IGME

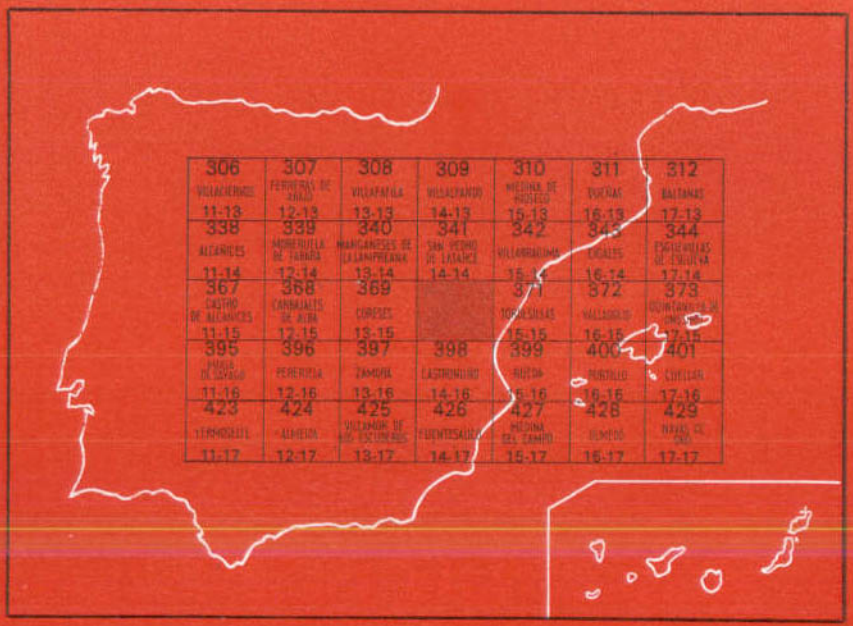
370
14-15

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

TORO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

TORO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en su dirección el Profesor Doctor E. Jiménez Fuentes.

En *Cartografía y redacción de la Memoria:* E. Jiménez Fuentes y J. M. García Marcos (Dpto. de Geología y Mineralogía, F. Ciencias, Salamanca).

En *Laboratorio:* J. M. García Marcos, A. García Sánchez, S. Rodríguez Pérez, M. Cembranos Pérez, J. Saavedra Alonso, E. Pellitero Pascual, F. J. Gonzalo Corral, C. A. Blanco Mellado, C. Moro Benito, A. S. Gracia Plaza (todos del Depto. de Geología y Mineralogía, F. Ciencias, Salamanca).

En *Macropaleontología:* E. Jiménez Fuentes (Depto. de Geología, U. de Salamanca).

En *Micropaleontología:* J. Civis Llovera (Dpto. de Paleontología, U. de Salamanca).

Coordinador: Prof. Dr. A. Arribas Moreno (Dpto. de Geología y Mineralogía, U. de Salamanca).

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 - 43.275 - 1980

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

1 GEOLOGIA GENERAL

INTRODUCCION

La Hoja núm. 370 (14-15), Toro, se encuentra situada en el borde occidental de la Cuenca Terciaria del Duero y comprende parte de las provincias de Zamora y Valladolid.

El territorio de la Hoja está atravesado en su sector más occidental por el río Duero, que la cruza en dos tramos: uno primero de 9 km. y otro más occidental de 0,5. Además del Duero, la Hoja está atravesada por sus afluentes Hornija y Bajoz y por el arroyo Adalia, también afluente del Duero, que eventualmente puede tener importancia. El resto de la red hidrográfica es esquelética y su forma depende de la litología y del relieve sobre los que discurre. Así, es dentítrica con cursos abarrancados sobre los materiales arenoso-conglomeráticos, esquelética e irregularmente reticulada sobre las arcillas de «Las Campiñas» y radial o paralela abarrancada en «Las Cuestas».

Desde el punto de vista geomorfológico la constitución de la Hoja es la típica de la Meseta Castellana, con dos superficies, la de «Los Páramos», aquí entre 815 y 825 m., y la de «Las Campiñas», entre 760 y 710 m., separadas por rampas abruptas o «cuestas». Cada una de estas tres unidades geomorfológicas tiene identidad litológica propia, como fue definido ya a principios de siglo por E. HERNANDEZ PACHECO, J. DANTIN CERECEDA, F. HERNANDEZ PACHECO y J. ROYO GOMEZ, e incluso anteriormente por D. CORTAZAR, C. DEL PRADO, I. EGOZCUE, L. MALLADA, PUIG Y LARRAZ y GIL Y MAESTRE.

La superficie de Las Campiñas ha sido erosionada por el río Duero, dando lugar a superficies tardías que coinciden con las «Vegas» (poco representadas en esta Hoja), a las que en múltiples ocasiones se desciende escalonadamente por terrazas cuaternarias.

Los desniveles de la Hoja oscilan entre los 640 m. de «Las Vegas» y los 825 de «Los Páramos».

Ya los primitivos geólogos que a mediados del siglo XIX elaboraron la primera edición del Mapa Geológico Nacional a escala 1:1.000.000 definieron como Miocena la extensa masa de las regiones terciarias centrales de la Península.

Posteriormente, en el borde SO de la Cuenca del Duero se comprobó la presencia del Paleógeno (VILANOVA, 1874; GIL y MAESTRE, 1880; PUIG y LARRAZ, 1883), más tarde reconocido paleontológicamente (MIQUEL, 1906; ROMAN y ROYO GOMEZ, 1922) y después por ROYO GOMEZ, 1926, y F. HERNANDEZ PACHECO, 1930.

Las investigaciones de los últimos doce años han permitido un avance considerable en el conocimiento de dicho borde. En 1970, JIMENEZ desglosa el Paleógeno de la zona SO en: Preluteciense, Luteciense, Ludiense y Postludiense. Más tarde (1972-75) subdivide los tramos paleógenos en varias formaciones a las que denomina con nombres locales: «Conglomerados de la Peña del Hierro», «Areniscas de Amatos», «Capas de Santibáñez», «Areniscas de Salamanca» y «Areniscas del río Almar» para el Preluteciense salmantino; «Areniscas de Cabrerizos y «Areniscas de Aldearrubia para la transición del Luteciense al Ludiense y para éste respectivamente. La fauna de quelonios es notable en todas estas formaciones; no tanto la de mamíferos.

En la provincia de Zamora, CARROCHANO (1977) distingue en el Preluteciense dos facies: la de Montamarta y la de Zamora. En el Luteciense-Bartoniense hace una distinción espacial según un modelo de cuencas con identación de facies. En un conjunto inferior: facies «de Entrala», «de Valcabado», «de Cubillas» y «de Torres del Carrizal». En otro conjunto superior: facies «de Corrales», «de Gema», «de Toro» y «de Valdefinjas». Se ha comprobado paleontológicamente que dos de éstas no son contemporáneas (JIMENEZ, 1974, 1977): corresponden a los «niveles de peces» (Eoceno Inferior a Luteciense Inferior y las de las canteras de Corrales, Luteciense Medio).

Respecto al Mioceno, desde la clásica monografía sobre el mismo en la provincia de Palencia (E. HERNANDEZ PACHECO y J. DANTIN CERECEDA, 1915) quedó desglosado en tres subperíodos que se denominaron al uso de la época: Tortoniense, Sarmatiense y Pontiense, que coincidían con las tres unidades geomorfológicas fundamentales: Campiñas, Cuestas y Páramos.

Esta división ha sido mantenida hasta tiempos relativamente recientes en que se ha sustituido por otra más apropiada a las facies continentales y por una terminología cronológica más precisa, si bien en la Cuenca del Duero se está aún lejos de llegar, tanto a la precisión subdivisional alcanzada en otras cuencas terciarias, como de poder establecer correlaciones con ellas. Esto se debe a la escasez de yacimientos fosilíferos

que, aunque algunos de ellos han sido considerados clásicos y suministran gran cantidad y variedad de mamíferos y quelonios (de amplia dispersión vertical), carecen de micromamíferos que permitan una datación más precisa. Los intentos de datación con otros grupos característicos (charáceas, moluscos, etc.) no han dado hasta hoy resultados positivos.

En el levantamiento de la presente Hoja y de las adyacentes, los conocimientos clásicos de HERNANDEZ PACHECO y ROYO GOMEZ han sido ampliados, especialmente en el borde S. Un Mioceno más bajo que el considerado hasta ahora como Vindoboniense aparece en las Hojas de Fuentesauco y Castronuño (JIMENEZ y GARCIA MARCOS i. l.). Por otra parte, el Vindoboniense del S del Duero constituye una formación muy peculiar por la abundancia de feldespatos frescos que contiene («Areniscas de Garcihernández o de Cantalapiedra») y que es netamente diferente del Vallesiense Inferior de Coca y Arévalo (ROYO GOMEZ, 1935; CRUSAFONT, AGUIRRE y GARCIA, 1968; JIMENEZ, 1972).

El Terciario de la mitad occidental de la Cuenca del Duero, hasta el Vallesiense, se encuentra afectado por el rejuego alpino de las antiguas fracturas tardihercínicas del basamento con continuación en la cobertera o con adaptación por pliegues monoclinales. Ciñéndonos a la Hoja de Toro, los trabajos geológicos que en su área se han efectuado son (exceptuando las cartografías 1:1.000.000 o superior):

— Memorias geológicas provinciales de Valladolid (CORTAZAR, 1877) y Zamora (PUIG y LARRAZ, 1883). Ambos con cartografía 1:400.000.

— Mapa Geológico Nacional 1:400.000, tomado de los anteriores.

— Hoja Geológica 1:50.000, núm. 370 (Toro) (P. y A. HERNANDEZ SAMPELAYO, 1951).

— Mapas provinciales de suelos (con un capítulo dedicado a geología y mapa 1:400.000), Zamora (ARRIBAS y JIMENEZ, 1967) y Valladolid (PARADELO, PARAMO y FERNANDEZ ANGLIO, 1968).

— Mapa Geológico de la Cuenca del Duero 1:250.000 (AEREO-SERVICE, 1967).

— Tesis Doctoral de E. JIMENEZ FUENTES, 1970.

— Mapa Geológico de España 1:200.000 (Síntesis). Hoja núm. 29 (Valladolid) (ARRIBAS y JIMENEZ, 1971).

— Estudio previo de terrenos. Corredor del Noroeste. Tramo Tordesillas Benavente (M. O. P., 1973/3).

