



IGME

309

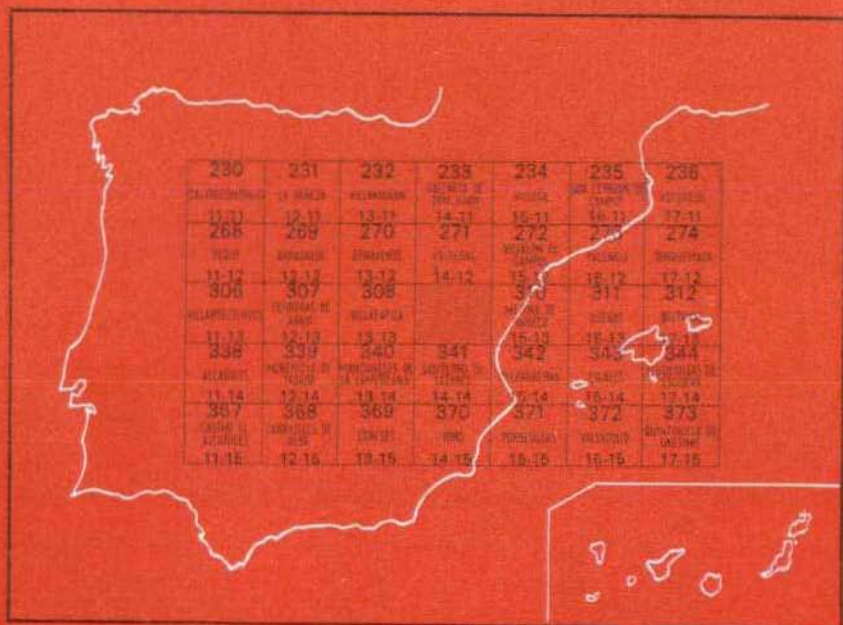
14-13

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

VILLALPANDO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

VILLALPANDO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Esta Hoja y Memoria han sido realizadas por el personal de IBERGESA en colaboración con el Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Salamanca bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido:

En Geología de campo y confección de la Memoria han sido realizadas por Martín-Serrano García, A., Geólogo de Ibergesa.

Las técnicas y estudios realizados han sido los siguientes:

Personal de Ibergesa:

Sedimentología: Cabra Gil, P., y Alcalde Oñate, A., Geólogos.

Asimismo se contó con la colaboración de Maura Amunategui, C. (Ingeniero técnico de Minas), y Mena Inglés, J. M. (Geólogo), en la realización del capítulo referente a la geología económica.

Por el Departamento de Mineralogía y Cristalografía de la Universidad de Salamanca intervino García Sánchez, A., Dr. en Ciencias Químicas, en el análisis y estudio mineralógico por difracción de rayos X bajo la supervisión de Saavedra Alonso, J., Dr. en Ciencias Químicas y Geológicas.

El estudio micropaleontológico fue realizado por: Granados, L. (Geólogo).

Asimismo se contó con antecedentes de tipo cartográfico proporcionados por García Argüeso, J. M., y Manjón, M. (Geólogos) de relativa utilidad por su diferente orientación.

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.

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

Depósito Legal: M - 24,123 - 1981

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

INTRODUCCION

La Hoja de Villalpando, núm. 309 (14-13), está situada en el sector occidental de la cuenca del Duero y muy próxima a los macizos paleozoicos del bloque hercínico.

Los materiales aflorantes pertenecen al conjunto neógeno continental de la depresión septentrional castellana, casi exclusivamente a la llamada facies «Tierra de Campos» (HERNANDEZ-PACHECO, 1915) y están tapizados por una serie de aluvionamientos recientes.

De los estudios realizados por los diversos autores hasta la actualidad casi siempre refiriéndonos a la totalidad de la cuenca, ya que los trabajos concretos sobre la zona son prácticamente inexistentes, cabe destacar primeramente el anteriormente citado E. HERNANDEZ-PACHECO (1915), que sienta ya parte de las bases para la investigación de la cuenca del Duero, y así como a J. ROYO GOMEZ [1922, 1926].

Desde el punto de vista paleontológico hay que citar a F. BERGOUNIOUX y F. CROUZEL (1958), M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE (1970).

Aunque en otro sector de la depresión, hay que señalar la importancia de los estudios realizados por J. M. MABESOONE (1961).

Por último, indicar la importancia, como guía regional, del mapa geológico del informe para aguas subterráneas de AEROSERVICE (1967).

1 ESTRATIGRAFIA

1.1 INTRODUCCION

La estratigrafía de la Hoja estudiada es muy simple, pues sólo se encuentran formaciones de edad Terciaria y Cuaternaria, y sin deformaciones estructurales que podrían complicar su resolución. No obstante, la morfología de la zona, completamente llana y sin secciones importantes, dificultan su estudio al carecer de afloramiento.

Todos estos materiales están caracterizados por su microfauna de escasa o poca significación, por lo que no se han encontrado criterios micropaleontológicos que sirvan para su datación cronológica. En cuanto a su macrofauna, aunque se encuentran restos de huesos, todos son inclasificables, por lo que se ha recurrido a dataciones definidas en importantes yacimientos de regiones próximas.

En cualquier forma se hace necesario proceder con precaución en el momento de establecer estas relaciones, ya que los caracteres litoestratigráficos y la mala calidad de los afloramientos hacen difícil dicha correlación.

1.2 MIOCENO

Se considera como miocenos todos los materiales de la Hoja, a excepción hecha de una serie de sedimentos de carácter aluvionar de asentamiento reciente. Como ya comentamos en el apartado anterior, no se han encontrado datos paleontológicos que apoyen la hipótesis, por lo que no hay más solución que admitirla de acuerdo con autores que trabajaron en esta o en regiones próximas.

En general, la casi totalidad de los depósitos terciarios a excepción de unos pequeños afloramientos de las facies de los «Páramos» en el ángulo nororiental, son de carácter detrítico y pertenecientes a la llamada facies «Tierra de Campos».

1.2.1 VINDOBONIENSE SUPERIOR-PONTIENSE INFERIOR (VALLESIENSE)

1.2.1.1 Facies «Tierra de Campos» s.l. (T^{Bc.Bc¹}_{c11.c12C})

Este conjunto está muy ampliamente representado en toda la Hoja constituyendo la típica facies «Tierra de Campos». El informe geológico de AEROSERVICE (1967), incluye estos materiales dentro de lo que denomina facies de «Villalpando-Sahagún», al mismo tiempo que señala su analogía con la facies «Tierra de Campos» (incluso la engloba dentro de ella), aunque supone la existencia en profundidad de materiales más detríticos, por lo

que proceden a su separación. Nosotros no hemos creído conveniente su diferenciación por estimar que dichas facies son análogas.

Está compuesta fundamentalmente por arcillas, arcillas arenosas y arenas de colores ocres rojizo-amarillentos, característicos con manchas irregularmente repartidas en tonos más oscuros.

Un corte típicamente representativo, es el realizado en el paraje denominado Ribota, próximo a la carretera Madrid-La Coruña, entre Villalpando y Cerecinos de Campos. De muro a techo aparecen los siguientes niveles:

- 20 m. de arcillas arenosas de colores amarillentos, típicos con apariciones esporádicas de concreciones calcáreas.
- 3 m. de arcillas de tonos ocres muy semejantes a las anteriores, aunque la fracción arenosa es menor.
- 0,25 m. de arcillas de tonos oscuros, verdes y morados.
- 1 m. de arcillas ocres de colores muy claros, algo más arenosas.
- Paso gradual a 12 m. de arcillas arenosas de color beige. Hacia el techo suelen aparecer concreciones carbonatadas.

La monotonía de estos depósitos se rompe por la existencia de numerosos lentejones de conglomerados, arenas y areniscas, irregulares en su distribución, que hacen imposible su diferenciación cartográfica.

Las arenas y areniscas son de todos los tamaños, con un predominio total del cuarzo.

Los conglomerados, se puede llamar así, están compuestos por cantos de pequeño tamaño (hasta 2 ó 3 cm.) en los que abundan los de areniscas, cantos blandos, nódulos ferruginosos, trozos de concreciones calcáreas e incluso restos orgánicos. El cemento es carbonatado, aunque en algunos casos es algo ferruginoso.

El espesor de estos niveles, aunque variable, no alcanza nunca la decena de metros para los niveles más groseros, aunque puede alcanzar valores mayores para los tramos arenosos.

Los niveles más groseros se presentan en bancos duros, en los que se pueden apreciar muy bien laminaciones cruzadas. En realidad estos tramos no son sino los niveles basales de lo que parece ser una secuencia compuesta esencialmente por conglomerados y areniscas, arenas y arcillas, representando estas últimas el porcentaje más elevado de toda la facies «Tierra de Campos».

Los materiales detríticos, más aun los más groseros, no serán nada más que una mínima parte, distribuidas aisladamente y con escasa continuidad, aunque de hecho representan siempre las partes basales de esta secuencia.

Estas sucesiones no son fácilmente observables debido a la escasez de disecciones de consideración, por lo que sólo se aprecian parcialmente.

Un corte típico es el observado a 2 km. de Castroverde de Campos.

entre la carretera de Valderas y el arroyo de Santibáñez. En este afloramiento sólo se puede apreciar de muro a techo lo siguiente:

- 1,50 m. de arcillas algo arenosas de tonos ocre característicos.
- Un paquete de 0,60 m. de areniscas de granos fundamentalmente de cuarzo de grano grueso, así como microconglomerados. Su cemento es carbonatado. Todos estos microconglomerados y areniscas, fundamentalmente los primeros, tienen con frecuencia cantos blandos, trozos de concreciones y costras calcáreas y nódulos ferruginosos. Este paquete presenta estratificaciones cruzadas.
- 2 m. de arenas amarillentas de grano medio a fino, en las que no se aprecia ningún tipo de estratificación.

El significado de estas subfacies detríticas, dentro de el gran conjunto de la facies «Tierra de Campos», sería el de avenidas más o menos canalizadas con aportes detríticos más groseros que arrancarían y removilizarían parte de o los sedimentos anteriormente depositados.

Los tramos arenosos son con frecuencia masivos, aunque a veces suelen presentarse con laminaciones cruzadas a pequeña y gran escala.

Con frecuencia se ven interrupciones en la sedimentación, con desarrollo de suelos de color oscuro, así como la formación de concreciones y costras ferruginosas. Hay que señalar que el típico color ocre amarillento de la formación está motivada por la presencia de abundantes materiales limoníticos.

Unas características generales de toda la unidad es la aparición de numerosas concreciones calcáreas, unas pseudoestratiformes, con toda probabilidad ligadas a procesos de encalichamiento, otras en forma de raíces cuya existencia se debe a concentración de carbonatos por medio de raíces de arbustos bajo el influjo de la transpiración de la planta sobre cercanos niveles freáticos, y en general en forma de módulos irregulares. Todas estas concentraciones carbonatadas suelen estar ligadas a materiales algo arenosos, que lógicamente han favorecido su movilidad y su génesis parece en cualquier caso ligada a procesos edáficos.

Hacia el techo y a unas cotas superiores a los 740 m. los materiales continúan siendo arcillo-arenosos, pero presentan niveles algo más margosos. Estos tramos visibles en algunos sectores, que no se han separado por las dificultades que acarrea su continuidad, son en realidad la misma facies «Tierra de Campos» en tránsito a otra de características similares, aunque más margosas, que sí hemos diferenciado ($T_{c11.c12}^{Bc.Bc^1}$ mm).

La potencia total de la facies, según datos extraídos de los sondeos, realizados fundamentalmente para estudio hidrogeológico, podría sobrepasar varios centenares de metros, aunque preferimos no asegurar nada ante la manifiesta imprecisión de las descripciones de las columnas litoestratigrá-

ficas. De todas formas, no podemos establecer un límite inferior ni asegurar la existencia de la facies de «Montamarta» (AEROSERVICE, 1967), ni otra de características distintas en profundidad, ya que los materiales terciarios parecen mantenerse con la misma tónica litológica que en superficie, siempre de tipo terrígeno. Las profundidades de los sondeos sobrepasan la mayoría de los casos 200 m., llegando hasta 470 m. en las cercanías de la localidad de Prado (1° 43' 16" O, 41° 56' 06") sin alcanzar en ninguno de los casos el basamento.

Se pueden encontrar restos orgánicos inclasificables, posiblemente vegetales, entre los materiales arcillosos, aunque son más frecuentes los restos de huesos de vertebrados (mamíferos) generalmente en estas áreas de removilización mencionadas anteriormente.

Dentro de la facies anterior hemos creído conveniente diferenciar un sector situado al sur de la Hoja entre Villalpando, Quintanilla del Monte y Cabrer del Monte, que estudiamos a continuación.

1.2.1.2 Areniscas, arenas y conglomerados (s)

Esta facies (s) es fundamentalmente detrítica, compuesta por areniscas, arenas y conglomerados y arcillas en menor proporción.

Los tramos areniscosos están compuestos por arenas de grano grueso a medio de cuarzo, fundamentalmente de colores pardos claros con cantos redondeados de cuarcita dispersos. Gran parte de estas arenas están cementadas por carbonatos, lo que le dan a la roca unos colores blancos en fracturas y aspecto compacto.

La distribución de las areniscas con cemento carbonatado dentro del paquete arenoso es irregular aunque tiene tendencia a la formación de bancos en disposición horizontal.

En algunos lugares la abundancia de cantos dentro del paquete arenoso se hace notoria, llegando a formar verdaderos conglomerados cuarcíticos con matriz arenosa y cemento carbonatado. Así ocurre en el paraje denominado Palomina, entre Quintanilla del Monte y Cabrer del Monte, donde se dan las circunstancias de que sobre estos conglomerados se apoyan discordantes unos depósitos de terraza fluvial igualmente de conglomerados cuarcíticos, por lo que la diferencia entre unos y otros se hace dificultosa.

Intercaladas entre estos paquetes detríticos existen niveles arcillosos, en los que es frecuente encontrar sectores margosos.

Un corte típico de estas facies es el realizado en el paraje Palomina, anteriormente mencionado. De muro a techo aparece:

- 1,5 m. de arcillas algo margosas muy compactas, de colores abigarrados.
- 5 m. de arenas y areniscas de colores claros (blancos a ocre amarillos).

rillentos) con cantos de cuarcita dispersos. Los niveles carbonatados dan un aspecto en bancos muy característicos. Presentan laminaciones cruzadas.

- 7 m. de tramo cubierto.
- 3 m. de arcillas margosas muy compactas con niveles calcáreos algo tobáceos y de colores abigarrados.
- 2 m. de conglomerado cuarcítico con matriz arenosa y cemento carbonatado.

Los niveles arenosos suelen presentar laminaciones cruzadas a pequeña y gran escala, difíciles de observar.

El significado de esta facies parece ser semejante al de los niveles arenosos y conglomeráticos de la facies anterior, aunque encontramos estratigráficamente unas diferencias apreciables, que son la mayor concentración de niveles detríticos, la ausencia de tramos conglomeráticos de las características de los del capítulo anterior, la alta concentración de carbonatos y la aparición de conglomerados cuarcíticos ausentes en las facies anteriores.

Pensamos que estos depósitos serían el resultado de unas acumulaciones fluviales de mayor importancia y continuidad que las anteriores.

Hay que señalar, aunque lo comentaremos más adelante, el desarrollo de costras calcáreas en algunos sectores, posiblemente relacionados con fluctuaciones de los niveles de los acuíferos de la zona en épocas relativamente recientes.

La potencia de estos niveles no se puede apreciar, por desconocer muro y techo, aunque los tramos vistos oscilan entre los 10 y los 40 metros.

1.2.1.3 Margas, arcillas y arenas ($T_{c11.12}^{Bc.Bc^1}$ m)

Estos sedimentos están siempre a cotas superiores a los 760 m. y localizados en las manchas importantes de la mitad nororiental de la Hoja, una al este de Villanueva del Campo, otra al NE de Barcial de la Loma y la tercera en el límite oriental, junto a Villamuriel de Campos.

Está compuesta por arcillas más o menos arenosas similares a las de la facies anterior, que tienen la particularidad de presentar intercalados niveles discontinuos margosos e incluso calcáreos. Existen también intercalaciones de lentejones arenosos, presentando a veces sectores con acumulaciones de carbonatos.

Los niveles calcáreos son finos y de escasa continuidad lateral, pasando, la mayor parte de ellos, rápidamente tanto vertical como lateralmente a áreas margosas o arcillosas. Existe un aumento de niveles margosos o carbonatados hacia el SE.

Estas facies en este sector representan el tránsito entre los depósitos

detríticos de las facies «Tierra de Campos» y las facies de «Los Páramos». La potencia de esta unidad oscila alrededor de los 50 m.

1.2.2 PONTIENSE-PLIOCENO ($T_{c12.2}^{Bb-B}$)

La serie neógena está coronada por las calizas de las facies de «Los Páramos». Sólo aparecen dos minúsculos afloramientos, culminando unos cerros testigos en el ángulo NE de la Hoja.

El afloramiento, ya raquíptico de por sí, ha sido desmantelado para aprovechamiento industrial, por lo que es imposible de apreciar en toda su magnitud. De todas formas el espesor que pudieran presentar no alcanzó con toda seguridad los 3 ó 4 m.

De acuerdo con algunos autores (GARCIA ABBAD y REY SALGADO, 1972), pensamos que parte de toda la masa calcárea ha podido desaparecer por erosión habiendo quedado reducida a esos escasos metros de caliza con restos de arcilla de descalcificación. Tampoco hay que descartar la posibilidad de que esos escasos metros de serie sean su potencia real aproximada, dada su situación, en las que pudieron haber sido las zonas limítrofes de su área de sedimentación.

Están situados a unas cotas aproximadas de 810 m.

Petrológicamente estas calizas son margosas con recristalizaciones, muy querosas de colores amarillentos grisáceos en superficie y blancos o grises en fractura.

1.2.3 DATACIONES

Los estudios micropaleontológicos realizados en todas las facies diferenciadas no han dado resultados positivos. En general no se observan restos claros, aunque se encuentran tubos calcáreos, margosos, arenosos o arcillo-ferruginosos que pudieran ser de tallos de algas.

Dada la imposibilidad de datación por este medio y ante la inexistencia de nuevos hallazgos de macrofauna o macroflora clasificable debemos recurrir a correlaciones con otros autores que realizaron estudios similares en este u otros sectores de la cuenca del Duero.

En los niveles inferiores correspondientes a las facies «Tierra de Campos» y asimilables, F. BERGOUNIOUX y F. CROUZEL (1958) estudian varios yacimientos de mastodontes de la cuenca del Duero, uno de los cuales está situado dentro de la Hoja, junto a Castroverde de Campos. Otros, más alejados, pero aún cercanos, son el de Benavente y el de Santa María del Páramo. En el primero encuentran *Trilophodon angustidens*, CUVIER y *Trilophodon Olisiponeusis*, ZYBYSZEWSKI, y atribuyen una edad de Vindoboniense Medio probable. En los otros dos encuentran *Zygodolophodon pyrinaicus*

y *Trilophodon angustidens*, CUVIER, respectivamente, atribuyendo a este último una edad de Vindoboniense Superior. El yacimiento de Benavente ha sido estudiado recientemente por M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE (1970), que encuentran *Tetralophodon longirostris*, KAUP, *Zygalophodon pyrenaicus*, LARTET y *Trilophodon angustidens*, CUVIER. Además de Mastodonte, contienen un Jiráfido (*Decenatherium pachecoi*, CRUSAFONT) y restos de *Rhinocerotidae* (indeterminable). Atribuyen este yacimiento a niveles altos del Mioceno (Vallesiense).

Ante tales hechos nos vemos forzados a optar para dichas facies una cronología que oscilaría entre el Vindoboniense Superior y el Pontienne Inferior (Vallesiense).

En cuanto a la edad del nivel calcáreo terminar las llamadas facies de «Los Páramos», la mayoría de los autores antiguos las datan como Pontienne s.l. Recientemente, el Neógeno está siendo objeto de profundas investigaciones localizadas fundamentalmente en la meseta sur española. En estos trabajos se llega a la conclusión de que el límite Mioceno-Plioceno quedaría comprendido en la unidad de las «Calizas de Los Páramos» (E. AGUIRRE y otros, 1976). Dentro de nuestra Hoja seguimos estas conclusiones al suponer que no existe gran desconexión en cuanto a edad en ambas mesetas y por tanto las facies terminales de ambas sean isócronas.

1.2.4 CUATERNARIO

El resto de los depósitos de la Hoja son ya de épocas recientes, todos ellos de carácter continental, correspondientes a los procesos fluviales desarrollados durante estos últimos tiempos y que han desmantelado gran parte de los sedimentos terciarios de la cuenca del Duero.

La totalidad de los depósitos están ligados al acarreo del río Valderaduey, que es el único de consideración que atraviesa la zona. Decimos casi toda, pues existe un nivel superior de terraza cuyas características globales son diferentes de los demás, por lo que deducimos una desconexión entre dicho nivel y el sistema de Valderaduey.

1.2.4.1 Pleistoceno (O₁T₁, O₁T₅, O₁T₆, O₁T₇, O₁T₈s, O₁T₉s, O₁T₁₀s)

Como hemos dicho, incluimos dentro de él todos aquellos depósitos no actuales formados exclusivamente por sistemas de terrazas fluviales relacionadas con el río Valderaduey.

Se hace necesario precisar que la aparente anarquía en la numeración de los subíndices de las siglas de los niveles de terrazas, viene motivada por los procesos de reajuste en la unificación de todo este tipo de depósitos entre la totalidad de las Hojas que abarcan esta región.

Se localizan en sentido diagonal SO-NE hacia el centro del borde meridional de la Hoja.

De este sistema de terrazas ligadas a los procesos fluviales regionales cabe ante todo citar la más alta de las existentes, en la zona (Q₁T₅). Su superficie de colmatación oscila entre los 50-58 m. sobre el nivel de la llanura actual del río Valderaduey y está a una cota aproximada de 740 m. Se localiza en sentido diagonal SO-NE hacia el centro del borde meridional de la Hoja.

Está constituida por cantos de cuarcita más o menos redondeados con arcillas y arenas de colores rojos intensos y a veces amarillentos. El tamaño de los cantos oscila mucho, en general son de gran tamaño, no siendo raro encontrar bloques de hasta 30 cm. de diámetro. La distribución de estos cantos en el sedimento es muy irregular, presentándose de manera frecuente en forma algo caótica dentro de una masa arcillosa de colores rojos intensos. A veces están agrupados en canales, en los que los tamaños tienden a ser más homogéneos y la matriz más escasa. Son también muy frecuentes las intercalaciones arcillosas, de tonos muy rojos o arenosas de colores amarillentos.

La potencia de estos depósitos, difícil de precisar por la poca visibilidad de los afloramientos, es muy variable, aunque estimamos que puede alcanzar hasta los 25 m.

La diferenciación de estos depósitos se hace dificultosa, pues están localizados sobre otros conglomerados de cuarcita anteriores y de características muy parecidas, que ya mencionamos antes.

Parte de estos sedimentos han sufrido una compactación posterior por procesos de enclichamiento.

A partir de este nivel se inician una serie de escalonamientos, hacia el Valderaduey al NO, y hacia el río Sequillo al SE, en el límite de la Hoja de San Pedro de Latarce (14-14).

Dichos escalonamientos están situados a 55-60, 34, 20-32, 12-16, 5-8 y 1-3 m. sobre el nivel actual del cauce de Valderaduey, corresponden respectivamente a los niveles Q₁T₅, Q₁T₆, Q₁T₇, Q₁T₈s, Q₁T₉s y Q₁T₁₀s. Hay que señalar que a causa del establecimiento de un glacis erosivo, posiblemente anterior a la Q₁T₇, aunque en algunos sectores tiene continuidad hasta la actualidad, es muy frecuente encontrar gran número de escalonamientos sin continuidad que han motivado su englobamiento dentro de un mismo nivel, como es el caso de la terraza Q₁T₇, o incluso llegar a su indiferenciación total (Q₇T_i).

La gran diferencia de las características globales de estas terrazas, al menos las inferiores, que son las mejor representadas, con el nivel superior nos hace pensar en una total desconexión entre ésta y las otras.

En la vertiente norte del río Sequillo (Hoja 14-14) la terraza superior se vierte hacia el SE, medio o casi totalmente desmantelada por las causas

indicadas anteriormente, aunque aun se pueden apreciar niveles aislados, que por su continuidad no hacen posible su separación, pero que indica un proceso de escalonamientos similares a los de la otra vertiente. Hay que señalar también la disminución progresiva de la cantidad y tamaño de los cantos de cuarcita, así como del atenuamiento de los tonos rojos con variación a colores grisáceos conforme descendemos cotas topográficas. De todas formas el estudio de estos depósitos se hará con mayor amplitud en la Hoja 14-14 [S. Pedro de Latarce].

Hacia el N, remontando el curso del Valderaduey a la derecha, se localizan unos aterrazamientos de los que hemos podido diferenciar tres niveles, todos ellos similares a los últimos observados en los alrededores de Villalpando. Están compuestos esencialmente por arcillas arenosas y conglomerados de tonos grisáceos, en lo que cabe señalar algunos encostramientos en las cercanías de Castroverde de Campos. Las potencias de estos depósitos nunca exceden los 3 ó 4 m. en los lugares de máximo espesor.

Aparte del Valderaduey, en el Arroyo Ahogaborricos y en el Arroyo de Valdehuncos existen unas superficies planas en las que aparecen diseminados gran cantidad de cantos de cuarcita de tamaños que rara vez sobrepasan los 10 cm. de diámetro. Estas plataformas se presentan algo colgadas sobre los cauces actuales, cuyos aluviones están compuestos casi exclusivamente de arcillas y arenas. A veces, aunque existe la superficie morfológica estos cantos no aparecen (Arroyo de la Vega y de Valdehuncos) no siendo posible asegurar la existencia de sedimento alguno, por lo que sólo nos limitamos a la señalización del borde de terraza indicativo al menos de aterrazamiento sin depósitos.

1.2.4.2 **Holoceno**

1.2.4.2.1 *Aluvial* (Q₂A₁)

Los aluviones actuales de la Hoja quedan restringidos a los del río Valderaduey y toda su red de arroyos afluentes.

Debido a las características de los aluviones, similares a las de los depósitos terciarios, es difícil la diferenciación de unos y otros, habiendo utilizado para su separación casi exclusivamente criterios morfológicos, por lo que no descartamos la posibilidad de que algunas zonas no existan aluvionamientos. Estos sectores son plataformas de inundación talladas sobre el terciario arcilloso y aunque no existe nada o escasa deposición estimamos que el significado morfogenético es idéntico, por lo que hemos procedido a su separación. De todas formas la actividad fluvial en toda la Hoja es bastante nula, existiendo sólo arrastres aluvionales de consideración durante descargas de lluvias intensas generalmente de carácter tormentoso. Aún así, los materiales arrastrados serán siempre arenas y arcillas del terciario continental de la región.

A diferencia de todos los aluvionamientos del sistema de terrazas de la Hoja, no se encuentra entre sus materiales cantos de cuarcita.

1.2.4.2.2 *Coluvión* (Q₂C)

Representada, aunque muy escasamente en la Hoja, en las riberas más escarpadas de algunos arroyos, como el Ahogaborricos, en las cercanías de Quintanilla del Monte.

Son acumulaciones sobre la ladera de cantos de cuarcita, arenas y arcillas procedentes de las terrazas y del Terciario infrayacente.

1.2.4.2.3 *Conos de deyección* (Q₂Cd)

Están distribuidos por toda el área en la desembocadura de los arroyos y barrancos jalonados a lo largo del valle del Valderaduey y arroyos más importantes.

Están constituidos por arenas finas y arcillas y algunas veces por cantos de cuarcita, cuando se encuentran en las proximidades de aterrazamientos importantes.

La mayoría de los conos no presentan grandes acumulaciones, aunque por su extensión lo parezcan, sino que son delgadas películas de deposiciones detríticas finas arrancadas de los materiales terciarios fácilmente delezables, que se esparcen durante épocas de fuertes lluvias a lo largo del valle del Valderaduey y su sistema de afluentes.

1.2.4.3 **Limos salinos** (Q₂Li)

Estas acumulaciones de limos salinos se localizan sobre la llanura aluvial del Valderaduey en zonas que presentan difícil salida hacia el surco principal, en donde se amontonan materiales, posiblemente originarios de arcillas algo salinas depositadas durante la sedimentación neógena, y que por evaporización quedan concentradas en esos lugares.

En el suroeste de la Hoja existen algunos afloramientos que son continuación de las acumulaciones de las zonas lagunares de Villafáfila, situada en la Hoja adyacente [13-13].

1.2.4.4 **Dataciones**

Ante la imposibilidad de dataciones cronológicas precisas, englobamos todos los depósitos paractuales en el Holoceno, dejando la totalidad del Pleistoceno para el sistema de terrazas del Valderaduey sin excluir la posibilidad de que el nivel superior pueda incluso llegar a ser de edad Villafraquiense s.l.

De todas formas hay que señalar la existencia en algunos lugares de huesos de vertebrados (¿humanos?) con resto de industria probablemente neolítica, como ocurre en el paraje denominado Villavicencio al SO de la Hoja (1° 16' 10" O, 41° 50' 30").

2 TECTONICA

A priori, la particularidad estructural que define la región es precisamente su carácter atectónico. De todas formas, no se puede descartar la posibilidad de que existan ciertos movimientos de bloques dentro del gran conjunto terrígeno que presentan las facies cartografiadas. Esta circunstancia es muy posible de apreciar, debido al casi siempre carácter masivo de las facies representadas. Sólo un estudio regional podría esclarecer, aún con dificultades, este hecho. No obstante, por una serie de circunstancias que exponemos a continuación creemos en la existencia de basculamientos postneógenos de bloques más o menos individualizados dentro de la cuenca del Duero.

Así y aunque no se observan ni saltos ni escalonamientos, ni ningún dato tectónico directo en los materiales aflorantes, sí se pueden intuir mediante análisis morfológicos ciertas influencias estructurales del zócalo sobre los sedimentos suprayacentes.

Aunque la observación morfológica es preciso realizarla a escala regional, ya en la reducida extensión de la Hoja se observa el trazado rectilíneo de gran parte de los cursos fluviales y el paralelismo entre unos y otros, dispuestos según unos sistemas de orientaciones que nos hacen pensar en su relación con sistemas de fracturación del zócalo hercínico.

La dirección de mayor relieve es la NNE-SSO, a la que se adaptan tramos de los arroyos Ahogaborricos y de la Vega, de Marrondiel y Valdehunco, pero que tienen verdadera significación en el río Valderaduey en los tramos situados al norte y suroeste de la Hoja, prolongándose en ambos casos en las Hojas adyacentes, que es donde se aprecian con mayor claridad.

La segunda orientación observada existe también en amplios tramos del arroyo de la Vega de Valdehuncos, así como un sector del río de Valderaduey y tienen una dirección aproximada de N 10° E.

Las dos últimas direcciones están observadas en los tramos finales antes de su unión al Valderaduey del arroyo de Ahogaborricos y su antiguo y abandonado cauce en las cercanías de Quintanilla del Monte, así como en el tramo del Valderaduey entre Villamayor de Campos y Villalpando. Este paralelismo de direcciones, así como la brusquedad de los codos descritos por los cauces del actual y antiguo arroyo de Ahogaborricos, hay que achacarlo con toda probabilidad a causas estructurales. Dichas direcciones son, una, NE-SO, y la otra, NNO-SSO.

Estas direcciones vienen a coincidir con sistemas de fracturas vistas en las vecinas Hojas del bloque hercínico de Sanabria (núms. 11-12, 12-12, 12-13, 12-14, 13-12 y 13-13) (actualmente en realización por Ibergesa) algunas de ellas, concretamente la NNE-SSO y aproximadamente S-N, son ya citadas con anterioridad por MARTINEZ GARCIA (1973).

Otro aspecto geomorfológico a considerar es el sentido de deriva de las terrazas de los ríos. Aunque en este área no se puede apreciar tan claramente esta migración como en sectores adyacentes, señalaremos la posibilidad de un basculamiento hacia el SE marcado por la evolución de los niveles de aterrazamientos del río Valderaduey en el sector central del límite septentrional, que tienen su continuación en la Hoja 14-12 (Valderas) donde este hecho se aprecia mejor.

3 HISTORIA GEOLOGICA

El substrato de la cuenca del Duero, de la que forma parte la Hoja estudiada, está formada por el macizo Prehercínico de la Meseta.

Según L. SOLE SABARIS (1952, 1954, 1958) es durante el transcurso de la Orogenia alpina (fases sábrica y estaírica) cuando se produce la formación de los bordes montañosos con el hundimiento de la depresión de Castilla la Vieja.

A partir de este punto y siguiendo las conclusiones de este mismo autor, se inicia la sedimentación neógena que fosiliza el relieve anterior, hasta la culminación del cielo con las facies de «Los Páramos».

MABESOOONE (1961) cree que la fase pirenaica produce una serie de depósitos de lo que llama facies de «La Cueva» (Oligoceno Medio o Inferior). Durante la fase sábrica se produce el plegamiento de estos depósitos y es a continuación cuando se produce la sedimentación de la facies de «Vega de Riacos», de tonos rojizos, lo que le hace pensar en un clima relativamente húmedo.

Es este momento cuando cree que la erosión de los bordes montañosos y de los depósitos terciarios ya formados produce la «superficie» de erosión fundamental de la meseta, que tiene lugar al mismo tiempo que la sedimentación de la facies de la «Tierra de Campos» y de los depósitos terciarios más recientes.

En el centro de la cubeta (NUÑEZ, COLODRON y otros) se encuentran bajo los materiales detríticos de la facies «Tierra de Campos» unos sedimentos carbonatados, con yesos del mismo tipo de la que antecede a la facies de «Los Páramos» en el centro de la cuenca, y que indicará, según estos mismos autores, «unas condiciones de aguas muy someras bajo un clima árido que permitió la génesis de suelos con costras calcáreas y yesos».

Nosotros no hemos encontrado tales niveles y aunque descartamos la

posibilidad de su existencia bajo las facies aflorantes estimamos más probable que dichas facies hubieran quedado restringidas a las zonas centrales de la depresión.

En nuestro caso, el carácter detrítico de la facies «Tierra de Campos» está marcado por su proximidad al borde de la cuenca, aunque la significación de dicha facies debido a su gran desarrollo, pues llega a alcanzar el centro de la misma, no puede estar limitada a esta circunstancia. Un posible levantamiento orogénico unido a una climatología de una cierta pluviosidad posiblemente en las montañas y en cualquier caso una serie de cambios tectónicos y climáticos que crean una relativa deforestación y favorecen el acarreo de abundante material detrítico a la cuenca, son las circunstancias que pueden concurrir durante este período.

Las acumulaciones originales tienen un marcado carácter fluvio-lagunar muy generalizado en toda la cuenca, expuestos durante largas épocas a un régimen de tipo subaéreo, como lo corroboran la aparición de paleosuelos, concreciones y costras ferruginosas y calcáreas.

El área fuente en nuestro caso habría que buscarlo en la Cordillera Cantábrica y en el macizo de Sanabria.

MABESOONE (1961) considera que los depósitos de estas facies son fluviales y en un grado menor lagunares, e incluso otros autores (NUÑEZ, COLODRON y otros, 1974) la consideran específicamente fluvial y concretamente de tipo meandriforme.

De las zonas observadas no podemos asegurar tanto, aunque nos inclinaremos por un régimen fluvio-lagunar quizá en igual grado. El carácter masivo de los sedimentos finos con una proporción desmesurada en relación con aquellos otros detríticos más gruesos y poseedores de estructuras propiamente fluviales nos hace suponer la existencia de amplias llanuras inundadas durante largas épocas, en la que cauces irregulares socavan sus canales ocasionalmente. En gran parte de los casos el significado de estos canales más que de un régimen de carácter fluvial regularizado (tal sería el caso de los afloramientos de los alrededores de Quintanilla del Monte), sería el de zonas de removilización, en la planicie ocasionalmente inundada, por avenidas esporádicas que arrancan y vuelven a resedimentar más adelante.

La existencia en los sedimentos de restos de sílex y de algunas costras calcáreas y ferruginosas a la vez que indicadora de períodos de emersión hacen pensar en un clima cálido caracterizado por una cierta aridez (MABESOONE encuentra, en facies similares, fracción loésica).

La aparición de paleosuelos, concreciones calcáreas, muchas de ellas edafológicas, formadas en las raíces de los arbustos, restos vegetales, huesos de vertebrados [la mayoría de ellos de mamíferos como mastodontes, jiráfidos, etc., M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE, 1970], y la existencia de altos porcentajes de fracciones loésicas, junto con otras circunstancias anterior-

mente expuestas, nos llevan a considerar este ambiente de particularidades muy semejantes a las zonas peridesérticas de tipo sabana dentro de un régimen hidrográfico endorreico.

Con posterioridad y coincidiendo con el desarrollo en el centro de la cubeta de una sedimentación carbonatada y yesífera correspondiente a un clima más árido que el anterior, en nuestra zona disminuye la actividad fluvial evolucionando a regímenes lagunares con establecimientos charcas aisladas. Con respecto a este punto (GARCIA ABBAD y REY SALGADO, 1973) señalan la existencia de un nivel oscuro no observado por nosotros que separa la facies detrítica anterior de la suprayacente.

A continuación, gran parte de la cuenca queda cubierta por las aguas estableciéndose según la mayoría de los autores un régimen típicamente lacustre. El clima parece haber evolucionado hacia una fase más húmeda y fría.

Es bastante probable que los escasísimos restos de facies de «Los Páramos» pertenezcan ya a los límites de su sedimentación.

Esta sedimentación finaliza con toda probabilidad ya durante el Plioceno Inferior (ver apartado referente a dataciones).

Con este régimen sedimentario finaliza el ciclo neógeno, iniciándose seguidamente un nuevo ciclo fundamentalmente erosivo que aún continúa en la actualidad.

El comienzo de esta nueva etapa morfológica parecer ser que fue ocasionado por un levantamiento de los macizos circundantes durante la fase Rodánica al mismo tiempo que fue basculada hacia el oeste, proceso aún inacabado (MABESOONE, 1961). Se inicia el arrasamiento estableciéndose los primeros depósitos en relación con el nuevo ciclo morfogenético.

En esta fase inicial es muy probable que pertenezcan los depósitos de la terraza superior encontrada en la Hoja.

Por sus características litoestratigráficas, concretamente los caracteres específicos de coloración, tamaño y disposición de los cantos así como las huellas de choque en ellos, denotan un régimen altamente oxidante de gran energía, que podría coincidir con las características de un medio fluvio-torrencial muy poco regularizado rápido e intermitente.

Al parecer se evoluciona a regularizarse el régimen fluvial, estableciéndose unas condiciones de menos energía notándose un decrecimiento de la actividad fluvial, atenuamiento este mucho más notable que el de los cercanos ríos de la cuenca del Esla. En la actualidad esta actividad ha quedado reducida a la de un Valderaduey originario en la misma cuenca del Duero, mientras que el Orbigo, Tera, Esla y Cea son cursos de carácter alóctono que tienen sus fuentes en las cordilleras cercanas. Es más, nos inclinamos a pensar que el Valderaduey originario y generador de todo el sistema de terrazas (salvo la superior) no fue nunca un río alóctono. Gran parte de los conglomerados de cantos de cuarcita de todos estos niveles

son heredados del superior. El decrecimiento, tamaño y cantidad así como la coloración cada vez más grisácea, denotan un atenuamiento energético manifiesto.

De todas formas hay un hecho que nos puede indicar el momento clave de la decadencia del Valderaduey: La existencia total de materiales detríticos groseros en los aluviones actuales. La causa inmediata de este «parón» en su actividad hay que buscarla en un cambio climatológico hacia un descenso notable de la pluviosidad.

En el caso de admitir su primitiva aloctonía, cosa improbable, este hecho podría marcar el momento, con toda seguridad, ligado al cambio climatológico indicado anteriormente, en que este río perdería su aloctonía para pertenecer en su totalidad a la cuenca del Duero.

La existencia de superficies morfológicas en forma de glacis de vertiente contemporáneos a los últimos niveles del sistema de terrazas señalan la existencia de períodos interfluviales de una cierta aridez.

4 GEOLOGIA ECONOMICA

4.1 MINERIA Y CANTERAS

La importancia de la geología económica de la zona se reduce a aplicaciones dirigidas a la construcción: canteras de arcillas y niveles arenosos del Terciario, y conglomerados y gravas de las terrazas y aluviones actuales.

De todas las canteras existentes en la Hoja para gravas y arcillas solamente se encuentran en actividad una de arcilla en el Mioceno, para fabricación de productos cerámicos. Esta cantera se encuentra junto al pueblo de Villalpando, siendo de importancia por su volumen y posibles reservas de explotación.

Asimismo existen también en la zona de Quintanilla del Monte explotaciones de algunos niveles arenosos, para la fabricación de materiales para la construcción.

4.2 HIDROGEOLOGIA

El Instituto Geológico y Minero de España a través de la División de Aguas Subterráneas y dentro del Programa de Investigación de Aguas Subterráneas, comenzó en el año 1972 el estudio geológico de la cuenca del Duero, aunque anteriormente había realizado estudios parciales en colaboración con diversas Diputaciones Provinciales (1970).

Para el estudio a gran escala de esta extensa cuenca hidrogeológica, se comenzó por realizar una puesta al día de los conocimientos hidrogeológicos básicos, indispensables para la preparación de programas de inves-

tigación ambiciosos, cuyo fin será determinar los recursos de aguas subterráneas de la cuenca, las zonas apropiadas de explotación, los métodos y régimen apropiados de explotación. Se centró el interés en primer lugar, de los acuíferos cautivos del Terciario, que son los más importantes.

Para ello se han seleccionado 504 sondeos, en los que se realizan medidas periódicas, al objeto de observar la fluctuación de niveles de agua. En la zona se ha observado que entre noviembre de 1972 y marzo de 1973 hay un ascenso de los niveles de hasta 2 m., en el sector noroccidental. Para conocer los parámetros hidrodinámicos se han ejecutado 30 ensayos de bombeo, con los que se ha obtenido los primeros valores de transmisibilidad y coeficiente de almacenamiento. En estos trabajos ha colaborado el IRYDA a través de su Parque de Maquinaria. También se hicieron análisis de contenido de tritio para estudiar el tiempo de permanencia del agua en los acuíferos; análisis de datos hidrológicos (pluviometría, evapotranspiración y caudales base de los ríos) y una primera evaluación de los volúmenes de agua extraída (se estima del orden de 135 Hm³/año en la cuenca).

En función de estos datos, se han establecido unas primeras conclusiones, que pueden resumirse en:

- Los niveles permeables (arenas arcillosas, gravas, arenas y conglomerados), se disponen en forma irregular.
- En la circulación del agua, juega un importante papel el drenaje vertical a través de los niveles arcillosos.

Con las medidas realizadas en la red piezométrica establecida se construyó un mapa piezométrico de la cuenca Terciaria del Duero, que ha permitido obtener una serie de conclusiones respecto al comportamiento hidrodinámico de la cuenca. Consultada la bibliografía mundial existente sobre acuíferos análogos se llegó a la siguiente conclusión (J. PORRAS MARTIN, 1973).

«La circulación de los acuíferos cautivos profundos tiene lugar sin el mantenimiento del caudal horizontal circulante, o lo que es lo mismo, existe un drenaje vertical, a través de los niveles arcillosos, debido a las diferencias de presión entre el agua en el acuífero o acuíferos cautivos y los niveles libres superiores.»

Esta pérdida de caudal cambia por completo la interpretación del mapa piezométrico obtenido, ya que, en nuestro caso, las áreas bajo los ejes de los ríos, que en una interpretación clásica representarían zonas con una circulación horizontal preferente, representan más bien bandas de caudal nulo, en las cuales, en profundidad, horizontalmente y en dirección del río, no circula caudal hacia la salida de la cuenca, a pesar de las consideraciones que se pueden hacer sobre las diferencias de energía potencial.

De esta forma se explica la relación de la piezometría con los niveles

topográficos, ya que éstas son las que gobiernan la piezometría profunda, al representar, en último término, el drenaje de los acuíferos cautivos.

Esta consideración cambia por completo el enfoque del problema, sobre todo desde el punto de vista hidrodinámico, ya que se pone en juego un nuevo parámetro, la permeabilidad vertical, y anula, además, el sistema de interpretación intuitivo clásico de las curvas piezométricas, que en este caso sólo podrán estudiarse a base de modelos matemáticos de dos o más capas con intercambio vertical y niveles impuestos en la capa superior.

La pluviometría dentro de la Hoja es relativamente baja, presentando el mapa de isoyetas un máximo de unos 660 mm. en los alrededores de Villafrechos, descendiendo hacia el O, donde alcanza valores cercanos a los 530 mm. anuales. El clima es continental extremado, con inviernos fríos (menos de 4° de media en enero) y lluviosos y veranos cálidos y secos.

La evapotranspiración es muy alta, con valores que superan el 80 por 100 de la pluviometría. La lluvia útil, es decir, aquella que escapa de la evapotranspiración, y por tanto la que alimenta los acuíferos y surte los cursos de agua superficiales, es del orden de los 50 mm. anuales.

Las formaciones hidrogeológicas más interesantes son el Terciario y los depósitos fluviales de los ríos Valderaduey y sus tributarios.

Anteriormente ya hemos hablado del funcionamiento y características hidrogeológicas de los depósitos terciarios. En esta unidad hidrogeológica se ubican los sondeos más importantes y que ofrecen los mayores caudales. Generalmente no superan estas obras de captación los 150 m. de profundidad, alcanzando un sondeo, situado al N de Villanueva del Campo, los 475 metros de profundidad. Los acuíferos están constituidos por mantos de arenas y gravas, siendo de poca potencia, no alcanza por lo general los 5 m. La disposición y el número de niveles permeables pueden llegar a ser importantes y alcanzar valores próximos a los 30 l/s., aunque lo normal es que sean próximos a la decena de l/s.

Las aguas son surgentes en un eje NE-SO que coincide con el recorrido del río Valderaduey (véase gráfico adjunto).

Se conocen los valores de transmisibilidad de estos acuíferos, por ensayos de bombeo realizados en sondeos próximos a esta zona, y que suele oscilar alrededor de 1 m²/s.

Dentro de las formaciones cuaternarias, la que tienen mayor importancia desde el punto de vista hidrogeológico son los depósitos más recientes, los aluviales. En ellos se ubican el mayor número de obras de captación y especialmente en los alrededores de Villalpando. Tienen gran diámetro y poca profundidad, dando caudales de explotación más bajos que los del Terciario y de peor calidad química las aguas aforadas.

Los niveles de terrazas tienen menos importancia, al tener poca extensión superficial y estar desconectados hídricamente unas de otras.

La División de Aguas Subterráneas del IGME, ha censado un total

de 76 puntos de agua, cuyos datos se conservan codificados en fichas especiales para su tratamiento por ordenador.

5 BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE LTD. (1967).—«Mapa Geológico de la Cuenca del Duero, escala 1:250.000». *Inst. Nac. de Coloniz. IGME*. Madrid.
- AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, M., y PEREZ GONZALEZ, A. (1976).—«Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta sur española». *Inst. L. Mallada, CSIC. Secc. de Paleont. de Vert. y Hum.*, número 5, pp. 7-29. Madrid.
- ALBERDI, M. T., y AGUIRRE, E. (1970).—«Adicciones a los Mastodontes del Terciario español». *Est. Geol.*, vol. XXVI, núm. 4, pp. 401-415. Madrid.
- ARCE, J. M., y ESTEVEZ, C. (1976, en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, número 12-12 (Arrabalde)». *IGME*.
- ARCE, J. M.; FERNANDEZ, F., y NUÑO, C. (1976, en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 12-14 (Moreuela de Tábara)». *IGME*.
- ARCE, J. M.; GONZALEZ, J. C., y MONTESERIN, V. (1976, en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 11-12 (Peque)». *IGME*.
- ARCE, J. M., y NUÑO, C. (1976, en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, número 12-13 (Micereres de Tera)». *IGME*.
- BARBA, A. (1976, en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 13-12 (Benavente)». *IGME*.
- (1976, en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 14-12 (Valderas)». *IGME*.
- BERGONIOUX, F., y CROUZEL, F. (1958).—«Les mastodontes de l'Espagne». *Stud. Geol.*, t. 14, pp. 223-365. Madrid.
- BIROT, P., y SOLE, L. (1954).—«Recherches Morphologiques dans le NW de la Peninsule Iberique». *Pub. del Inst. Geol. de la Universidad de Barcelona*, núm. 221, pp. 1-61. Barcelona.
- GARCIA ABBAD, F. J., y REY SALGADO, J. (1973).—«Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid». *Boletín Geológico y Minero*, tomo LXXXIV, 4.º fasc., pp. 213-227. Madrid.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Com. de Inv. Pal. y Prehist.*, 5. Madrid.
- IGME (1970).—«Estudio hidrogeológico del Cuaternario del río Duero entre Toro y Zamora». *División de Aguas Subterráneas del IGME* (inédito). Madrid.
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de la cuenca terciaria de la provincia de Zamora». *División de Aguas Subterráneas del IGME* (inédito). Madrid.
- «Inventario de puntos de agua de la cuenca del Duero». *Archivo Central de la División de Aguas Subterráneas del IGME*. Madrid.

- (1972).—«Mapa hidrogeológico de España 1:1.000.000 y Mapa de síntesis de sistemas acuíferos». *IGME*. Madrid.
- MABESOONE, J. M. (1961).—«La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Duero (provincia de Palencia». *Estudios geológicos. Inst. Lucas Mallada, CSIC*, vol. XVII, núm. 2, pp. 101-130. Madrid.
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1:200.000, núm. 19 (1970).—«Síntesis de la Cartografía existente, León». *Publicaciones del IGME*. Madrid.
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1:200.000, núm. 29 (1970).—«Síntesis de la cartografía existente, Valladolid». *Publicaciones del IGME*. Madrid.
- MARTIN-SERRANO, A., y PILES, E. (1976, en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, número 13-13 (Villafáfila)». *IGME*.
- MARTINEZ GARCIA, E. (1973).—«Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria (provincias de Zamora, León y Orense, Noroeste de España)». *Studia Geológica*, vol. V, pp. 7-106. Salamanca.
- NUÑEZ, A.; COLODRON, I; ZAZO, C., y GOY, J. L. (1972).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 17-12 (Torquemada)». *IGME*.
- PLANS, P. (1970).—«La Tierra de Campos». *Inst. de Geograf. aplic. Patr. Alonso de Herrera, CSIC*. Madrid.
- PORRAS, J. (1973).—«Estudio hidrogeológico de la cuenca del Duero». *Boletín Geológico y Minero. IGME*, t. LXXXIV. Madrid.
- ROYO GOMEZ, J. (1922).—«El Mioceno continental Ibérico y su fauna malacológica». *Com. Inv. Paleont. Prehist.*, mem. núm. 30, 230 pp. Madrid.
- (1926).—«Tectónica del Terciario Continental Ibérico». *Cong. Geol. Inst. C. R.*, 14 ss., fasc. 1, pp. 593-623. Madrid.
- SOLE SABARIS, L., y otros (1952).—«Geografía de España y Portugal. Tomo I: Geografía física; el relieve». *Montaner y Simón*, 500 pp. Barcelona.
- SOLE SABARIS, L. (1958).—«Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la meseta española en el sector de Zamora». *Brev. Geol. Ast.*, año II, núms. 1-2, pp. 3-8. Oviedo.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA