

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

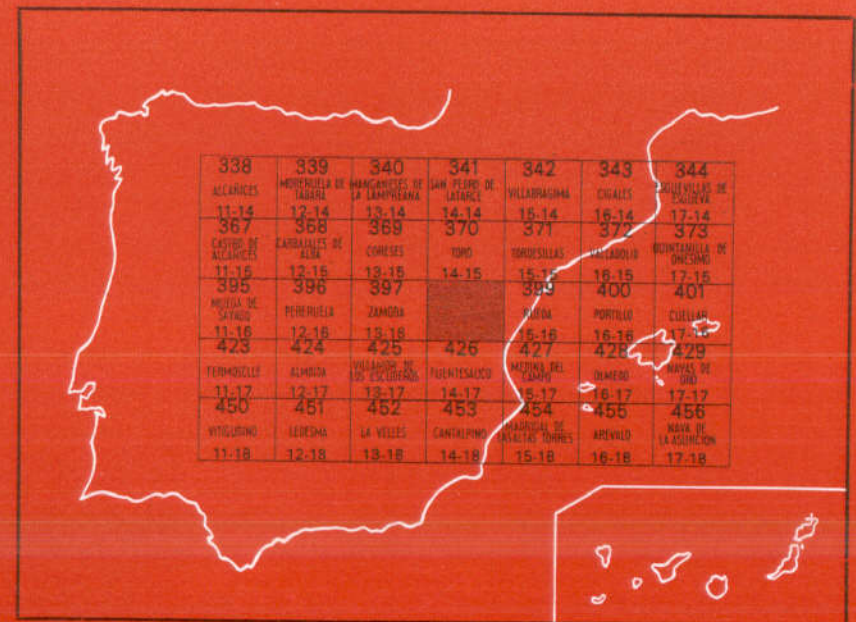
E. 1:50.000

CASTRONUÑO

Segunda serie - Primera edición

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

I.S.S.N. 0373-2090



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

CASTRONUÑO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IBERGESA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

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

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

En *Paleontología*: E. Jiménez Fuentes.

Coordinador: Prof. Dr. A. Arribas Moreno.

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 - 41.404 - 1981

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

1 GEOLOGIA GENERAL

1.1 INTRODUCCION

La Hoja 14-16 (Castronuño) se encuentra situada entre el centro y el borde occidental de la Cuenca Terciaria del Duero, y comprende parte de las provincias de Zamora y Valladolid.

El territorio de la Hoja se encuentra atravesado por el río Duero, que forma en el cuadrante NE un gran meandro encajado con ángulo de 50° en Castronuño. En el cuadrante NO se circunscribe al borde septentrional de la Hoja, con un breve recorrido por la Hoja de Toro.

Desembocan en el Duero, en esta Hoja, tres ríos de cierta importancia: el Guareña en la orilla izquierda, y el Hornija y el Bajoz, que confluyen, en la derecha. El Trabancos penetra en ella, pero vuelve a salir inmediatamente antes de desembocar. Otros cursos importantes son el arroyo de la Reguera y la red consecuente subparalela que se da entre Castronuño y Toro. Guareña y Reguera forman sendas cuencas detríticas.

Geomorfológicamente la Hoja está constituida por la acción erosiva que, durante el Cuaternario, ha ejercido la red fluvial. En este sentido se consideran dos grandes superficies altas: la superior, desarrollada por diferenciación litológica, y otra, de acumulación, algo más baja. En estas superficies se encaja la red del actual Duero con formación de una serie de terrazas y superficies morfológicas escalonadas. En este esquema se abarcan la red afluente. Los rasgos clásicos de la Meseta Castellana sólo aparecen levemente en el cuadrante NE; se trata de la superficie de «Las

Campiñas». Los tramos de «Las Cuestas» y de «Los Páramos» comienzan más al N, en la Hoja de Toro.

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 (MIGUEL, 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 reconocimiento de dicho borde. En 1970, JIMENEZ desglosa el Paleógeno de la zona SO en: Preluteciense, Luteciense, Ludiense y Postludiense. Más tarde (1972 a 1975), 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, CORROCHANO (1977) distingue en el Preluteciense dos facies: la de Montamarta y la de Zamora. En el Luteciense hace una distinción espacial según un modelo de cuencas con indentación 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 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 Pontienne, 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 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 esta Hoja y en la de Fuentesauco (JIMENEZ y GARCIA MARCOS i.l.). Por otra parte, el Vindoboniense Superior del sur del Duero constituye una formación muy peculiar por la abundancia de feldespatos frescos que contiene («Areniscas de Garci-hernández 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.

Ciñendonos a la Hoja de Castronuño, 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 son cartografía 1:400.000.
- Mapa Geológico Nacional 1:400.000, tomado de los anteriores.
- Hoja Geológica 1:50.000, núm. 370 (Toro) (P. & A. HERNANDEZ SAMPELAYO, 1951). En ella se hacen algunas referencias a esta Hoja.
- Mapas provinciales de suelos (con un capítulo dedicado a geología y mapa 1:400.000), Zamora (ARRIBAS & JIMENEZ, 1967) y Valladolid (PARADELO, PARAMIO & 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 & 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. 14-16 (Castronuño) comprende materiales terciarios y cuaternarios, exclusivamente continentales.

Las dataciones, en ausencia de yacimientos paleontológicos característicos, se han hecho por correlación directa o translapada con series fosilíferas de las Hojas inmediatas o por deducciones genéticas.

2.1 PALEOGENO

El conocimiento del Mioceno de la Cuenca del Duero se inició en los albores de la cartografía geológica. No así el Paleógeno, que no fue reconocido hasta 1874, en que VILANOVA cita unos dientes de *Crocodylus (Pristichamsus) rollinatti* hallados en Sanzoles (Zamora, Hoja 13-16). Desde entonces, ya la presencia del Paleógeno en el borde SO de la Cuenca del Duero es reconocida por todos los autores, e integrada a los mapas provinciales 1:400.000 que a fines de siglo se ejecutaron (PUIG y LARRAZ, 1883; GIL y MAESTRE, 1880). En ellos la distinción entre las distintas edades terciarias se basa en caracteres litológicos. Conceptos edafológicos mal aplicados dieron lugar a erróneas interpretaciones, emparejadas a indiscutibles y notorios aciertos. Durante treinta años fueron la base de todos los estudios geológicos.

La primera datación importante sobre el Paleógeno durense la efectuó M. MIGUEL (1906), al clasificar fauna procedente de San Morales (Salamanca): *Paloplotherium (Palaeotherium) magnum* y *Xiphodon gracile*, que, aunque de una gran dispersión vertical, definen claramente una posición que posteriormente ha sido fijada en el Ludiense (Bartoniense) (CRUSAFONT & TRUYOLS, 1957; JIMENEZ, 1970).

Más importante es el hallazgo de *Lophiodon isselense* y de *Chasmodon minimum* en unas canteras en Corrales (Zamora) (ROMAN & ROYO GOMEZ, 1922; ROMAN, 1923), que caracterizan al tramo superior del Luteciense Medio.

En las Hojas 1:50.000 (primera serie) de Corese (369) y de Toro (370) (P. & A. HERNANDEZ SAMPELAYO, 1951) no se introduce ninguna nueva modificación.

En 1970, JIMENEZ replantea el problema al disponer de nueva fauna aparecida en Corrales y los alrededores de Salamanca, distinguiendo cuatro formaciones paleógenas: Preluteciense, Luteciense, Ludiense y Postludiense, intentando una correlación entre los yacimientos zamoranos y los del Tesoro de la Flecha, basados en la rica fauna de quelonios. La idea es adaptada a la cartografía geológica 1:200.000 (ARRIBAS & JIMENEZ, 1971, 1972).

Con posterioridad el concepto ha sufrido algunas modificaciones. Así, se ha hecho notar la importancia que los rejugos alpinos de las antiguas fracturas tardihercínicas han tenido durante el Paleógeno e incluso en el Mioceno. Al mismo tiempo se ha completado el conocimiento sobre el Paleógeno salmantino, desglosándolo en varias formaciones. En los escarpes

del Tormes se han distinguido dos: «areniscas de Cabrerizos» y «de Aldearrubia». A esta última pertenece el yacimiento bartoniense de San Morales; la anterior, por correlación translapada, se sitúa entre ésta y el Luteciense Medio de Corrales (JIMENEZ, 1972, 1973, 1974).

Las últimas investigaciones paleontológicas sobre la provincia de Zamora (JIMENEZ, 1977) han permitido afirmar dos hechos: el primero se refiere a la presencia en Corrales de dos niveles fosilíferos. El superior es el citado por ROMAN & ROYO GOMEZ como Luteciense Medio. El inferior, visitado en 1915 por E. HERNANDEZ PACHECO y en 1915 por P. & A. HERNANDEZ SAMPELAYO, es muy rico en espinas, vértebras y dientes de peces, quelonios y cocodrilos. Este «nivel de peces» se extiende ampliamente por la provincia de Zamora, apareciendo al O de Corrales (en Casaseca) y al E, en varios puntos próximos a Sanzoles. También ha sido encontrado en Cubillos, en el único punto hasta ahora fosilífero al N del Duero. Su edad está comprendida entre el Eoceno Inferior y el Luteciense Inferior.

El segundo hecho es la heterocronía de varios yacimientos paleógenos zamoranos, que amplía la de los salmantinos. En la Hoja de Fuentesauco (14-17) se ha encontrado fauna del Luteciense, de la transición al Ludicense (Bartoniense) y al Oligoceno.

En las Hojas de Zamora (13-16) y Corese (13-15) la actividad tectónica no ha sido tan intensa. Ello ha permitido a A. CORROCHANO (1977) diferenciar en el Luteciense Medio y Superior varias facies que agrupa en dos conjuntos: en el inferior, facies «Entrala», «Valcabado», «Cubillas» y «de Torres del Carrizal», y en el superior, facies «de Corrales», «Gema», «Toro» y «de Valdefinjas».

Por lo que respecta a la Hoja de Castronuño y como hecho más notorio está que en ella, en Villabuena del Puente, se descubrió una discontinuidad que permitió diferenciar los tramos ludienses y postludienses (JIMENEZ, 1970). Con posterioridad, al suponerse Sálica, los estratos supradisconformes se denominaron pre-Tortonienses (ARRIBAS & JIMENEZ, 1971, 1972). Nuevamente es considerada paleógena sin aportarse nuevos datos (JIMENEZ, 1974). La realización de esta Hoja ha permitido comprobar que la referida discontinuidad tiene carácter exclusivamente de discordancia local. A escala más amplia se trata de una disconformidad. Ello es debido a basculamientos diferenciales según el grado de adaptación a las fracturas del zócalo.

Por lo que se refiere al Paleógeno de la Hoja hemos de decir:

a) No aflora el «Preluteciense», que es patente en el borde de la Cuenca, en la vecina Hoja 13-16.

b) Tampoco afloran las limolitas inferiores, de las que un nivel ha sido datado paleontológicamente en el intervalo Eoceno Inferior-Luteciense Inferior (JIMENEZ, 1977).

Estas limolitas, que se incluyen dentro del Grupo Inferior de facies del Paleógeno zamorano —excluyendo la serie Basal— (CORROCHANO, 1977), están netamente separadas de las facies superiores en la Hoja 13-16. Su ubicación más oriental se sitúa en «Las Escondidas» y en los escarpes de «El Pendón», al E de Villalazán; en virtud de un basculamiento hacia el E, se sumergen bajo las capas superiores antes de penetrar en la Hoja 14-16.

c) Respecto a las facies superiores de CORROCHANO, su edad comprende una amplia gama vertical, con igualdad o diferenciación de litofacies, según los casos. En Corrales ha sido datada, en su base, como del tramo superior del Luteciense Medio. La litofacies tiene una gran constancia vertical, sin que sepamos exactamente en qué edad termina, ante la carencia de fósiles.

En la Hoja 14-17 se han encontrado, dentro de esta litofacies, fósiles que sugieren la misma edad que en Corrales, o quizá algo superior. Pero junto a ello se pasa insensiblemente, hacia el SE, a otra litofacies similar, aunque con más carbonatos, en la que se ha localizado fauna que aboga por una edad Luteciense-Bartoniense (en un punto) y Bartoniense-Oligoceno (en tres puntos). Es muy similar a las formaciones salmantinas de los escarpes del Tormes.

Dado que parece como si, además de vertical —hacia el SE—, hubiese un paso lateral hacia el N de esta litofacies a la típica de Corrales, ya en esta Hoja no nos hemos atrevido a separarlas, por lo que comprenden un intervalo temporal que abarca desde el Luteciense Medio hasta el Oligoceno, ambos incluidos.

Por encima de esta litofacies, que en esta Hoja es muy uniforme, se sitúa otra de parecidas características, pero con secuencias rítmicas mucho más abiertas. Al no disponer de fósiles no se puede concretar su edad, pero por estar sobre y en continuidad con las series fosilíferas del Molino del Pico (Hoja 14-17) las suponemos de edad Oligocena, si bien puede que su base sea ligeramente anterior.

Y finalmente, un tercer grupo muy característico («Series detríticas» y «calizas de Valdefinjas») es incluido dentro del Paleógeno, por encima del anterior, y por tanto oligocénico netamente. Sin embargo, a este respecto hemos de aclarar nuestras dudas sobre datación en dicho período o en otro posterior.

2.1.1 GRUPO INFERIOR PALEOGENO (T_{2-3}^{Ab-A})

El Luteciense-Bartoniense se extiende ampliamente por gran parte de la Hoja. Dejando aparte las llamadas «areniscas de Toro», muestra variada litología que ha sido patentizada por CORROCHANO (1977) en su diferenciación de facies. Sin embargo, a efectos de cartografía, su representación nos parece muy difícil de hacer, dado que no se trata de potentes paquetes

de estratos, sino de bancos delgados. El paso de una a otra facies se efectúa por una compleja indentación que puede abarcar kilómetros de zona difusa e incluso implicar verticalmente en un punto a varias de ellas.

Hacia el extremo SO de la Hoja, al O de El Pego, el Luteciense está muy edafizado, en suave relieve con leves colinas; más al S, en parajes situados ya en la Hoja 13-17, las series son netamente conglomeráticas, diferenciándose en la parte superior por una matriz compacta, algo carbonatada. Se encontró aquí un fragmento de quelonio Pelomedúrido y otro de crocodíleo, y por ello y por similitud litológica se dató relativamente la serie por encima del nivel paleomastológico de Corrales, es decir, ya en el Luteciense Superior.

Hacia el N y hacia el E las series presentan intercalados estratos areniscosos, que son explotados como piedra de sillería en El Pego. Más al E, en Bóveda de Toro y Villabuena del Puente, muestran tendencia ya netamente areniscosa, con lechos de conglomerados y limos arenosos. Son frecuentes los ejemplos de estratificación cruzada, u oblicua, laminaciones, cantos blandos limo-ferruginosos, bioturbaciones, concreciones tubulares, etcétera. Los tonos son predominantemente pardo amarillentos o pardo rojizos. En esta zona los buzamientos son patentes. En Villabuena del Puente el Grupo Inferior paleógeno muestra una clara inclinación al E, reposando, junto al Grupo Superior, levemente discordante bajo las «series de Valdefinjas».

Hacia el N, por la orilla derecha del Guareña se observan pocas variaciones, aunque poco a poco las capas dominantes son limo-arenosas. Los buzamientos no son ya tan notorios.

La misma tendencia a la proliferación de niveles limo-arenosos hacia el N se observa en el borde O de la Hoja. Los cortes efectuados en Los Cantadales, Tío Laureano, El Pinarico (núm. 2), Laguna de Castrillo (núm. 6), camino de Aldeanueva (núm. 1) y Dehesa de San Miguel (núm. 7) muestran, sin embargo, una alternancia de conglomerados compactados por carbonatos con limos arenosos pardo-rojizos o pardo-amarillentos, también compactos. Las series tienen su continuación hacia el O, ya en la Hoja de Zamora (13-16), en los escarpes de Villalazán, donde muestran gran similitud. Dicho de este modo parece que la cartografía del Paleógeno de esta Hoja parece fácil. Ello no es así debido a la compleja indentación de facies y a la gran repetición de ciclos sedimentarios idénticos, que hacen muy dificultosa una correlación.

Al N del Duero, ya en las Hojas 13-15 (Coreses) y 14-15 (Toro), el Grupo Inferior aflora en series similares en el cerro Geroma, aunque son más netamente limo-arenosas. Estos limos arenosos son casi exclusivos en el Paleógeno de la Hoja de Toro, donde aflora escasamente (p. ej., en la base del Puente Viejo de Toro, bajo la vía del ferrocarril).

Al E de los escarpes de la orilla derecha del Guareña los afloramientos

de un Luteciense-Bartoniense típico no son fáciles de hallar. Se han encontrado limos arenosos compactos pardo amarillentos a varias alturas en la carretera de Bardales.

El afloramiento más oriental está en la base de los escarpes sobre el Duero en la presa de San José y en Castronuño. Más al E la cubierta cuaternaria, no erosionada, impide toda observación.

En conjunto las variaciones litológicas permiten suponer una dirección de aportes procedentes del SO y O. Naturalmente, puede haber variaciones locales propias de todo medio fluvial. A estas mismas conclusiones ha llegado A. CORROCHANO (1977).

Como interpretación de su distinción en facies, aplicada sólo a esta Hoja de Castronuño se podría apuntar que en este Grupo Inferior habría dos litofacies, difíciles de separar a efectos cartográficos: las «areniscas de Corrales» y los «conglomerados de Villalazán».

Las «areniscas de Corrales» están constituidas, según CORROCHANO, por una alternancia de ritmos detríticos separados por superficies de erosión; de tendencia fundamentalmente areniscosa o limo-arenosa —con frecuente cemento carbonatado—, puede llegar a ser conglomerática. Hacia el techo de los ritmos hay costras calcáreas. Mineralógicamente muestra abundancia de andalucita y moscovita, con presencia de turmalina, distena, estauroлита, granates y otros.

Los «conglomerados de Villalazán», según CORROCHANO están constituidos por ritmos con predominancia de conglomerados de cantos de cuarcita, cuarzo y esquistos separados por cicatrices erosivas. En sitios se observa estratificación cruzada planar. Hacia el S de la Hoja los ritmos son de litología muy monótona, comenzando por areniscas y microconglomerados que pasan a areniscas y arcillas de tono rojizo. Los términos superiores de los ritmos tienen gran espesor. Los minerales pesados predominantes son las micas y la andalucita, siguiendo en importancia turmalina, distena, granates, anatasa y brookita.

Las otras litofacies del Eoceno Medio Superior de CORROCHANO —«areniscas de Toro» y «calizas de Valdefinjas»— son aquí consideradas aparte; las primeras como diferenciación y las segundas dentro de un tercer grupo cronológico paleógeno.

Resulta difícil dar la potencia global del Grupo Inferior dadas las posibles repercusiones de la tectónica del zócalo. En el borde NO de la Hoja y en la inmediata —en Las Escondidas— alcanza una potencia de unos 80 m. medidos desde el «nivel de peces» infrayacente. Dado que hacia el S este nivel guía está más alto y que el relieve cimero no lo es mucho más que en «Las Escondidas», no creemos que la potencia global del Luteciense alcance mucho más allá de los 100 m.

Estos materiales se depositaron en un clima intertropical, cálido y húmedo, como lo prueban los quelonios y crocodíleos en ellos hallados —estos

animales necesitan una temperatura nunca inferior a 18°. Algunos de estos quelonios eran poderosos nadadores, lo que testifica un medio hídrico de alta energía. Se dieron cortos períodos de aridez, con formación de capas carbonatadas, en su mayor parte desaparecidas hoy, que dejaron como único testigo en muchos casos una impregnación de los materiales infrayacentes. A estos períodos áridos siguieron fases de intensa humedad y erosión, continuados por nueva sedimentación en ciclos repetidos.

Edad

Las consideraciones apuntadas al principio de este apartado no hacen necesaria esta explicación. Sin embargo, la complejidad de facies podría hacer pensar en una heterocronía si éstas no aparecen muy claras. Esto ocurrió durante la confección del mapa 1:200.000 (ARRIBAS & JIMENEZ, 1971, 1972) en los escarpes de la orilla derecha del arroyo Talanda (escarpes de Villalazán y Las Escondidas), deduciéndose entonces que con dicho arroyo coincidía una fractura. Como era importante la comprobación de este supuesto se investigó la zona, descubriendo a una altura de 690 m. el «nivel de peces», es decir, los niveles limolíticos de edad Eoceno Inferior a Luteciense Inferior. En la otra orilla se encuentra este nivel a 730 m. en el Teso del Viso y a 690 m. en Sanzoles (JIMENEZ, 1977). Ello descarta la acción de una fractura que, de existir, afectó al Luteciense con una ligera flexión.

La identidad del nivel de peces en estos puntos y en Corrales, y la posición en éste de un nivel mastológico en Luteciense Medio no dejan lugar a dudas sobre la edad, pero es posible la compresión del Luteciense Superior con transición insensible.

Aunque en principio podría pensarse que la litofacies es de edad Luteciense, no hay argumentos que nieguen una posible edad Bartonense o incluso Oligocénica, dadas las dataciones que se han realizado en la vecina Hoja 14-17.

2.1.1.1 «Areniscas de Toro»

La facies con esta denominación caracteriza la mitad inferior de los escarpes sobre el Duero en que se asienta Toro. Está constituida en dicha ciudad fundamentalmente por areniscas masivas muy heterométricas de color amarillento o rojizo, entre las que se intercalan niveles de limos arcillosos y arenosos y conglomerados. No son raros los paleocauces en los conglomerados y cambios laterales de facies. También es frecuente encontrar estratificación cruzada. Se caracteriza por su escasa o nula compacidad, lo que produce en los escarpes del Duero formas acarcavadas típicas.

En la Hoja de Castronuño la serie está bien representada. Al N del Duero aflora, cuando lo permiten los materiales cuaternarios, en las márgenes de los ríos Bajoz y Hornija y en la orilla del Duero en el palacio de

Cubillas. En Toro se sitúa sobre los limos arenosos compactos en el Puente Viejo a 645 m. y bajo el Mioceno, en paraconformidad, a 690 m. de altura. Esta paraconformidad con la «Facies roja de Toro» (Mioceno Inferior) está completamente cubierta en la Hoja de Castronuño, pero se ve en las bodegas al N de San Román en la Hornija, donde a 690 m. afloran —bajo el Mioceno— limos arenosos similares a los típicos lutecienses.

Al S del Duero, en Castronuño (corte núm. 11) y en la presa de San José (corte núm. 4) las «areniscas de Toro» aparecen entre los 645 m. y los 690 m., con una transición gradual hacia el techo a niveles detríticos más compactados. Esto y la similitud con las capas locales del Grupo Superior Paleógeno suprayacentes dificulta el establecer una separación precisa entre ambas formaciones.

Edad

La notable diferencia de compacidad entre estos materiales y los típicos lutecienses, infrayacentes en Toro, Castronuño y Presa de San José, sugiere una edad también diferente. En la Hoja de Toro este notorio cambio de compacidad se efectúa netamente a lo largo de una alineación NNE-SSO —el arroyo de Adalia—, lo que sugiere una dislocación tectónica y que las «areniscas de Toro» son posteriores. Se ha llegado a pensar en una edad miocena (ARRIBAS & JIMENEZ, 1971).

CORROCHANO (1977) ha demostrado la correlación mineralógica con series típicas del Grupo Inferior Paleógeno. La presencia de materiales más compactos en el techo de la formación en San Román de la Hornija y en Castronuño corroboran esta hipótesis.

Ello viene, una vez más, a confirmar que los criterios de compacidad no son decisivos para determinar si una formación o simplemente estrato es paleógeno o más moderno. Son ya muchos los casos equivocados por la utilización de este concepto tan erróneo. El caso de «las areniscas de Toro» se sale de lo corriente por la desmesurada potencia de materiales sueltos.

Permanece la duda de si realmente están cronológicamente encima de los limos arenosos de Geroma o de Las Contienda, o si se trata simplemente de un cambio lateral de facies, o de ambas cosas a la vez por adaptación a un pliegue monoclinal. Al N del Duero la separación es muy neta, a diferencia de lo que sería normal en el caso de una indentación, lo que sugiere esta última suposición. Dicha separación se sitúa en la Hoja de Castronuño al E de los escarpes del Guareña.

2.1.2 GRUPO SUPERIOR PALEOGENO (T_{2-3}^{Ac-A})

Por encima de las series del Grupo Inferior hemos estimado otro, que consideramos oligocénico —aunque pudiera ser localmente más antiguo en

su base, debido a unas dataciones efectuadas por debajo de él, en el Molino del Pico (Hoja 14-17).

Se caracteriza por la sucesión de ritmos, generalmente similares a los del Grupo Inferior, de los que se diferencia por ser su amplitud vertical mucho más espaciada. Ello tiene una marcada expresión topográfica en los escarpes del Guareña y en el borde O de la Hoja, puesto que los ritmos cortos del Grupo Inferior («Facies de Villalazán», de CORROCHANO) dejan una serie de escalonamientos sucesivos, generalmente asentados sobre conglomerados compactos de cemento algo carbonatado, en oposición a las pronunciadas cuestras producidas por la erosión sobre materiales más sueltos protegidos por otros más compactos, suprayacentes.

Predominan en este grupo los conglomerados, que pasan a areniscas y a limos. Estos suelen ir acompañados de carbonatos. Por sus minerales pesados no se diferencian del Grupo Inferior, observándose dominancia de andalucita y moscovita.

La potencia oscila entre 30 y 15 m. en los escarpes del Guareña y en el borde O de la Hoja; es algo menor en la esquina SO, y aumenta progresivamente hacia el E de la Hoja.

De sus relaciones con el Grupo Inferior se deduce una inclinación en la esquina NO hacia el NO. En el resto del tercio occidental, hacia el NE; en los escarpes del Guareña, entre Bóveda y Villabuena, hacia el NNO. Entre los ríos Guareña y Duero, hacia el NE. Finalmente, en el tercio oriental, hacia el E. Todo ello implica una compleja tectónica, condicionada por el rejuego alpino de las fracturas hercínicas de zócalo.

2.1.3 SERIES DETRITICAS PRE-CALCAREAS (T_3^A s) y CALIZAS DE VALDEFINJAS (T_3^A c)

Estas facies se encuentran aparentemente en ligera discordancia sobre el Grupo Superior Paleógeno en los tercios occidental y central de la Hoja a alturas superiores a 780 m.

Se pueden distinguir dos zonas. La más occidental se sitúa entre Paleanzalo, Valdefinjas y Venialbo, estando separados los diversos manchones por los efectos de la erosión. Se pueden efectuar buenos cortes en los escarpes de «El Pinarico» (núm. 2), Valdefinjas (núm. 8) y el cerro «Tío Laureano».

En «El Pinarico», sobre el Grupo Superior paleógeno, que buza visiblemente al NNE, se observa en ligera discordancia aparente una serie formada por conglomerados sueltos, seguido por conglomerados compactados con película arcillo-calcárea alrededor de los cantos (5 m.). Siguen más conglomerados sueltos, con matriz limosa. Hemos diferenciado este tramo (10-15 m.) del siguiente, netamente calcáreo, constituido por calizas detríticas, con una potencia de 8 m.

En Valdefinjas la serie está constituida por 7,5 m. de margas arenosas y areniscas margosas en lentejones (tramo inferior), seguido por 2 m. de caliza margosa con cantos de cuarzo, 1,5 m. de caliza margosa blanca con cristales de calcita, 3,5 m. de caliza micrítica blanca con granos de cuarzo y cristales de calcita y 1,5 m. de caliza blanca porosa, estratificada en bancos de 0,4 m.

En «Tío Laureano» la serie está formada por conglomerados con película que verticalmente pasan a calizas blancas arenosas.

Al E del río Guareña la serie es muy similar a la de «El Pinarico», con mayor potencia del tramo inferior. Así, en Villabuena del Puente (núm. 3) sobre el Grupo Superior paleógeno se sitúan sucesivamente conglomerados de matriz limo-arenosa (2 m.), conglomerados muy compactos con película alrededor de los cantos (5 m.) y conglomerados sueltos que verticalmente pasan a areniscas con lentejones carbonatados (8 m.). Por encima se sitúan los tramos calcáreos que aquí muestran intercalados lentejones de hasta 1,5 m. de potencia de areniscas margosas (7 m.).

Los tramos inferiores se mantienen en litología similar, aunque con algunas variaciones, tanto hacia el N como al S, observándose un engrosamiento en esta dirección. Por el contrario, las calizas se adelgazan hacia el S, llegando a ser en algunos puntos costras calcáreas.

El sentido de marcha del Guareña (SSE-NNO) es paralelo a la dirección observada en el Paleógeno, lo que hace que no sea visible su buzamiento. Sin embargo, en los barrancos perpendiculares puede observarse un buzamiento al NE aparentemente discordante con la subhorizontalidad de estas series pre-calcáreas y calcáreas.

Según CORROCHANO (1977) las «calizas de Valdefinjas» son wackestones y mudstones intercalados. Sus componentes son fundamentalmente intraclastos micríticos y pellets. Los detríticos son cuarzos angulosos y subangulosos de tamaño limo o arena. Presentan laminaciones en su parte inferior y porosidad fenestral.

Edad

La edad de estas series, que en conjunto llamaremos «de Valdefinjas», ha sido, y es, objeto de grandes polémicas entre los especialistas.

JIMENEZ (1970), ARRIBAS y JIMENEZ (1972) observan en Villabuena del Puente una leve discordancia que, al ser supuesta Sávida —según los datos de ROYO (1927) y de CIRY (1939) para el N de la cuenca—, hace deducir una edad Miocena para la parte alta de los escarpes del Guareña, en cuya culminación se sitúan las «series de Valdefinjas». Según diversos cambios de opinión es denominado «Pre-Tortonense» o «Post-Ludiense» (JIMENEZ, 1974).

CORROCHANO (1977) da para estas litofacies, reunidas en una sola,

una edad paleógena (Eoceno Medio y Superior), por considerarlas el resultado final de un gran ciclo sedimentario fluvial.

En esta Memoria son consideradas netamente oligocénicas por las razones siguientes:

a) Siguiendo a CORROCHANO, por poder corresponder al final de un ciclo paleógeno que abarcaría desde el Luteciense Medio hasta el Oligoceno. Su edad, no obstante, sería posterior al Eoceno, al estar superpuesto a Grupo Superior Paleógeno, situado a su vez por encima de unos sedimentos datados paleontológicamente como oligocénicos probables, en el Molino del Pico (JIMENEZ, 1977).

b) Por sus relaciones espaciales con los sedimentos definidos en esta Hoja y en la de Fuentesauco {14-17}, como claramente miocénicos.

En la Hoja de Castronuño la «serie de Valdefinjas» se sitúa sobre la cota 780 m., mientras que la «facies Roja de Toro» (Mioceno Inferior) lo hace —siempre al N del Duero— a 690 m., subiendo hasta los 780 m. De no estar fuertemente tectonizado —que aparentemente no lo está— la posición de las «series de Valdefinjas» sería suprayacente sobre este Mioceno Inferior de Toro.

En la Hoja de Castronuño las «series de Valdefinjas» reposan sobre las cotas 780 a 800 m. Las «facies rojas de Castillejos», homólogas de las de Toro, se sitúan aquí siempre por encima de 850 m., hasta rebasar los 930. De no estar tectonizado —que aquí tampoco parece estarlo—, las «series de Valdefinjas» son infrayacentes bajo el Mioceno Inferior.

Esta posición relativa doble dificulta la comprensión de una edad miocena para las «series de Valdefinjas», pero no como oligocena, cubriendo el Mioceno Inferior un paleorrelieve posterior a dicha edad.

Pero, no obstante, hemos de decir que hay argumentos que abogan por una edad miocena para las «series de Valdefinjas»; éstos son:

a) Presencia en el mismo Valdefinjas, en unas canteras, debajo de las calizas, de *Listriodon splendens* (según P. & A. HERNANDEZ SAMPELAYO, 1951).

b) La ligera discordancia aparente observada en «El Pinarico» podría ser real. El efecto óptico de una posible discordancia es muy manifiesto en muchos lugares de esta Hoja y de la de Fuentesauco. Dada la abundancia de superficies erosivas no sería anómalo que una coincidiese con dicha discordancia, que sería angular en sentido perpendicular a la dirección común de los estratos.

c) Podría ser que las «calizas de Valdefinjas» tuviesen su equivalente en La Armuña (región septentrional de Salamanca), en las calizas detríticas de Calzada de Valdunciel, donde GIL y MAESTRE (1880) definió moluscos dulceacuícolas pontienses (aunque, realmente, su extensión vertical puede

hacer que sean muy anteriores). Estas calizas se extienden por toda La Armuña, mostrando en las orillas del Tormes similitud con las «series de Valdefinjas», incluso en los tramos inferiores.

Ante las dudas planteadas en este capítulo y, aun a riesgo de que las facies rojas de Toro y de Castillejo no sean contemporáneas (lo que podría suponer una posición intermedia para las series de Valdefinjas), preferimos datar a éstas como oligocenas, por ser la otra solución menos demostrable.

2.2 MIOCENO

No afloran en la Hoja de Castronuño las formaciones clásicas del Mioceno castellano: las «arcillas de Tierra de Campos», los «Tramos de las Cuestas» (margosos, arcillosos o yesíferos) ni las «calizas de los Páramos». Consideramos como miocenas en ella dos litofacies diferentes:

a) El conjunto de areniscas y conglomerados feldespáticos («areniscas de Garcihernández o de Cantalapiedra») que reposan sobre la llanura de Alaejos y su continuación hacia el N y hacia Tordesillas.

b) La continuación hacia el S de la «Facies Roja de Toro» que en la Hoja 14-15 cubren la paraconformidad Paleógeno-Mioceno.

2.2.1 FACIES ROJA DE TORO (Tc_{ci}^{Ba})

Esta formación se extiende, en la Hoja de Castronuño, al N del río Duero por encima de los 690 m., descansando, siempre que es visible la paraconformidad, sobre las «areniscas de Toro» (Luteciense), salvo al O del regato de Adalia (Hoja de Toro), donde a la misma altura se encuentran en paraconformidad sobre los limos arenosos «de Geroma». En ambos casos se trata de facies que aquí se incluyen dentro del Grupo Inferior Paleógeno.

La formación, típica facies de borde, está constituida por materiales heterométricos, fundamentalmente conglomerados de matriz gredosa de color rojo intenso, poco compactada. Presenta estratificaciones cruzadas abundantes, paleocauces e intercalaciones de areniscas y limos también rojos, así como lechos carbonatados. Las areniscas son más abundantes hacia el techo de la serie, y lateralmente hacia el SE. Es frecuente en su base la observación de episodios ferruginosos.

La potencia de la formación en esta Hoja no es muy clara, pero puede considerarse con un máximo de 65 m. en el cerro de Cubillas, donde aparece muy cubierta. En los escarpes sobre el Duero que han sufrido una erosión lateral del río más reciente, por su escasa compacidad origina formas típicas acarcavadas.

Hay que destacar la gran similitud que pueden presentar lechos de estos materiales, que presentan una mayor densidad de cantos con algunas

de las terrazas más altas del río Duero, que también pueden presentar matriz gredosa roja. El resolver la cuestión puede ser cuestión ardua que generalmente se resuelve lateralmente. Esta similitud ha sido causa de muchos errores en el pasado.

Estos conglomerados rojos, así como las areniscas situadas por encima de ellas corresponderían (CORROCHANO, 1977) a un medio de abanico aluvial, en que las facies más proximales 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.

Edad

En esta formación no se han encontrado fósiles. Es muy similar a la que, al N de Palencia, MABESOONE (1961) llamó «facies de Vega de Riacos», atribuyéndolas al Burdigaliense —¿Vindoboniense Inferior?— sin pruebas paleontológicas. Este criterio de división en facies del Mioceno de la Cuenca de Duero fue aplicado posteriormente en la confección del mapa 1:250.000 (AERO-SERVICE, 1967), según el cual los «conglomerados de Toro» quedaron incluidos en una facies denominada «de Rueda», en nuestra opinión sin mucho fundamento, pues abarca, junto a ellos, materiales cronológica y litológicamente diferentes. GARCIA DEL CURA (1974) establece una columna general para el borde oriental de la Cuenca, con tres grandes unidades: los «conglomerados rojos de Toro» son correlacionables con la Inferior, aunque sólo parcialmente. Mejor nos parece asimilarlos, también parcialmente, a la llamada «Formación Serie Roja», definida por GARCIA ABBAD y REY SALGADO (1973), aunque ésta sea más adecuada al Vindoboniense Inferior y Superior exclusivamente.

Las facies «roja de Toro», «de Vega de Riacos», «de Castillejos», etcétera, sean o no sincrónicas, se extienden considerablemente por las Cuenas del Duero y del Tajo, donde alcanzan potencias notables. Los yacimientos fosilíferos son, por el contrario, escasos.

De ellos destacan los del N de la provincia de Zamora (Benavente, Castroverde de Campos) y S de León (Valderas) y el de la Dehesa de los Caballos, al S de Plasencia (Cáceres).

Los yacimientos del N de Zamora fueron datados por BERGONIOUX & CROUZEL (1958) como «posible Vindoboniense Inferior o Medio». Con posterioridad, ALBERDI & AGUIRRE (1970) lo suponen más tardío, en nuestra opinión excesivamente.

El yacimiento cacereño, con *Hispanotherium matritense*, fue definido como Vindoboniense Inferior o Medio (HERNANDEZ PACHECO, F., & CRUSAFONT, 1960). Recientemente CRUSAFONT, REGUANT & GOLPE (1975) lo reconsideran como Helvetiense.

Nuestra opinión también es de que ambos yacimientos tienen diferente edad. Los del N de Zamora se encuentran situados en la facies denominada «de la Tierra de Campos», que cronológicamente es asimilada al Vindoboniense.

Por lo que respecta al problema concreto de la Facies Roja de Toro, para resolver su edad hemos de intentar su correlación con formaciones similares con fauna datada.

En tal sentido parece evidente su identidad con la «facies roja de Castillejo», que en la vecina Hoja 14-17 (Fuentesauco) se sitúa sobre el Paleógeno por encima de la cota 850, llegando a rebasar los 930 m. en el cerro Castillejo. Tampoco aquí se han encontrado fósiles.

Más al S son equiparables a las «facies rojas de la Armuña», características de esta región salmantina, donde se sitúan por encima de 790 u 810 m. Son de destacar dos hechos: en primer lugar, la presencia de calizas detríticas, que podrían ser equivalentes de las «de Valdefinjas»; debajo de ellas también se han encontrado términos similares. Por cierto que en unas canteras calizas se encontró fauna miocena, hasta ahora dada como «Pontiense», pero que parece ser más antigua.

En segundo lugar destaca que sobre esta formación roja se ha constatado la presencia de facies similares a las de la Tierra de Campos (Vindoboniense), aunque son aquí de carácter más arenoso.

Más hacia el S las facies rojas se extienden ampliamente por la cuenca de Ciudad Rodrigo, y ya al otro lado del Sistema Central es similar a la que se da en los alrededores de Plasencia, donde ha sido datada, como ya se ha explicado anteriormente.

Por todo ello suponemos para la «facies roja de Toro» una edad Mioceno Inferior, sin que sea posible concretar más.

2.2.2 MIOCENO MEDIO Y/O SUPERIOR (ARENISCAS DE GARCHIHERNANDEZ O DE CANTALAPIEDRA) (^{Bb-c}Ts_{c11})

En la ondulada llanura de Alaejos, hacia Castronuño, pueden encontrarse retazos de areniscas y conglomerados masivos semisuelos, de matriz limo-arenosa, pardo-amarillentos o blanquecinos cuya principal característica es la abundancia de feldespatos frescos acompañando al cuarzo.

En el borde SE de la Hoja, limitando con la de Fuentesauco (14-17), forman una delgada cubierta fácilmente erosionable, en muchos casos recubierta por sedimentos cuaternarios. Su potencia aquí es de 3 a 4 m., y su base se sitúa sobre los 760 m.

La formación cubre un paleorrelieve; en «La Lastra» la base se presenta a 750 m., y a 745 en «El Puerto». Al bajar de estas cotas aflora el Paleógeno. Al N de Siete Iglesias y al O del río Trabancos la base de las «areniscas de Garcihernández» se sitúa sucesivamente a 745, 740, 720 y 705. La misma tónica descendente se aprecia en los escarpes al S de la carretera de Castronuño-Tordesillas.

Por lo general, la formación no alcanza potencias superiores a los 10 m., y en muchos casos se encuentra recubierta por terrazas cuaternarias, que han evitado su total desmantelamiento.

Las «areniscas de Garcihernández» fueron definidas (JIMENEZ, 1973) como la formación que se sitúa al E de la falla de Alba-Villoria y que se apoya sobre su labio occidental, paleozoico o paleógeno, rebasándola someramente en algunos casos. En las Hojas de Fuentesauco y Medina del Campo este hecho es palpable. La formación puede llegar a alcanzar 90 m. al E de la falla mencionada, según ha sido corroborado por algunos sondeos.

Edad

En la Hoja de Castronuño tienen tan escasa representación que para precisar su edad es necesario ampliar la investigación hacia el S y el E. Durante muchos años extensos sedimentos detríticos semisueños al S del Duero fueron datados como cuaternarios. Fue ROYO GOMEZ (1935) quien con el hallazgo de restos fósiles en Arévalo (Ávila) redefinió el antiguo «seudodiluvial» y lo englobó dentro del conjunto mioceno, situándolo en la transición de las formaciones que por entonces se denominaban Sarmatiense y Pontiense en ambas Castillas.

Posteriormente se ha definido (JIMENEZ, 1971) esta formación de Arévalo, en Coca (Segovia), dentro de una gran facies marginal con indentaciones de otra facies, intermedia con la típica del centro de la cuenca. Su edad, por comparación con el yacimiento de los Valles de Fuentidueña (Segovia), y por actualización del de Arévalo (CRUSAFONT, AGUIRRE & GARCIA, 1968) se puede hoy fijar en el Vallesiense Inferior.

Pero las «areniscas de Cantalapiedra» son netamente diferentes de los materiales de Arévalo y Coca, de los que deben estar separados por otra u otras fracturas o bien se sumergen bajo ellas. Sea como fuere, su edad se deduce anterior al Vallesiense Inferior.

Otro razonamiento apoya esta datación. Los feldespatos, que destacan por su escasa y aún nula alteración en esta formación, no pueden haberse depositado así en las condiciones que se dieron durante el Vallesiense Inferior. Climáticamente son más acordes con el ambiente durante el cual se produjo la precipitación de las potentes formaciones con yesos, tan extendidas en la Cuenca del Tajo y también presentes en la del Duero.

Ambos razonamientos apoyan una edad Vindoboniense Superior para las

«areniscas de Cantalapiedra», aunque pueden sobrepasar algo su límite superior. Así figura en la leyenda del mapa.

Recientemente, G. SALVADOR PALACIOS (1977) ha demostrado el paso lateral de esta formación a las «arcillas de Tierra de Campos», entre Tordesillas y Mata del Marqués, corroborando las apreciaciones antes expuestas.

No consideramos aquí los retoques posteriores que haya sufrido esta formación. Estos, bien de demolición y arrastre a depresiones o bien de transporte eólico, han debido tener importancia en algunas épocas cuaternarias e incluso históricas, pero no resulta posible en estos momentos diferenciar las formaciones «in situ» de las retocadas, por las intensas acciones meteórica y edafológica sufridas por las primeras.

Parece ser que las facies con feldespatos abundantes son de edad mucho más amplia —incluso paleógenas, según se desprende de recientes descubrimientos fosilíferos— al S de la Cuenca, en los alrededores de Avila. Ello es lógico si pensamos en la inmediata cercanía del área madre. Pero no se opone a la datación aquí dada, basada no en su origen, sino en la conservación de los feldespatos a tan gran distancia del área de aporte.

2.3 CUATERNARIO

2.3.1 ANTECEDENTES

Los materiales cuaternarios alcanzan gran extensión en la Hoja 14-16, debido a la gran influencia del Duero, de divagante cauce encajado al atravesarla.

El Cuaternario de la Cuenca del Duero ha sido objeto de varios estudios, la mayoría de ellos de carácter local, si bien se pretende generalizar en algunos. Las terrazas fluviales son el tema predominante en ellos. Los glacia, salvo excepciones, no han sido apenas estudiados.

Se consideran iniciales para el estudio de las terrazas cuaternarias en la Cuenca los estudios de E. HERNANDEZ PACHECO & DANTIN CERECEDA (1915), E. HERNANDEZ PACHECO (1928, 1932), F. HERNANDEZ PACHECO (1928, 1930) y ROYO GOMEZ (1926). Se esquematiza en ellos el Cuaternario en las cuatro terrazas fluviales referidas a las clásicas de la secuencia alpina.

En la Hoja de Toro, P. & A. HERNANDEZ SAMPELAYO (1951) no añaden nuevos datos sobre el Cuaternario local, dando simplemente tres niveles que no cartografían en detalle, apuntando que el mediano se encuentra erosionado en los escarpes del Toro.

NOSSIN (1959) en el Pisuerga establece siete terrazas situadas a 120-150 m. (que supone Villafranchiense Superior), a 80-100 m., 50-55 m., menos de 40 y 20-30 m. (estas dos consideradas Rissienenses), 5-10 m. (Würm) y hasta 5 m. sobre el actual cauce. Se consideran igualmente superficies de planación villafranchienses desnudas, no cubiertas por sedimentos o rañas.

MABESOONE (1961) deduce en el curso alto del Pisuerga tres terrazas pluviales (a 100-120, 70-80 y 50-55 m.) y dos de influencia glaciár (Riss y Würm) a 20-30 y a 5-15 m.

LEGUEY y RODRIGUEZ MARTINEZ (1969) analizan mineralógicamente múltiples terrazas en los ríos Carrión, Pisuerga y Arlanzón, estudio que continúa (1970) más al O, en los límites de las provincias de León y Zamora.

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

GARCIA ABBAD & REY SALGADO (1973) establecen en el Pisuerga y en el Duero, además de formaciones coluvionares de ladera y depósitos eólicos, seis niveles de terraza que sitúan a 770-800 m., 750-780, 715-755, 700-715, 675-700 m. y una última de 3 a 7 m. sobre el cauce actual.

ESPEJO, TORRENTE & ROQUERO (1973) suponen múltiples terrazas al S de la provincia de León.

ZAZO & 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, de terraza o desnudos).

La Hoja de Toro ha sufrido complejas modificaciones cuaternarias, estrechamente ligadas a la historia geológica en conjunto con las Hojas vecinas.

Hemos diferenciado tres secuencias de terrazas, altas, medias y bajas, para una mejor explicación.

2.3.2 TERRAZAS ALTAS DEL DUERO (Q_1T_1 , Q_1T_2 , Q_1T_3 , Q_1T_4)

Incluimos dentro de este apartado las terrazas que se encuentran, al S del Duero, en la esquina SE de la Hoja, que en principio no parecen estar ligadas a la dinámica del Duero.

Se desarrollan en cuatro niveles que se sitúan a alturas de 780 m. (+ 130 m., Q_1T_1), 770 (+ 120 m., Q_1T_2), 750-760 (+ 100-110 m., Q_1T_3) y 740 (+ 90 m., Q_1T_4).

Se ha incluido también en este apartado la terraza más alta situada al N del Duero, que aflora en la cumbre de Cubillas (755 m.). Por su altura podría corresponder a la Q_1T_3 .

La terraza más alta (Q_1T_1) aflora en el borde S de la Hoja, penetrando en la 14-17 (Fuentesauco) entre Castronuño y Alaejos. Está constituida por cantos de cuarcita y cuarzo, con granulometría hasta 5 cm. Matriz completamente desmantelada. Potencia visible: menor de 1 m.

La segunda terraza (Q_1T_2) aparece en manchones al NE de las anteriores, entre Siete Iglesias y Castronuño. Formada por cantos de cuarzo y cuarcita de tamaño mayor que la Q_1T_1 , aparece cementada principalmente por carbonatos, matriz arcillo-arenosa de color rojiza. Muestra estratificación

cruzada en la base y costras calcáreas hacia el techo. Potencia: 1,5 a 2,5 m. Por desmantelamiento superficial de extensiones de canturreal suelto.

La tercera (Q_1T_3) se sitúa al N de Siete Iglesias. Similar a la anterior, pero escasamente cementada. se manifiesta únicamente por superficies de canturreal. Respecto al afloramiento de Cubillas, al N del Duero, su granulometría es mucho mayor, llegando a comportar bloques, como corresponde a una sedimentación de un curso fluvial más energético.

La cuarta (Q_1T_4) se sitúa en las proximidades de la anterior, al N de Siete Iglesias. Granulometría similar y, como la anterior, por desmantelamiento de superficies de canturreal.

Las cuatro terrazas suelen empalmar entre sí por coluvionamiento que, dada su escasa representatividad, no ha sido cartografiado.

2.3.3 TERRAZAS MEDIAS DEL DUERO (Q_1T_5 , Q_1T_6 , Q_1T_7 , Q_1T_8)

Constituye una sentencia de terrazas, en algunos casos difícil de separar por coluvionamiento posterior; éste afecta incluso a las terrazas bajas.

Se desarrollan en cuatro niveles que se sitúan a 720-730 m. (+ 70-80 m., Q_1T_5), 700-710 m. (+ 50-60 m., Q_1T_6), 690-695 m. (+ 40-45 m., Q_1T_7) y 675 m. (+ 25 m., Q_1T_8).

Tal como indicamos en el apartado anterior podría considerarse dentro de esta secuencia la terraza más alta del Teso Cubillas (Q_1T_3).

Todas estas terrazas son muy similares. El tamaño de los cantos es grande, llegando a bloques. Ocasionalmente pueden presentarse cementadas, pero lo normal es su demolición, dando una superficie de canturreal de cuarzo y cuarcita y, en los bordes, su coluvionamiento que suele empalmar con la terraza siguiente.

Hacia la desembocadura del Guareña, el tamaño de los cantos disminuye, seguramente debido a la remodelación de las terrazas por este afluente del Duero.

La sexta terraza, especialmente desarrollada al N del Duero, en el meandro de Castronuño, está fuertemente remodelada eólicamente, con pulimento y formación de facetas en los cantos. Constituye un pavimento sin matriz. Ocasionalmente aparece comentada en los escarpes del río Bajoz. Alcanza en algunos puntos una potencia de 15 m., destacada en comparación con las demás, que no suelen rebasar los 5.

2.3.4 TERRAZAS BAJAS DEL DUERO (Q_1T_9 , Q_1T_{10} , Q_1T_{11})

Se han considerado tres niveles que corresponden a las terrazas bajas del Duero. Se sitúan a 660-670 (Q_1T_9), 650-655 (Q_1T_{10}) y 650 m. Q_1T_{11} .

La más alta (Q_1T_9) es la de mayor importancia de las tres, alcanzando amplio desarrollo horizontal tanto al N como al S del Duero, por lo cual

sus alturas se adaptan a la topografía actual. Su potencia puede llegar a ser de 6 m.; son gravas y arenas blancas sin cementar. En las proximidades de la desembocadura del Guareña puede encontrarse remodelada.

La siguiente (Q_1T_{10}) es similar, estando separada por escalones de terraza tanto de la anterior como del aluvial arenoso del Duero.

Una última terraza (Q_1T_{11}), de las mismas características, se da en la desembocadura del Guareña, curso al que parece estar más ligado que al Duero.

2.3.5 TERRAZAS LIGADAS A CURSOS DIFERENTES DEL DUERO

Una terraza, típica, se encuentra en la margen derecha del río Bajoz, a alturas en la Hoja comprendidas entre 665 y 675 m., aunque en la inmediata Hoja de Toro se ha localizado en tres alturas diferentes, aguas arriba del Bajoz, a 705, 710 y 720 m. Pese a ello estimamos que se trata de una sola terraza y que los desniveles se deben simplemente a la topografía de sedimentación fluvial. Se caracteriza por la presencia de carbonatos, que le dan una mayor compacidad que a las otras terrazas.

En Miralmonite, afloramiento más meridional, los escarpes son dos, entre los que asoman los conglomerados rojos de Toro; en el superior, los cantos son mayores.

En general se trata de una masa de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa y lentejones de arenas silíceas de grano medio a grueso. Hay cantos de caliza y parcialmente se encuentra cementada por carbonatos. Las tonalidades son pardas.

En el río Hornija sólo hemos encontrado afloramientos equivalentes en San Román, orilla izquierda, a 675-680 m.

Dentro de este apartado se han de incluir dos afloramientos de terrazas entre Bóveda de Toro y Venialbo de pequeña extensión. Ligada al curso del Guareña se encuentra otra terraza. La característica principal de todas ellas es su matriz rojiza englobando a los cantos.

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

Las arenas eólicas tienen considerable importancia por su extensión en el meandro de Castronuño, al N del Duero. Se encuentran claramente visibles en la cumbre del Cerro Cubillas —también conocido por Gurugú—, a 755 m., donde tienen la forma semilunar típica de las formaciones eólicas, aunque están ya algo desdibujadas. Se localizan hasta alturas próximas a los 660 m., pero es posible que las zonas más bajas sean el producto de la acción coluvionar. Estas diferencias notables de alturas son típicamente eólicas y cubren un relieve, cuaternario en este caso. Procedentes con toda probabilidad del SE, rebasan los límites de esta Hoja y penetran en la de Toro.

Se trata de arenas cuarzosas sueltas, de grano fino redondeado, isométricas, de color blanco amarillento. Se registra la presencia de cantos facetados. Su potencia puede llegar a 10 m.

Indudablemente su movilidad no ha sido exclusiva de un tiempo determinado. En las fotografías aéreas puede deducirse una dirección de viento dominante NE-SO, pero desde su realización (1956) la forma de las dunas ha variado sensiblemente, y puede que varias veces.

Se deduce que su área madre es el de las areniscas feldespáticas «de Garcihernández». En Valladolid ha sido deducida la misma procedencia, en este caso meridional (GARCÍA ABBAD & REY SALGADO, 1973).

2.3.7 TERRAZAS RECIENTES DEL DUERO

Desde que el Duero se encajó aproximadamente en el actual meandro de Castromuñoz ha depositado gran cantidad de materiales detríticos heterométricos, sueltos, por lo general de tonalidades muy claras.

El río ha excavado después sobre sus propios sedimentos; ello y la divagación normal ha producido una serie de aterrazamientos en los materiales arenosos, de los que muchos son perfectamente visibles. Uno de ellos forma un claro meandro abandonado, con zona pantanosa en el área convexa.

2.3.8 ALUVIONES ARENOSOS (Q₁₋₂S-Al)

Este apartado es continuación del anterior y se refiere a los materiales detríticos sin cementar situados por debajo de la terraza más baja, a 660 m. Como acabamos de decir, presenta numerosos aterrazamientos, testigos del curso divagante del Duero.

Los sedimentos tienen una potencia masiva, visible sobre el cauce actual, de 15 m.

2.3.9 CUATERNARIO RECIENTE (Q₂Al, Q₂Co, Q₂Cd)

Orlando los cursos de agua —a excepción del Duero— se encuentran materiales gredosos o arcillosos, frecuentemente con cantos, ricos en humus. Su tipología los define como aluviales.

En gran parte de la Hoja dichos cursos menores atraviesan estratos detríticos en relieve suavemente alomado o escarpado. En el primer caso es frecuente que los aluviones sean de tendencia arenosa-arcillosa.

En las zonas escarpadas la parte faldera suele estar cubierta por derrubios de ladera, eboulis y conos de deyección. Resulta frecuentemente difícil establecer una separación neta entre estas formas y los coluviones y, en ocasiones, entre éstos y los deluviones y aluviones.

3 TECTONICA

Todas las anomalías tectónicas observadas en la Hoja tienen como causa el reajuste —o mejor los reajustes— alpino de las fracturas tardihercínicas del Basamento. Son menos patentes al adentrarnos en la Cuenca, pero evidentes hacia los bordes.

Las anomalías en la horizontalidad típica de las «calizas de Los Páramos» fueron observadas por E. HERNANDEZ PACHECO & DANTIN CERECEDA (1915) y ROYO GOMEZ (1922). Este último autor (1926) deduce una discordancia sálica en el terciario continental ibérico, dato corroborado más tarde por CIRY (1939) en la provincia de Palencia.

En el borde SO y O de la Cuenca del Duero la estructura había sido muy simplificada desde el clásico trabajo de ROMAN & ROYO GOMEZ (1922) y ROMAN (1923), en el que se supone que los materiales paleógenos, suavemente inclinados, se sumergen bajo el Mioceno, al E y NE, hacia el centro de la Cuenca. La inclinación que dedujeron en el Paleógeno de los escarpes del río Tormes ha sido comprobada posteriormente (JIMENEZ, 1970).

Esta hipótesis tan simplista ha sido seguida durante muchos años. TEMPLADO & PASTORA (1945) la admiten, aun cuando hacen ver que en el borde de la cuenca existen anomalías tectónicas entre el Terciario y el Paleozoico. Algo anterior es la importante monografía de SCHMIDT-THOME (1945) en el Basamento salmantino-cacereño, en la que se habla también del Paleógeno fracturado: BIROT & SOLE (1954) recogen estos datos y los amplían con otros nuevos, todos ellos del borde S y SO de la Cuenca. Un paso importante es la edición del magnífico Mapa de la Cuenca del Duero 1:250.000 (AERO-SERVICE, 1967); en su monumental informe (no editado) se habla de plegamientos monoclinales y de varias fracturas en el zócalo; entre otras, de la falla de Alba-Villoria, sin que se haga mención sobre si afectan o no al Terciario.

JIMENEZ (1970) pone de manifiesto que muchos cursos de agua y alineaciones coinciden con anomalías de índole estratigráfica entre ambas orillas y supone se debe a la acción de fracturas que han afectado a la cobertura terciaria. Dicha información es recogida en los mapas 1:200.000, Hojas de Valladolid y Salamanca (ARRIBAS & JIMENEZ, 1971, 1972).

En 1972 JIMENEZ amplía con nuevos datos los conocimientos sobre las series paleógenas del Tormes y establece dos fracturas deducidas —que denomina de San Morales y Arabayona— subparalelas y de dirección NNE-SSO. En 1973 enfoca la investigación hacia diversos aspectos de la falla de Alba-Villoria, estableciendo que afecta al terciario, hundiendo el bloque oriental y separando netamente al Paleozoico del Mioceno en Alba de Tor-

mes, y más al N primero a éste del Preluteciense y luego del Ludiense. En Cantalpino muestra cómo los sedimentos miocénicos —las «areniscas de Garcihernández», citadas entonces por vez primera— están inclinados, lo que prueba una póstuma acción de la falla, pre-vallesiense por considerarse de esta edad dichos materiales, y por tener evidencias de que los sedimentos vallesienses de Coca (Segovia) no están afectados por la fractura del Adaja, que si disloca al Vindoboniense (SCHWEUZER, 1936; JIMENEZ, 1972). Además de estas fracturas NNE-SSO, se deduce otra (de Salamanca) de rumbo ONO-ESE.

En 1975 NICOLAU estudia otra falla NNE-SSO, visible en Carbajosa de la Sagra (4 km. al S de Salamanca), que afecta al Preluteciense y deduce su evolución completa hasta dicha edad. En el mismo año JIMENEZ, investigando el área al NO y O de Salamanca, descubre dos nuevas fracturas NNE-SO (de Los Pizarrales y de Santibáñez), que además de dislocar al Preluteciense también lo hacen a otra falla de rumbo ONO-ESE. Esta función evidentemente en el Preluteciense, pues produjo en sus materiales una pequeña discordancia. La acción de las fracturas posteriores provocó en las primeras, además de su aparente desgarre, un cambio de rumbo, que pasa a ser OSO-ENE.

Más al N, en las provincias de Zamora y borde O de la de Valladolid, se han deducido litológicamente posibles fracturas en el arroyo Talanda, entre Venialbo y Villalazán; en el río Guareña, durante su curso SE-NO, y en el arroyo Valparaíso, entre Peleas de Arriba y el Duero (JIMENEZ, 1970; ARRIBAS y JIMENEZ, 1971). También se ha mencionado una posible fractura E-O coincidente con el Duero. Los estudios de CORROCHANO (1977) han permitido afirmar que, de existir, estas fallas apenas afectan a la Cobertera. Dado que algunas de ellas han sido registradas geofísicamente, suponemos que su acción fue importante hasta el Preluteciense, y sólo de leves reajustes posteriormente.

En los escarpes del Guareña en Villabuena del Puente se vio (JIMENEZ, 1970) una leve discordancia, que permitió diferenciar dos formaciones. A la superior se le ha denominado post-Ludiense, por considerarse en principio Ludienses a las infrayacentes (JIMENEZ, 1970, 1974) o Pre-Tortonenses al suponerse que la discordancia es la Sávica (ARRIBAS & JIMENEZ, 1971, 1972).

Por lo que respecta a la Hoja de Castronuño, en muchos sitios puede verse directamente cómo el Paleógeno está afectado por una tectónica que lo ha inclinado como respuesta de la cobertera a los reajuegos alpinos de las fracturas del zócalo.

Una observación global del contacto entre los grupos Inferior y Superior Paleógeno (éste deducido oligocénico) evidencia unos buzamientos generales que son aproximadamente los siguientes: al NNO en la esquina NO de la Hoja, si bien tiene sólo valor local, puesto que ya en la inmediata

Hoja 14-14 (Zamora) se aprecia buzamiento general al ESE. Dicho valor local podría muy bien ser la resultante direccional de las NNE-SSO (buzamiento E) con la NO-SE (buzamiento N).

Por toda la mitad O de la Hoja (a excepción de lo indicado arriba) al O del Guareña la dirección general mayoritaria es NO-SE (buzamiento NE).

Al E del Guareña se aprecian las mismas direcciones que al O. En los escarpes del Guareña son ENE (buzamiento N) en el borde S; al N y hacia el E las direcciones pasan a NNO-SSE (buzamiento E).

Finalmente, en el tercio oriental, la dirección general del Paleógeno es NNE-SSO (buzamiento E).

Todo ello parece evidenciar que la acción alpina se manifestó sobre dos direcciones fundamentales: NNE-SSO y NO-SE.

Las «series de Valdefinjas» —especialmente los tramos calcáreos superiores—, que se han considerado «a priori» como oligocénicos, muestran globalmente una marcada horizontalidad, de la que se sale —ligeramente— sólo muy al E del río Guareña. Ello parece presuponer una ligera discordancia entre esta formación y el Grupo Superior Paleógeno. Ya se han indicado en el apartado correspondiente las razones que han motivado su datación provisional, junto con otras que abogan por el Mioceno. Por tanto, esta posible discordancia sería Sávica o algo anterior.

Respecto al Mioceno Inferior del Norte del Duero («facies roja de Toro») en esta Hoja no es claramente observable su relación con el Paleógeno. En la situada al N (Toro) se aprecia que reposa en paraconformidad con el Grupo Inferior Paleógeno. No se han observado buzamientos, pero ello no quiere decir que no los haya.

La paraconformidad Paleógeno-Mioceno Inferior —poco visible en esta Hoja— se sitúa a 755 m. en el cerro Geroma (Hoja 13-15, Coreses, esquina SE), para ir descendiendo hacia el E y situarse en Toro a 690 m., altura que desciende suavemente hacia el E y en el meandro al N de Castroño. En la orilla S del Duero a estas alturas aún persiste el Paleógeno, que se eleva hasta las cotas más altas de la Hoja (830 m.).

Pero el hecho de que las «facies rojas» no aparezcan en esta Hoja al S del Duero no quiere decir que en principio estuviesen por encima de los 830 m. y hubiesen sido erosionadas, con presencia de una fractura que las hubiese hundido al N del río. Esta supuesta falla, que tendría un salto entre 70 y 130 m., es negada por la correlación entre una capa guía fosilífera —el «nivel de peces» (Eoceno Inferior a Luteciense Inferior) (JIMENEZ, 1977)— entre los bordes N de la Hoja 13-16 (Zamora) y 13-15 (Coreses): hay un desnivel, pero mucho menor, del orden de 30 a 40 m., que se puede explicar sin recurrir a fracturas.

Resulta más sencillo y factible suponer que el Mioceno Inferior («facies roja de Toro») cubrió un paleorrelieve pre-mioceno, siempre a N del actual Duero, cuyo trazado coincide con el borde de dicha cuenca temporal. Posi-

blemente ello sea debido a un proceso geomorfológico diferencial al poderse encajar más fácilmente la red, durante el Cuaternario, en los materiales miocenos, más fácilmente erosionables (*).

No se descarta, sin embargo, una adaptación de algunos cursos —incluso del trazado del Duero al NE de Castronuño— al rejuego de las fracturas del zócalo que, de existir a partir del Mioceno, debió ser muy ligero.

Las «areniscas feldespáticas de Garcihernández» no muestran buzamientos. En la Hoja de Castronuño evidencian, por su relación con el Paleógeno, un paleorrelieve post-Paleógeno inclinado al E y NE. Este paleorrelieve puede coincidir con el pre-«facies roja», pero no se ha podido dilucidar con los datos de esta Hoja si es el mismo o es otro posterior. En la Hoja de Toro parece evidente una relación vertical entre la «facies roja» y las «arcillas de Tierra de Campos». Si éstas son un cambio lateral de las «areniscas feldespáticas», el paleorrelieve previo a ellas puede ser posterior al Mioceno Inferior y coincidir con el pre-Mioceno por demolición.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Los episodios que hilvanan la historia geológica de la Hoja de Castronuño forman parte de un conjunto mucho más amplio que abarca el borde sur-occidental y el centro de la Cuenca del Duero.

El marco de la Cuenca del Duero está en la actualidad bien definido geográficamente; pero en el pasado los bordes presentaron características cambiantes, como resultado de las removilizaciones producidas durante la orogenia alpina. No se conoce cómo fue el régimen paleógeno debajo de las potentes formaciones miocenas del centro de la Cuenca, pero los datos de que disponemos sobre el Paleógeno del borde SO y O apuntan hacia la idea de que en realidad se trataba de subcuencas menores separadas por umbrales. El borde S de la cuenca paleógena principal se desplazó paulatinamente hacia el N. Subcuencas laterales como la de Ciudad Rodrigo tuvieron una historia diferente con grandes hiatos que no se produjeron en las limítrofes.

Estos son dos ejemplos de que la historia de estas subcuencas es, en conjunto, compleja. Se conocen diversas removilizaciones del relieve que motivaron la reunión, separación o ampliación de varias de ellas. Las grandes removilizaciones coinciden aproximadamente con cambios climáticos o, dicho de otro modo, con deposición nula que al iniciarse nuevamente lo hacen en un clima que ya no es el mismo.

(*) Otra explicación a este hecho podría ser que el trazado actual del Duero coincidiese con un gran cambio lateral de facies. Ello implicaría una edad diferente para la «facies roja de Toro», que sería más antigua de la que aquí se ha dado.

De este modo se pueden distinguir tres grandes ciclos sedimentario-climáticos que vienen a coincidir con los tiempos prelutecienses, del resto del Paleógeno y del Mioceno. El Cuaternario tiene características propias.

El Preluteciense (*), cuya iniciación podría rebasar los límites del Terciario, se depositó en un clima tropical hiperhúmedo y muy cálido con formación de costras ferrolíticas y de sedimentos con marcado contenido en sílice de origen químico y óxidos de hierro. No aflora en la Hoja de Castronuño.

I. EOCENO

Los materiales más antiguos de esta etapa —dejando aparte a los prelutecienses— son los correspondientes al nivel de peces, que aflora inmediatamente al O de esta Hoja, en Sanzoles y en los escarpes de Villalazán. En virtud de una ligera inclinación hacia el E y hacia el N, no aparecen en la Hoja de Castronuño, aunque pudiera ser que estuvieran ocultos bajo el Cuaternario y derrubios en la base de los escarpes en la dehesa de San Miguel.

El Luteciense Medio y Superior, con típicas litofacies, ocupa una gran extensión en la Hoja. En conjunto el Paleógeno, desde el Preluteciense al Oligoceno, muestra una clara evolución climática, siempre intertropical, cálida y húmeda, de modo que los períodos hiperhúmedos que caracterizan al Preluteciense son paulatinamente más escasos y, por el contrario, se van haciendo más frecuentes los episodios áridos, aunque nunca alcanzan una gran duración. Desde el punto de vista estratigráfico se dio una repetición de ciclos sedimentarios fundamentalmente detríticos, cortados por superficies erosivas, depositados en un ámbito de abanicos aluviales anastomosados y con paleocanales. Episodios lacustres más abundantes con el tiempo. Los aportes procedieron del SO y O. Las «areniscas de Toro» sugieren, por el contrario, aporte del NE, lo que viene a suponer que la cuenca luteciense tenía en esta dirección un umbral que la separaba del resto de la actual Cuenca del Duero, hoy totalmente fosilizado.

La sedimentación continuó en las Hojas de Fuentesauco y Castronuño hasta el Oligoceno, probablemente Inferior. Después de esta época los rit-

(*) En 1970 JIMENEZ da el nombre de Preluteciense a las formaciones al E y situadas cronológicamente por debajo de los niveles fosilíferos de Corrales, datados en el Luteciense Medio. Posteriormente se ha ampliado el conocimiento paleontológico de las series paleógenas en un nivel —de peces— que puede ser Eoceno Inferior a Luteciense Inferior, completamente diferente de las Series típicas prelutecienses (JIMENEZ, 1977). Quizá se podría denominar a éstas paleocenas, pero preferimos conservar su primitivo nombre.

mos, todavía detríticos, son mucho más amplios, como corresponde a un medio de menor energía.

La sedimentación oligocénica culminaría con episodios lacustres en un clima marcadamente árido, precedido de fases fluviales en ritmos detríticos no muy diferenciados de los anteriores.

II. PLEGAMIENTO SAVICO

Los esfuerzos alpinos, que ya habían primero conformado y luego desfigurado las primitivas cuencas, vuelven a actuar entre el Oligoceno y el Mioceno Inferior provocando un nuevo rejuego de las fracturas hercínicas del Basamento. La adaptación de la Cobertera Terciaria se traduce en la formación de grandes pliegues monoclinales. La estructura general así formada por fracturas de direcciones NNE-SSO y NO-SE (éstas menos densas) es la de una nueva depresión hundida en el marco de la Hoja hacia el SE y E. Hacia esta época se produce la unificación de las subcuencas en una sola, con la excepción de algunas subcuencas apofisarias laterales. Es posible que los paraxismos sávicos se iniciasen antes de terminar la sedimentación oligocénica, previamente a la deposición de las «series de Valdefinjas».

III. MIOCENO INFERIOR

Esta época se caracteriza por el enorme aporte de materiales heterométricos poligénicos depositados en un régimen de sheet flood muy extendido por todo el centro de la Península Ibérica, rellenando los paleorrelieves previamente formados. El clima se deduce aún tropical, cálido y relativamente húmedo. Antes del Vindoboniense las condiciones cambian; el clima se vuelve marcadamente árido.

IV. VINDOBONIENSE-PONTIENSE

Tras una fase erosiva, que se manifiesta en esta Hoja en su borde oriental, al S del actual trazado del Duero, comienza el depósito de las «areniscas feldespáticas» en un clima predominantemente árido. Estas no sólo colmatan y rebasan a la falla de Alba-Villoria, situada más al E, sino también la pendiente que se elevaba desde ella hacia el O.

No se dan, en el marco de la Hoja, los caracteres sedimentarios típicos del centro de la Cuenca.

V. CUATERNARIO

No es esta Hoja una excepción a los fenómenos cuaternarios que tipifican las Cuencas Centrales Ibéricas, con los depósitos de terrazas características de los grandes ríos.

Cifrándonos al marco de la Hoja se han descrito hasta 11 niveles de terraza que llegan a presentarse hasta a 130 m. por encima del actual del Duero, si bien se podría objetar que las más altas no parecen estar ligadas directamente al curso principal. En relación clara con éste, las alturas mayores se dan a 100-110 m. A partir de ella, los fenómenos de erosión-sedimentación no difieren de los observados en otras áreas.

Es notorio el sedimento eólico que se presenta a alturas diferentes de esta Hoja. El hecho de que la más baja lo hace sobre materiales aluviales recientes implica su activación no muy antigua.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

Las únicas explotaciones efectuadas en la Hoja de Castronuño son las derivadas de la cantería y de los mantos acuíferos.

5.1 CANTERAS

Distinguiremos cuatro tipos de posibles explotaciones: de areniscas, calizas, arcillas y gravas.

5.1.1 ARENISCAS

Las areniscas lutecienses presentan por lo general buenas características para la cantería de piedras de sillería. Sin embargo, dos hechos condicionan su explotabilidad: la extensión y potencia de los lentejones válidos y su calidad. Esta última no es un factor excesivamente importante en construcción (aunque sí en ornamentación), pero sí la primera, que por ser negativa hace que su explotación sea excasa en esta Hoja.

Las canteras más importantes —hoy abandonadas— se sitúan a 1 km. al N de El Pego. En la actualidad se han iniciado calicatas al O de Bóveda de Toro. Hay otras explotaciones en desuso en Castronuño, Peleagonzalo, en los alrededores de Venialbo y en Los Cantadales. Todas ellas cubrieron únicamente las necesidades locales. La búsqueda y apertura de canteras debió tener su auge en la gran época constructora de las grandes ciudades castellanas: Salamanca, Toro y Zamora, dando lugar a múltiples pequeñas industrias en su torno; tras diversas épocas posteriores de florecimiento hasta el siglo XVIII, el ramo se encuentra en franco declive.

Existen zonas en esta Hoja que pueden ser interesantes en orden a su explotación si la demanda de piedra de sillería así lo justificase.

5.1.2 CALIZAS

No existen en la Hoja calizas «de Páramos». Las «calizas de Valdefinjas» presentan numerosos cantos o granos de cuarzo, lo que impide su trata-

miento para piedra de sillería por lo costoso de su corte o pulimento. No obstante se han realizado algunas explotaciones en Valdefinjas que cubren suficientemente las necesidades locales.

5.1.3 ARCILLAS

La Hoja de Castronuño no muestra condiciones apropiadas para la explotación de arcillas. Se han encontrado restos de hornos para la construcción de ladrillos 4 km. al NO de Venialbo; aprovechaba pequeños lentejones lutecienses, excepcionales por su escasez y agotados prontamente. Se han hecho otras explotaciones ocasionales, para construcción con adobe, en Peleagonzalo, Villabuena, Castronuño, Siete Iglesias y San Román de la Hornija, mayores en las tres últimas poblaciones.

5.1.4 GRAVERAS

El aprovechamiento de gravas para diversos usos ha adquirido notable importancia al S de Toro, en las terrazas bajas del Duero. Otras canteras de menor cuantía se encuentran en el meandro de Castronuño, cerca de San Román de la Hornija.

Las posibilidades en este campo son incalculables, dada la enorme extensión y potencia de estos sedimentos.

Ello hace innecesaria la explotación de las terrazas altas y de algunos lentejones en los «conglomerados rojos de Toro», que también pueden ser aprovechables.

5.2 AGUAS SUBTERRANEAS

Las necesidades de aprovechamiento de aguas en esta Hoja derivan fundamentalmente de la industria agropecuaria y del abastecimiento de poblaciones.

El abastecimiento no tiene demasiados problemas; la ganadería no es excesiva y su abrevamiento se puede resolver por los procedimientos usuales. La riqueza agrícola de la región deriva del cultivo de cereales y de vides. Sólo en la vega del Duero se aprovechan regadíos, aunque las condiciones edafológicas no son muy apropiadas.

La traída de aguas para abastecimiento se efectuó desde antiguo por mediación de pozos y fuentes. Estas, aunque de pequeño caudal, son abundantes en los estratos paleógenos y, menos, en el Mioceno Inferior. Tienen como causa la alternancia de materiales muy porosos y permeables con otros más impermeables. La explotación por fuentes o pozos depende de las condiciones propias del terreno; enumerarlas sería prolijo por su abundancia.

En la vega del Duero, y en menor grado en algunos de sus afluentes, el regadío se produce por el aprovechamiento de los canales de la presa de

San José, aguas abajo de Castronuño, o de numerosos pozos, muchos de ellos artesianos. Estos son comunes en la vega del Guareña y de numerosos afluentes menores.

Las progresivas necesidades agrícolas hacen que se intente, desde hace tiempo, la transformación de extensiones de secano en regadío. En principio no parece que debieran existir problemas para la ubicación de sondeos, que no tienen por qué ser excesivamente profundos; parece más explotable el Luteciense por su condición de alternancia de materiales permeables e impermeables, en lentejones, pero la extensión de éstos en la mayoría de los casos es limitada y las recargas laterales no parecen muy grandes, por lo que la ubicación de nuevos sondeos ha de hacerse con cautela. En los materiales del Mioceno Inferior el caudal es aún menor. Algunos sondeos, después de atravesarlo, aprovechan niveles lutecienses de alguna rentabilidad.

Al N del Duero las condiciones para la ubicación de sondeos son algo mejores, después de atravesar los conglomerados rojos de Toro.

Al N de El Pego parecen darse las mejores condiciones hidrogeológicas de la Hoja; por lo general, a 60 m. se obtienen caudales aprovechables, algunos de ellos sobrepasando ampliamente las necesidades.

La orilla derecha del Guareña, y en general todo el cuadrante SE, es el de peores garantías de rentabilidad hidrogeológica por sondeos. La profundidad y el pequeño caudal hasta ahora obtenido no permiten optimismos en este sentido.

6 BIBLIOGRAFIA

- AERO-SERVICE LTED. (1967).—«Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000». *Inst. Nac. Colonización & IGME*, Madrid.
- AGUIRRE, E. (1975).—«División estratigráfica del Neógeno Continental». *Est. Geol.*, 31, 587-595, Madrid.
- AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, M. & PEREZ GONZALEZ, A. (1976).—«Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española». *Trab. Neógeno-Cuaternario*, 5, 7-29, Madrid.
- AGUIRRE, E.; MOLINA, E.; PEREZ GONZALEZ, A. & ZAZO, C. (1972).—«The Pliocene-Pleistocene boundary in Spain». *Int. Col. on the problem «the boundary between Neogene and Quaternary»*. *INQUA-IUGS*, pp. 117-123, Moscú.
- ALBERDI, M. T. & AGUIRRE, E. (1970).—«Adiciones a los mastodontes del Terciario español». *Est. Geol.*, 26, 401-415, Madrid.
- ALCALA DEL OLMO, L. (1972).—«Estudio sedimentológico de los arenales de Cuéllar (Segovia)». *Est. Geol.*, 28, 345-358, Madrid.

- (1975).—«Estudio edáfico-sedimentológico de los arenales de la Cuenca del Duero». *Tesis Doctoral. Univ. Complutense*, Madrid.
- ARRIBAS, A. & JIMENEZ, E. (1967).—«Geología de Zamora». In «Mapas provinciales de suelos. Zamora». *Mapa Agron. Nac., Ministerio 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.
- (1971).—«Mapa Geológico de España 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 36 (Vitigudino)». *IGME*, Madrid.
- BERGOUNIOUX, F. M. & CROUZEL, F. (1958).—«Les mastodontes de l'Espagne». *Estudio Geol.*, 14, 223-365, Madrid.
- BIROT, P. & SOLE SABARIS, L. (1954).—«Investigaciones sobre la morfología de la cordillera Central española». *Instituto «Juan Sebastián Elcano». CSIC*, 87 pp., Madrid.
- CIRY, R. (1939).—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León y Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 74, 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 física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-121, 8 pp., Madrid.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E. & GARCIA, J. (1968).—«Un nuevo yacimiento de mamíferos del Mioceno de la Meseta española». *Acta Geol. Hisp.*, 3, 22-24, Barcelona.
- CRUSAFONT, M.; REGUANT, S. & GOLPE, J. M. (1975).—«Síntesis biocrono-estratigráfica del Terciario Continental español». *Est. Geol.*, 31, 581-586, Madrid.
- CRUSAFONT, M. & 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, 83-85, Madrid.
- (1960).—«El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica». *Not. y Com. IGME*, 60, 127-140, Madrid.
- CRUSAFONT, M. & VILLALTA, J. F. (1954).—«Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo homenaje a D. E. Hernández Pacheco, 215-227, Madrid.
- ESPEJO, R.; TORRENT, J. & ROQUERO DE LABURU, C. (1973).—«Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 71, 231-236, Madrid.
- GARCIA ABBAD, F. J. & REY SALGADO, J. (1973).—«Cartografía Geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid». *Bol. Geol. Minero*, 84, 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, 579-597, Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, S. (1928).—«Los cinco ríos principales de España y sus terrazas». *Trab. Mus. Nac. Hist. Nat. Ser. Geol.*, 36, 1-150, Madrid.
- (1932).—«Síntesis fisiográfica y geológica de España». *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Geol.*, 38, 1-584, Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, E. & DANTIN CERECEDA, J. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Memor. Com. Inv. Paleont. y Preist.*, 51, 1-295, Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1923).—«Las arenas voladoras de la provincia de Segovia». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23, 211-216, Madrid.
- (1928).—«Las terrazas cuaternarias del río Pisuerga entre Dueñas y Valladolid». *Bol. R. Acad. Cienc. Ex. Fis. y Nat.*, 24, 243-267, Madrid.
- (1930).—«Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid». *Mem. Com. Inv. Pal. y Prehist.*, 37, 1-206, Madrid.
- (1932).—«Las terrazas cuaternarias del Duero en su tramo medio». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 33, 479-487, Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. & CRUSAFONT, M. (1960).—«Primera caracterización paleontológica del Terciario de Extremadura». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 58, 275-282, 5 láms., Madrid.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. & 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 sur-occidental 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, 57-82, Salamanca.
- (1972).—«El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. I: Los escarpes del Tormes». *Stud. Geol.*, 3, 67-110, Salamanca.
- (1973).—«El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. II: La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas». *Stud. Geol.*, 5, 107-136, Salamanca.
- (1974).—«Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica». *Bol. Geol. Min.*, 85 (5), 518-524, Madrid.
- (1975).—«Presencia de una fase de fracturación y una discordancia pre-lutecienses en el Paleógeno de Salamanca». *Est. Geol.*, 31, 615-624, Madrid.
- (1977).—«Sinopsis sobre los yacimientos paleógenos de la provincia de Zamora». *Bol. Geol. Min.*, 88, Madrid.
- LEGUEY, S. & RODRIGUEZ, J. (1969).—«Estudio mineralógico de los ríos

- de la Cuenca del Pisuerga». *An. Edaf. y Agrobiol.*, 28, 445-541, Madrid.
- (1970).—«Estudio de las terrazas y sedimentos de los ríos de la Cuenca del Esla». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 68, 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, 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, 509-522, Madrid.
- MIGUEL, M. (1906).—«Restos fósiles de vertebrados encontrados en Salamanca». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 6, 352-357, Madrid.
- M. O. P. (1973).—«Corredor del Noroeste. Tramo: Tordesillas-Benavente. Estudio previo de terrenos». *Minist. Obras Públ.*, Madrid.
- NICOLAU, J. (1975).—«Nota sobre el contacto Terciario-Basamento en los alrededores de Carbajosa de la Sagrada (Salamanca)». *Est. Geol.*, 31, 577-580, Madrid.
- NOSSIN, J. J. (1959).—«Geomorphological aspects of the Pisuerga drainage area in the Cantabrian, Spain». *Leid. Geol. Med.*, 34, 286-340, Leiden.
- PARADELO, L.; PARAMIO, M. & FERNANDEZ ANGLIO, D. (1968).—«Geología de Valladolid». In «Mapas provinciales de suelos. Valladolid». *Mapa Agron. Nac.*, Ministerio Agricultura, pp. 7-13, Madrid.
- PEREZ GONZALEZ, A. (1971).—«Tertiary and Quaternary of the Plateau of New Castilla». *Int. Field Instit. Spain 1971. Amer. Geol. Inst.*
- PLANS, P. (1970).—«La Tierra de Campos». *Inst. Geogr. Aplic. Patronato «Alonso de Herrera», CSIC*, 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 láms., 1 mapa, Madrid.
- ROMAN, F. (1922).—«Algunos dientes de Lofiodóntidos descubiertos en España». *Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehist.*, 33, 1-22, Madrid.
- ROMAN, F. & ROYO GOMEZ, J. (1923).—«Sur l'existence de mammifères lutéciens dans le Bassin du Doure (Espagne)». *C. R. Ac. Sci.*, 175, 1221-1223, París.
- ROYO GOMEZ, J. (1922).—«El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica». *Mem. Com. Invest. Paleon. y Prehist.*, 30, 1-230, Madrid.
- (1926).—«Tectónica del Terciario Continental Ibérico». *Cong. Geol. Int.*, C. R., 14 ss., Madrid, 1, 593-623.
- (1926).—«Terciario Continental de Burgos». *XIV Congr. Geol. Int., Guía Excurs.* A-6, 69 pp., Madrid.
- (1935).—«Las grandes tortugas delseudodiluvial castellano». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 35, 463-486, Madrid.
- SALVADOR PALACIOS, G. (1977).—«El Terciario de Tordesillas». *Tesis de Licenciatura. Univ. de Salamanca*, pp. 1-69.

- SCHMIDT-THOME, P. (1950).—«Basamento paleozoico y cobertura moderna en la parte occidental de España Central (provincias de Salamanca y Cáceres)». *Publ. Extr. S. Geol. España*, 5, 91-146, Madrid.
- SCHWENZNER, J. E. (1936).—«Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes». *Geogr. Abhandl.* (3), 10, 1-128; resumen en español en *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 41, 121-147 (1943), Madrid.
- VILANOVA, J. (1873).—«Noticia de vertebrados hallados en Sanzoles (Zamora)». *Act. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2, pp. 42, 47 y 52, Madrid.
- ZAZO, C. & GOY, J. L. (1975).—«Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja 274 (Torquemada) (Geología del Cuaternario)». *IGME*, Madrid.