— Tesis Doctoral de A. CORROCHANO, 1977.

2 ESTRATIGRAFIA

La Hoja núm. 370 (14-15) Toro comprende en su totalidad materiales paleógenos, miocénicos y cuaternarios, exclusivamente continentales.

Su datación, en ausencia de yacimientos paleontológicos característicos, se ha efectuado por correlación directa o translapada con series fosilíferas de las Hojas inmediatamente vecinas y por deducciones genéticas.

2.1 PALEOGENO ($T_{2\text{-}9}^{Ab\text{-}A}$)

Consideramos claramente paleógenas la formación limo-arenosa que puede verse hacia el extremo suroccidental de la Hoja y en la orilla del Duero en la base del Puente Antiguo de Toro. También es paleógena la serie arenosa situada en Toro inmediatamente encima de la anterior, pese a sus notables diferencias de compacidad y sedimentación.

2.1.1 SERIES DE GEROMA

La serie típica luteciense, escasamente representada en la Hoja 370, es visible en la Cuesta de Matilla (columna núm. 7) donde pueden verse 8 a 10 m. de limos arenosos compactos, ligeramente carbonatados, pardo-rojizos, con tinciones pardo-grisáceas y sobre ellos, en paraconformidad, se encuentran los conglomerados rojos miocénicos desde una altura de 690 m.

En la base del Puente Viejo de Toro encontramos sobre 2 m. de arcillas ocres, 4 m. de los mismos limos arenosos de la Cuesta de Matilla. Sobre ellos y la vía férrea Zamora-Medina del Campo (645 m.) aflora la serie que hemos denominado «areniscas de Toro», que por sus notables diferencias consideramos aparte.

Pese a estar los escarpes sobre el río Duero en Montelarreina muy cubiertos por materiales cuaternarios y coluviones puede verse aflorar esta formación limo-arenosa en la base de Tuda Vieja. Es difícil precisarlo, pero parece que aquí esta serie parece de transición a la «serie de Toro» con indentación de facies.

Al N del palacio de Montelarreina la paraconformidad Paleógeno-Mioceno es claramente visible, observándose su inclinación al N y al E.

Aflora también el Paleógeno de transición en tres puntos del borde O de la Hoja, como leves apófisis de las áreas más extensas de la Hoja inmediata.

Edad

Para comprender y datar esta serie hemos de desplazarnos a la inmediata Hoja 13-15 (Coreses), donde no aparece tan cubierta y además las formaciones miocenas no tienen tanto desarrollo. En las proximidades de Fresno de la Ribera, sobre la vía del ferrocarril afloran unas limolitas grises y verdosas similares a las que se dan en los yacimientos fosilíferos de Cubillos, bodegas de Corrales del Vino, Sanzoles y Teso del Viso (Hojas

13-15 y 13-16). Se caracterizan por la gran abundancia de restos de peces, junto a quelonios y crocodíleos y su edad ha sido fijada en el intervalo Eoceno Inferior a Luteciense Inferior (JIMENEZ, 1977). Esta formación no aflora en la Hoja de Toro.

Sobre esta serie limolítica, en Corrales del Vino (Hoja 13-16), se asienta una potente formación en que alternan limos arenosos y areniscas finas con conglomerados de matriz arenosa algo carbonatada y algunos lechos arcillosos. En su base aparecieron (ROMAN y ROYO GOMEZ, 1922; ROMAN, 1923) restos de mamíferos (*Lophiodon isselense* Cuv., *Chasmotherium minimun,* Blainv.) que acreditan una edad situada en el techo del Luteciense Medio. La formación, de gran desarrollo vertical, se extiende ampliamente hacia el E, S y N, penetrando en las Hojas 13-17, 14-17 y 14-16. En la Hoja 13-15 se asienta sobre las mencionadas limolitas de Fresno de la Ribera. La serie presenta excelente afloramiento en el cerro de Geroma (769 m.) donde, en ciclos repetidos, dominan las areniscas finas y limos arenosos pardo rojizos, no siendo tan frecuentes las capas conglomeráticas. Los carbonatos están presentes eventualmente y sólo como impregnaciones. No existe ninguna dificultad para relacionar esta serie con las situadas al S del Duero en Villalazán, Sanzoles o Corrales. A 755 m. se encuentran, en patente discontinuidad aparentemente paraconforme, 4,5 m. de conglomerados con película arcillosa alrededor de los cantos, con estratificación oblicua en la base e impregnaciones ferruginosas. Se trata de un conglomerado de amplio desarrollo en las Hojas 14-16 y 14-17. Sobre él hay 5 m. de limos arenosos pardo rojizos o gris verdosos y 1 m. más de conglomerados «con película». Rematan la serie 2 m. de areniscas gruesas rojas. Estos tramos superiores a la paraconformidad constituyen la base de las formaciones miocénicas, que se patentizan más claramente hacia el N.

Ya en la Hoja 14-15 (Toro) la paraconformidad Paleógeno-Mioceno desciende a 715 m. en Montelarreina y a 690 m. más al E; el paleorrelieve que determina está inclinado hacia el E y hacia el N.

Al E del arroyo de Adalia, por debajo de los 690 m. afloran las «areniscas de Toro» en franca discontinuidad con los conglomerados rojos suprayacentes. Es preciso bajar a 645 m. para encontrar los limos arenosos de Geroma en la base de los escarpes de Toro.

No se ha observado que las series lutecienses presenten en esta Hoja ninguna inclinación. Y, sin embargo, la horizontalidad debe romperse en algún lugar, pues las limolitas infrayacentes de Fresno de la Ribera se sitúan a la misma altura que los limos arenosos de la base de los escarpes de Toro. Ello sugiere o un ligero basculamiento hacia el E, que con el manifestado hacia el N entre Villalazón y Fresno de la Ribera da una componente NNE o bien algún desequilibrio tectónico más localizado —falla o pliegue monoclinal— entre ambos puntos, que en este caso podría coincidir con el arroyo de Adalia.

Las series lutecienses, como se ha deducido por los fósiles en ellas encontrados y por sus relaciones sedimentológicas, se formaron en un ambiente fluvial, depositadas en un clima tropical, cálido y muy húmedo, con progresiva tendencia a la aridez con el paso del tiempo.

Pese a la clara datación del yacimiento superior de Corrales, no se considera conveniente concretar con ella la de toda la formación como Eoceno Medio, dado que hacia el S se observa identidad de facies con otros yacimientos datados como ludienses e incluso probables oligocénicos. Ello motiva los límites cronológicos que figuran en la leyenda del mapa.

2.1.2 «SERIES DE TORO»

La serie que se ha denominado «areniscas de Toro» aflora en los escarpes sobre el Duero en dicha ciudad a alturas comprendidas entre 645 y 690 m., entre los limos arenosos de Geroma y los «conglomerados rojos de Toro».

Está constituida fundamentalmente por areniscas masivas muy heterométricas de color amarillento o rojizo entre las que se intercalan capas de limos arcillosos y arenosos y conglomerados. Son frecuentes los cambios laterales de facies y paleocauces en los conglomerados, así como estratificaciones cruzadas. Se caracteriza por su escasa o nula compacidad, lo que se traduce en cuanto a relieve se refiere en formas acarcavadas típicas a lo largo de los escarpes del Duero.

Desde Toro hacia el O destacan netamente debajo de los conglomerados rojos miocenos, de los que les separa una clara paraconformidad. Esta se sigue muy bien por la margen izquierda del arroyo de Adalia, mientras que en la derecha se observan, bajo ella, los limos arenosos que hemos definido anteriormente.

Edad

La notable diferencia de compacidad entre los limos arenosos de Geroma y las «areniscas de Toro», que se patentiza en poco espacio entre ambas márgenes del arroyo de Adalia, sugiere el paso a materiales de diferente edad. La compacidad ha sido hasta hace no mucho tiempo un factor muy a tener en cuenta a la hora de determinar si una roca era paleógena o neógena. Se conocen múltiples errores provocados por la utilización de este concepto tan equívoco. Capas muy compactas son claramente miocénicas —p. e., las areniscas de Muñogrande (Avila) (NICOLAU y JIMENEZ, 1972)— y lo mismo podemos decir de estratos sueltos paleógenos, p. e., en las «areniscas de Amatos» (JIMENEZ, 1973). Pero las «areniscas de Toro» constituyen un caso aparte por su desmesurada potencia dentro del Paleógeno. Ello movió (ARRIBAS y JIMENEZ, 1971) a que se definiesen como

miocenas, junto a los conglomerados rojos suprayacentes. Según esto el arroyo de Adalia coincidiría o con una fractura o con un paleoescarpe fosilizado, quizá de línea de falla.

CORROCHANO, 1977, supone para esta serie una edad paleógena, que correlaciona con las de Gerona y Las Contiendas (sinónima de la de Villalazán), a base de estudios sedimentológicos.

El criterio de compacidad no es válido, pues en la Hoja 14-16 (Castronuño) se han encontrado limos arenosos compactos a 690 m., justamente debajo de la paraconformidad con el Mioceno. Ello sugiere que las «areniscas de Toro» constituyen un cambio lateral de facies de los «limos arenosos de Geroma» que se intercalan someramente en lentejones aislados.

Todo ello sin menoscabo, dado lo dicho anteriormente sobre el cambio tan brusco en el arroyo de Adalia, de un posible pliegue monoclinal, coincidente con él.

Si la separación espacial entre las series de Geroma y de Toro es relativamente fácil en la Hoja de Toro, no lo es tanto en la situada inmediatamente al S. Efectivamente, entre Castronuño y Villafranca de Duero pueden apreciarse indentaciones laterales de facies. Este mismo hecho se da también en los escarpes de Montelarreina, aunque parece menos patente.

Ello motiva que no juzguemos oportuna su separación cartográfica.

2.2 MIOCENO

Clásicamente desglosado por sus unidades geomorfológicas —Campiñas, Cuestas, Páramos— en Tortoniense, Sarmatiense y Pontiense, no podemos conservar esta terminología desfasada para series continentales.

Según los esquemas típicos para formaciones continentales de gran extensión, conviene separar los conceptos cronológico y espacial. Verticalmente se pueden diferenciar los tramos superiores —calcáreos—, y los inmediatamente infrayacentes —de transición—, de los situados aún más abajo. Lateralmente, los típicos de borde —conglomeráticos— de los intermedios —arcillosos— y éstos, de los de centro de cubeta. De estos últimos sólo conocemos los de los tramos superiores. Todo ello en una compleja red de indentaciones de facies, en las que las isocronas no tienen por qué ser horizontales.

De acuerdo con estas ideas, el Mioceno de la Hoja 14-15 puede desglosarse en cuatro litofacies, que llamaremos «Facies roja de Toro», «Facies Tierra de Campos», «Facies de Las Cuestas» y «Facies de los Páramos».

2.2.1 FACIES ROJA DE TORO (T_{c1}^{Ba})

Esta formación tiene gran extensión en la Hoja de Toro. En el borde S remata los escarpes del río Duero. También es visible en los escarpes de los ríos Bajoz y Hornija y en los del arroyo Adalia.

Su base dentro de la Hoja es variable. En la esquina SO, está a una altura entre 745 y 750 m., pero se va hundiendo suavemente hacia el N y también, aunque más bruscamente, hacia el E. Así, está a 715 m. en Montelarreina, y a 690 en la Cuesta de Matilla (al NE) y en la orilla izquierda del arroyo Adalia. Desde aquí hacia el E la base se mantiene con algunas diferencias hasta Toro y desde este punto hacia el SE, hasta San Román de la Hornija (ya en la Hoja 14-16). Al E de Toro la «Facies Roja» hunde su base suavemente y suponemos que también hacia el N. Esta inclinación de la discontinuidad parece ser un reflejo del paroxismo sávico, que bascularía en el mismo sentido al bloque paleógeno.

Aparte de los claros afloramientos de los escarpes de los ríos Duero, Bajoz, Hornija y Adalia la «facies roja» se extiende, aproximadamente, por la mitad meridional de la Hoja; el paisaje se encuentra grandemente edafizado pero, pese a ello, puede claramente diferenciarse de la «Facies Tierra de Campos», no por el color —dadas las variaciones de tonalidad de ambas—, sino por el carácter conglomerático predominante de la primera, en contraposición al arcilloso de la segunda. Ambas facies toman tendencia arenosa hacia la Hoja 15-15 (Tordesillas), haciendo difícil su separación, que puede hacerse por la abundancia de feldespatos frescos en las «areniscas de Garcihernández o de Cantalapiedra», paso lateral de la «Facies Tierra de Campos».

En la parte occidental de la Hoja, la separación entre ambas facies miocenas evidencia por su sinuosidad su carácter disconforme. En el arroyo Adalia la «Facies Tierra de Campos» cubre a la «Roja de Toro». Entre Pozoantiguo y Matilla La Seca se observan direcciones de aporte opuestas, deduciéndose que las arcillas de Tierra de Campos se apoyan sobre paleorrelieve suavemente ondulado e inclinado al N y al E.

En la parte central de la Hoja, la separación se mantiene aproximadamente a la misma altura, con algunas anomalías, no excepcionales por lo ya apuntado.

La «Facies roja de Toro» está constituida por conglomerados de matriz gredosa de color rojo intenso, poco compactados. Presentan estratificaciones cruzadas abundantes, paleocauces, e intercalaciones de areniscas y limos, también rojos, así como lechos carbonatados.

Pese a su marcada tonalidad, puede presentar variaciones, por lo general hacia colores amarillentos. Las areniscas son más frecuentes hacia el techo de la serie y, lateralmente, hacia el SE entrando ya en la Hoja 14-16. Es frecuente en su base la observación de episodios ferruginosos.

Pese a su carácter marcadamente detrítico, entre Matilla La Seca y Pozoantiguo aparecen episodios carbonatados, llegando a ser localmente calizas conglomeráticas compactadas, más abundantes en la Hoja 13-15.

Aparecen también episodios de este tipo, aunque menos marcados, en la orilla izquierda del Bajoz; parecen penetrar en la Hoja 16-15. Así se mues-

tra, sobre el Duero, en Tordesillas, con una litología que recuerda muy poco a la «Facies roja».

La potencia máxima visible en la Hoja es de 50 m. en El Carrascal y Monte de la Reina, si bien en estos dos lugares la cobertera cuaternaria impide aflorar la serie normalmente. Más común es la potencia observada en Toro, 35 m.

Hay que hacer notar la gran similitud de estos conglomerados rojos con alguna de las terrazas más altas del río Duero, también rojas, de las que es difícil distinguirlas. Sólo la situación de terrazas colgadas sobre el Bajoz, con marcado escarpe, y el paso lateral y vertical de los conglomerados a las arcillas de Tierra de Campos permiten diferenciarlas.

Consideraciones sobre su edad

En esta formación no se han encontrado fósiles. Es muy similar a la que MABESOONE (1961) llamó al N de Palencia «Facies de Vega de Riacos», pero no estamos de acuerdo con el concepto expuesto en el informe de AERO-SERVICE (1967) según el cual se incluiría dentro de una supuesta «Facies Rueda». No es correlacionable con la «unidad detrítica inferior» de GARCIA DEL CURA (1974).

Esta facies roja tiene una considerable extensión por las Cuencas del Duero y del Tajo, donde pueden alcanzar notables potencias. Los yacimientos fosilíferos son escasos. De ellos, por proximidad destacan los de la Dehesa de los Caballos, al S de Plasencia (Cáceres) y los del N de Zamora, Benavente y Castroverde de Campos.

El yacimiento cacereño, con *Hispanotherium matritense,* fue definido como «Vindoboniense Inferior o Medio» (HERNANDEZ PACHECO, F. y CRUSAFONT, 1960). Recientemente (CRUSAFONT, REGUANT y GOLPE, 1975) es reconsiderado como Helvetiense.

Los yacimientos del N de Zamora fueron dados por BERGONIOUX y CROUZEL (1958) como posible «Vindoboniense Inferior o Medio». Después, ALBERDI y AGUIRRE (1970) lo suponen más tardío.

Nuestra opinión sobre el particular es que, efectivamente, ambos yacimientos no son sincrónicos. Los del N de Zamora se encuentran enclavados en la facies denominada «de la Tierra de Campos» que cronológicamente es asimilada al Vindoboniense.

Sobre la edad local de la «Facies roja de Toro» diremos:

1.° Se apoya en disconformidad sobre el Paleógeno, cubriendo un paleorrelieve que parece coincidir con su basculamiento, producido probablemente por el paroxismo Sávico.

2.° Sobre ella se sitúa, también aparentemente disconforme la «Facies Tierra de Campos» («Vindoboniense»).

3.° Existe una evidente correlación litológica con la «Facies roja de

Castillejo» que aflora al S, en la Hoja 14-17. También está clara la relación de esta facies con las «Facies rojas de la Armuña», situadas al N de Salamanca, con calizas conglomeráticas intercaladas —datadas por moluscos— y ésta, a su vez, con las «Facies rojas de la Cuenca de Ciudad Rodrigo», muy similares a las del ya mencionado yacimiento fosilífero de Plasencia y su cuenca.

Todo ello parece indicar que la «Facies Roja de Toro» es de edad Mioceno Inferior, sin que sea posible, de momento, precisar más.

Estos conglomerados rojos, así como las areniscas situadas por encima de ellas corresponderían (CORROCHANO, 1977) a un medio de abanico aluvial, en las que las facies más próximas estarían formadas por los conglomerados cuarcíticos y las areniscas inferiores. Los conglomerados de grandes cantos englobados en una matriz arcillosa estarían originados por corrientes fangosas del tipo «debris flow». Las areniscas inferiores, con cantos blandos, marcas de paleocanales y estratificaciones cruzadas planares, parecen indicar depósitos de canales que temporalmente se encajan en el abanico. Por último, las areniscas rojas situadas encima de lo anterior representarían facies más distales de los abanicos aluviales.

2.2.2 «FACIES TIERRA DE CAMPOS» (T_{C11}^{Ba-c} a)

Entramos con esta formación en los tramos clásicos del Mioceno castellano.

Entre los 710 m. y los 760-770 m. discurre una llanura alomada con suave pendiente hacia el Duero que se desarrolla sobre una serie de arcillas, limos y areniscas de gran semejanza con las facies de Tierra de Campos, que alcanzan gran extensión más al N, por lo que las hemos denominado con el mismo término.

El escaso relieve y el gran desarrollo de los cultivos hace difícil la observación directa de los materiales de esta serie. Tan sólo algunas canteras de arcilla permiten el estudio de estos materiales dentro de la Hoja. Se trata de 60 a 70 m. visibles (según datos de sondeos, la potencia puede aumentar considerablemente) de arcillas y limos de tonos grises a pardorojizos, algo carbonatados, en los que se intercalan areniscas pardoamarillentas a pardorojizas de grano muy fino, a veces con laminación paralela. Ocasionalmente pueden observarse capas de margas grises, más frecuentes hacia los tramos superiores que enlazan con las «Cuestas», cuyos términos son paso gradual de las arcillas, que se van haciendo más claras a medida que ascendemos. Es de destacar la presencia, en Casasola de Arión, de areniscas con estratificación cruzada, algo compactadas por carbonatos, que corresponderían a depósitos de point bar dentro de las facies arcillosas, típicas de un medio de sedimentación meandriforme.

La formación de visu es muy monótona; ello es debido a la intensa edafización desarrollada sobre la campiña, en este caso la Tierra del Pan. Sin embargo, los sondeos efectuados con boca sobre ella permiten deducir una compleja indentación de facies arenosas intercaladas en grandes extensiones.

La edad de esta formación se puede dar como Vindoboniense. La datación del yacimiento de Benavente como Vallesiense nos parece excesivamente alta. No insistiremos sobre lo dicho en el apartado anterior, donde quedan ya suficientemente expuestas las relaciones de los «conglomerados rojos de Toro». A este respecto hemos de hacer notar que los tramos de «Las Campiñas» han tenido a escala general diversas denominaciones, desde la clásica de E. HERNANDEZ PACHECO y J. DANTIN CERECEDA (1915), ROYO GOMEZ (1922) y F. HERNANDEZ PACHECO (1930). Es conservada la de Tortoniense en las diversas Hojas 1:50.000 efectuadas en la Cuenca del Duero, p. e. en las primeras ediciones de las de Coreses (369) y Toro (370) y puestas ya como Vindoboniense en la extraordinaria monografía de MABESOONE (1961). En el informe de AERO-SERVICE (1967) y en la Memoria de distintas Hojas del mapa 1:200.000 (1971-73) se emplean distintas subdenominaciones como «facies», lo que es también seguido por GARCIA ABBAD y REY SALGADO (1973): «facies Rueda, Arévalo o Tierra de Campos». Estos autores las agrupan como «Formación Serie Roja» indicando que «los límites de situación de cada facies tienen sólo valor orientativo, e indican la posición media del cambio lateral».

En realidad esta situación, que estadísticamente podría ocasionar otros nombres locales de facies, se puede simplificar si tenemos en cuenta un modelo teórico de facies litológicas en el que el paso de una a otra se efectúa por extensas indentaciones, pudiendo quedar aislados localmente lentejones de una en otra. Según ello, en un corte determinado no se podrá hablar de una facies concreta sino más bien de tramos intercalados de varias.

Recientemente (G. SALVADOR, 1977) se ha demostrado, en la Hoja de Tordesillas (15-15) el paso lateral de esta facies a la denominada «areniscas de Garcihernández o de Cantalapiedra» (T_{c11}^{Bb-c}s). Esta se caracteriza por su carácter detrítico y por la presencia de abundantes granos frescos de feldespatos; se corrobora, con ello, algunos intentos de datación efectuados anteriormente.

La relación espacial entre estas dos litofacies afecta a esta Hoja tan sólo en un manchón triangular en Pedrosa del Rey, penetrando más ampliamente en la Hoja 15-15, donde alcanza un mayor desarrollo. En la de Toro muestra reducida potencia visible muy enmascarada por las labores agrícolas.

2.2.3 TRAMOS DE LAS CUESTAS (T_{c11-12}^{Bc-Bc2})

Paulatinamente las capas margosas se hacen más frecuentes y hacia los 760-770 m. alternan con las arcillas, constituyendo la base de «Las Cuestas». A medida que ascendemos las margas son más frecuentes y de colores más claros, llegando cerca de los 800 m. a ser predominantemente blancas. Entre ellas se intercalan capas delgadas (de 1 m.) de calizas blancas con granos de cuarzo duras y a veces con restos de fauna (Gasterópodos). También hay que destacar niveles muy continuos de margas grises oscuras muy fosilíferas.

Hacia los 800 m. existen unas superficies notablemente planas (canteras de la Furnia, El Mayo, las Canteras, Las Palmeras) cubiertas de restos de calizas rosáceas o grises claras, recristalizadas, idénticas a las que dan la superficie principal de los páramos 20 m. más arriba. Hay que hacer notar que estas calizas, que por su dureza han permitido la conservación de estas superficies, no afloran hoy «in situ», por lo que no se han reflejado en la cartografía, incluyéndose dentro de la serie de «Las Cuestas» junto con los 15 a 18 m. inferiores a la caliza de los páramos, en las que los niveles calizos de tipo mudstone y wackestone alternan con margas e incluso con limolitas.

Estos restos de calizas inferiores se hacen patentes en la Hoja inmediata septentrional; en ambas constituye una superficie o peldaño de origen litológico. En la Hoja de Toro, al haber quedado aislados varios cerros de esta superficie litológica y por haber sido demolida ya la cubierta calcárea cimera, las formas del relieve han adquirido —salvo en el Páramo de la Furnia— formas redondeadas, tanto más cuanto más antiguo ha sido su aislamiento. A ello puede deberse la forma alomada de la campiña en esta Hoja.

De todos modos parece que este tramo inferior calcáreo —dejando de lado las delgadas capas intercaladas— no es constante ni en situación ni en potencia, que aumenta hacia el N.

A escala general, los «tramos de Cuestas» pueden ser estadísticamente de tendencia más arcillosa, margosa, calcárea o evaporítica, lo que se traduce, como ocurre con la «serie roja» infrayacente, en la posibilidad de introducir nuevos términos toponímicos. Como ya hemos apuntado, en la Hoja 14-15 los tramos pueden considerarse arcillo-margosos con leves intercalaciones calcáreas. No se han encontrado yesos.

Edad

E. HERNANDEZ PACHECO y J. DANTIN CERECEDA (1915) definieron la edad de los tramos de las Cuestas como «Sarmatiense». Evidentemente este término ha de ser sustituido por otro continental.

La intercalación de niveles calcáreos debajo de la típica «caliza de los Páramos» permitió ya hace muchos años deducir que el paso de una a otra formación no era tan neto como en principio se supuso y que se trataba más bien de una transición de origen climático desde los tiempos vindobonienses a los pontienses s. l. A la misma conclusión paleoclimática se ha llegado en zonas más meridionales de la Cuenca del Duero donde, en Arévalo y Coca se ha determinado fauna correspondiente al Vallesiense Inferior, edad que atribuimos también a los «tramos de Las Cuestas» en la Hoja de Toro (*). Sin embargo, hemos de añadir que no hemos encontrado, ni conocemos, ningún criterio para la definición del muro local de esta unidad cronoestratigráfica.

En cuanto a su régimen de deposición (CORROCHANO, 1977) estas series margosas y calcáreas serían facies lacustres marginales en las que las intercalaciones calcáreas parecen indicar un medio de moderada a baja energía.

2.2.4 FACIES DE LOS PARAMOS (T_{c12-20}^{Bc1-B})

Tienen muy poca extensión en la Hoja 14-15. Afloran únicamente en Tiedra y en algunos cerros aislados, que alcanzan cotas superiores a los 815-818 m.

Se trata de 6 a 8 m. de calizas compactas, recristalizadas, con restos de fauna (Gasterópodos) y de tonos blancos, grises claros y sobre todo rosados, estratificadas en capas o bancos de 30 cm. a 1 m. separadas por

---

(*) En estos tramos se han encontrado restos de moluscos dulceacuícolas y fragmentos atribuibles a Charáceas y Ostrácodos. Hemos de decir sobre los primeros *(BYTHINIA gracilis, Anisusmatheroni, Planorbis, sp.)* que su identificación aun específica, no amplía conocimiento ni concreta más la edad. Los estudios sobre Charáceas y Ostrácodos no están aún lo suficientemente avanzados como para poder ser estratigráficamente útiles a nivel local. Las especies encontradas en esta Hoja son: Iliocypris gibba, Cyprideis sp. (formas lisas), Candona sp. (varias especies), Polamocypris sp., Cypria sp., Caspiollina sp., Cyprinotus sp. y Chara sp. Por lo que respecta a vertebrados, la única mención es la de «*Testudo*» *cf. bolivari* HERNANDEZ PACHECO, 1917, en Vezdemarbán. La atribución genérica de esta especie está actualmente sometida a revisión, pudiendo, quizás, incluirse dentro del género Ergilemys o bien, de Geochelone. Sólo el hallazgo de más perfecto material que el hasta ahora encontrado podría resolver la cuestión.

capas y niveles de margas o limos. Las calizas presentan, sobre todo los niveles superiores, porosidad fenestral, restos de fauna y recristalizaciones de calcita, así como algún contenido detrítico.

Edad

La formación «caliza de Páramos» fue ya definida por E. HERNANDEZ PACHECO y J. DANTIN CERECEDA (1915) para denominar la culminación de los páramos o alcarrias característicos de las cubetas terciarias del Duero, Tajo y Ebro, tan destacados en el relieve como mesas o superficies planas por su resistencia a la erosión.

Pese a su claridad estratigráfica, su edad no ha sido fijada con plena exactitud. En la Cuenca del Duero los clásicos yacimientos de Relea y Fuensaldaña no suministran, con su fauna, datos suficientes para precisar más su datación pontiense.

En la del Tajo, al N, los yacimientos de Matillas y Cedejas de la Torre indican el Mioceno Superior (= Pontiense en sentido amplio), pero en el S, en Puebla de Almoradiel y en el Campo de Calatrava, las calizas muestran una fauna probablemente del Plioceno Inferior. Tal impresión heterocrónica referente a calizas similares a la de los Páramos es ampliada por GARCIA DEL CURA (1975), en el borde E de la Cuenca del Duero.

No teniendo datos —aunque suponemos una situación media en la columna general del borde E de la Cuenca del Duero— para precisar más su edad, hemos de incluir a las «calizas de Páramos» de la Hoja de Toro dentro de un amplio espacio temporal que, además del Pontiense s. l., comprenda también parte del Plioceno.

Como las margas de las «Cuestas», las calizas de los Páramos representan facies lacustres marginales, depositadas en un medio de moderada a baja energía, por lo general cubierto por el agua, en el que las grietas de desecación y los ripples que aparecen ocasionalmente parecen indicar que temporalmente pudieron estar sometidos a condiciones subaéreas.

2.2.5 APENDICE

Las columnas estratigráficas que acompañan a esta Memoria y mapa representan la generalidad de los tramos miocenos hasta aquí mencionados. No obstante, se han omitido involuntariamente los más superiores. Para subsanarlo incluimos aquí un corte efectuado en la ermita al O de Tiedra, donde, de muro a techo, puede verse la siguiente sucesión de materiales:

> Altura inicial: 775 m. En el arroyo y sobre él la serie es muy arcillosa, pardo-grisácea. Aparece cubierta por materiales coluviales, también arcillosos, con restos de fauna sub-reciente *(Bos, Equus).* Abun-

dantes restos de cerámica muy rota, antigua, posiblemente celta (vaccea?). 15 m.

1) 3 m. visibles de arcillas arenosas grises o blanco-grisáceas, algo margosas.
1b) 3 m. más arenosos.
2) 1 m. de marga blanca compactada.
2b) Gradualmente pasa a ser menos compacta y blanco-rosácea.
3) 0,1 m. de margas grises oscuras. En el techo negras debido a su mayor abundancia de materia carbonosa.
3b) 0,1 m. de margas rosadas.
3c) 0,1 m. de margas en hiladas alternativamente rosadas o grises.
3d) 0,3 a 0,5 m. de margas rosadas.
4) 2 m. de margas arcillo-arenosas blancas, muy deleznables.
5) 0,1 m. de arcillas margosas tableadas blancas y compactas.
6) 2 m. de (4).
7) 3 m. de arcillas margosas gris verdosas.
7b) Gradualmente el color se tornó gris-rojizo (3 m.).
7c) 0,5 m. de arcillas calcáreas gris rojizas, compactadas.
7d) Nuevamente arcillas margosas gris-rojizas (1 m.).
7e) 2 m. de arcillas margosas gris verdosas.
8) 2 m. de caliza margosa blanca con grietas rojas de decalcificación compacta, formando resalte vertical. Presenta niveles con cantos.
8b) 1 m. de calizas, más compactas, formando saliente.
8c) 3 m. de calizas compactas. Entre ambas interbanco arcilloso.
9) 2 m. de arcillas margosas blancas deleznables.
10) 3 m. de calizas margosas, rojizas por decalcificación.
10b) 2 m. de calizas compactas.
En el techo el altímetro marca 825 m.

Destacan en este corte los episodios carbonosos 3 y 3c. Parecidos han sido registrados más al E (GARCIA ABBAD y REY SALGADO, 1973), pero en la transición de la «Serie Roja» a su «Serie Gris». En este caso, sin duda se encuentran intercalados en ésta.

Dichos autores enfasizan estos niveles oscuros dándoles valor de «capas guía» y los interpretan como pruebas de una interrupción en la sedimentación normal.

Si estos niveles oscuros son correlacionables con los de la Hoja de Toro —de lo que no estamos totalmente convencidos pero que podría ser cierto—, habría que reconsiderar el esquema propuesto por GARCIA ABBAD y REY SALGADO, y parte de los términos incluidos como «Serie gris» serían inclidos como parte de la «Serie roja».

Otra interpretación posible es que estos niveles representen efectivamente fases de no sedimentación general, sólo levemente positiva en peque-

ñas charcas someras, pero que no sean exclusivos de un espacio temporal determinado sino que se repitieron periódicamente.

2.3 CUATERNARIO

Aunque de cierta importancia, el Cuaternario de la Hoja 14-15 no llega a alcanzar la que se da en Hojas más centrales de la Cuenca del Duero.

2.3.1 ANTECEDENTES

El Cuaternario de la Cuenca del Duero ha sido objeto de varios estudios, la mayoría de ellos de carácter local, aunque en algunos se pretende generalizar a escala mayor. En su mayor parte se refieren casi exclusivamente a terrazas fluviales sin mencionar, salvo excepciones, ningún tipo de glacis.

Como punto de partida hay que tomar los trabajos de E. HERNANDEZ PACHECO y J. DATIN CERECEDA (1915), E. HERNANDEZ PACHECO (1928, 1932), F. HERNANDEZ PACHECO (1928, 1930) y ROYO GOMEZ (1926). Sus esquemas para el Cuaternario son los clásicos de las 4 terrazas fluviales. P. y A. HERNANDEZ SAMPELAYO (1951), no especifican datos concretos sobre el Cuaternario de la Hoja de Toro, limitándose a mencionar someramente tres niveles, de los que el mediano, en Toro, se encuentra totalmente barrido por la erosión.

NOSSIN (1959), estudiando las terrazas del Pisuerga, cita siete niveles situados a 120-150 m. (Villafranquiense Superior), 80-100 m., 50-55 m., menos de 40 m. (Riss), 20-30 m. (Riss), 5-10 m. (Wurm) y 5 m. sobre el cauce actual. También considera superficies de planificación villafranquienses no cubiertas ni por pedimentos ni rañas.

MABESOONE (1959, 1961) supone en el Pisuerga tres terrazas pluviales a 100-120 m., 70-80 m. y 50-55 m., y dos terrazas glaciares (Riss y Wurm) a 20-30 y 5-15 m.

RAYNAL y NONN (1968) deducen al E de Palencia una penillanura del Villafranquiense Superior con cobertera detrítica.

LEGUEY y RODRIGUEZ MARTINEZ (1969) ven múltiples terrazas en los ríos Carrión, Pisuerga y Arlanzón, que analizan mineralógicamente.

PLANS (1970) sitúa la formación de un glacis en el Cuaternario Antiguo.

GARCIA ABBAD y REY SALGADO (1973) establecen en el Pisuerga y Duero seis terrazas fluviales, una formación coluvionar de ladera y depósitos eólicos. Las terrazas las sitúan a 770-800 m., 750-780 m., 700-715 m., 675-700 m. y 3 a 7 m. sobre el cauce actual.

ESPEJO, TORRENT y ROQUERO (1973) ven múltiples terrazas al S de la provincia de León. Personalmente opinamos que muchas de ellas son simplemente lechos miocenos de conglomerados.

ZAZO y GOY (1975) efectúan un importante trabajo sobre el Cuaternario

de la Hoja 274 (Torquemada) estableciendo en conjunto para los ríos Carrión, Pisuerga, Arlanzón y Villalobón nueve niveles de terraza, con o sin depósito y varios sistemas de glacis, cubiertos, terraza o desnudos.

Resulta difícil separar el Cuaternario de esta Hoja de las inmediatas, especialmente del de las situadas al S y al E. Concretamente, con las terrazas del Pisuerga, las del Bajoz guardan gran similitud en todos los aspectos.

Creemos conveniente enumerar los fenómenos cuaternarios que hemos deducido en esta Hoja anteponiendo los fenómenos deposicionales a los erosivos.

En tal sentido hemos de distinguir:

2.3.2 PRIMERA TERRAZA (Q_1T_1)

La terraza más alta se encuentra situada a alturas comprendidas entre 730 y 720 m., presentándose concretamente en Toro en varios manchones aislados (en el cementerio, basurero, etc.) y en la margen derecha del arroyo Adalia. Se trata de un conglomerado de matriz gredosa roja o pardo-rojiza, con cantos cuarcíticos rodados, con una potencia de unos 5 m. Presenta carbonatos en impregnaciones, relleno de grietas, etc.

Su borde de terraza suele presentarse muy desmantelado, lo que hace difícil su diferenciación con la «facies roja de Toro». También su techo está en las mismas condiciones, dando una superficie de cantos cuarcíticos sueltos característica.

2.3.3 SEGUNDA TERRAZA (Q_1T_2)

A alturas situadas entre 705 y 715 m. y cubriendo un amplio escalón encontramos un conglomerado de matriz gredosa pardo-rojiza o roja, similar a la anterior con cantos cuarcíticos rodados, con una potencia de hasta 8 m. en algún punto. Ello en el borde del escarpe de los ríos Duero y Bajoz; la superficie superior, muy extensa, ha sufrido una intensa lixiviación y aparece actualmente como gravera de cantos sueltos con matriz arenosa, quizá posterior.

Desde el punto de vista litológico esta terraza muestra gran similitud con la IV del Pisuerga (GARCIA ABBAD y REY SALGADO, 1973), donde toma como altura mínima 715 m., pero aquí el desmantelamiento es mucho más notable y la superficie que cubre no aparece entre cotas tan dispares.

En la Hoja de Toro esta terraza se presenta a ambos lados de los ríos Bajoz y Hornija próximos a su confluencia con el Duero, del que no se alejan más de 6 km.

En la inmediata Hoja 14-16, esta terraza muestra un gran desarrollo

(hasta 15 m.) en el meandro de Castronuño, donde está afectada por fenómenos eólicos posteriores.

2.3.4 TERCERA TERRAZA (Q_1T_3)

Varios afloramientos de otra terraza más baja que las anteriores se sitúan en Montelarreina, todos de muy pequeña extensión. Se encuentran en Tuda Vieja, a 700 m., y los cantos silíceos se encuentran englobados por una matriz arcillosa parda, poco carbonatada. Es de suponer que estos retazos tan minúsculos son testigos de un sistema mucho más importante, pero el fuerte desmantelamiento y la intensa cubierta coluvionar lo han borrado casi totalmente. Aparecen otros restos en la Cuesta de Matilla y en el Palacio de Montelarreina.

2.3.5 ARENAS EOLICAS (Q_{1-2}S-D)

Hemos considerado de origen eólico dos zonas de arenas en la Hoja 14-15.

Dos manchones muy pequeños se han localizado entre las carreteras de Zamora a Tordesillas y de Toro a Tiedra, 2 km. al N de Toro.

Otro manchón de gran extensión está situado en Montelarreina, a alturas comprendidas entre 650 y 720 m., y forman una sobrecubierta del paisaje.

Las dunas son patentes, aunque en pequeño grado, en el manchón de Montelarreina, donde son de escaso tamaño y han sido fijadas por repoblación natural de arbustos.

En todos los casos estas arenas han sufrido y sufren un intensísimo desmantelamiento coluvionar, que enmascara fuertemente su carácter eólico.

Son arenas sueltas, constituidas por cuarzo y feldespatos. Su área madre lógicamente ha de ser el de las «areniscas de Cantalapiedra o de Garcihernández» (ver la Hoja de Fuentesauco, 14-17), (JIMENEZ y GARCIA MARCOS I. I.) Esta procedencia meridional es también deducida más al E (GARCIA ABBAD y REY SALGADO, 1973).

Correlación relativa

La presencia de estas arenas a 755 m. en Cubillas, o a 710 m. en los manchones de Toro, podría hacer suponer una edad más antigua que las terrazas cuaternarias antes mencionadas. Sin embargo, en Montelarreina se encuentran por debajo de los 680 m. —normal si consideramos que este tipo de depósitos es transportado por un medio aéreo— por lo que es más reciente que aquéllas. Ello por lo que se refiere a esta Hoja.

En zonas más al E (GARCIA ABBAD y REY SALGADO, 1973) se deduce

también una edad comprendida entre las de las terrazas IV y II del Pisuerga.

En las zonas típicas de las arenas voladoras —Tierras de Pinares, provincias de Segovia y Valladolid— éstas han sido estudiadas bajo diferentes aspectos pero su edad, o mejor su período climático originario, no ha sido aún fijado (para mayor información véase ALCALA DEL OLMO, 1972, 1975).

2.3.6 TERRAZAS INDIFERENCIADAS (QT_1)

Este apartado hace referencia a un leve apuntamiento de una terraza que, siendo más extensa en la vecina Hoja septentrional, penetra ligeramente en la de Toro, al NO de Vezdemarbán.

Mayor importancia alcanzan los depósitos asignados al cauce del río Bajoz, en dos niveles de desarrollo similar a los clásicos del Pisuerga; se sitúan a alturas de 700-720 m. y a 680 m.

El más septentrional está inmediatamente al NE de Casasola de Arión, orilla derecha del Bajoz, a 720 m. de altura, con una potencia de 2 m. y aparece muy claramente en la carretera que une esta población con Villarbarba. Otros dos afloramientos se sitúan en ambas orillas a 0,5 km. al SO de Casasola. Su muro aquí se sitúa a 710 m. y su potencia es de 2 m. visibles. Otro se encuentra bajo el puente de la carretera Zamora-Tordesillas, unos 10 m. más bajo que los anteriores.

Muestra esta terraza del Bajoz características comunes en todos sus afloramientos. Están constituidas por cantos rodados de cuarzo y caliza y englobados por cemento o matriz margosa o margo-arcillosa de tonos pardos. Son las únicas en la Hoja que presentan escalón.

Por debajo de esta terraza, a 680 m. de altura existe, un nivel inferior de características algo diferentes. Los cantos son fundamentalmente silíceos y la matriz gredosa roja, compactada por no muy alta proporción de carbonatos. Sólo se ha encontrado un afloramiento de esta terraza inferior del Bajoz en esta Hoja, el más meridional de los cartografiados en ella conjuntamente con los del nivel superior. En la inmediata Hoja 14-16 ambos niveles se localizan superpuestos en un punto, caso que no se da en la 14-15.

2.3.7 TERRAZAS BAJAS DEL DUERO (Q_{1-2}S-Al)

Si se compara con la Hoja inmediatamente meridional (14-16) donde las terrazas bajas están extraordinariamente representadas en el gran meandro de Castronuño, en la Hoja 14-15 apenas hay sedimentos de este tipo. Ello es debido al carácter más erosivo que tiene el Duero a su paso por dicha Hoja.

Se trata de materiales detríticos heterométricos; sueltos, por lo general de tonalidades muy claras. En algunos puntos se explotan las graveras para la construcción.

En el gran meandro de Castronuño, la sedimentación fluvial se depositó masivamente en un amplio cauce encajado. El curso divagante del Duero ha excavado en sus propios sedimentos varios aterrazamientos. Algunos de ellos, presentes en la Hoja 14-15, han sido representados en el mapa.

2.3.8 CUATERNARIO RECIENTE (Q_2Al, Q_2Co, Q_2cd)

Bordeando las márgenes de los actuales cursos de agua se encuentran materiales aluviales, cuya naturaleza depende de los terrenos que atraviesan.

Así, los arroyos que marchan sobre la «facies roja de Toro» son gredoso-arenosos, con cantos, y arcillosos o margosos los que discurren sobre las arcillas de «Las Campiñas». Estos últimos tienen escasa representación, cosa lógica si pensamos su fácil lixiviación y transporte.

Los coluviones son muy frecuentes en la Hoja, especialmente en las laderas de los ríos Duero, Bajoz y Hornija y en el arroyo de Adalia. Las «Cuestas» se encuentran muy cubiertas en su base, pero por considerarlo natural no ha sido cartografiado, pues de hacerlo cubriría detalles más representativos.

Lo mismo puede decirse del recubrimiento generalizado que tapiza la Tierra del Pan, con marcado carácter de formación muy superficial con funcionamiento eminentemente actual por procesos de arroyada en materiales arcillosos. Son raros los cantos de caliza.

En las zonas escarpadas se han podido observar conos de deyección, en algún caso de gran extensión. En varios puntos representados en la cartografía como coluviones, podrían también haberlo sido como eboulís: resulta en esta Hoja difícil establecer la diferenciación entre ambos tipos de formas.

2.3.9 CUATERNARIO NO DEPOSICIONAL

En esta Hoja, junto a los sedimentos cuaternarios hay que destacar el carácter no deposicional de algunas superficies contemporáneas a ellas. Se consideran también las superficies superiores de origen marcadamente litológico.

2.3.9.1 **Superficie de los Páramos**

Los Páramos castellanos constituyen grandes superficies por diferenciación litológica, de considerable extensión.

Por lo que se refiere a la Hoja 14-15, se encuentra situada en el límite SO de una gran superficie de este tipo, que penetra en ella por Tiedra; cerros y páramos aislados salpican la mitad septentrional de la Hoja. En éstos la superficie ha sido erosionada en mayor o menor grado.

La altura a que se encuentra oscila en esta Hoja entre 820 y 825 m.

2.3.9.2 **Nivel de diferenciación litológica de 800 m.**

Está formado por la presencia de una compacta capa calcárea hoy casi desaparecida, salvo por los cantos calizos que lo atestiguan. Se encuentra representada en el Páramo de La Furnia, El Mayo, Las Canteras y otras más desmanteladas en Vezdemarbán, Las Palomeras, Fuentesecas y otros.

Evidentemente no puede fijarse una edad para esta superficie, que puede ser heterocrónica.

2.3.9.3 **Superficie de 720 m.**

Se trata de una plataforma con débil cubierta en cantos sueltos cuarcíticos y calcáreos que se extiende desde la base de las Cuestas de la Furnia hacia el S y sobre la llanura de Toro, donde los cantos de caliza son muy raros.

Se encuentra enrasando tanto la «Facies roja de Toro» como las «arcillas de Tierra de Campos». Se trata, por tanto, de una superficie morfológica.

2.3.9.4 **Superficie de 700-710 m.**

Separada de la anterior por un escalón, es de sus mismas características, añadiendo que enlaza por el S con la segunda terraza (Q_1T_2).

En algunos puntos se encuentra levemente cubierta por arenas y limos con posible influencia eólica.

3 TECTONICA

La situación de la Hoja 14-15 en el borde oriental de la Cuenca del Duero implica que en ella se han debido producir los mismos procesos renovadores del relieve que en las limítrofes. Sin embargo, la horizontalidad de las capas superiores del Mioceno, la uniformidad de los tramos de Las Campiñas y la poca representatividad de los estratos paleógenos no permiten hacer deducciones en este sentido.

Resulta indudable que el Paleógeno está afectado tectónicamente. En la vecina Hoja de Coreses, a escala general, puede verse cómo las suce-

sivas formaciones prelutecienses y lutecienses se van hundiendo bajo las más modernas situadas hacia el E. En la Hoja 14-16 hemos constatado (JIMENEZ, 1970) la presencia de una discontinuidad estratigráfica, que bien podría ser definida como discordancia.

El hiato entre los materiales paleógenos —Luteciense Medio a Bartoniense— y los del Mioceno Inferior («Facies Roja de Toro») comprende una importante fase de rejuvenecimiento tectónico: la Sávica. Ya ROYO GOMEZ (1926) y CIRY (1939) dedujeron esta removilización al N de la cuenca. Antes del Luteciense otras fases fueron las responsables de la formación de cuencas, con una paleogeografía cambiante. Pero no es éste el marco de tales deformaciones periféricas.

Dos hechos permiten deducir que algunas formaciones no son horizontales:

1. En Fresno de la Ribera, en la inmediata Hoja 13-15 (Coreses), sobre la vía del ferrocarril pueden verse materiales paleógenos atribuibles al Eoceno Inferior-Luteciense Inferior (nivel de Peces, JIMENEZ, 1977). A la misma altura (640 m.) en Toro están los limos arenosos típicos de la formación Luteciense Medio a Superior de Geroma. Ello implica una inclinación —no sabemos de qué orden por no conocer el muro en Toro— hacia el E; por otra parte, la diferencia de alturas del «nivel de Peces» entre Villalazán (Las Contiendas) y Fresno de la Ribera es del orden de unos 50 m. en 10 km. hacia el N. No podemos asegurar si estos desequilibrios son provocados por basculamientos generales o por adaptaciones monoclinales a reajustes del zócalo, dada la total ausencia de afloramientos paleógenos representativos entre los tres puntos.

Por otra parte está el marcadamente brusco paso lateral de los «limos arenosos de Geroma» a las «areniscas de Toro», que se efectúa sin transición en el arroyo de Adalia. Se trata realmente de un cambio lateral de facies? Evidentemente lo hay entre una y otra formación, pero podría ser que el equivalente de las «areniscas de Toro» en la ladera derecha del Adalia estuviese por encima de los 690 m., y hubiese sido erosionado anteriormente a la deposición de la «Facies roja de Toro» miocena que hoy se sitúan, en paraconformidad, por encima de esa altura.

2. La «Facies roja de Toro» es equivalente a los «conglomerados de Castillejo» en la Hoja 14-17 (Fuentesauco) (JIMENEZ y GARCIA MARCOS, i. l.). El muro de ambas se encuentra a 690 m. en la Hoja de Toro y a 855 m. en la de Fuentesauco. En el cerro Geroma (Hoja de Coreses, 13-15) está a 755 m.

Parece evidente, a la vista de estos datos, que el muro miocénico está inclinado al E y al N, en el mismo sentido en que buza el Paleógeno. Ello sugiere, una vez más, la presencia de una discordancia; Sávica.

Finalmente se presenta otra duda referente a las «arcillas de Tierra de

Campos». Datos de muchos sondeos testifican una potencia de materiales no compactados del orden de los 200 m., de los que los 45 inferiores corresponderían, quizá, a las «areniscas de Toro». Ello implica que el muro del Mioceno desciende bruscamente hacia el N. Si está afectado por fracturas del zócalo, la uniformidad de la formación, su fácil erosión y el hecho de estar sobre un llano muy edafizado impiden la observación de cualquier estructura que lo pueda corroborar.

A partir de los «tramos de Las Cuestas» las series están aparentemente horizontales; sin embargo, en repetidas ocasiones se ha mencionado que la marcada alineación de cursos de agua puede ser debida a una ligera acción tectónica repetida hasta tiempos muy recientes.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Los episodios que sucesivamente han dado lugar estratigráfica y morfológicametne al paisaje de la Hoja de Toro forman parte de un conjunto más amplio que abarca la mitad occidental de la Cuenca del Duero.

La Cuenca del Duero se formó como tal a finales del Cretácico como respuesta a la removilización alpina de las fracturas tardihercínicas; aunque hoy bien definida por unos contornos geográficos circundantes, no debió serlo así en su origen, en el que existirían subcuencas individualizadas e independientes entre sí. Como ejemplo se puede citar la fosa de Ciudad Rodrigo.

La historia de estas subcuencas es compleja. Diversas vicisitudes motivaron que las series estratigráficas locales puedan en conjunto ser muy distintas. Se conocen varias removilizaciones del relieve que motivaron la reunión, separación o ampliación de las subcuencas. Estas removilizaciones vienen a coincidir aproximadamente con grandes cambios climáticos, o dicho de otro modo con nula deposición previa que una vez continuada lo hace en un clima que ha variado sensiblemente. Así se pueden distinguir tres grandes ciclos que vienen a coincidir con los tiempos prelutecienses, del resto del Paleógeno y del Neógeno. Hemos separado el Cuaternario, que es capítulo aparte.

El Preluteciense (*), cuya iniciación puede rebasar los límites del Ter-

(*) En 1970, JIMENEZ crea el término pre-Luteciense para definir los materiales más antiguos que los fosilíferos de Corrales (Zamora) datados en el tramo superior del Luteciense Medio y situados al O. Posteriormente (JIMENEZ, 1977) se ha podido comprobar otro nivel fosilífero —el nivel de peces— datado Eoceno Inferior a Luteciense Inferior, completamente diferente de las series prelutecienses. Aunque se podría denominar Paleoceno, preferimos conservar su primitivo nombre.

ciario, tuvo un clima hiperhúmedo y muy cálido con formación de costras ferrolíticas y de sedimentos con marcado contenido en sílice y óxidos de hierro. Aflora actualmente por el borde O y SO con algunos restos, colgados entre fracturas, en el S de la Cuenca.

Paleógeno

Los estratos paleógenos —dejando aparte de esta definición a los tiempos prelutecienses— desde el Luteciense al Oligoceno muestran una clara evolución paleoclimática (JIMENEZ, 1974). Sus litofacies y biofacies son típicas de un clima intertropical, cálido y húmedo, muy similar al que se da actualmente en las cuencas de los grandes ríos centroafricanos y sudamericanos, marcándose una tendencia progresiva a la repetición de episodios áridos. Estos son frecuentes, aunque cortos, en el Oligoceno. Estratigráficamente se dio una repetición de ciclos sedimentarios segados por superficies erosivas depositadas en un ámbito de abanicos aluviales anastomosados y cortados por paleocanales.

Mioceno Inferior y Medio

Tras un largo paréntesis no sedimentario, que incluye probablemente gran parte del Oligoceno, durante el cual la removilización sávica modela un nuevo relieve y la unificación de todas las subcuencas en una general, comienza el ciclo sedimentario que tiene su apogeo en el Mioceno Inferior. Constituye en esta época una notable masa de conglomerados poligénicos depositados en un régimen de sheet flood muy extendido por todo el centro de la Península Ibérica. En la Hoja de Toro cubren al Paleógeno en paraconformidad aparente, formando un paleorrelieve.

El clima para esta época se deduce aún tropical, cálido y relativamente húmedo.

En el Vindoboniense el esquema sedimentario corresponde al de una cuenca endorreica bajo clima árido, con facies marginal detrítica; intermedia arcillosa-arenosa y central margo evaporítica. Los cambios laterales de una a otra facies son extraordinariamente indentados. No aparecen en la Hoja de Toro las facies evaporíticas centrales, ni las marginales, presentes hacia Valladolid y Tordesillas, respectivamente.

Mioceno Superior-Plioceno

El esquema sedimentario para esta época es esencialmente el mismo con algunas diferencias: facies marginales detríticas, intermedias detrítico-margosas y centrales calcáreas. El clima, que hasta aquí denotaba una marcada tendencia a la progresiva aridez, muestra ahora un retroceso en

esta tónica general. Efectivamente, durante el Vallesiense Inferior denota, al S del Duero; características de un ambiente hídrico de gran energía.

La culminación de esta época está marcada por las calizas de Páramos; se supone la existencia de praderas pantanosas en clima cálido tipo mediterráneo, relativamente húmedo, en una red lacustre variable (hay que descartar la idea de un único lago para toda la cuenca, ya propuesta en el siglo anterior).

Dejando aparte la cuestión de si la caliza de los Páramos rebasa o no los límites del Plioceno, el resto de este período es de clara tendencia erosiva en buena parte de la Cuenca del Duero dando lugar a una superficie litológica de erosión. Sólo en los bordes orientales ha sido detectada la sedimentación de materiales más modernos.

Cuaternario

Limitándonos a la Hoja de Toro diremos que no aparecen en ella las formaciones Plio-pleistocénicas que se ha venido en llamar rañas ni ningún otro tipo de sedimentos que puedan ser considerados pertenecientes al Cuaternario más antiguo. En la Hoja, no se conservan las superficies que se presentan en Hojas próximas al S y al E. A finales del Pleistoceno Inferior o comienzos del Medio comienzan en el área de la Hoja los fenómenos sedimentarios típicos de otras, con la deposición de terrazas y formación de superficies morfológicas. El clima deducido es alternativamente árido frío y templado húmedo.

Sucede a continuación un período de clima dudoso, durante el cual se movilizaron importantes masas de arenas eólicas.

Una suavización del clima coincide con la estabilización de la red fluvial, en la que el avance principal, divagante, presenta múltiples aterrazamientos.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

Las únicas explotaciones efectuadas en la Hoja de Toro son las de cantería y las de mantos acuíferos.

5.1 CANTERAS

Las explotaciones de este tipo son relativamente abundantes, aunque el rendimiento no haya sido nunca excesivo. Por lo general, la producción sólo ha cubierto las necesidades locales.

Podemos distinguir tres tipos de explotaciones: de las calizas, de las margas y arcillas y de las graveras.

Las canteras de caliza se sitúan en los términos de Casasola, Villalonso, Pedrosa y Benafarces. Podría ser también explotada en Tiedra. La calidad de las calizas depende principalmente de la porosidad. En este sentido parece ser que la que culmina en la Hoja de Toro las formaciones miocenas a niveles de 820-825 m. es la peor. Las de mejor calidad son las que se dan en bancos intermedios, hacia los 780 m., pero tienen el inconveniente de su poca potencia y su irregular extensión al tratarse de lentejones. Dentro del ramo, la demanda de estas calizas para piedra de sillería está actualmente en crisis; la explotación se beneficia preferentemente de la producción de cal para la construcción, pero tiene el inconveniente del uso de maquinarias adecuadas en el caso de una excesiva compacidad, lo que suele producir el efecto de que unas canteras y otras sean incompatibles. Ello hace que el trabajo en ellas generalmente dependa de necesidades eventuales.

No conocemos explotaciones de margas. Probablemente sea debido a la presencia de detríticos, que bajan extraordinariamente la calidad. Posiblemente una prospección detallada permitiese algún aprovechamiento.

Las arcillas son empleadas para la fabricación de adobes y alfarería ordinaria en diversos puntos: Villardondiego, Fuentesecas, Abezanes, Vezdemarbán, Villalonso; Benafarces, Casasola y Villavendimio. Todas explotan niveles de los tramos de Las Campiñas. Su contenido en detríticos impide su aprovechamiento en industrias de gran envergadura.

En Toro se trabajó hasta hace pocos años un nivel de arcillas situado en los tramos lutecienses. Se trataba de un lentejón, hoy agotado por paso lateral a facies más arenosas.

Finalmente están las canteras de gravas. Que se sepa sólo son explotados en la actualidad los aluviones del Duero, tanto antiguos como actuales. La mayor de ellas se encuentra inmediatamente aguas arriba de Toro.

5.2 **Aguas subterráneas**

El problema de las aguas para abastecimiento y abrevaderos ha sido grande en casi toda la zona. Ya P. y A. HERNANDEZ SAMPELAYO (1951) en la antigua Memoria de esta misma Hoja de Toro hacen suya la cuestión tratando de darla solución, habida cuenta de que en algunos puntos el problema sanitario, provocado por la contaminación de las aguas en pozos, era endémico.

Desde entonces el problema de abastecimiento para núcleos de población se ha simplificado enormemente, en gran parte debido a los procesos de mecanización del campo y a los avances en las técnicas del sondaje. Hoy son relativamente abundantes los sondeos que aprovechan más eficazmente las aguas profundas.

Intentaremos resumir la hidrogeología de la Hoja, considerando dos

tipos de aprovechamientos posibles: por sondeos o por explotación de los mantos superficiales. Para los primeros consideraremos tres paquetes de estratos superpuestos.

El más alto está constituido por las «calizas de Los Páramos» y los «tramos de Las Cuestas». En éstos no son raras las fuentes, sosas por lo general, que se sitúan en las litoclasas o contactos entre materiales permeables o impermeables al ser cortadas por la topografía. Ello permite deducir que en las zonas asentadas en «Las Cuestas» (Tiedra principalmente) el aprovechamiento por pozos es el más indicado, aunque los caudales que se obtienen no permiten, desde luego, la transformación de los terrenos de secano en regadío.

El mediano es el constituido por las «arcillas de Las Campiñas» y los «conglomerados rojos de Toro». Los sondeos que se asientan sobre las primeras atraviesan alternativamente arcillas y areniscas que constituyen la amplia identación de facies de que hablábamos en el capítulo de estratigrafía. En los «conglomerados rojos de Toro», por el contrario, los lentejones arcillosos no son frecuentes, pero la matriz gredosa del material detrítico no es muy permeable. Las litoclasas también producen fuentes en estas formaciones.

El paquete de estratos más bajo es el paleógeno. Está constituido por limos arenosos y areniscas. Su permeabilidad y, por tanto, su explotabilidad es muy variable y depende de muchos factores que hacen difícil la ubicación de caudales rentables. No obstante, muchos sondeos han producido aprovechamientos satisfactorios, aunque sin llegar a ser suficientes para el regadío de grandes extensiones. Por lo general, cinco a siete hectáreas de regadío por sondeo es lo normal, pero puede ser menor en muchos casos; en otros, los sondeos han resultado negativos por diversas causas.

Mantos superficiales

Distinguiremos los de la llanura alta y los de la Vega del Duero. Entre los primeros los únicos explotables mediante pozos son los situados en las vegas de los afluentes o sobre los mantos aluviales o coluviales para aprovechar su contacto con los materiales terciarios.

La Vega del Duero presenta muy buenas condiciones para su aprovechamiento, dada la permeabilidad de los aluviones.

Igual puede decirse de las terrazas cuaternarias y arenas eólicas, cuando son extensas y su potencia no excesivamente pequeña. No obstante, la recarga en estos casos no es muy grande por lo que su explotabilidad es problemática.

Fuentes

Como hemos dicho ya, las fuentes en esta Hoja son todas de ladera,

producidas por el afloramiento de las litoclasas. No pretendemos hacer aquí una exposición de todas ellas, hecha magistralmente en la anterior Memoria de la Hoja de Toro (P. y A. HERNANDEZ SAMPELAYO, 1951).

Conclusiones

El aprovechamiento hidrogeológico de la Hoja de Toro para permitir la transformación de determinadas áreas de secano en regadío ha de planificarse con mucha cautela, habida cuenta que los caudales que se obtienen no son excesivamente rentables si tenemos en cuenta la profundidad de los sondeos. Evidentemente sólo resuelven problemas locales. Para abastecimiento de poblaciones (a excepción de Toro) no parece tener grandes complicaciones.

6 BIBLIOGRAFIA

AERO-SERVICE Lted (1967).—«Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. E. 1/250.000». *Inst. Nac. Colonización & IGME,* Madrid.

AGUIRRE, E. (1975).—«División estratigráfica del Neógeno Continental». *Est. Geol.,* 31, pp. 587-595, Madrid.

AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, M., y PEREZ GONZALEZ, A. (1976).—«Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central estpañola». *Trab. Neógeno-Cuaternario,* 5; pp. 7-29, Madrid.

AGUIRRE, E.; MOLINA, E.; PEREZ GONZALEZ, A., y ZAZO, C. (1972).—«The Pliocene-Pleistocene boundary in Spain». Int. coll. on the problem «the boundary between Neogene and Quaternary». *INQUA-IUGS,* pp. 117-123, Moscú.

ALBERDI, M. T., y AGUIRRE, E. (1970).—«Adiciones a los Mastodontes del Terciario español». *Estud. Geol.,* 26; pp. 401-415, Madrid.

ALCALA DEL OLMO, L. (1972).—«Estudio sedimentológico de los arenales de Cuéllar (Segovia)». *Est. Geol.,* 28; pp. 345-358, Madrid.

— (1975).—«Estudio edáfico-sedimentológico de los arenales de la Cuenca del Duero». Tesis Doctoral. Univ. Complutense Madrid.

ARRIBAS, A., y JIMENEZ, E. (1967).—«Geología de Zamora. In «Mapas provinciales de suelos, Zamora"». *Mapa Agron. Nac. Minist. Agricultura,* pp. 8-29, 1 mapa, Madrid.

— (1971).—«Mapa Geológico de España 1/200.000. Síntesis de la Cartografía existente. Hoja 29 (Valladolid)». *IGME,* Madrid.

BERGOUNIOUX, F. M., & CROUZEL, F. (1958).—«Les mastodontes de l'Espagne». *Est. Geol.,* 14, pp. 223-365, Madrid.

CIRY, R. (1939).—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos,

Palencia, León y Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse,* 74, pp. 1-519, Toulouse.

CORROCHANO, A. (1977).—«Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en la provincia de Zamora». Tesis Doctoral Univ. Salamanca, 336 pp., 22 láms. (inédito).

CORTAZAR, D. (1877).—«Descripción de Valladolid». *Mem. Com. Mapa Geol. España, IGME,* Madrid.

CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E., y GARCIA, J. (1968).—«Un nuevo yacimiento de mamíferos del Mioceno de la Meseta española». *Acta Geol. Hisp.,* 3, pp. 22-24, Barcelona.

CRUSAFONT, M.; REGUANT, S. & GOLPE, J. M. (1975).—«Síntesis biocrono estratigráfica del Terciario Continental español». *Est. Geol.,* 31; pp. 581-586, Madrid.

CRUSAFONT, M., y TRUYOLS, J. (1957).—«Algunas precisiones sobre la edad y extensión del Paleógeno de las provincias de Salamanca y Zamora». *Cursillos y Conferencias Inst. «Lucas Mallada»,* 4, pp. 83-85, Madrid.

— (1960).—«El Mioceno de las Cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica». *Not. y Com. IGME,* 60, pp. 127-140, Madrid.

CRUSAFONT, M., y VILLALTA, J. F. (1954).—«Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta castellana». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.,* tomo homenaje a D. E. HERNANDEZ PACHECO, pp. 215-227, Madrid.

ESPEJO, R.; TORRENT, J., y ROQUERO DE LABURU, C. (1973).—«Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.),* 71, pp. 231-236, Madrid.

GARCIA ABBAD, F. J., y REY SALGADO, J. (1973).—«Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid». *Bol. Geol. Min.,* 84, pp. 213-227, 2 mapas, Madrid.

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)». *Est. Geol.,* 30, pp. 579-597, Madrid.

HERNANDEZ PACHECO, E. (1928).—«Los cinco ríos principales de España y esus terrazas». *Trab. Mus. Nac. Hist. Nat.,* ser. Geol., 36, pp. 1-150, Madrid.

— (1932).—«Síntesis fisiográfica y geológica de España». *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.,* serv. Geol., 38, pp. 1-584, Madrid.

HERNANDEZ PACHECO, E., y DANTIN CERECEDA, J. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehis.,* 5, pp. 1-295, Madrid.

HERNANDEZ PACHECO, F. (1923).—«Las arenas voladoras de la provincia de Segovia». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.,* 23, pp. 211-216, Madrid.

— (1928).—«Las terrazas cuaternarias del río Pisuerga entre Dueñas y Va-

lladolid». *Bol. R. Acad. Cienc. Ex. Fis. y Nat.*, 24, pp. 248-267, Madrid.
— (1930).—«Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid». *Mem. Com. Inv. Bal. y Prehist.*, 37, pp. 1-206, Madrid.
— (1932).—«Las terrazas cuaternarias del Duero en su tramo medio». *Bol. Real Soc. Española Hist. Nat.*, 33, pp. 479-487, Madrid.
HERNANDEZ PACHECO, F., y CRUSAFONT, M. (1960).—«Primera caracterización paleontológica del Terciario de Extremadura». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.* (Geol), 58, pp. 275-282, lámin. 5, Madrid.
HERNANDEZ SAMPELAYO, P., y HERNANDEZ SAMPELAYO, A. (1951).—«Mapa geológico de España 1/50.000. Hoja y Memoria 370 (Toro)». *IGME*, Madrid.
JIMENEZ FUENTES, E. (1970).—«Estratigrafía y paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero». Tesis Doctoral Univ. Salamanca, 325 pp (Resumen publicado en «Tesis Ciencias», 1969-1970), pp. 41-52, Salamanca.
— (1971).—«Nuevos yacimientos de quelonios fósiles en Coca (Segovia) y su significado estratigráfico». *Stud. Geol.*, 2, pp. 57-82, Salamanca.
— (1974).—«Iniciación al estudio de la climatología del Paleoceno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica». *Bo. Geol. Min.*, 85, pp. 518-524, Madrid.
— (1977).—«Sinopsis sobre los yacimientos paleógenos de la provincia de Zamora». *Bol. Geol. Min.*, 88, Madrid.
LEGUEY, S., y RODRIGUEZ, J. (1969).—«Estudio mineralógico de los ríos de la Cuenca del Pisuerga». *An. Edaf. y Agrobiol.*, 28, pp. 445-541, Madrid.
— (1970).—«Estudio de las terrazas y sedimentos de los ríos de la Cuenca del Esla». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.* (Geol.), 68, pp. 41-56, Madrid.
MABESOONE, J. M (1961)—«La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia)» *Est. Geol.*, 17, pp. 101-130, Madrid.
MARTIN ESCORZA, C. (1976).—«Actividad tectónica, durante el Mioceno, de las fracturas del Basamento de la Fosa del Tajo». *Est. Geol.*, 32, pp. 509-522, Madrid.
M. O. P. (1973).—«Corredor del Noroeste. Tramo: Tordesillas-Benavente». Estudio previo de terrenos. Minist. Obras Públ., Madrid.
NICOLAU, J., y JIMENEZ, E. (1972).—«Sobre el afloramiento seudooligocénico de Muñogrande (Avila)». *Stud. Geol., 4*, pp. 153-155, Salamanca.
NOSSIN, J. J. (1959).—«Geomorphological aspects of the Pisuerga drainage area in the Cantabrian, Spain». *Leid. Geol. Med.*, 34, pp. 286-340, Leiden.
PARADELO, L.; PARAMIO, M., y FERNANDEZ ANGLIO, D. (1968).—«Geología de Valladolid. In "Mapas provinciales de suelos. Valladolid"». *Mapa Agron. Nac. Minist. Agricult.*, pp. 7-13, Madrid.
PEREZ GONZALEZ, A. (1971).—«Tertiary and Quaternary of the Plateau of New Castille». X Int. Field. Instit. Spain 1971. *Amer. Geol. Inst.*

PLANS, P. (1970).—«La Tierra de Campos». Inst. Geogr. Aplie. Patronato Alonso de Herrera. *C. S. I. C.*, pp. 1-289, Madrid.

PUIG Y LARRAZ, G (1883).—«Descripción física y geológica de la provincia de Zamora». *Mem. Com. Mapa Geol. España,* 488 pp., 2 lám., 1 mapa, Madrid.

ROMAN, F. (1922).—«Algunos dientes de Lofiodóntidos descubiertos en España». *Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehist.,* 33, pp. 1-22, Madrid.

ROMAN, F., y ROYO GOMEZ, J. (1923).—«Sur l'existence de mammiferes luteciens dans le Bassin du Douro (Espagne)». *C. R. Ac. Sci.,* 175, páginas 1221-1223, París.

ROYO GOMEZ, J. (1922).—«El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica». *Mem. Com. Invest. Paleont. y Prehist.,* 30, pp. 1-230, Madrid.

— (1926).—«Tectónica del Terciario Continental Ibérico». *Congr. Geol. Int. C. R.,* 14 ss., Madrid, 1, pp. 593-623.

— (1926).—«Terciario Continental de Burgos». *XIV Congr. Geol. Int.* Guía Exurs. A-6, 69 pp., Madrid.

— (1935).—«Las grandes tortugas del seudodiluvial castellano». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.,* 35, pp. 463-486, Madrid.

SALVADOR PALACIOS, G. (1977).—«El Terciario de Tordesillas». Tesis de Licenciatura. Univ. de Salamanca, pp. 1-69.

SCHWENZNER, J. E. (1936).—«Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes». *Geogr. Abhandl.* (3) 10, pp. 1-128. Resumen en español en *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.,* 41, pp. 121-147 (1943), Madrid.

VILANOVA, J. (1873).—«Noticia de vertebrados hallados en Sanzoles (Zamora)». *Act. R. Soc. Española Hist. Nat.,* 2, pp. 42, 47 y 52, Madrid.

ZAZO, C., y GOY, J. L. (1975).—«Mapa Geológico de España E. 1/50.000, Hoja 274 (Torquemada) (Geología del Cuaternario)». *IGME,* Madrid.

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

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA