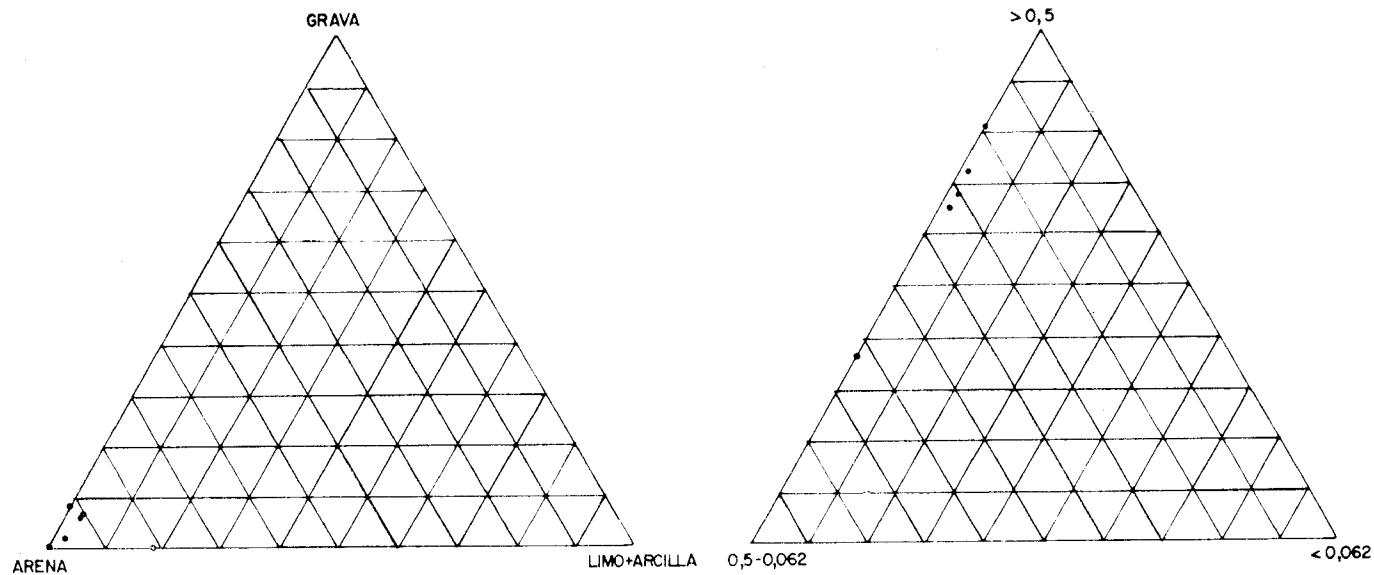


Figura 12.—Composición granulométrica de las arenas de la Unidad de Arévalo.

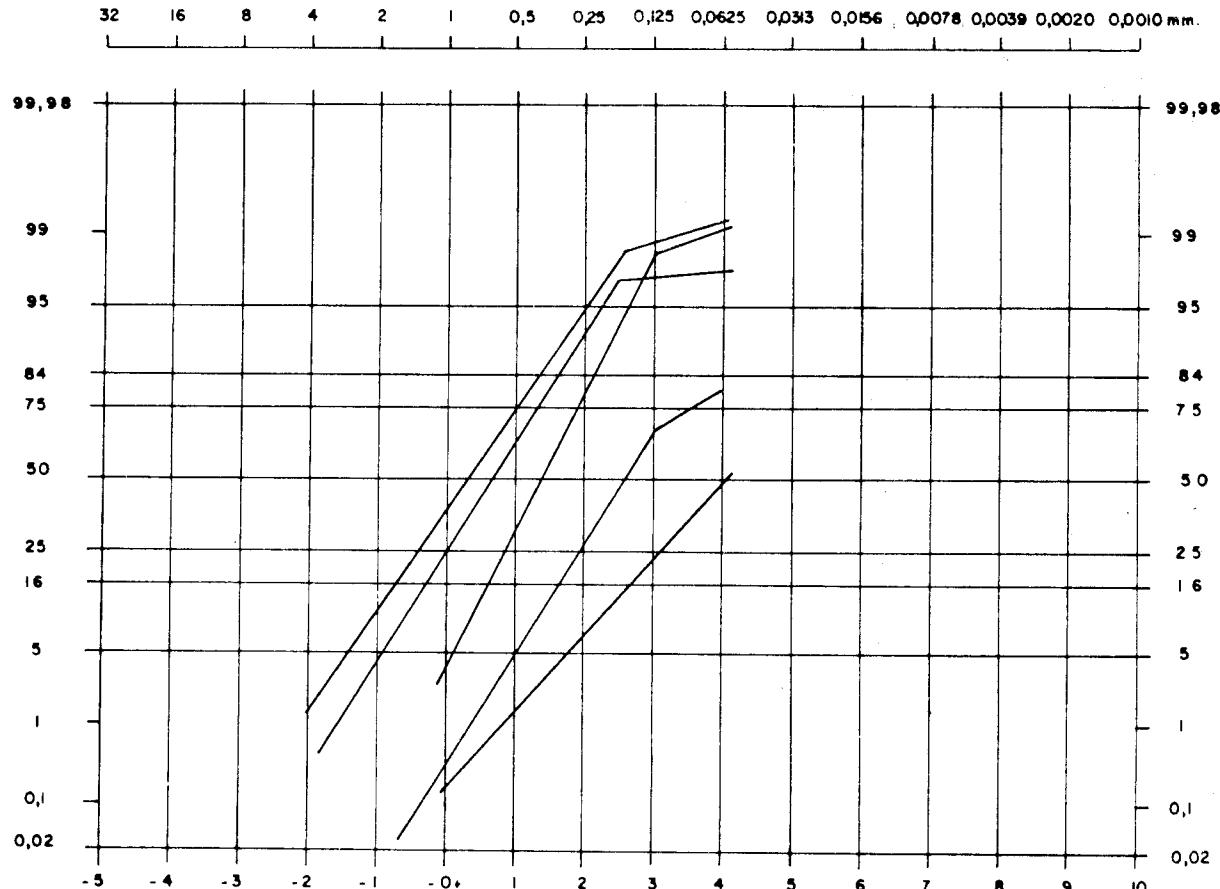


Figura 13.—Curvas granulométricas de las arenas y fangos de la Unidad de Arévalo.

En la Hoja de Valladolid el espesor de esta formación (Ca) no suele sobrepasar los 5 metros, dominando las facies canalizadas y de barras. La arena eólica reciente y superficial rara vez alcanza más de 1 m. de potencia (cuando adquiere espesores mayores ha sido cartografiada como una unidad aparte). En la mitad oriental de la Hoja pueden aparecer clastos de calizas redondeadas en las barras, con una proporción menor del 10 por 100 en la fracción mayor de 2 cm. (Ca').

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

El horizonte A suele estar removido por acción antrópica. El horizonte (B) con potencias del orden de 30 cm. tiene estructura prismática y/o poliedrica, con presencia de arcillas pero sin cutanes y está descarbonatado. El horizonte de paso (B)/C no siempre está presente, y cuando existe tiene estructura prismática muy gruesa y espesores de 20-30 cm. El horizonte C son los limos de llanura de inundación.

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

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

En esta zona de la Cuenca del Duero son muy frecuentes las acumulaciones de arenas eólicas. Se describen detenidamente en el apartado 5, GEOMORFOLOGIA, por lo que aquí nos limitamos a definir su litología, textura, estructura y espesor (figs. 14, 15 y 16).

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

Las arenas más recientes se presentan siempre sueltas y son las cartografiadas como Q₂D y Ea en los mapas geológicos y de formaciones superficiales. La proporción de limo es menor del 10 por 100 y los tamaños medios

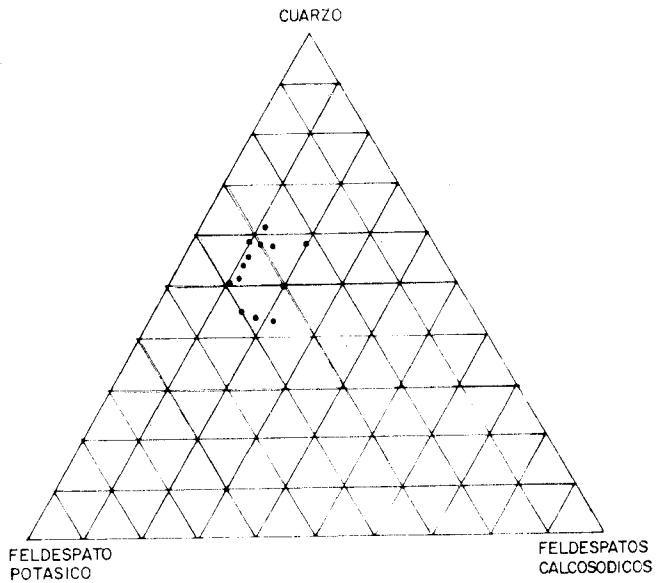
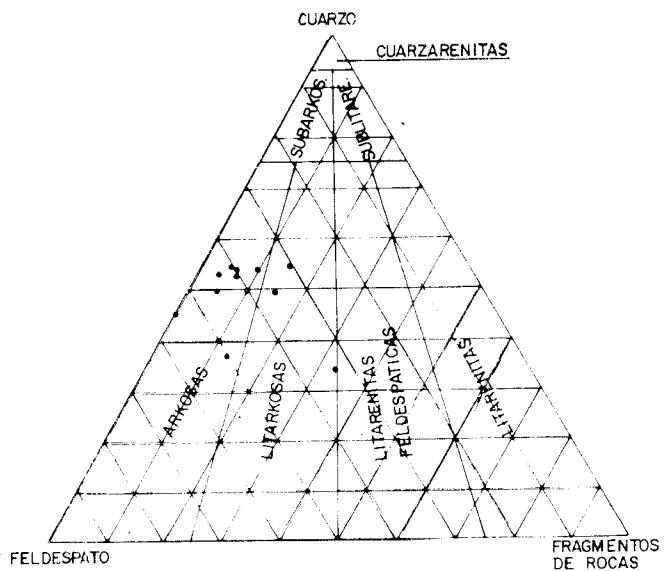


Figura 14.—Composición mineralógica de las arenas eólicas

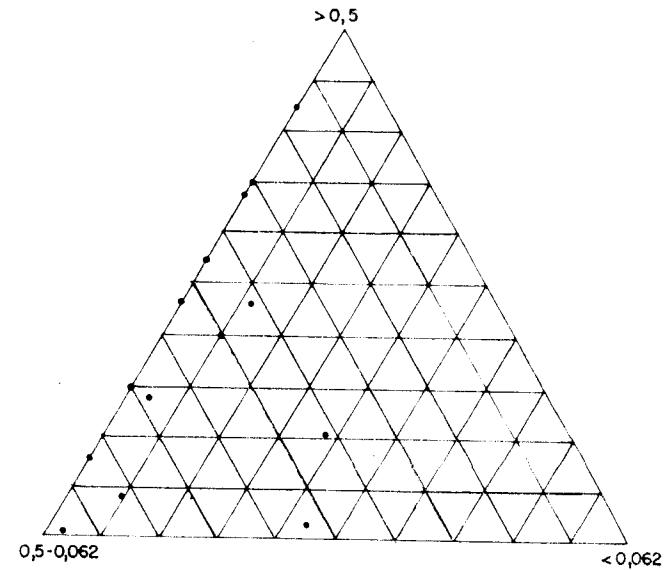
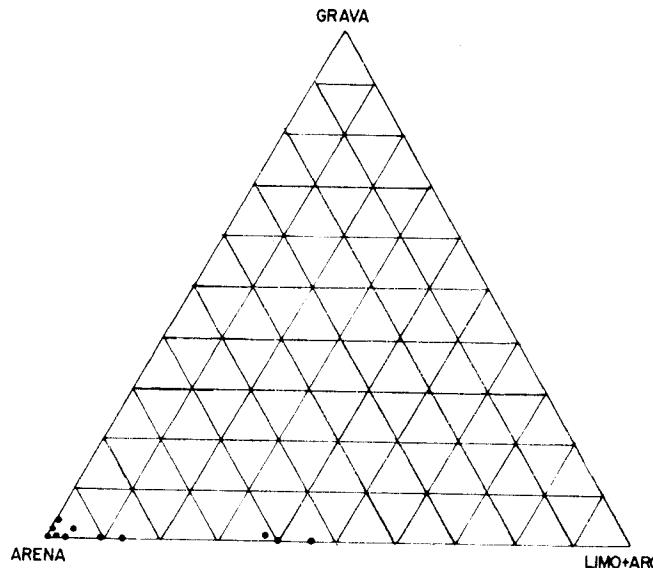


Figura 15.—Composición granulométrica de las arenas eólicas.

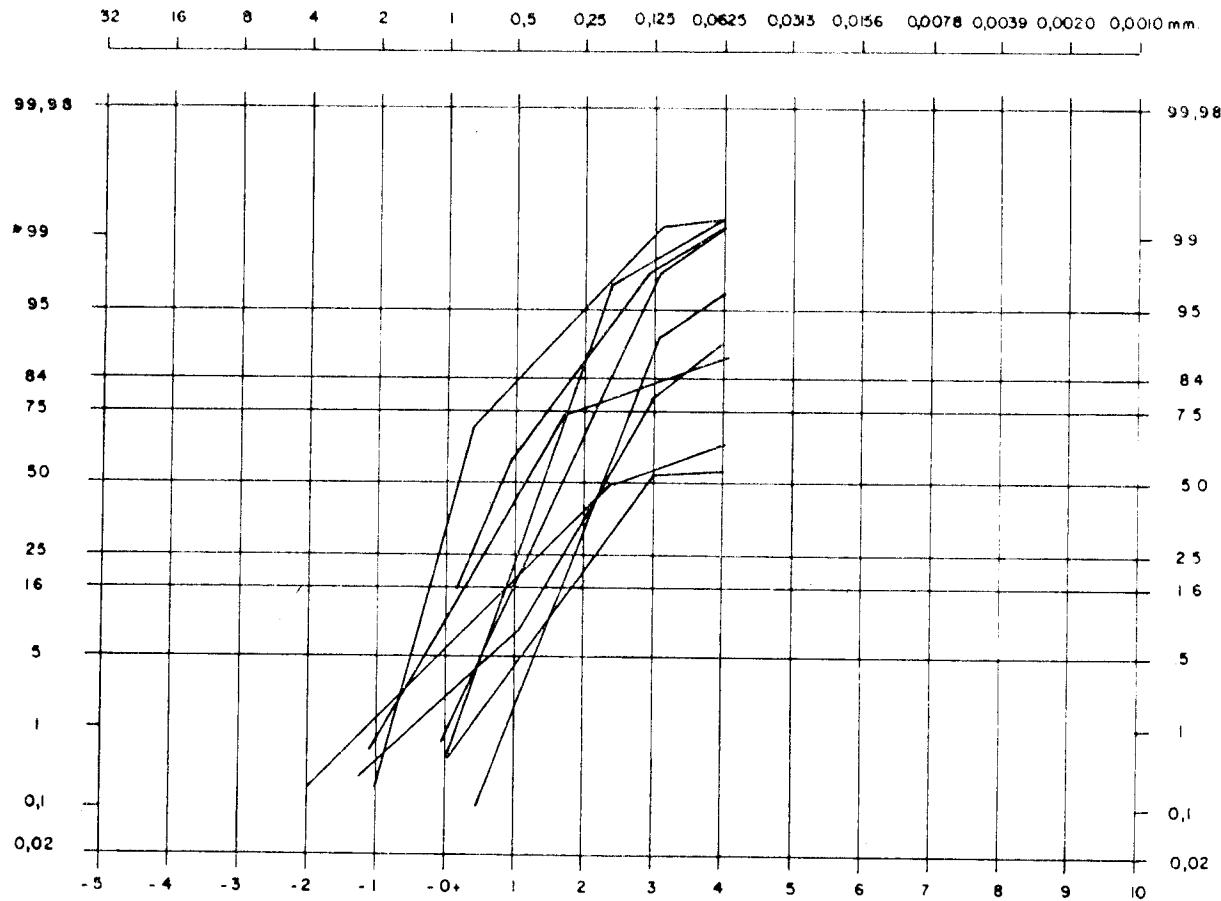


Figura 16.—Curvas granulométricas de las arenas eólicas.

oscilan entre 0,25 y 1 mm., dependiendo de las áreas fuentes (Terrazas altas, depósitos de la superficie de Coca-Arévalo, sustrato arcósico terciario, etc.). Son arcosas de grano subredondeado a redondeado y gran proporción de mates.

Como se indica en el apartado 5, GEOMORFOLOGIA, en esta arena más reciente hay al menos dos fases eólicas principales, separadas por un horizonte edáfico de acumulación de arcilla. La arena más antigua es más arcillosa por concentraciones de finos debido a oscilaciones del nivel freático (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

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

Las acumulaciones eólicas pueden llegar a 10-15 m. de potencia, en las zonas de coalescencia y superposición de brazos de dunas. Sobre estos materiales se dan suelos lexiwiados s.l. semejantes a los descritos para los depósitos de la superficie de Coca-Arévalo, y en relación con el horizonte edáfico de acumulación de arcilla citado en párrafos anteriores.

2.3.6 Depósitos de vertientes (Q_2C) (Vb , Vb' , Ve , Vf y Cc)

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 s.l.». 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 y 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 son *Rendzinas* con horizonte A centimétrico y C de textura limo-arcillosa, con cantos de yeso y/o caliza.

En el extremo suroccidental de la Hoja se ha diferenciado un depósito superficial con la sigla Vb' , constituido por fangos, limos y gravas de cuarzo dominante. El espesor no sobrepasa los 0,5 m.

Con la sigla Cc se ha diferenciado en el mapa de formaciones superficiales un coluvial poco potente que constituye un recubrimiento generalizado sobre las laderas de los páramos y formado por limos y arcilla con granos de cuarzo eolizado y gravas de caliza.

2.3.7 Depósitos aluviales (Q₂Al, Q₁₋₂) (Fa, Fg, Fe)

Los fondos de valle y los aluviales de los ríos Duero y Pisuerga se han diferenciado en la cartografía con las siglas Q₁₋₂ y Q₂Al, respectivamente, y en el mapa de formaciones superficiales con las siglas Fg y Fa, según tengan gravas de caliza o de cuarcita.

La formación Fa ya ha quedado descrita en el apartado (2.3.2), donde se describen las Terrazas.

Los arroyos afluentes a los ríos principales dejan en el fondo de sus pequeños valles un depósito aluvial constituido por limos y arcillas arenosas con gravas de caliza (Fg). Los suelos que se dan sobre esta formación presentan un horizonte A orgánico centimétrico, de estructura de agregados de tipo grumoso. Localmente puede aparecer un A(B) también centimétrico, de textura limosa y estructura en agregados poliedricos o prismáticos. El horizonte C está constituido por limos. Todo el perfil presenta carbonatos que pueden concentrarse en cementaciones bajo condiciones freáticas.

Los suelos aluviales que se sitúan sobre la superficie de Coca-Arévalo están constituidos por arenas, limos arcillosos y materia orgánica y se localizan en él los cauces estacionales. En el mapa de formaciones superficiales se les designa con la sigla Fe.

2.3.8 Depósitos complejos en los valles encajados de los ríos Cega y Adaja (Cb)

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

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

En las laderas podemos encontrar coluviales de arenas y gravas cuarzosas, con matriz de arcosas fangosas aluvianadas de la erosión de la Unidad de Arévalo (2.3.4) y de las facies «Villalba de Adaja» que frecuentemente están entremezcladas con arenas eólicas (2.3.5). También son frecuentes en las laderas los derrames potentes del manto eólico antes citado y los afloramientos del sustrato.

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, Charraceas, 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 micromamíferos recogidas en las Hojas situadas más al Norte (Dueñas, Palencia, San 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 infradaratar 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 de caliza «Facies Dueñas» ($Tm_{c12-11}^{Ba2-Bb1}$) a los fangos arcósicos y arcosas «Unidad Pedraja» ($TSc_{c12-11}^{Ba2-Bb1}$)

Se han muestreado dos localidades. La primera, denominada Valladolid 1, se sitúa al noroeste de la ciudad de Valladolid y prácticamente en el borde Norte de la Hoja.

El muestreo ha permitido reconocer la siguiente fauna:

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» ($Tm_{c12-11}^{Ba2-Bb1}$)

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 ocres «Unidad Cabezón»

(TSc_{c11}^{Bb})

— Localidad: Simancas 1.

Situada 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 arcillo-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 (16-14), 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 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 s.l.**». Arcillas calcáreas limolíticas grises con yesos ($Ty_{c11-11}^{Bb2-Bc2}$, Tci_{c11}^{Bb2})

— Localidad de Zaratán.

Situada en las proximidades del pueblo de Zaratán. La muestra ha sido tomada en los niveles de fangos oscuros («ciénagas») que constituyen la base de la «Facies de las Cuestas» y que hemos denominado «Facies Zaratán». Se ha podido determinar:

Insectívora

Prolagus sp.

Gliridae nov. gen. aff. *Peridyromys multicrestatus* de BRUIJN

Megacricetodon aff. *minor*

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

— Localidad de Duredos.

Se sitúa en la parte oriental de la Hoja, entre Tudela de Duero y Villa-bañez, unos 1.500 m. al sur de esta localidad. La muestra ha sido tomada en los mismos niveles de fangos oscuros («ciénagas») de la base de las «Facies de las Cuestas». Se ha podido determinar:

Erinaceidae cf. *Galerix*

Prolagus sp.

Gliridae nov. aff. *Peridyromys multicrestatus* de BRUIJN

Cricetodon gr. *jotae-aguirrei*

Cricetodontinae indet.

Edad: Astaraciense Superior.

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

3.2 MACROVERTEBRADOS

En la Hoja de Valladolid quedan situados dos yacimientos importantes de vertebrados, y que han sido estudiados por distintos autores.

El primero de ellos, denominado por algunos «Cuesta de la Marquesa» y por otros «Canal de Castilla», se sitúa en el borde norte de la Hoja, en las proximidades del Barrio de la Victoria de la ciudad de Valladolid.

En la actualidad este yacimiento está perdido, debido a la gran cantidad de nuevos edificios realizados al expansionarse la capital.

En cualquier caso, este yacimiento se localiza en el tránsito de la «Unidad Pedraja» a la «Facies Dueñas». Orleaniense Superior-Astaraciense Inferior.

Los restos fósiles localizados en este yacimiento y estudiados por distintos autores son los siguientes:

— HERNANDEZ PACHECO, F. (1930):

Restos de maxilares, molares y trozos de defensas.

- BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958):
Trilophodon angustidens var. *gailliardi* OSBORN.
Serridentinus lusitanicus BERG. y SBYSZ
Zygodon pyrenaicus var. *aurelianensis* OSBORN.
- CRUSAFONT y TRUYOLS (1960):
Serridentinus lusitanicus BERG y SBYSZ
Zygodon pirenaicus aurelianensis OSBORN.

El segundo yacimiento, denominado «La Cistérniga», se localiza en las proximidades de la localidad del mismo nombre, en las canteras situadas al pie del cerro de San Cristóbal.

Estas canteras se sitúan en los canales con intercalaciones de fangos •Unidad Cabezón», de edad Astaraciense (TSc_{11}^{bb}).

Los restos fósiles localizados en este yacimiento y estudiados por los distintos autores son los siguientes:

- MIQUEL, M. (1902):
Mastodon turicensis
Listriodon
Tortugas
- BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958), de acuerdo con los trabajos de HER-NANDEZ PACHECO, F. (1930):
Dicerorhinus sansaniensis LARTET
Dicerorhinus simorreensis LARTET
Anchitherium aurelianensis CUV.
Listriodon splendeus MEYER
- CRUSAFONT y TRUYOLS (1960). Citan las mismas especies.

En la actualidad continúan saliendo restos fósiles en las numerosas canteras existentes en la localidad de La Cistérniga, pero debido al tipo de explotación, mediante palas mecánicas que cargan directamente los camiones, hace prácticamente imposible la obtención de los ejemplares para su estudio.

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 Cuevas». 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 Valladolid 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 SOULEMARSCHE, *Chara notata* GRAMBAST et PAUL, *Chara molásica* 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 FORAMINIFEROS Y OSTRACODOS

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, *Candonia praecox* (STRAUB), *Candonia recta* LIENEN-KLAUS, *Candonia* aff. *exigua* STRAUB, *Candonia* aff. *neglecta* SARS, *Candonia* aff. *procesa* STRAUB, *Cyprinotus salinus* (BRADY), *Cyprideis torosa* (JONES), *Cypridopsis kinkelini* 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 (depositacional?) 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 Vallesiense. A su vez éste se ve afectado por fallas inversas de bajo y medio ángulo, con cierta componente en dirección en algunos casos poniendo en contacto los terrenos graníticos y metamórficos del Sistema Central con los depósitos de esta edad, que en ocasiones pueden llegar a estar cobijados.

Esta actividad tectónica post-vallesiense de los bordes puede ser debida a la Fase Iberomanchega (1.^a Rodánica) (AGUIRRE et al., 1976). En el centro de la Cuenca (Hojas 16-14, Cigales; 16-15, Valladolid, y 16-16, Portillo) se producen amplios pliegues, visibles en las calizas de las superficies del Páramo a veces acompañados por otros de menor escala (métrica).

Excepción hecha de las deformaciones antes citadas, la mayor parte de la Cuenca del Duero, sobre todo en sus partes centrales, tiene un marcado carácter atectónico. Sin embargo, algunos autores han querido ver en las alineaciones de cambios de facies y rectilinearidad de la red fluvial reflejos de fracturas del zócalo. La interpretación fotogeológica a partir de fotografías de satélite permite deducir una serie de lineamientos de signi-

ificado estructural dudosos 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 Valladolid pueden diferenciarse los tres dominios morfológicos clásicos del Mioceno Castellano «Páramos», «Cuestas» y «Campiñas» (HERNANDEZ PACHECO, E., 1915).

El primer dominio aparece desmembrado a lo largo del mapa en tres zonas: Al noroeste se desarrolla el Páramo de los Montes Torozos, en el centro-noreste el Páramo de la Encomienda y en el Este-sureste el Páramo de la Parrilla.

Todos estos páramos forman parte de un aplanamiento generalizado que se sitúa en las cotas más altas de la Hoja (entre 850 y 870 m.).

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 superficies de colmatación de la Cuenca sino de *superficies poligénicas* 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 por un biselamiento de las series superiores pliocenas y una karstificación muy acusada.

Desde el punto de vista geomorfológico, los páramos constituyen importantes relieves tabulares con un desarrollo más amplio en las Hojas colin-

dantes. Estos relieves de plataforma quedan desgajados por la erosión, dando lugar a mesas de pequeño desarrollo, otras veces la degradación por erosión es tan acusada, que la mesa se reduce a cerros de morfología cónica y que en la toponimia castellana reciben el nombre de «Mamblas».

La karstificación se manifiesta por la presencia de pequeñas *dolinas en cubeta* de bordes indefinidos. La profundidad de las mismas no supera los 6-7 m. y su tamaño es del orden de 200 a 350 m.

Desde el punto de vista genético, se trata de dolinas de disolución normal y las observaciones de campo y 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 decalcificación y 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.

El segundo dominio, constituido por las «Cuestas», está formado por vertientes que arrancan del neto escarpe del «Páramo» y que empalman con las zonas más bajas.

El modelado fundamental que se presenta en estas vertientes, es el de una regulación generalizada (*Vertientes regularizadas*), que viene manifestada por un conjunto de detritus que tapizan la vertiente y que impiden la observación del substrato mioceno. Sin embargo, en algunos puntos quedan *resaltos estructurales* discontinuos, debidos a capas más duras, que no han sido biseladas por los procesos de regularización.

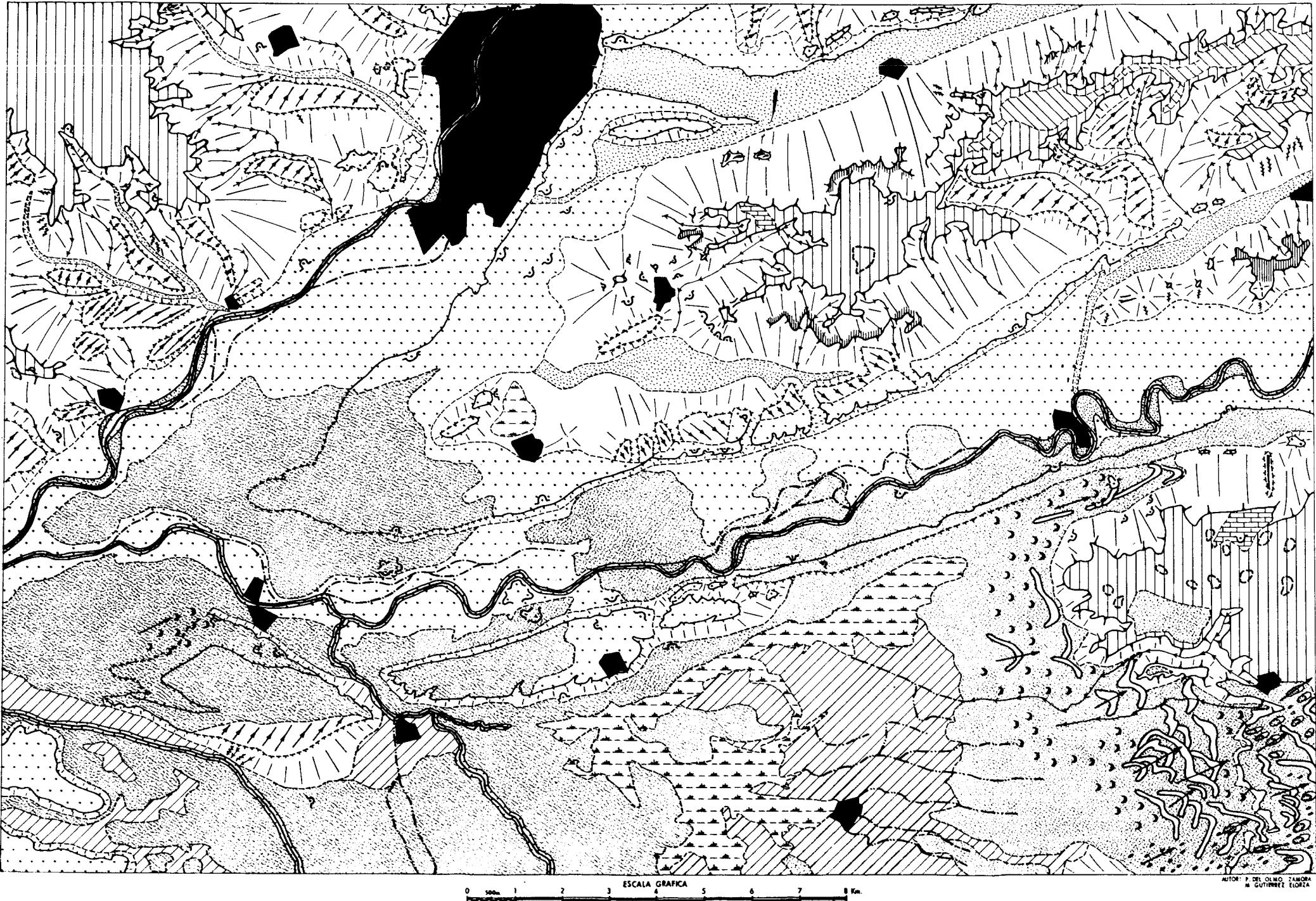
Por otra parte, aparecen en estas vertientes retazos esporádicos de antiguas formas que interpretamos como *Glacis de sustitución*. Más frecuentes son formas de vertiente que quedan en resalte sobre la regularización más moderna, que estimamos son *Paleovertientes de regularización*.

Localmente se desarrollan algunos deslizamientos rotacionales que movilizan importantes masas de sedimentos. El desarrollo y frecuencia de los mismos es menos importante que en la Hoja colindante al Sur (Portillo).

Sobreimpuesta a la regulación generalizada de las vertientes, tiene lugar una *Inclusión lineal* que se manifiesta por un conjunto de barrancos que penetran hasta el substrato terciario y en su encajamiento originan un sistema de pequeñas *cáravas*, si lo permiten los materiales sobre los que incide.

El tercer dominio lo constituyen las partes topográficamente más bajas de la Hoja y ocupa el área de mayor extensión de la misma. Está constituido por los valles de los ríos Duero, Pisuerga, Esgueva, Cega y Adaja, con sus correspondientes terrazas.

Llama poderosamente la atención el cambio de tipo de canal que expe-



MAPA GEOMORFOLOGICO

LEYENDA

MODELADOS DEPOSICIONALES

- Terrazas fluviales
- Terrazas bajas y/o llanura de inundación
- Valles de fondo plano
- Areas endorreicas.
- Glacis de sustitución
- Zonas de acumulación de arenas eólicas
- Campos de dunas
- Cordones dunares
- Dunas

SUPERFICIES POLIGENICAS

- Superficie multipoligénica del páramo
- Areas de afloramientos calizos
- Zonas de karstificación generalizadas
- Superficie inferior con depósito y con o sin manto de arenas eólicas

MODELADOS ESTRUCTURALES

- Relieve estructural en capas horizontales

VERTIENTES

- Poleoverientes de regularización
- Vertientes regularizadas
- Deslizamientos rotacionales

RED FLUVIAL

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

FORMAS KARSTICAS

- Dolinas en cubeta

OTRAS FORMAS (PRINCIPALMENTE DE EROSION)

- Red fluvial profundamente encajada
- Blow-outs
- Campo de blow-outs

MODELADO ANTROPICO

- Núcleos urbanos
- Canteras

ESCARPES

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

EJES MORFOLOGICOS

- Dirección y sentido de los vientos prevalentes

rimenta el río Pisuerga a partir de su confluencia con el Esgueva. Al norte de esta unión, y sobre todo en la Hoja de Cigales, el curso es de carácter netamente meandriforme, siendo al sur de la misma de tipo dominante mente rectilíneo.

La interpretación de este cambio en la morfología del cauce puede ser debida a influjos de carácter estructural o a variaciones en la carga sólida, debido a un suministro de material más fino por el río Esgueva.

Este río presenta la particularidad de su débil encajamiento a diferencia del resto de los ríos, y parece que gran parte de su caudal discurre por debajo de los sedimentos aluviales.

Como acabamos de indicar, el resto de la red de mayor orden presente en el mapa está netamente encajada sobre una superficie de gran desarrollo, de la que nos ocuparemos posteriormente.

El modelado que presentan todos estos valles fluviales es el de un relieve en graderío resultante de un sistema de *terrazas escalonadas*.

Las vertientes desarrolladas al pie de estas formas tabulares que constituyen las *terrazas*, presentan al igual que las cuestas del páramo una regularización muy marcada. Igualmente son relativamente frecuentes las *paleovertientes de regularización*, la *incisión lineal* y las *cárcavas* acompañantes.

En el borde sur de la Hoja aflora localmente un aplanamiento fosilizado por un conjunto de depósitos eólicos, al que hemos denominado *superficie inferior con depósito*. Dicha superficie se corresponde con la superficie de Coca (PEREZ GONZALEZ, A., 1979) y se encaja por debajo de las terrazas Q₁T₁₀, Q₁T₁₁ y Q₁T₁₂ del río Duero, dando lugar a relieves invertidos constituidos por cerros aplanados con formas tabulares formadas por dichas terrazas.

Los depósitos de esta superficie presentan una clara indentación con los materiales de la terraza Q₁T₁₄ del río Duero. Dado el carácter fluvial que presentan los depósitos de esta superficie, nos hace pensar a título de hipótesis que los mecanismos generadores son los inherentes a procesos de glacioplanación.

La existencia de estas amplias llanuras de inundación, resultantes de la confluencia de importantes ríos y la presencia de la superficie anteriormente citada, confieren al modelado en estas zonas una planitud destacada. Este trae como consecuencia que los pequeños afluentes a los ríos de orden mayor estén formados por *cauces estacionales y abandonados* (valles de fondo plano) que localmente pueden alimentar a *áreas endorreicas* de muy poca profundidad, resultantes de una falta de jerarquización de esta red secundaria. La delimitación de estas zonas endorreicas es difícil y únicamente se pueden realizar con fotografía aérea, en la que se observan zonas de mayor concentración de humedad.

En la mitad meridional del mapa son muy importantes las *zonas de acumulación de arenas eólicas*. La deposición de arenas voladoras está muy

generalizada en la región meridional de la Cuenca del Duero y, ya es muy conocida desde antiguo por los trabajos de CASIANO DEL PRADO, M. (1854), HERNANDEZ PACHECO, F. (1923). Con posterioridad y muy recientemente han sido investigadas por ALCALA DEL OLMO, L. (1972 y 1974), CASAS, J. et al. (1973), PEREZ GONZALEZ, A. (1979).

La situación topográfica de las mismas es muy desigual; tanto las encontramos sobre las zonas más bajas de la Hoja, como en algunos puntos han remontado la superficie del Páramo, donde en la actualidad se encuentran fijadas por una vegetación de pinares. El estudio de la morfología de estas coberturas arenosas eólicas es dificultosa, debido a la presencia de la vegetación citada y la degradación que han sufrido. No obstante, se reconocen sistemas de *dunas parabólicas* y en algunos puntos parece reconocerse *cordones dunares* que interpretamos como desmembramientos por alargamientos de los brazos de dichas dunas. Es frecuente la presencia de *blow-outs*, que en algunos casos se pueden cartografiar debido a su tamaño, y en otros debido a su pequeño desarrollo los hemos agrupado como *campos de blow-outs*.

Al igual que ocurre en la Hoja de Portillo, colindante al Sur, la dirección obtenida a partir de las dunas parabólicas y los alargamientos que presentan los *blow-outs*, indica que los vientos procedían del suroeste y este.

La actividad eólica se manifiesta, tanto en las terrazas como en la superficie antes mencionada por un proceso de deflacción, en el que al movilizarse el material fino eólicamente nos deja como residuo un pavimento de gravas. Además, los cantos constituyentes de las mismas aparecen eolidados (cantos ventifactos).

Estas arenas proceden de varias fuentes, tanto de terrazas fluviales, depósitos constituyentes de la superficie, sedimentos arenosos del terciario, etc.; no obstante y de acuerdo con PEREZ GONZALEZ, A. (1979) estimamos que el recorrido de las mismas no es muy grande y por tanto su procedencia es fundamentalmente local. Estas acumulaciones eólicas, que observamos actualmente en superficie, no cabe duda que se han emplazado recientemente, sin embargo, la acción eólica se ha manifestado en diferentes épocas a través de los tiempos cuaternarios.

Como ya hemos indicado, los depósitos que forman parte de la «superficie de Coca» están constituidos en parte por arenas eólicas intercaladas dentro de los sedimentos fluviales, lo que nos indica una etapa de actividad eólica para aquellos tiempos. Además, dentro de las zonas de acumulación de arenas, se observa en algunos cortes la presencia de dos períodos de eolianización, separados uno de otro por un horizonte de acumulación de arcillas. Todo esto nos señala que la actividad eólica ha sido muy importante en la generación de los modelados presentes en esta región de la Cuenca del Duero.

Por lo que respecta 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. 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.

Los depósitos eólicos se encuentran fijados por una vegetación de pinos, por lo que no presentan grandes problemas, pero una desforestación de esta zona traería consigo una desertización muy importante.

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 montuosos. 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. 17).

El nuevo ciclo sedimentario se inicia en condiciones de mayor aridez, quizás 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 Valleheraldo). Corresponden a zonas distales de «abanicos» *, con zonas proximales más al sur. Localmente, en la superficie de los mismos, se producen ligeros retoques fluviales con incisión de pequeños canales y sedimentación de arenas con escasa matriz susceptibles de ser cementadas posteriormente. Los aportes provienen del S y SO, con áreas madres algo diferentes, como lo prueba la presencia de fragmentos calizos en la Unidad de Pozanco (Desmantelamiento de Mesozoico residual?).

No se ha podido establecer una correlación precisa de las unidades antes citadas con las del centro de la Cuenca. Sin embargo, se puede indicar que en épocas no muy separadas en el tiempo, durante el Orleaniense Supe-

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

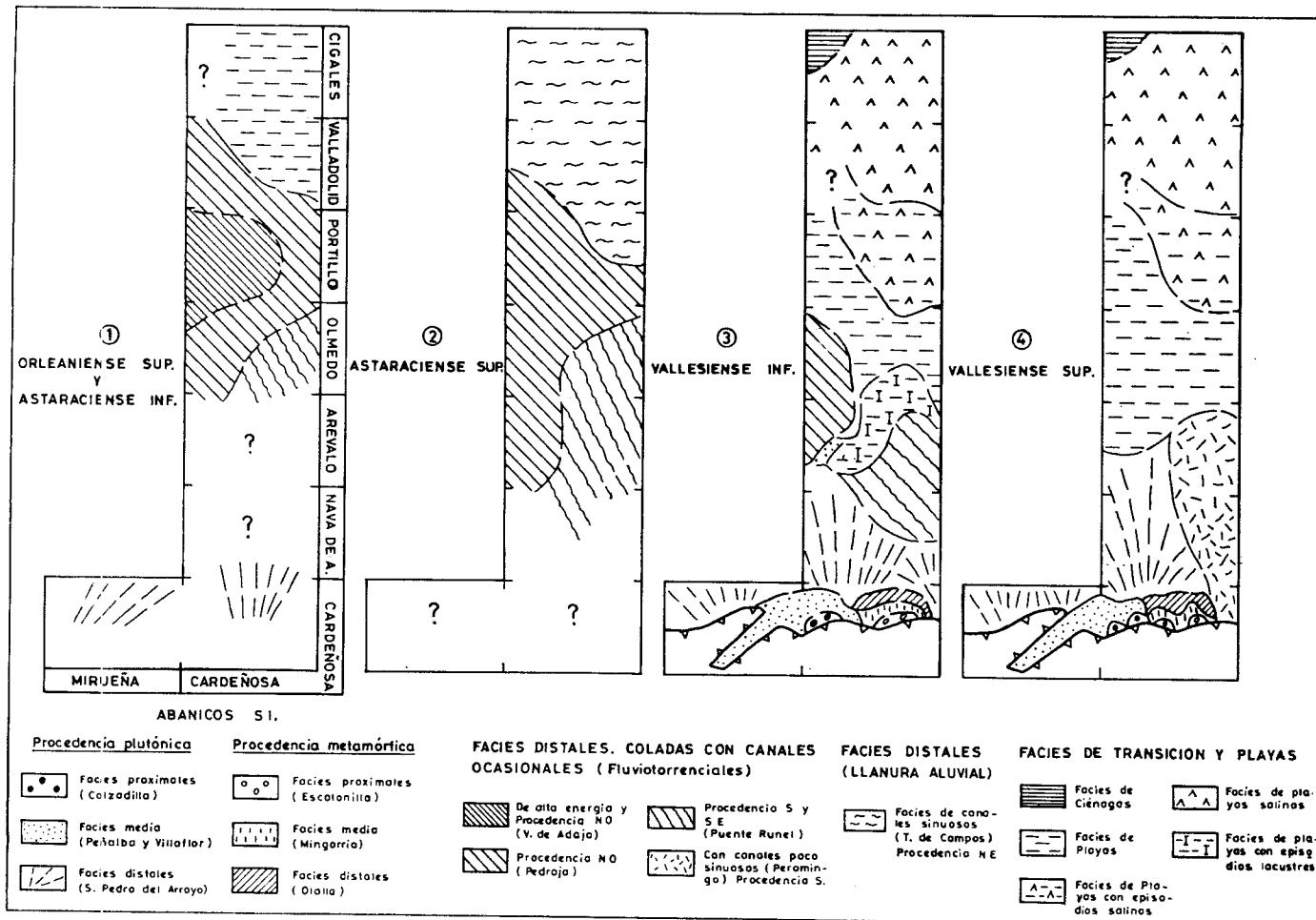


Figura 17.—Esquema paleogeográfico evolutivo.

rior 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 siniuosos 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, a menudo cementadas por carbonatos, y fangos ocres y leiges con calizas palustres depositados mediante corrientes de fango y esporádicamente corrientes fluviales en zonas distales de abanicos en paso a la llanura aluvial. Los aportes provienen probablemente del sur y sureste (Facies Puente Runel).

Durante el Astaraciense Inferior más alto y parte del Superior existen en las Hojas de Cigales, Valladolid y zona noreste de Portillo aportes de procedencia noreste, de facies arenosas (litarenitas) con gravillas de cortezas y fangos ocres de llanura de inundación que corresponden a depósitos de llanura aluvial, con canales siniuosos en zonas distales de abanicos aluviales. Las facies canalizadas se concentran en las Hojas de Cigales y parte norte de Valladolid (Unidad Cabezón). Sin embargo, en el oeste de la Hoja de Portillo y Hojas de Olmedo, Arévalo (16-18) y Nava de Arévalo (16-19) continúan los aportes de procedencia Oeste (Unidad Pedraja) y Sur (Facies Puente Runel) que incluso llegan hasta los primeros tiempos del Vallesiense Inferior, siendo equivalentes de las playas salinas de la «Facies de las Cuestas».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La superficie de colmatación de este ciclo se ve rota y deformada por una fase tectónica generalizada (Fase Rodánica o Iberomanchega) (AGUIRRE *et al.*,

1976). Da origen a amplios pliegues que en ocasiones se acompañan de estructuras menores.

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

Se inicia un nuevo ciclo sedimentario de edad Rusciñense 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-Rusciñense. 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 re-

glaje de vertientes en condiciones posiblemente periglaciares. Los procesos de regularización más recientes (Holoceno), son asimilables a fases húmedas.

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

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

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

7 GEOLOGIA ECONOMICA

7.1 MINERIA Y CANTERAS

La Hoja de Valladolid es pobre en recursos mineros y no existe 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.

Las terrazas de los ríos Pisuerga y Duero están siendo, hoy en día, explotadas para la obtención de áridos para la construcción.

7.2 HIDROGEOLOGIA

Las terrazas de los ríos Pisuerga, Esgueva y Duero son los acuíferos más extensos e importantes cuando están conectadas con los ríos. Al quedar colgadas sobre el cauce su importancia se ve condicionada por la mayor o menor extensión de los afloramientos.

La caliza de la superficie del páramo constituye otro acuífero, 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. Las áreas más karstificadas son los sitios de mayores posibilidades desde el punto de vista hidrogeológico.

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

8 PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO

Hay que destacar el yacimiento de Macrovertebrados situado en las proximidades de la localidad de Cistiérniga, que hoy en día sigue proporcionando numerosos restos fósiles. En las numerosas canteras existentes en esta zona, para la obtención de fangos para fabricación de ladrillos, son frecuentes los descubrimientos de restos de macrovertebrados según van desmontando el frente de cantera.

Estas mismas canteras son buenos ejemplos para el estudio de los canales fluviales que constituyen la «Unidad Cabezón».

En el área que comprende el mapa se han recogido muestras para el estudio de micromamíferos que han resultado positivos, por lo que consideramos que se trata de una zona de interés paleontológico importante de cara a estudios posteriores.

Las canteras que se sitúan en las proximidades de la localidad de Zaratán, proporcionan un buen ejemplo del tránsito de las facies fluviales a las facies de playas mediante fangos oscuros que constituyen niveles de «ciénagas».

Las explotaciones de arenas eólicas que se localizan en las proximidades de la localidad de Tudela de Duero, proporcionan buenos ejemplos para el estudio en sección de los depósitos eólicos.

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 Hippurion en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía. Revisión e Historia evolutiva». *Tesis doctoral*. Universidad Complutense de Madrid.

- (1974).—«Las "faunas de Hippurion" 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 Voltaya (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 Urano en la Cuenca del Duero*. J. E. N. (inédito).
- C. G. S. - IMINSA (1978).—*Síntesis geológica previa de la Cuenca del Duero*. (Proyecto Magna). (Inédito.) IGME.
- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; POL, C., y ARMENTEROS, I. (1978).—«Las facies Miocenas del Sector Sur de la Cuenca del Duero». *Publ. Dep. Estr. Univ. Salamanca*, núm. 9.
- CORRALES, I. (1979).—«El Mioceno al sur del Río Duero (Sector Occidental)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro Guía de excursiones.
- CORROCHANO, A. (1977).—«Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora». *Tesis Doctoral*. Departamento Estratigrafía de Salamanca.
- (1979).—«El Paleógeno del borde Occidental de la Cuenca del Duero (Zamora)». *Primera Reunión Reg. Geol. C. Duero*. Libro Guía de excursiones.
- CRUSAFOUNT, 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.
- CRUSAFOUNT, 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.
- CRUSAFOUNT, 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 BERGOOUNIOUX y CROUZEL, 1958).
- DURAND, J. H. (1963).—«Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie: formation et âge». *Bull. Soc. Géol. Franc.*, 7ème. Sér. 5, pp. 959-968.
- DUCHAUFOUR, P. (1977).—«Précis de Pédologie». III Ed. Masson et Cie., París.
- FREYTEM, 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. Científ. 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 Geología*, 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 Lagomor-

- pha (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. Neog. Cuatt. ILM*, 8, pp. 7-46.
- LOPEZ, N., y SANCHIZ, 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 Carrion». *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. Neog. 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).—«Plantamiento provisional de distribu-

- ción 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 excusiones.
- TAYLOR, G., y WOODYER, K. O. (1978).—«Bank deposition in suspended-streams». *Fluvial Sedimentology*. Canadian Soc. of Petroleum Geol. Mem. 5, pp. 257-275.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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