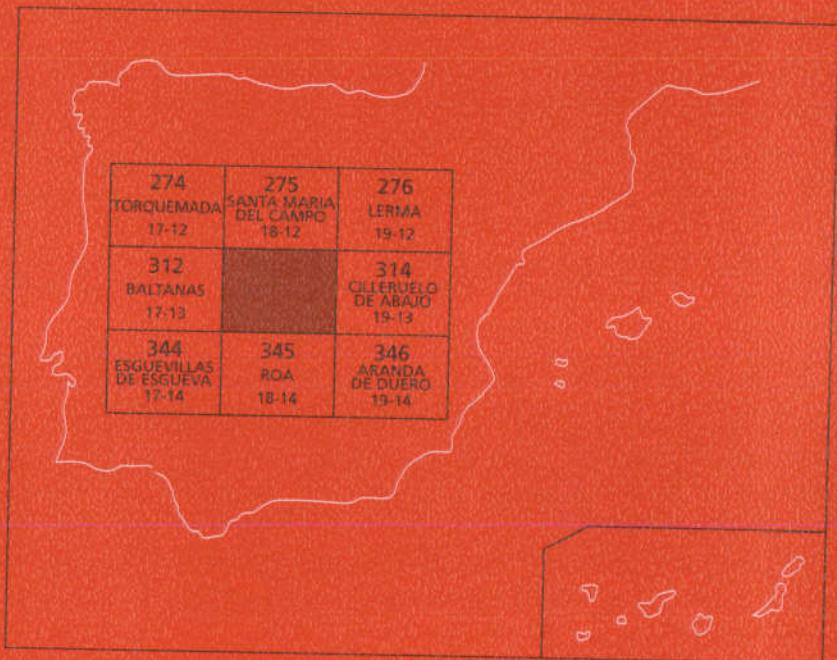




MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



ANTIGÜEDAD



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLOGICO A LA MISMA ESCALA

ANTIGÜEDAD

© INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M.-35.554-1997

ISBN: 84-7840-294-2

NIPO: 241-96-007-6

Fotocomposición: Lagos Cartografía, S. L.

Impresión: Graymo, S.A.

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por "Informes y Proyectos, S.A. (INYPSA)" dentro del Programa MAGNA durante los años 1990 y 1991, con normas, dirección y supervisión del ITGE, habiendo intervenido los siguientes técnicos:

Cartografía Geológica y Redacción de Memoria

F. López Olmedo (INYPSA)
A. Enrile (INYPSA)
P. Cabra (INYPSA)

Cuaternario y Geomorfología

P. Cabra (INYPSA)

Neotectónica

P. Cabra (INYPSA)

Sedimentología

J. Solé Pont (INYPSA)

Estudio de muestras

J. M. Brell (Difracción R-X) (U.C.M.)
J. P. Calvo Sorando (Carbonatos) (U.C.M.)
R. Fort (Minerales pesados) (U.C.M.)
M. Bustillo (Minerales pesados) (U.C.M.)

Paleontología de vertebrados

C. Sese (C.S.I.C.)
J. Morales (C.S.I.C.)

Micropaleontología

J. Ramírez del Pozo

Recursos Naturales

J. Rey de la Rosa (INYPSA)

Hidrogeología

B. R. García de Andoín (EPTISA)

Geotecnia

J. Alameda (INYPSA)

Puntos de Interés Geológico

J. Alameda (INYPSA)

F. López Olmedo (INYPSA)

J. Palacio Suárez (INYPSA)

Teledetección

J. González Lastra (INYPSA)

Jefe del Proyecto

E. Piles (EPTISA)

NORMAS Y DIRECCION (ITGE)

Dirección y Supervisión del Proyecto

A. Martín-Serrano (ITGE)

Recursos Minerales

J. M. Baltuille (ITGE)

Hidrogeología

A. Ballester (ITGE)

Puntos de Interés Geológico

E. Elízaga (ITGE)

En el Centro de Documentación del ITGE existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes y fichas petrográficas, paleontológicas y sedimentológicas de dichas muestras.
- Columnas de detalle.
- Informes complementarios.
- Puntos de interés geológico.
- Álbum de fotografías.

ÍNDICE

	<i>Páginas</i>
0. INTRODUCCION	7
1. ESTRATIGRAFIA	9
1.1. Mioceno	12
1.1.1. Margas, margocalizas blancas y calizas (1). Astaraciense	12
1.1.2. Lutitas rojas y areniscas (2). Astaraciense	13
1.1.3. Margas grises a veces con yesos, margocalizas y dolomías (3). "Facies Cuestas". Astaraciense superior-Vallesiense inferior	14
1.1.4. Calizas y/o dolomías grises con intercalaciones margosas (4). Astaraciense superior-Vallesiense inferior	17
1.1.5. Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas, margas y calizas (5). Astaraciense superior-Vallesiense inferior	18
1.1.6. Calizas, margas, margocalizas y arcillas (6). Vallesiense	19
1.1.7. Alternancia de calizas grises, calizas margosas y margas (7). "Calizas inferiores del Páramo". Vallesiense inferior	20
1.1.8. Arcillas rojas a veces con niveles de areniscas (8). Vallesiense	21
1.1.9. Margas, margocalizas blancas y lutitas rojas (9). Vallesiense-Turoliense	22
1.1.10. Calizas grises con intercalaciones margosas y arcillosas (10). Vallesiense-Plioceno	23
1.2. Cronoestratigrafía del Terciario	25
1.2.1. Análisis y discusión sobre la bioestratigrafía del Terciario	25
1.2.2. Ensayo de subdivisión cronoestratigráfica del Neógeno por medio de charofitas y ostrácodos	28
1.3. Cuaternario	32
1.3.1. Tobas y travertinos (11). Pleistoceno	32
1.3.2. Arcillas rojas de calcificación (12). Fondos de dolina. Pleistoceno-Holoceno	33

1.3.3. Lutitas grises. Fondos endorreicos y áreas de drenaje deficiente (13). Holoceno	33
1.3.4. Lutitas y margas con cantos. Conos aluviales (14). Holoceno	33
1.3.5. Arcillas y margas con cantos y bloques. Coluviones (15). Holoceno ..	33
1.3.6. Arcillas y limos con cantos. Fondos de valle (16). Holoceno	33
2. TECTONICA.....	34
2.1. Tectónica alpina	34
2.2. Neotectónica	36
3. GEOMORFOLOGIA	36
3.1. Situación fisiográfica	36
3.2. Antecedentes	37
3.3. Análisis morfológico	38
3.3.1. Estudio morfoestructural	38
3.3.2. Estudio del modelado	39
3.4. Formaciones superficiales	40
3.5. Evolución dinámica	41
3.6. Morfodinámica actual	43
4. HISTORIA GEOLOGICA	43
5. GEOLOGIA ECONOMICA	46
5.1. Recursos minerales	46
5.1.1. Minerales metálicos y no metálicos	46
5.1.2. Minerales energéticos	46
5.1.3. Rocas industriales	47
5.1.3.1. Aspectos generales e históricos	47
5.1.3.1.1. Calizas	47
5.1.3.1.2. Yesos	47
5.1.3.1.3. Arcillas	49
5.2. Hidrogeología	49
5.2.1. Hidrología	49
5.2.2. Hidrogeología	50
5.3. Características geotécnicas generales	56
5.3.1. División en Areas y Zonas geotécnicas. Características generales	57
6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG)	62
6.1. Relación de puntos inventariados	62
6.2. Testificación de la metodología	64
6.3. Tipos de interés	64
7. BIBLIOGRAFIA	65

0. INTRODUCCION

La Hoja de Antigüedad nº 313 (18-13) se encuentra situada en el sector centro-oriental de la Cuenca del Duero. Administrativamente pertenece a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, abarcando parte de las provincias de Palencia y Burgos, destacando como poblaciones más importantes: Antigüedad y Cevico Navero en la provincia de Palencia y Villafruela y Espinosa de Cerrato en la de Burgos.

Desde el punto de vista fisiográfico la Hoja se enmarca en la submeseta norte dentro de la comarca denominada "Valles de Cerrato". La red fluvial es efímera con cursos de agua de escasa importancia como el río Franco y arroyo Manzano en su mitad oriental, y los arroyos del Castillo, Valdefuentes y Cerrato en su parte occidental. El relieve es en general muy llano, excepción hecha de las zonas relacionadas con el encajamiento de la red fluvial, donde se presentan los mayores desniveles.

Desde el punto de vista geológico la Hoja se ubica (Fig. 1) en el sector centro-oriental de la Cuenca del Duero y próxima a los relieves mesozoicos de las estribaciones occidentales de la Sierra de la Demanda (Peñas de Cervera). Se caracteriza por la presencia de materiales terciarios continentales, fundamentalmente carbonatados, correspondientes al desarrollo de un importante y complejo sistema lacustre en este sector durante el Neógeno.

La Cuenca del Duero posee en términos generales una configuración asimétrica, debida al comportamiento geodinámico de sus bordes (ALONSO *et al.*, 1983), constatándose a veces la existencia de fracturas de gran salto que condicionan subsidencias importantes, como es el caso de los bordes septentrional y meridional de esta cuenca. La construcción y relleno de la Cuenca del Duero, en términos generales resulta compleja, ya que comenzó en el Paleógeno con una configuración muy diferente de la actual. Es durante el Neógeno cuando adquiere una geometría bastante parecida a la que hoy día presenta.

Los datos disponibles sobre la zona objeto de estudio corresponden por una parte a los trabajos regionales de HERNANDEZ PACHECO, E. (1915, 1930) y ROYO GOMEZ (1926), así como los de SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1946 a 1953) referentes a la primera serie del mapa geo-

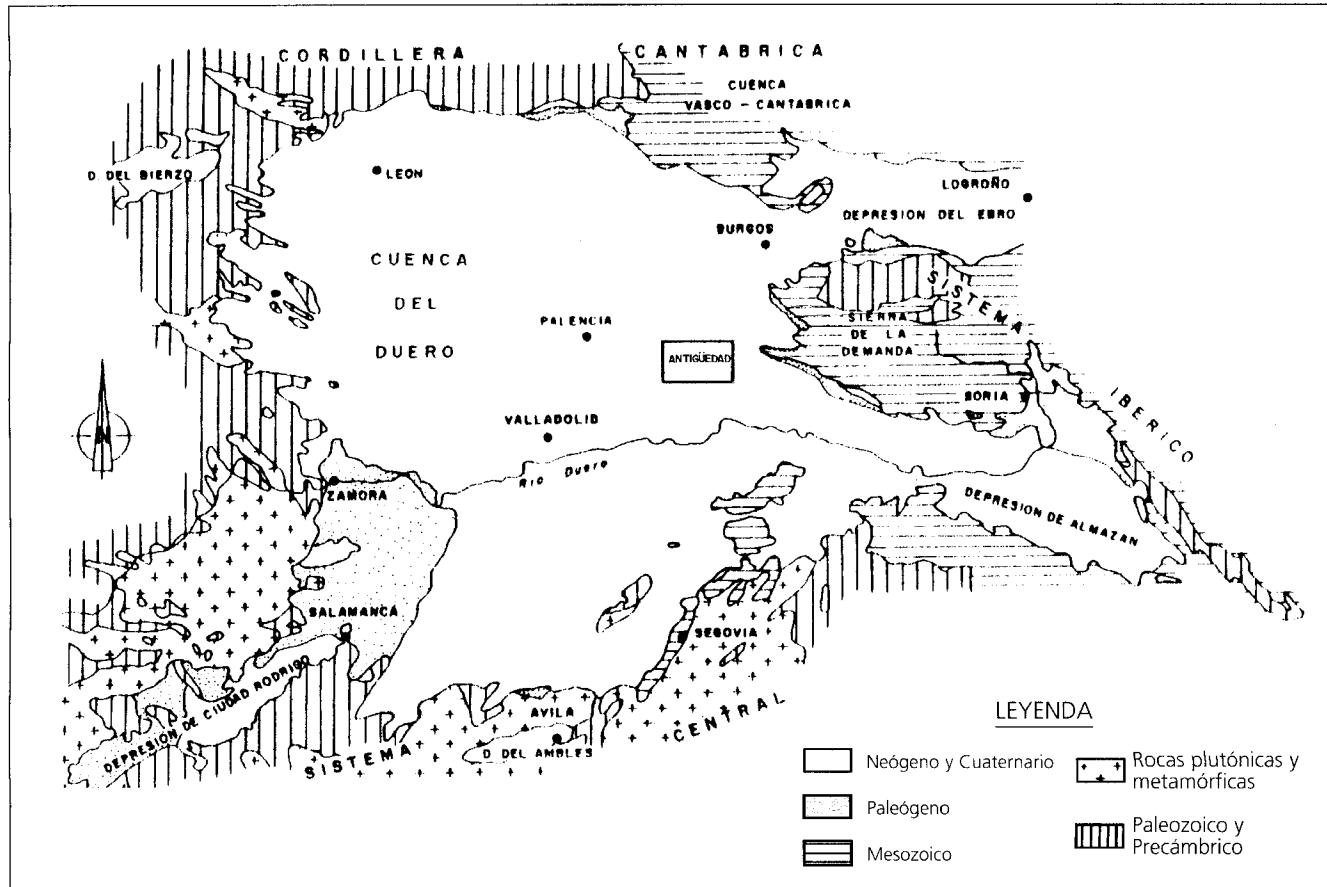


Fig. 1. Esquema de situación de la Hoja en el contexto geológico de la Cuenca del Duero.

lógico de esta Hoja y de las limítrofes. También son de destacar los trabajos de AEROSERVICE (1967), GARCIA DEL CURA (1974, 1975) y ARMENTEROS (1986) en la zona de Aranda de Duero-Peñaflor, y ORDOÑEZ *et al.* (1980, 1981) en la región objeto de estudio. En la zona occidental y en áreas próximas destacan los trabajos de DEL OLMO *et al.* 1982 y PORTERO *et al.* (1978), así como los de MEDIAVILLA Y DABRIO (1986, 1987, 1988 y 1989). Por último interesa destacar, como información existente sobre la Geología del Subsuelo en la Hoja de Antigüedad, la aportada por el sondeo Río Franco 1, llevado a cabo por PHILLIPS en 1962, de 2.325 m de profundidad y que cortó hasta el Paleozoico, después de atravesar toda la serie neógena y el mesozoico.

1. ESTRATIGRAFIA

El área objeto de estudio se sitúa en concreto en el sector centro-oriental de la Cuenca del Duero (Fig. 1). La Cuenca del Duero es, en términos generales, una amplia depresión terciaria rellena de materiales depositados en ambientes continentales y recubiertos en parte por sedimentos cuaternarios. Al norte se encuentra limitada por la Cordillera Cantábrica, en la que afloran materiales paleozoicos y mesozoicos, predominando los primeros en su mitad occidental, mientras que los segundos se extienden por su franja oriental desde Santander hasta San Sebastián (Cuenca Vasco-Cantábrica). El borde oriental lo constituyen los afloramientos mesozoicos de las estribaciones de la Sierra de la Demanda.

El Paleógeno aflora preferentemente y de forma discontinua adosado al borde norte de la Cuenca del Duero, junto a los materiales mesozoicos al norte de la provincia de Burgos. El Neógeno rellena la Depresión en todo este sector, apoyándose en los bordes de la misma, tanto sobre los materiales mesozoicos como sobre los paleógenos.

La construcción y el relleno de la cuenca se inició a principios del Terciario, a partir de la instalación de aparatos sedimentarios del tipo "sistemas de abanicos aluviales", más o menos desarrollados, con sus ápices localizados en el borde septentrional de la orla cantábrica, dando lugar a su vez a distintos ambientes sedimentarios que vienen caracterizados por sus facies. El relleno de la depresión no es continuo a lo largo de todo el Terciario, sino que se presentan diferentes discontinuidades, marcadas por una serie de interrupciones o rupturas originadas como consecuencia de la actividad en los márgenes o bordes de cuenca, debido a procesos diastróficos y cambios climáticos como principales factores alocíclicos.

SANCHEZ DE LA TORRE (1978) propuso para la Cuenca del Duero un modelo de evolución de abanicos y sistemas fluviales durante el Mioceno, con ambientes lacustres situados en el centro de la cuenca en el Mioceno superior.

La sedimentación paleógena del borde norte y del sector de Palencia se inicia mediante el denominado "Complejo de Vegaquemada" (COLMENERO *et al.*, 1982), formado por secuencias aluviales granodecrescentes. Por encima se desarrolla una segunda unidad, denominada "Complejo Cuevas", equivalente a la "Facies de Las Cuevas" de MABESOONE (1959 y 1961).

En el borde NE de la Cuenca, al norte de Burgos, aparecen de forma discontinua también unos conglomerados calcáreos, que se pueden relacionar con la actividad en el borde de la cordillera, aunque en este área resulta más difícil precisar su edad.

En el sector norte de Palencia se considera como Paleógeno-Mioceno inferior a todo este conjunto azoico de materiales. Sólo en el sector de Zamora-Salamanca, en el borde occidental de la cuenca, tienen soporte paleontológico.

La estratigrafía del Neógeno para el sector centro-oriental se inicia con los trabajos de H. PACHECO (1915, 1930), ROYO GOMEZ (1926) y SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1946 a 1953). Posteriormente es desarrollada por AEROSERVICE (1967), GARCIA DEL CURA (1974, 1975), DEL OLMO *et al.* (1982), PORTERO *et al.* (1978, 1982), ORDOÑEZ (1980, 1981), ARMENTEROS (1986) y MEDIAVILLA Y DABRIO (1986, 1987, 1988, 1989).

Los materiales neógenos más antiguos aflorantes en el área objeto de estudio corresponden al Aragoniense superior (Astaraciense) equivalentes al techo de la denominada "Facies Dueñas" aflorante al norte de Valladolid. Los más modernos, datados como Plioceno, corresponderían a los términos calcáreos superiores de las "Calizas de los Páramos".

El intento de correlación de facies y de las distintas unidades a nivel cuencal, en sentido N-S, en la Cuenca del Duero se lleva a cabo por primera vez por PORTERO *et al.* (1982). Posteriores trabajos toman como punto de partida dicho documento. Durante la ejecución de las Hojas MAGNA en la Cuenca del Duero se definen nuevas facies y se establecen correlaciones entre las distintas unidades y los sistemas deposicionales que las han originado, situándose isocronas en los paneles de correlación. Recientemente, los trabajos de MEDIAVILLA Y DABRIO (1988, 1989) aportan nuevos datos sobre la compleja estratigrafía de los materiales en este sector.

A continuación se realiza una breve descripción de las unidades o facies más representativas para el Mioceno en el sector centro-oriental de la Cuenca del Duero, al este del río Pisuerga, en las provincias de Palencia y Burgos.

"Facies Dueñas"

Su definición se debe a DEL OLMO *et al.* (1982), tratándose de una unidad detritico-carbonatada formada por margas y arcillas calcáreas grises con intercalaciones de calizas ricas en gasterópodos, ostrácodos y charáceas. Se localizan tanto a lo largo del valle del Pisuerga como en la parte norte de la provincia de Burgos, donde adquieren una gran representatividad. Algunos autores la han considerado como cambio lateral de la facies "Tierra de Campos" (MEDIAVILLA Y DABRIO, 1988) y de la "Unidad de Pedrajas de Portillo", situada mucho más al sur, fuera del sector en cuestión.

"Facies Tierra de Campos"

Fue definida por HERNANDEZ PACHECO (1915), siendo una de las unidades más típicas de la Cuenca del Duero. En este sector se caracterizan por la presencia de lutitas (fangos) ocres con niveles discontinuos de suelos calcimorfos y pequeños canales formados por arenas y gravillas, cuyos aportes parecen proceder del noroeste.

Esta facies se extiende hacia el sur hasta la parte central de la cuenca y resultaría equivalente de la "Facies de Grijalba-Villadiego". Se corresponde con parte de la unidad 1 de MEDIAVILLA (1986).

"Facies Santa María del Campo"

Definida por AEROSERVICE (1967), corresponde esta facies a un conjunto de materiales detriticos constituidos por arcillas rojas y ocres en los que se intercalan niveles de arenas y conglomerados poligénicos, aunque con una proporción bastante alta de cantos de cuarzo y cuarcita. Equivale esta facies a la "Unidad detritica de Aranda" de ARMENTEROS (1986). Estos materiales se localizan en la mitad sur-oriental de la Cuenca del Duero al este del río Pisuerga y al sur del paralelo de Burgos. Lateralmente y en la vertical pasan a la Facies Cuestas, resultando pues equivalente en el tiempo de la Facies Grijalba-Villadiego aflorante al norte de la provincia de Burgos y relacionada con los aportes del dominio mesozoico de la Cantábrica.

"Facies de las Cuestas"

Fue definida inicialmente por HERNANDEZ PACHECO (1915) y ha sido objeto de estudios posteriores por diferentes autores, como inicialmente los de ROYO GOMEZ (1926) y HERNANDEZ PACHECO (1915 y 1930). Los trabajos más recientes corresponden principalmente a SANCHEZ DE LA TORRE (1978), PORTERO *et al.* (1982), MEDIAVILLA (1986) y MEDIAVILLA Y DABRIO (1989).

Litológicamente está caracterizada por un conjunto detritico-carbonatado formado por margas, arcillas, arcillas carbonosas, yesos, margas yesíferas y calizas margosas que imprimen una tonalidad blanca a los afloramientos. Morfológicamente constituye la parte media-baja de las denominadas "mesas", coronadas por las "Calizas de los Páramos".

Es de resaltar el contenido faunístico (micromamíferos) que a veces presenta esta facies, localizándose en ella numerosos yacimientos, distribuidos de forma irregular por toda la cuenca, preferentemente en el sector central entre Palencia y Valladolid y que permiten su control estratigráfico.

"Calizas de los Páramos"

Se encuentran coronando las series miocenas. HERNANDEZ PACHECO (1915) las definió como el último resalte morfológico donde se construye la superficie del Páramo de naturaleza caliza.

En los últimos años han sido estudiadas y descritas por DEL OLMO *et al.* (1982), PORTERO *et al.* (1978, 1982), ORDOÑEZ *et al.* (1981), MEDIAVILLA MEDIAVILLA y DABRIO *et al.* (1986, 88, 89).

La serie carbonatada del Páramo, caracterizada por calizas con gasterópodos y margas, se encuentra muy bien representada al norte de Valladolid, Palencia y Burgos. En numerosos puntos se observan dos paquetes perfectamente individualizados, que se hacen corresponder con

las denominadas "Calizas inferiores y superiores de la superficie del Páramo". Los eventos y procesos sedimentarios que separan y afectan a ambas coinciden en parte con los definidos por AGUIRRE *et al.* (1976) y PEREZ GONZALEZ (1979, 1982) en la submeseta meridional a finales del Neógeno.

Recientemente MEDIAVILLA Y DABRIO (1989) estudian más en detalle estos niveles carbonatados al sur de la provincia de Palencia, diferenciando dos ciclos, correspondientes ambos a los dos niveles del "Páramo", separados entre sí en algunas zonas de la Cuenca del Duero por un episodio detrítico de génesis fluvial (ORDÓÑEZ *et al.*, 1981). Ambos ciclos representan dos unidades tectosedimentarias diferentes, separadas por una importante discontinuidad.

1.1. MIOCENO

De todo el conjunto de unidades descritas anteriormente, en la Hoja de Antigüedad, sólo aparecen representadas las siguientes unidades o facies:

- "Facies Dueñas". Aragoniense superior (Astaraciense).
- "Facies Santa María del Campo". Aragoniense superior (Astaraciense).
- "Facies Cuestas". Astaraciense superior-Vallesiense inferior.
- "Calizas de los Páramos". Vallesiense-Plioceno?

Todo este conjunto de facies o unidades puede agruparse en tres episodios o ciclos separados entre sí por discontinuidades de rango cuencal o de primer orden.

- El ciclo inferior, de edad Aragoniense superior (Astaraciense), estaría representado en la Hoja por la parte terminal de las calizas y margas de la "Facies Dueñas".
- El ciclo medio, de edad Astaraciense superior-Vallesiense inferior, se iniciaría con la sedimentación de la "Facies Santa María del Campo" o "Unidad Detritica de Aranda", incluiría las "Facies Cuestas" y terminaría con el primer nivel de calizas del Páramo o "Calizas inferiores del páramo".
- El ciclo superior, de edad Vallesiense inferior-Turoliense y quizás Plioceno, culminaría las mesas de los páramos ("calizas superiores del páramo") y aunque de carácter algo más restringido representaría el último episodio lacustre del ciclo neógeno.

Entre estos dos últimos ciclos existe una marcada discontinuidad puesta de manifiesto además de por una discordancia regional por la presencia de una unidad detrítica roja, base del ciclo superior. En ocasiones ésta puede faltar, motivando una paraconformidad entre los niveles carbonatados de ambos ciclos, lo que hace que a veces resulte difícil su diferenciación.

1.1.1. **Margas, margocalizas blancas y calizas (1). Astaraciense**

Los afloramientos de esta unidad corresponden a los términos estratigráficamente más bajos de la serie neógena observables dentro de la Hoja.

Estos niveles carbonatados se localizan exclusivamente en la parte más occidental de la cuadrícula, en el arroyo del Prado, en el fondo del valle de Antigüedad, con espesores máximos de 10 a 15 m.

Litológicamente se trata de una unidad constituida por margas a veces dolomíticas y margocalizas blancas, así como niveles de calizas grises poco potentes. La calidad de los afloramientos es mala, apareciendo con frecuencia estos materiales enmascarados por derrubios de ladera, coluviones y por la acción antrópica. La estructuración secuencial es de orden métrico, con margas, margocalizas y calizas a techo de secuencia. Las calizas son micríticas de color gris y contienen abundantes fragmentos finos de ostrácodos y algunas charáceas, presentando a veces un ligero aspecto noduloso.

Corresponde esta unidad a un conjunto detrítico-carbonatado dentro de un ambiente lacustre, organizado en secuencias de colmatación y que indican un aumento de concentración de carbonatos en el agua como consecuencia de un descenso del nivel de agua y que reflejan los estadios terminales de colmatación de un lago. Los diversos ciclos indicarían fluctuaciones intermitentes de la lámina de agua con sus episodios finales.

Los levigados en las margas han proporcionado gasterópodos (*Planorbis*) y a charáceas, entre las que cabe destacar: *Chara notata* GRAMB y PAUL, *Chara cf. rochettiana* HEER y ostrácodos *Ilyocypris gibba* (RANDHOR), *Candonia cf. ciceronis* CARBONNEL, *Candonia bitruncata* CARBONNEL, *Cavernocandonia roaixensis* CARBONNEL y *Potamocypris* (*Cypridopsis*) sp., *Alatocandonia* sp., *Limnocythere cf. acquensis* CARBONNEL.

Aunque esta microfauna no es característica, la edad asignada a nivel regional es Astaraciense, si bien los niveles más bajos, no aflorantes en la Hoja, podrían corresponder quizás al Orleaniense.

Este conjunto litológico se corresponde con las margas y calizas blancas ("Facies Dueñas") aflorantes en el valle del Pisuerga entre Palencia y Valladolid.

1.1.2. **Lutitas rojas y areniscas (2). Astaraciense**

Afloran en el cuadrante noroccidental de la Hoja en los valles de Antigüedad y Valdecañas de Cerrato, así como al sureste, en las proximidades de Torresandino, situándose por encima de la unidad carbonatada anterior en el arroyo del Prado, en las proximidades de Antigüedad. Los mejores afloramientos se sitúan en los alrededores de Valdecañas del Cerrato, aunque con frecuencia se encuentran enmascarados por derrubios de ladera.

Esta unidad está constituida por un conjunto terrígeno fino formado fundamentalmente por arcillas y limos rojos que imprimen una tonalidad característica al paisaje e intercalan niveles arenosos por lo general finos con tamaño de grano de medio a fino. El espesor observado fluctúa entre los 25 y 30 m.

Las arenas se organizan en cuerpos de escala métrica y por lo general presentan una base muy neta y tendida. Son de aspecto masivo, a veces con amalgamaciones, observándose estructuras internas tipo estratificación cruzada y bioturbación a techo que puede llegar a enmascarar

a veces las laminaciones internas. El color de estas arenas también es rojo aunque a veces presentan tonalidades amarillentas. Las paleocorrientes medidas apuntan por lo general hacia el oeste y suroeste.

El análisis mineralógico de la fracción pesada (Cuadro nº 1) pone de manifiesto un abundante contenido en turmalina (58,5-69,0%). El circón es el siguiente componente, aunque ya en menor proporción (8,1-12,4%). El resto de los componentes del espectro mineralógico se presentan ya en porcentajes muy bajos (rutilo, granate, estaurolita) e incluso a veces inapreciable (andalucita, esfena, epidota) o casi inexistentes (distena, sillimanita, apatito y anatas).

En cuanto a la fracción ligera (Cuadro nº 2) se refiere, y al margen del relativamente alto contenido en cuarzo y la escasa presencia de feldespatos, destaca la abundancia de fragmentos de rocas sedimentarias, tanto de rocas carbonáticas como de areniscas, frente a la escasez de fragmentos procedentes de otro tipo de rocas tales como las metamórficas.

Las lutitas son las rocas más abundantes y características de esta unidad. Además de su color rojo es de destacar su aspecto masivo y el relativo contenido en limo, que puede imprimir, a veces, cambios en la coloración hacia tonalidades más ocres. Ocasionalmente pueden incluir algunas capas de arenas finas de espesores centimétricos y de aspecto tabular que se interpretarían correspondientes a depósitos de desbordamiento de canales próximos. También son de destacar los procesos edáficos a los que han sido sometidos, lo que motiva a veces la existencia de suelos calcimorfos y de pequeños niveles de encharcamiento también de poco espesor. Desde el punto de vista mineralógico, el análisis por difracción de Rayos X ha aportado la siguiente composición: illita 80%, caolinita 15% e interestratificados 5%.

Sedimentológicamente esta unidad corresponde a un ambiente fluvial con desarrollo de extensas llanuras de fangos, frecuentemente edafizadas, por las que discurrían canales de distinta configuración y de duración efímera procedentes de zonas orientales y en un contexto de media a baja energía. Dada la alta proporción de fangos frente a los cuerpos arenosos, estos depósitos se podrían enmarcar en un contexto de frente distal de un sistema de abanicos fluviales, cuyos ápices quedarían instalados en áreas relativamente próximas tales como los mesizoicos de las estribaciones de la Sierra de la Demanda.

Esta unidad equivale a la "Unidad 1" de MEDIAVILLA y DABRIO (1989) y se corresponde con la denominada por AEROSERVICE (1967) "Facies Santa María del Campo", "Unidad detrítica inferior" (ORDÓÑEZ *et al.*, 1981) o "Unidad detrítica de Aranda" (ARMENTEROS, 1986), de edad Astaraciense (Yacimiento de Aranda de Duero). Se dispone en la Hoja en ruptura sedimentaria sobre la unidad infrayacente carbonatada (unidad 1) equivalente a la "Facies Dueñas" (DEL OLMO, *et al.* 1982), marcando pues el inicio de un nuevo ciclo sedimentario que terminaría con la sedimentación de las "calizas del páramo inferior" ya durante el Vallesiense inferior.

1.1.3. Margas grises a veces con yesos, margocalizas y dolomías (3). "Facies Cuestas". Astaraciense superior-Vallesiense inferior

Bajo este epígrafe se engloba un conjunto de materiales detrítico-carbonatados y yesíferos definidos por HERNANDEZ PACHECO (1915) como "Facies Cuestas" y que se extienden de for-

ma amplia por el sector central y suroriental de la Cuenca del Duero. Dentro de la Hoja esta unidad aparece de forma preferente en su mitad occidental en las laderas de los valles y a favor del encajamiento de la red fluvial cuaternaria. En el cuadrante suroriental en las proximidades de Torresandino también afloran, aunque las características típicas de esta unidad se van perdiendo, cambiando lateralmente de facies a términos más detriticos. Los mejores afloramientos se localizan al norte en Valdecañas de Cerrato o en las proximidades de Antigüedad y de Cevico Navero, lugares donde se han levantado diferentes secciones estratigráficas. El espesor fluctúa entre los 65 m y los 80 m.

Existe una gran variedad litológica, observándose con frecuencia intercalaciones de rocas carbonáticas (calizas y/o dolomías, unidad 4) que han sido diferenciadas cartográficamente y que hacia el sector oriental constituyen importantes resaltes estructurales con entidad cartográfica, motivo por el cual son tratadas en epígrafe aparte. Desde el punto de vista litológico la "Facies Cuestas" constituye una monótona sucesión constituida por margas y margas yesíferas, blancas y/o grises, y arcillas verdes, así como niveles de yesos intercalados en la vertical en diferentes puntos de la columna. Son también frecuentes los niveles de calizas y/o dolomías de escasos puntos de la columna. Son también frecuentes los niveles de calizas y/o dolomías de escasos puntos de la columna. Son también frecuentes los niveles de calizas y/o dolomías de escasos puntos de la columna.

En detalle se puede decir que esta unidad presenta características petrológicas diferentes a lo largo de las columnas. Así, los términos inferiores que se disponen transicionalmente sobre la serie detrítica roja infrayacente están constituidos por margas blancas, a veces dolomíticas y margocalizas con intercalaciones de arcillas carbonosas de espesor centimétrico. También se observan a veces limos calcáreos bioclásticos y oscuros intercalados en estos tramos basales. Por encima se desarrollan niveles de arcillas dolomíticas verdes y margas grises, también, a veces, algo dolomíticas, de colores blancos, a veces verdosos, laminadas, con rasgos de oxidación, que contienen yesos (megacristales) en punta de flecha, bien de forma algo dispersa o en acúmulos estratiformes de tamaño métrico de yesos secundarios. No obstante conviene advertir que la presencia de yesos no está condicionada a los tramos inferiores de la columnas sino que también aparece en las partes altas de la serie, como se puede observar en Valdecañas de Cerrato o Cevico Navero. En la parte superior, e intercaladas en las margas, aparecen gypsarenitas con "ripples" de oleaje con estratificación "flaser" y lenticular, comenzando a ser frecuentes los niveles de calizas secundarias con moldes de evaporitas y margas que, transicionalmente, pueden pasar a veces a los niveles de calizas representados por la unidad 4.

Así pues, esta unidad se caracteriza por la presencia de abundantes niveles margosos, blancos o grises, con yesos intercalados, que presentan a su vez gran variedad de facies yesíferas (MEDIAVILLA y DABRIO 1989). Los niveles calcáreos corresponden a calizas fosilíferas (biomíticas) ricas en ostrácodos y charáceas, con estructuras algales y restos de raíces que se disponen con las margas y margocalizas en orden secuencial negativo.

Por último cabe destacar los procesos diagenéticos acaecidos con posterioridad a la sedimentación de estos materiales y que son los responsables de los procesos de dolomitización y génesis de yesos que actualmente presentan estos sedimentos.

Desde el punto de vista paleontológico es una unidad muy fosilífera, con abundantes ostrácodos, charofitas, gasterópodos y foraminíferos.

En la parte inferior-media se han determinado las siguientes especies de ostrácodos: *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Cyprinotus salinus bressanus* CARBONNEL, *Paralimnocythere rostrata* (STRAUB), *Haplocytheridea* sp. [H. aff. *dacica* (HEJJAS)], *Darwinula stevensoni* (BRADY y ROBERTS.), *Candonia bitruncata* CARBONNEL, *Candonia* cf. *kirchbergensis* STRAUB, *Potamocypris gracilis* (SIEBER) *Cyprideis* aff. *miocenica* (LIENENKL.), *Hemicytherideis* sp., *Pseudocandonia* sp. y *Candonopsis kingsleii* (BRADY y ROBERTS.) (desde la parte media de la unidad). Los oogonios de charofitas corresponden a las especies *Chara notata* GRAMB. y PAUL, *Nitellopsis* (T.) *meriani* (L. y N. GRAMB.), *Lamprothamnium* sp. y *Chara* cf. *rochettiana* HEER (los dos últimos en la mitad superior). Los gasterópodos más frecuentes pertenecen a los géneros *Lymnaea*, *Planorbis*, *Ancylus*, *Bithynia* (conchas y opérculos), *Melanopsis*, *Hydrobia* y *Valvata*. Frecuentemente se encuentran también restos de vertebrados (dientes de peces principalmente).

En la parte superior son muy abundantes pequeños foraminíferos [*Ammonia tepida* (CUSHM.) y *Astrononion granosum* (d'ORB.)], junto a ostrácodos algo fragmentados [*Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Cyprinotus salinus bressanus* CARBONNEL, *Candonopsis* cf. *kingsleii* (BRADY y ROBERTS.) y *Potamocypris gracilis* (SIEBER)]. Oogonios de charofitas [*Nitellopsis* (T.) *meriani* (L. y N. GRAMB.), *Chara notata* GRAMB. y PAUL y *Chara* cf. *rochettiana* HEER]. Los gasterópodos se presentan siempre muy fragmentados.

Desde el punto de vista sedimentológico se puede situar al conjunto de toda esta unidad dentro de un ambiente lacustre, con diferentes subambientes. El paso del sistema fluvial de la unidad infrayacente al medio lacustre es transicional, produciéndose zonas de encarcamiento ricas en materia orgánica, tipo ciénagas. También se observan zonas de entrada de niveles detríticos tipo deltaico al lago. Los términos más inferiores denuncian inicialmente una baja salinidad en el lago, aunque ésta parece aumentar de forma rápida en la vertical. No obstante las aguas debían ser ricas en nutrientes, dado el alto contenido fosilífero que estos niveles presentan. La presencia de estructuras tractivas denuncian un ambiente de energía media en estos episodios iniciales. Por otro lado se diferencian multitud de subambientes al tratarse, los términos iniciales, de facies marginales lacustres, muy sensibles a las fluctuaciones del nivel del agua del lago. En la parte media de la "Facies Cuestas" se denuncia una expansión del lago hacia los márgenes y un mayor desarrollo de las facies salinas, observándose en los tramos más altos indicios de descenso de la lámina de agua aunque con estabilidad del nivel e incremento en la evaporación, lo que conlleva un mayor desarrollo de las facies evaporíticas en esta parte de la serie. En los términos superiores de la unidad existe un marcado cambio ambiental en las condiciones del medio hacia estados más energéticos. La presencia de gypsarenitas así lo ponen de manifiesto, aunque no parece perderse el carácter salino que caracterizaba el medio, si bien la frecuencia de niveles carbonáticos, y concretamente de términos acarniolados, denuncian un ligero cambio en el químismo del agua, así como el inicio de la retracción de este ciclo lacustre, que culmina con la sedimentación de las "calizas inferiores del páramo" de ambiente claramente palustre-lacustre.

Para MEDIAVILLA y DABRIO (1988), en la zona de Palencia-Valladolid y en la "Facies Cuestas" se diferencian dos ciclos (Unidad 2 y 3) separados entre sí por una discontinuidad. Sin embargo en este área, situada más hacia el este, no se observa dicha discontinuidad al menos a nivel cartográfico, presentando todo el conjunto una relativa homogeneidad litológica, aunque en la vertical se ponga de manifiesto la tendencia evolutiva en el medio expuesta anteriormente.

Por otro lado resulta interesante destacar cómo observando la evolución lateral de esta unidad hacia zonas más marginales de lago las discontinuidades en la columna son muy frecuentes y repetitivas, observándose numerosas interrupciones puestas de manifiesto bien por diferentes entradas de detriticos o por el cambio en las condiciones lacustres de las áreas marginales.

Por último, desde el punto de vista paleontológico no se ha encontrado en la Hoja indicios que denuncien la presencia de vertebrados y que permitirían una datación puntual de esta unidad, por lo que para la asignación de edad ha tenido que recurrirse a los yacimientos de Palencia (Miranda 1 y Autillo 1), situados más al oeste y ubicados sobre estas mismas facies, por lo que la edad de esta unidad estaría comprendida entre el Astaraciense superior y parte del Vallesiense inferior.

1.1.4. **Calizas y/o dolomías grises con intercalaciones margosas (4). Astaraciense superior-Vallesiense inferior**

Bajo este epígrafe se incluyen los diferentes cuerpos carbonáticos de poco espesor, y a veces de escasa continuidad lateral, que aparecen intercalados en la "Facies Cuestas" en la mitad occidental de la Hoja. En la parte oriental, por el contrario, llegan a constituir superficies estructurales bastante extensas.

Los mejores afloramientos en el sector occidental se localizan en la carretera de Cevico Navero a Antigüedad, junto al Convento de San Pelayo, o entre los kms 8 y 9 de la misma carretera, así como en diferentes puntos de los valles, allí donde aflora la "Facies Cuestas".

Litológicamente se trata de calizas y dolomías grises con intercalaciones margosas de espesores métricos que pueden fluctuar de 1 a 6 m, organizadas en secuencias de somerización lacustre generalmente constituidas por uno o dos ciclos. Hacia la parte oriental, en el valle del río Franco, estas calizas presentan unas facies algo diferentes, resultando de aspecto más masivo, algo oquerosas, encontrándose con frecuencia karstificadas y constituyendo resaltes morfológicos que destacan sobre la monotonía del paisaje. En este sector se encuentran también relacionadas con secuencias de somerización fluviolacustre y en las cuales los términos basales de decantación son más terrígenos que los del sector de Antigüedad.

Desde el punto de vista petrográfico la diferenciación observada en el sector oriental y occidental también se pone de manifiesto. Así, los niveles carbonáticos intercalados en la "Facies Cuestas" suelen ser calizas micríticas, a veces limosas y algo fosilíferas (ostrácodos y gasterópodos), con huellas de raíces y de desecación que corresponden a un ambiente lacustre-palustre. En el sector oriental son calizas palustres, a veces algo arenosas, peletoidales, con huecos fenestrales, pisolitos finos, tallos de charáceas, ostrácodos, gasterópodos y estructuras algales. Ocasionalmente se observan niveles más arenosos con oncoídes gruesos, relacionándose entonces estas facies con depósitos de canal en margen lacustre.

Desde el punto de vista paleontológico el contenido faunístico aporta poco, al margen de ser indicadores ambientales. Son frecuentes los gasterópodos, ostrácodos y charáceas. Destacan la presencia de los géneros *Chara nonata* GRAMB y PAUL, *Chara cf. rochettiana* HEER y *Ammonia tepida* (CUSHM), ya citados en la "Facies Cuestas".

La edad de estos litosomas discontinuos e intercalados en las series detrítico-carbonatadas se sitúa entre el Astaraciense superior a Vallesiense inferior.

1.1.5. Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas, margas y calizas (5). Astaraciense superior-Vallesiense inferior

Esta unidad detrítico-carbonatada se sitúa en la mitad oriental de la Hoja. La presencia de términos finos lutítico-arcillosos presta un aspecto característico a las áreas ocupadas por estos niveles, que tienen un suave relieve y tonalidades rosadas o rojizas según la diferente proporción de litologías margoarcillosas. Los mejores puntos de observación de la unidad se localizan en las inmediaciones de Villafruela y en el ángulo noreste de la Hoja, en las cercanías de Torrecitos.

Estos depósitos corresponden al ciclo sedimentario Astaraciense-Vallesiense. Los materiales de este nivel cartográfico están relacionados con las facies margo-yesíferas de la "Facies Cuestas" (unidad 3), aflorantes al sur y oeste de la Hoja, resultando equivalentes laterales de ellas pero en una posición paleogeográfica próxima a los relieves mesozoicos orientales de las estribaciones de las Peñas de Cervera, en las cercanías de Lerma. Esta proximidad al margen oriental de la Cuenca del Duero se manifiesta por un incremento notable de materiales detríticos, en comparación con los depósitos carbonatados y evaporíticos sedimentados en posiciones estratigráficas similares en el sector occidental de la Hoja. Este conjunto litológico presenta intercalaciones de niveles calizos, que cuando poseen la suficiente importancia se han distinguido en cartografía como unidad 4. Los términos superiores están relacionados estratigráfica y secuencialmente con los materiales terminales del ciclo sedimentario Astaraciense-Vallesiense, que constituyen los niveles carbonatados inferiores del Páramo (unidades 6 y 7). Su relación es análoga a la que tiene con la "Facies Cuestas" (unidad 3), representando pues los términos proximales, con mayor contenido detrítico, del final del ciclo. En la vecina Hoja de Santa María del Campo a estos materiales se les da el nombre de "Facies Tordomar".

La potencia, en el sector oriental de la Hoja, de esta unidad es de 60-70 m, estando subdividida en diferentes tramos de escala métrica o decamétrica.

La litología más importante de la unidad son los términos detríticos finos (lutítico-arcillosos). Presentan un aspecto generalmente en paquetes métricos de color rojizo, con escasas intercalaciones ocres de naturaleza limolítica. Las arcillas son fundamentalmente illíticas, con porcentajes menores de caolinita y algo de esmectita. A medida que se incrementa su contenido en carbonato adquieren una tonalidad rosado-anaranjada.

Se trata de depósitos característicos de llanuras de inundación de sistemas fluviales de baja densidad de drenaje, relacionados posiblemente con áreas distales de abanicos aluviales localizados en los cercanos márgenes de cuenca. Los depósitos arenosos relacionados con estas llanuras de fangos no son muy importantes, por lo que no parece situarse el depósito de la unidad en posiciones cercanas a colectores fluviales de importancia. Las arenas tienen colores rojos a ocres, con granulometría fina a media-gruesa. Los términos canalizados son escasos, más frecuentes cerca del límite oriental de la Hoja. Se trata de canales métricos de configura-

ción rectilínea a baja sinuosidad. Son características las capas arenosas tabulares, centimétricas a decimétricas de aspecto homogéneo y muy cementadas (areniscas cuarcíferas líticas con matriz micrítica y cemento calcáreo), que representan términos de desbordamiento (*crevasse splay*).

Los materiales carbonatados incluidos en la unidad son margas blancas, a veces nodulosas, en niveles decimétricos a métricos, relacionadas en la vertical con niveles calizos grises y blancos también de decimétricos a métricos. Son micritas muy recristalizadas con presencia de cemento vadoso (huecos fenestrales), pisoides, texturas peletoidiales, granos de cuarzo dispersos, estructuras algales y restos de charáceas. En ocasiones la presencia de intraclastos es notable. A veces se presentan niveles oncolíticos (canales de margen lacustre). Cuando las calizas presentan más potencia, se han distinguido en cartografía, según su posición estratigráfica, como unidades 4 y 7. Las oxidaciones, karstificaciones, edafizaciones y huellas de raíces son alteraciones que se observan con frecuencia en estos términos calizos.

Todos estos sedimentos margocalizos se han depositado en un ambiente "charcuestre"-palustre. Las secuencias de menor importancia corresponden a sedimentación en áreas "charcuestres" relacionadas con desbordamientos de origen aluvial-fluvial, sin conexión con sistemas lacustres; mientras que las secuencias de mayor importancia, que culminan en niveles calizos potentes (diferenciados como unidades 4 y 7), se sitúan en un contexto fluvio-palustre-lacustre (margen lacustre). En ambos casos se trata de secuencias de somerización o colmatación, con episodios finales de exposición subaérea o colonización vegetal.

Los restos orgánicos encontrados en los términos carbonatados de la unidad (ostrácodos, foraminíferos, charáceas, gasterópodos) no ayudan a establecer la posición temporal de la unidad, por lo que ésta debe determinarse por su posición estratigráfica en relación con otras unidades y mejor caracterizadas paleontológicamente. De acuerdo con esto, el ámbito temporal de sedimentación de esta unidad iría desde el Astaraciense hasta el Vallesiense inferior.

1.1.6. Calizas, margas, margocalizas y arcillas (6). Vallesiense

Estos materiales constituyen un nivel de variada litología relacionado con los términos carbonatados inferiores del páramo (unidad 7), que suelen presentar una proporción de calizas más importante. En esta unidad, la presencia de niveles margosos e incluso lutítico-arcillosos es patente. En este nivel se encuentran representadas facies de naturaleza intermedia, entre las que se incluyen en la unidad 7, de naturaleza claramente lacustre, y las secuencias detrítico-carbonatadas depositadas en las áreas ocupadas por la unidad 5, con mayor contenido detrítico y conectadas con sistemas fluvio-aluviales. La potencia de la unidad varía entre los 5 a 20 m.

La proporción entre términos calizos-margocalizos y margosos es parecida, siendo menos frecuentes las pasadas lutítico arcillosas de color rojo u ocre. Las calizas son de naturaleza fundamentalmente micrítica, con signos de oxidación y alteración kárstica a techo de algún nivel. Su color es blanco, aunque alteraciones posteriores pueden dar tonalidades amarillentas a rojizas. A veces se observan episodios de colonización vegetal. Los términos margosos a veces pre-

sentan estructuras lajosas a nodulosas y se encuentran relacionados secuencialmente con los niveles calcáreos, ocupando la parte baja de estas ordenaciones de orden métrico.

Se trata de depósitos característicos de margen lacustre y se forman en áreas que varían con facilidad su profundidad, pasando de términos margosos lacustres someros a facies de margas a veces nodulosas, con episodios de pérdida de fluidos finalizando la secuencia con depósitos calizos propios de cinturones palustres frecuentemente colonizados por vegetación y fácilmente expuestos a la alteración subaérea. Los esporádicos episodios detriticos (fangos de llanura de inundación) ponen de manifiesto la conexión de estos sistemas lacustres-palustres con colectores fluvio-aluviales.

Esta unidad se localiza dentro de la Unidad III de MEDIAVILLA y DABRIO (1989). La unidad presenta restos orgánicos vanales, constatándose la presencia de charáceas, foraminíferos, ostrácodos y gasterópodos. Por eso no ha sido caracterizada paleontológicamente pero por su posición estratigráfica su edad se estima como Vallesiense.

1.1.7. Alternancia de calizas grises, calizas margosas y margas (7). “Calizas inferiores del Páramo”. Vallesiense inferior

Esta unidad representa el final del ciclo de sedimentación de la “Facies Cuestas” y sus afloramientos constituyen a veces la parte más baja de las “mesas de los páramos” en la región, aunque en ocasiones llegan a configurar las propias mesas. Resulta equivalente al techo de la “Unidad 3” de MEDIAVILLA y DABRIO (1988).

Los mejores afloramientos se localizan al oeste de la Hoja en las proximidades de los valles de Antigüedad, Valdecañas de Cerrato y Cevico Navero. El hecho de desarrollarse posteriormente una importante superficie de erosión sobre los términos superiores hace que, en ocasiones, cuando no existen otras unidades suprayacentes, la serie no se encuentre completa. Los mejores cortes se localizan en las proximidades de Cevico Navero, en el barranco de Valdefuentes, o en la carretera en dirección a Antigüedad, junto al Convento de San Pelayo. También, buenas observaciones se pueden llevar a cabo en Valdecañas del Cerrato en dirección a Tabanera de Cerrato.

Litológicamente este tramo está formado por un conjunto alternante de calizas, calizas margosas y margas, con frecuentes variaciones laterales de facies, más notables en el cuadrante suroriental de la Hoja. El espesor suele ser bastante constante, situándose alrededor de los 25 m cuando la serie está completa (Cevico Navero) o los 20 m (Valdecañas de Cerrato y Antigüedad) cuando el techo se encuentra afectado y decapitado por la superficie de erosión.

Las calizas y calizas margosas son de color fundamentalmente gris y a veces beige, y aparecen en bancos de 0,5 a 1 m de espesor, aunque pueden presentar espesores mayores. En ocasiones, algunos niveles presentan abundantes restos de gasterópodos, siendo también muy frecuente el contenido en ostrácodos y charáceas. También se observan huellas de raíces. Por último, y respecto a estos niveles calcáreos, interesa destacar los diferentes procesos kársticos por los que se han visto afectados estos materiales, siendo muy frecuentes las concreciones de calcita y esferulitos radiales. Estos procesos se iniciaron a finales del ciclo y continuaron funcio-

nando posteriormente en el tiempo, durante finales del Neógeno y parte del Cuaternario.

Los niveles margosos son frecuentes y se intercalan entre los litosomas carbonáticos, encontrándose a veces éstos sustituidos por arcillas rojas como consecuencia también de los procesos de karstificación y de lavado que afectaron a estos niveles.

Desde el punto de vista petrográfico estas calizas palustres-lacustres y con frecuencia fosilíferas son micritas y biomícitas, a veces dismicritas, ricas en charáceas, ostrácodos, gasterópodos y bivalvos. Se observan estructuras fenestrales, desecación, huellas de raíces, bioturbación y a veces rellenos geopetales.

Los microfósiles más abundantes son los ostrácodos, que van siempre acompañados de charofitas y gasterópodos.

Las especies más frecuentes de ostrácodos, algunas de las cuales aparecen por primera vez en esta unidad, son: *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Cyprinotus semiinflatus* CARBONNEL, *Pseudocandona aff. marchica* (HARTWIG), *Subulacypris parvus* CARBONNEL, *Candona bitrun-cata* CARBONNEL, *Candona neglecta* SARS y *Cyprideis tuberculata* (MEHES). Entre las charofitas, las especies más abundantes son: *Chara notata* GRAMB. y PAUL, *Chara cf. rochettiana* HEER, *Nitellopsis (T.) meriana* (L. y N. GRAMB.) y *Rhabdochara* sp. Los gasterópodos más frecuentes pertenecen a los géneros *Hydrobia*, *Planorbis*, *Helix* y *Bithynia* (conchas y opérculos).

Desde el punto de vista sedimentológico estas calizas y margas organizadas en secuencias negativas con enriquecimiento en carbonatos representan las "calizas terminales del ciclo Cuestas" y reflejan un ambiente palustre-lacustre retractivo. Los niveles inferiores de esta unidad intercalan a veces niveles de carbonatos secundarios con moldes de yesos, indicadores de los últimos episodios salinos del ciclo, así como de un cambio en el químismo del agua del medio con respecto al que debió existir durante la sedimentación de la unidad infrayacente. Las mayores concentraciones de carbonatos implican un descenso de la lámina de agua, culminando a veces la secuencia con la existencia de rasgos pedogénicos, característicos de ambientes palustres. Las variaciones laterales de esta unidad y en particular de las facies ponen de manifiesto "una migración de los ambientes desde los márgenes hacia el centro del lago" (MEDIAVILLA y DABRIO 1989), lo que implica un carácter retractivo del sistema, como ya se ha expuesto anteriormente.

La edad de esta unidad es Vallesiense inferior, en base a los yacimientos de micromamíferos existentes en facies similares en los alrededores de Palencia, en las calizas que culminan los páramos en ese sector.

1.1.8. **Arcillas rojas con niveles de areniscas (8). Vallesiense**

Esta unidad representa la serie detrítica basal del ciclo de las "Calizas superiores del Páramo" que morfológicamente constituyen los páramos en el sector central de la Hoja de Antiguedad. Resulta equivalente esta unidad al nivel detrítico arcilloso rojo aflorante en la cantera de Tariego, en la vecina Hoja de Baltanás, y que separa en esa zona los dos niveles de calizas del páramo,

por lo que en principio equivale a la base de la "Unidad 4" de MEDIAVILLA y DABRIO (1989).

Aunque aflora de forma discontinua, cuando lo hace se apoya discordantemente sobre las calizas inferiores del páramo, con evidentes signos de karstificación, o sobre su equivalentes laterales. Los mejores afloramientos se localizan en la mitad oriental de la Hoja, como en las proximidades de Torresandino (Cerro Revillas, Otero y La Canaleja). En la mitad occidental un buen punto de observación es en el paraje Dehesa de San Pedro, junto al arroyo Cerrato, destacando allí este nivel en el perfil del valle, intercalado entre los dos niveles de las calizas del páramo. Con frecuencia la calidad de los afloramientos no es buena si bien sus características litológicas (arcillas rojas) hacen que destaque en los cantiles que definen la morfología de los "páramos", tal como se puede observar en el valle del Esgueva (proximidades de Torresandino), Dehesa de San Pedro y arroyo del Castillo.

La potencia o espesor de esta unidad es pequeño, fluctuando entre los 0,5 m y los 5 m. Lógicamente, cuando los espesores son pequeños la unidad no ha sido representada cartográficamente, situándose directamente las calizas superiores del páramo sobre las inferiores.

Litológicamente esta unidad se caracteriza por la presencia de arcillas rojas, a veces con niveles intercalados de arenas de grano medio y de espesor métrico, en ocasiones cementadas, de colores rojizos por tinción, y en fresco con tonalidades amarillentas. Estas arenas se sitúan siempre por encima de las arcillas rojas que constituyen siempre el primer tramo litológico. Fue citada ya por ORDOÑEZ *et al.* (1982) en el sector Roa-Baltanás. Por encima de las arenas se desarrollan arcillas y lutitas con las mismas características, si bien en ocasiones se observan huellas de raíces y niveles arcillo-margosos verdes y nódulos de carbonato dispersos, pasando transicionalmente a los carbonatos superiores. La difracción de R-X (información complementaria) pone de manifiesto un relativamente bajo contenido en calcita, y por supuesto de cuarzo, siendo el contenido en filosilicatos alto, destacando entre éstos la presencia de illita (44-70%), caolinita (11-22%) y a veces esmectita (37-42%).

Sedimentológicamente esta unidad representa el inicio de un nuevo ciclo sedimentario y marca una discontinuidad importante en el sector central y centro-oriental de la Cuenca del Duero. Los depósitos que caracterizan esta unidad representan distintos ambientes sedimentarios. Así aparecen niveles arcillosos que parecen corresponder a suelos y fondos de dolina como consecuencia del paleokarst que se instala sobre la unidad infrayacente. También aparecen facies fluviales que hay que asociar a una red fluvial efímera localizada a favor de fracturas y zonas deprimidas topográficamente y que en la actualidad se corresponde en parte con la existencia de importantes valles en la región. A estos cursos fluviales aparecen asociadas facies de llanura de inundación frecuentes, con exposiciones subaéreas y zonas de encarcamiento con desarrollo de vegetación, como lo demuestra la existencia de restos de raíces a techo de la unidad.

1.1.9. **Margas, margocalizas blancas y lutitas rojas (9). Vallesiense-Turolense**

Este conjunto litológico aflora en el sector centro-oriental de la Hoja al oeste de Espinosa de Cerrato y Villafruela, y en el área suroriental en los parajes del Otero y del Cotarro de los Lobos, al norte de Torresandino. Estratigráficamente se sitúa en la base y parte media del ciclo sedi-

mentario de las "Calizas superiores del Páramo". Se suele situar sobre los términos detríticos basales del ciclo (unidad 8) o directamente sobre unidades terminales del páramo inferior (unidades 5, 6 y 7). Presenta una clara relación lateral con los términos fundamentalmente calizos de la unidad 10. Estos materiales se localizan dentro del ciclo de las "Calizas superiores del Páramo". La potencia de la unidad está comprendida entre los 5 y los 15 m.

La unidad presenta una gran variación litológica, distinguiéndose términos margosos, margocalizos y detríticos finos lutítico-arcillosos. Las litologías margosas tienen color blanco, a veces lajosas o con nódulos. Se encuentran en la parte inferior, con secuencias decimétricas a métricas que aumentan su contenido en carbonato a techo hasta llegar a términos margocalizos, blanco-amarillentos o incluso ocreos, a veces nodulosos y que frecuentemente presentan alteraciones tales como oxidaciones e incluso huellas de raíces. Por último los niveles arcilloso-lutíticos, con potencia centimétrica a decimétrica, tienen color rojo y suelen situarse en la base de las secuencias.

El contenido detrítico de la unidad indica una conexión con un sistema de aporte fluvio-aluvial del que los términos lutítico-arcillosos constituyen las facies de llanura de inundación. Estas áreas anegadas evolucionan formando secuencias de somerización y desecación, que no suelen llegar a completarse al inundarse nuevamente el sistema. La relación estratigráfica con las calizas lacustres de la unidad 10 indica que estas áreas se encuentran conectadas con zonas lacustres, situándose en cinturones palustres que sirven de enlace entre los sistemas detríticos de margen de cuenca y sectores centrales del lago. El contenido paleontológico de estos materiales está constituido por restos de charáceas, ostrácodos y gasterópodos.

La interrupción situada en la base del ciclo sedimentario al que pertenece esta unidad (tercer ciclo carbonatado neógeno) parece situarse dentro del Vallesiense. La edad de la unidad 9 podría estar comprendida entre el Vallesiense y el Turoliense, si bien los niveles superiores de este ciclo (unidad 10) podrían alcanzar el Plioceno, según el criterio de algunos autores: PORTERO *et al.* (1982), MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1988 y 1989). El problema sobre la edad de este ciclo está desarrollado con mayor detalle en el apartado de Cronoestratigrafía del Terciario.

1.1.10. Calizas grises con intercalaciones margosas y arcillosas (10). Vallesiense-Plioceno?

Representa la unidad terminal carbonatada del tercer ciclo neógeno o ciclo de las "Calizas superiores del Páramo". Aflora ampliamente por todo el sector central de la Hoja de Antigüedad configurando la extensa planicie de los páramos que caracteriza al área, motivo por el cual los mejores afloramientos siempre se localizan en los cantiles que definen las cabezas de los valles, tanto en el sector occidental (Valle del Arroyo Cerrato) como en el oriental (Valle del Esgueva y Torresandino). Los espesores medios fluctúan entre los 5 y 10 m. ocasionalmente, y como consecuencia de los procesos erosivos existen pequeños cerros testigos (Otero, Revillas, Cotarro) que destacan en el horizonte, cuya parte superior está culminada por esta unidad y presentan buenos cortes para su observación.

Lateralmente y hacia el este, esta unidad carbonatada pasa lateralmente a facies detrítico-carbonatadas (unidad 9), por lo que el espesor de las calizas queda reducido a 1 o 2 m, configurando éstas sólo la parte superior de las mesas o cerros. Este tránsito de facies carbonatadas a detríticas es observable entre Torresandino y el cerro Revilla, donde en poco espacio aumenta el contenido en terrígenos de la serie.

El contacto con las “calizas inferiores del páramo” se realiza bien a través de la serie detrítica basal (unidad 8), mediante una marcada discontinuidad que separa ambos ciclos, o por una paraconformidad entre las dos unidades carbonatadas cuando los detríticos faltan. Cuando esto sucede resulta a veces difícil la diferenciación entre ambas y sólo la presencia del nivel rojo basal y su seguimiento permite su diferenciación y reconocimiento.

El techo de esta unidad aparece afectado por procesos erosivos de tipo físico y químico con desarrollo de suelos rojos, costras carbonatadas, dolinas y arcillas de decalcificación que modifican y degradan la parte alta de la unidad, desarrollándose sobre estos materiales una superficie de erosión a finales del Neógeno que justifica en parte el poco espesor de esta unidad en los sectores más occidentales.

Estas calizas son de color beige, gris o blanquecino, estratificadas en bancos métricos (1-2 m). Presentan delgadas intercalaciones margosas que hacia el este suelen ser más frecuentes, combinándose con algunos niveles arcillosos en los alrededores de Espinosa de Cerrato y Villafruela. Más en detalle, se trata de calizas lacustres y/o palustres, intraclásticas, observándose a veces bases canalizadas. En la base de esta unidad se observan rellenos kársticos (esferulitos y concreciones radiales) en contacto con la unidad carbonatada infrayacente (unidad 7).

Al microscopio se observan estructuras heterogéneas, con abundantes rasgos pedogenéticos, a veces con cubiertas pisolíticas; también se observan oncolitos y en ocasiones pseudomorfos lenticulares de yesos, así como formación de intraclastos por desecación y rellenos geopetales.

Desde el punto de vista sedimentológico este conjunto litológico corresponde a un ambiente palustre-lacustre marginal de media energía, aunque en un contexto mayor que el que caracteriza el final del ciclo anterior. Este hecho se pone de manifiesto por la frecuencia de calizas intraclásticas y bases canalizadas en los cuerpos sedimentarios carbonáticos y detríticos.

Otro hecho a destacar es el contenido biológico de esta unidad, que resulta bastante bajo, ya que normalmente el contenido faunístico, cuando aparece, corresponde a fragmentos biocárnicos resedimentados. No obstante, se han encontrado ostrácodos [*Ilyocypris gibba* (RAMDOHR), *Pseudocandona* aff. *marchica* (HARTWIG), *Cyprideis torosa* (JONES), *Potamocypris pastoiri* CARBONNEL y *Subulacypris parvus* CARBONNEL]. Además se han reconocido algunos oogonios de charofitas (*Chara notata* GRAMB. y PAUL) y conchas y opérculos de *Bithynia*.

El cambio lateral de este conjunto carbonatado hacia el este, y la incorporación de términos detríticos, pone de manifiesto la presencia de zonas marginales de lago y de ambientes “charcústres” ligados a las facies de llanura de inundación de un sistema fluvial próximo, y la influencia de éste en el medio.

La edad resulta bastante discutible, ya que no existe una datación clara y precisa sobre estas calizas. Las únicas referencias bioestratigráficas corresponden a los datos aportados por ALBERDI *et al.* (1981), en el sector suroriental de la Cuenca del Duero y LOPEZ *et al.* (1982, 1985) y MEDIAVILLA y DABRIO (1988, 1989), en el sector central en la zona de Palencia, que hablan de edades comprendidas entre el Vallesiense-Turolense e incluso Plioceno para estos últimos autores, aunque sin argumentos paleontológicos que corroboren esta última datación. Lo más evidente es pensar que estas calizas estén incluidas en un período de tiempo comprendido entre el Vallesiense-Turolense, ya que la discontinuidad basal se localiza además, de en la Cuenca del Duero, en la Fosa del Tajo y en otras cuencas internas continentales (LOPEZ *et al.*, 1985).

Otro hecho más discutible y que queda en interrogante es considerar su edad, incluida hasta el Plioceno, ya que no existen argumentos que lo corroboren. El considerar a los conglomerados y arenas de Tariego de tal edad (MEDIAVILLA y DABRIO 1989) no tiene por qué implicar que la edad de esta unidad llegue hasta finales del Néogeno.

1.2. CRONOESTRATIGRAFIA DEL TERCIARIO

No se ha encontrado dentro de la Hoja ningún indicio sobre la presencia de vertebrados fósiles en los sedimentos terciarios, resultando además en muchas ocasiones las facies desfavorables para este tipo de yacimientos.

1.2.1. Análisis y discusión sobre la bioestratigrafía del Terciario

Las dataciones paleontológicas existentes en la actualidad y realizadas sobre restos de vertebrados en el sector central y septentrional de la Cuenca del Duero datan desde comienzos de siglo.

Las primeras investigaciones y datos se iniciaron con las visitas de HERNANDEZ PACHECO (1923 y 1926) al Yacimiento de Saldaña y continuaron a lo largo del siglo con estudios de algunos investigadores más, como HERNANDEZ PACHECO, 1930; CRUSAFONT y VILLALTA (1951); CRUSAFONT y TRUYOLS (1960), etc.

A finales de la década de los 70 y principios de los 80 se da un fuerte impulso con motivo de la realización de las Hojas del Plan MAGNA en la Cuenca del Duero, ya que comienza una recopilación exhaustiva de datos y puesta al día de ellos (PORTERO *et al.*, 1982) con objeto de establecer una estratigrafía más precisa y actualizada acorde con los trabajos a desarrollar.

A partir de esas fechas se suceden una serie de trabajos sobre la bioestratigrafía de los terciarios en base a las nuevas prospecciones: ALBERDI (1981), LOPEZ *et al.* (1982), LOPEZ *et al.* (1985). En estos trabajos se recopilan los yacimientos principales de micromamíferos, así como se intenta llevar a cabo una correlación entre dichos yacimientos y su situación litoestratigráfica dentro de la columna tipo del Terciario.

Con posterioridad a estas publicaciones comienzan a desarrollarse estudios de tipo sedimentológico donde se intenta estudiar en detalle la evolución de diferentes sectores de la Cuenca del Duero. Corresponden a esta nueva fase los trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO. (1986, 1989), ARMENTEROS (1986) y ARMENTEROS *et al.* (1986). Paralelamente se incorporan también nuevos datos bioestratigráficos: LOPEZ *et al.* (1986) y ARMENTEROS *et al.* (1986).

La revisión de los últimos trabajos sobre edades en el sector central de la Cuenca del Duero plantea varios problemas en cuanto a asignación cronológica, principalmente de los niveles correspondientes a las calizas inferiores y superiores del páramo.

Los primeros problemas que se plantean son de carácter puramente paleontológico. Un hecho de sobra conocido es que algunas asociaciones faunísticas de vertebrados presentan una ligera diacronía de unas cuencas continentales a otras dentro de la Península Ibérica por problemas migratorios.

Por otro lado, a veces algunos yacimientos son sometidos a revisión y la bioestratigrafía y/o escala cronoestratigráfica sufre una actualización. También son de sobra conocidos los problemas de correlación entre las diferentes escalas cronoestratigráficas propuestas por distintos autores y que con frecuencia se utilizan para este tipo de trabajos.

Por último, el problema se acentúa más cuando se intenta establecer una relación entre las escalas de vertebrados (macro y micromamíferos) con las utilizadas para los ostrácodos foraminíferos, polen, etc., ya que entonces existe un claro diacronismo y resulta casi imposible establecer tal relación. Todo esto ha llevado consigo a enfocar este trabajo utilizando como instrumento principal los diferentes ciclos sedimentarios y rupturas intracuencas correlacionando entre sí estos ciclos y apoyados por un soporte paleontológico, conscientes de la problemática que conlleva y que a continuación brevemente se intenta exponer para algunos de los ciclos considerados.

Así, respecto a las calizas inferiores del páramo el problema se plantea al asignarle además de Vallesiense inferior una edad Turoliense (MEDIAVILLA y DABRIO, 1989), ya que estos autores se basan en la propuesta de LOPEZ *et al.* (1982), yacimiento de Miranda-2, Hoja de Palencia. Sin embargo, posteriormente LOPEZ *et al.* (1985) reconocen que para la unidad "Caliza de los Páramos" su edad no se conoce y ha sido asignada al Turoliense.

MEDIAVILLA y DABRIO, (1986), en un trabajo sobre el sector centro-septentrional de la Cuenca del Duero en la provincia de Palencia, consideran a los dos ciclos de los Páramos integrados en la "Unidad Superior" definida por ella en ese trabajo y la asigna una edad Vallesiense superior-Plioceno?

Un hecho es evidente: estas calizas son sin duda de edad Vallesiense inferior, como lo corroboran los yacimientos de Miranda-1 y Autilla 1 y 2. No obstante, bien pudiera ocurrir que el yacimiento de Miranda-2 quedase situado en las calizas del Páramo superior, paraconformes con las del Páramo inferior, hecho a veces frecuente y que justificaría la presencia del Turoliense, al estar éste incluido en el segundo ciclo de caliza de los páramos, difícil a veces de reconocer en campo.

Lateralmente las "Calizas inferiores del Páramo" pasarían a las "Facies Cuestas". Hacia el norte de Palencia se intercalan con las facies detriticas procedentes de la Cantábrica ("Facies de la Serna") cuyos yacimientos corroboran la edad de Vallesiense inferior (ITERO, LOPEZ *et al.* 1975) asignada en el sector central. Hacia el este y sureste se mantendrían estas facies carbonatadas (sector Roa-Peñaflie).

Si respecto a la unidad "Calizas inferiores del Páramo" el problema se plantea en la asignación dudosa al Turoliense, hecho que parece descartado, en los niveles correspondientes al segundo ciclo del páramo diferenciado o "Calizas superiores del Páramo" el problema sobre su edad es mucho más difícil de resolver.

En la actualidad no existe ningún argumento paleontológico que justifique la edad atribuida en este trabajo, excepción hecha del yacimiento de Miranda-2 (Hoja de Palencia) con sus condicionantes y problemática expuestos, ya que cuando se intenta recopilar los datos sobre las edades asignadas al segundo nivel de calizas del páramo las dataciones se realizan por correlación con otras cuencas y/o autores y por los sucesos y procesos sedimentarios-kársticos acaecidos en general a finales del Neógeno.

Así, las primeras dataciones de las "Calizas superiores del Páramo" corresponden a PORTERO *et al.* (1982), atribuyéndolas al Plioceno medio por la similitud de procesos con los de la Cuenca del Tajo y Llanura Manchega. Posteriormente LOPEZ *et al.* (1985) atribuye al Plioceno sin argumentos faunísticos las calizas de este ciclo. Algo después LOPEZ *et al.* (1985), en una síntesis sobre las cuencas continentales de la península, las incluye en el ciclo Vallesiense superior-Turoliense inferior, ciclo que se caracteriza por la presencia de una marcadíscontinuidad en la base y que está presente en todas las cuencas de la Península Ibérica.

Este hecho contrasta en parte con la asignación de edades de MEDIAVILLA y DABRIO (1986, 1988 y 1989) ya que estos autores la consideran como de edad pliocena, asignación cronológica sin soporte o argumento paleontológico hasta la fecha (MEDIAVILLA, 1991, com. personal).

El Yacimiento de los valles de Fuentidueña (ALBERDI *et al.*, 1981), situado junto a la Sierra de Pradales, tiene una edad Vallesiense inferior y aparentemente parece situarse sobre los tramos detriticos-carbonatados correspondientes a este segundo ciclo. Esta datación invita a pensar la posibilidad de que la ruptura que marcaría el inicio de este segundo ciclo estaría situada en el mismo Vallesiense inferior. Otra hipótesis a manejar es la de que podría existir una ligera diacronía en el inicio de los procesos de un sector a otro dentro de la propia Cuenca del Duero. Este hecho justificaría la traslación de los depocentros de los lagos y la nueva creación a lo largo del tiempo de pequeñas cuencas lacustres separadas entre sí, aunque comunicadas por una red fluvial efímera.

Finalmente existe una serie de procesos sedimentarios y morfogenéticos en el ciclo páramo superior que en principio invitan a pensar en una edad bastante amplia y dispersa en la vertical, no controlable por desgracia por criterios paleontológicos. Todo ello ha conllevado a considerar en este trabajo una edad Vallesiense superior-Plioceno? para todo el

conjunto de materiales incluidos en el ciclo del páramo superior quedando restringida esta edad finineógena para los depósitos lacustres estratigráficamente más altos dentro de la cuenca.

1.2.2. *Ensayo de subdivisión cronoestratigráfica del Neógeno por medio de charofitas y ostrácodos*

Como es sabido, el establecimiento de escalas cronoestratigráficas se ha llevado a cabo siempre a partir de secuencias marinas y sus límites se han apoyado en las transgresiones y regresiones, que no pueden identificarse en las cuencas de sedimentación continental.

La definición de Unidades Tectosedimentarias o U.T.S. (MEGIAS, 1982) por rupturas sedimentarias de primer orden, que permiten la correlación entre series marinas y continentales y pueden detectarse mediante perfiles sísmicos, constituyen una buena herramienta para llevar a cabo subdivisiones de mayor escala, válidas para el estudio y correlación de ambos tipos de cuencas. En la síntesis sobre el Neógeno continental español (LOPEZ MARTINEZ, *et al.*, 1985) se muestra la existencia de ocho rupturas que, en opinión de los autores, son generalizables para el Neógeno de las distintas cuencas. De ellas, en este sector de la Cuenca del Duero pueden identificarse la que sitúan en el Aragoniense medio (ruptura 3 de los mencionados autores), que pondría en contacto las unidades "Tierra de Campos" y las "Facies de Dueñas", y la que se localiza en el Vallesiense (ruptura 4), y que se sitúa en el techo del primer nivel del Páramo. Estas rupturas se identifican, en muchos casos, por niveles de karsificación o erosión.

Una síntesis bibliográfica sobre el estado de conocimientos, que hasta 1979 se tenía de la Cuenca se da en PORTERO *et al.* (1982), mientras que en los trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO (1988, 1989) sobre el sector Central de la Depresión del Duero se subdivide al Neógeno en cuatro unidades que no coinciden exactamente con las aquí establecidas.

Los mencionados autores ponen de manifiesto que algunas líneas de fallas antiguas han jugado durante la sedimentación neógena, produciéndose a uno y otro lado de las fracturas cambios de facies entre materiales de ambientes fluviales, lacustres marginales y lacustres profundos, así como controlando los espesores de las distintas unidades, lo que da lugar a subsidencias diferenciales dentro del relleno terciario.

La correlación entre las escalas cronoestratigráficas o pisos marinos y las escalas continentales, tanto de zonas (MEIN, 1973) como de "Edades de Mamíferos", es todavía controvertida y sus equivalencias no están definitivamente establecidas. Por otra parte, la distribución estratigráfica de las diferentes especies de ostrácodos lacustres y charofitas que se da en la bibliografía se refiere siempre a los pisos marinos, lo que dificulta todavía más su asignación a la escala de "Edades de Mamíferos".

Para la definición cronoestratigráfica o asimilación a las "Unidades de Mamíferos" se han tenido en cuenta los datos disponibles sobre los yacimientos de micromamíferos conocidos (LOPEZ

MARTINEZ, *et al.*, 1982, 1986), aunque se han encontrado discrepancias importantes entre unos sectores y otros de la cuenca. Así, la "Facies Tierra de Campos" es atribuida, por micro-mamíferos, al Aragoniense superior, mientras que las "Facies de las Cuestas" (unidades 2 y 3 de MEDIAVILLA y DABRIO) se datan como Aragoniense superior-Vallesiense. En el sector central de la cuenca al primer páramo se le asigna una edad Vallesiense y Turoliense y, en cambio, en el sector suroriental (los Valles de Fuentidueña) (ALBERDI *et al.*, 1981) le datan como Vallesiense inferior. Respecto al segundo páramo su edad es desconocida por el momento, aunque, por su posición, se le asigna una edad que va del Vallesiense al Turoliense e incluso a un posible Plioceno (en principio inferior).

El método de trabajo ha consistido en establecer una subdivisión por asociaciones de ostrácodos y charofitas, mediante el estudio del mayor número posible de muestras, tanto de secciones estratigráficas como aisladas, pero en todos los casos conociendo la unidad litoestratigráfica a la que pertenecen y en un área lo más amplia posible (Hojas 1:50.000 de Baltanás, Antigüedad, Esguevillas de Esgueva, Roa y Peñafiel).

Las asociaciones y distribución de ostrácodos que encontramos en el sector de la cuenca donde se ubican las hojas estudiadas son relativamente distintas de las que se han mencionado en el borde occidental (CIVIS *et al.*, 1982), en el oriental (sector de Peñafiel-Almazán) (ARMENTEROS *et al.*, 1986; GONZALEZ DELGADO *et al.*, 1986) o en la zona nororiental (SANCHEZ BENAVIDES *et al.*, 1989). En general, en los estudios sobre ostrácodos realizados hasta ahora en la Cuenca del Duero no se han distinguido las unidades litoestratigráficas, excepto el trabajo de CIVIS, *et al.* (1982) sobre las Facies Cuestas del borde occidental.

Tanto los ostrácodos como los oogonios de charofitas se presentan en buen estado de conservación y, en muchas muestras, son bastante abundantes, lo que denota que no han sufrido transporte, excepto los encontrados en la "Facies Tierra de Campos".

Como se sabe, hay una documentación muy reducida, tanto sobre los ostrácodos del Neógeno como sobre las charofitas del Mioceno medio y superior, lo que dificulta la determinación específica y hace que tenga que emplearse, en ocasiones, una nomenclatura abierta. Por otra parte es muy probable que muchas especies sean nuevas por no estar todavía descritas.

Por lo que a los gasterópodos se refiere, muy abundantes en los niveles de margas y calizas lacustres, se ha realizado una determinación, a nivel de género, de los principales taxones, siendo frecuente que estén muy fragmentados. También suelen ser muy abundantes los óperculos de *Bithynia*, sobre todo a partir de la unidad de "Tierra de Campos".

El establecimiento de biozonas por medio de ostrácodos en las series continentales tiene el inconveniente de que la distribución vertical de muchas especies puede variar regionalmente debido a las condiciones ambientales o de facies, cambios de salinidad, etc., que localmente podían presentarse en los distintos puntos de la cuenca. Por ello, el ensayo de subdivisión, que se acompaña en el cuadro adjunto, se basa en la definición de asociaciones y no de biozonas, aunque también se indica la distribución vertical de las principales especies de ostrácodos, observándose cómo algunos taxones, en el estado actual de conocimiento, parecen ser carac-

Cuadro 1. *Ensayo de subdivisión cronoestratigráfica del neogeno del sector central de la cuenca del Duero por medio de charofitas, foraminíferos y otracodos.*

terísticos de determinadas unidades litoestratigráficas. Hay que destacar que un buen número de las especies de ostrácodos encontrados ha sido descrito originalmente por CARBONNEL (1969) en el Mioceno superior y Plioceno lacustres de la Cuenca del Ródano.

La subdivisión propuesta debe ser considerada como provisional, esperándose que a medida que se disponga de más información pueda perfeccionarse y precisarse más la distribución vertical de los taxones. No obstante, se pueden hacer, a partir de la información ahora disponible, las siguientes observaciones:

En la unidad "Facies Dueñas" hay varias especies de ostrácodos que no se encuentran en unidades superiores [*Lineocypris molassica* (STRAUB) *invaginata* CARBONNEL, *Cyclocypris* cf. *ovum* (JURINE) y *Cavernocandona roaixensis* CARBONNEL]. Otras especies de ostrácodos aparecen en esta unidad, aunque se extienden hasta la base de la unidad "Facies de las Cuestas" [es el caso de *Alatocandona* sp. (prob. nov. sp.) y *Limnocythere acquensis* CARBONNEL]. Para las "Facies Dueñas" se propone una edad Orleaniense-Astaraciense inferior.

En la unidad "Facies Tierra de Campos" no suelen encontrarse microfósiles, aunque en la vecina hoja de Baltanás se han reconocido algunos ostrácodos con señales de transporte, entre los que se han identificado los taxones *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR) (se encuentra en todo el Neógeno estudiado), *Pseudocandona* sp. y *Cyprideis heterostigma heterostigma* CARBONNEL (que se extiende por la parte inferior de las "Facies de las Cuestas"). Una edad Astaraciense (probablemente inferior-medio) para esta unidad parece la más indicada no sólo por el contenido micropaleontológico sino también por los datos disponibles sobre vertebrados.

La parte inferior de las "Facies de las Cuestas" es, probablemente el tramo del Neógeno más fosilífero. Además de muchos taxones mencionados en unidades inferiores, aparecen varias especies de ostrácodos, algunas parecen ser exclusivas de este tramo inferior de la "Facies Cuestas" (*Paralimnocythere rostrata* (STRAUB), *Candona* cf. *Kkirchbergensis* STRAUB, *Haplocytheridea* sp.) mientras que otras aparecen en la mitad de este tramo (*Cyprinotus semiinflatus* CARBONNEL, *Candonopsis* cf. *kingsleii* (BRADY Y ROBERTSON)). La especie *Cyprinotus salinus bressanus* CARBONNEL parece ser exclusiva de toda la unidad de las "Facies Cuestas". La mayoría de las especies se encuentran en la Cuenca del Ródano, en el Mioceno lacustre de Alemania, procediendo de niveles del Mioceno medio y superior.

En la parte superior de la unidad de las "Facies Cuestas" aparecen Foraminíferos de pequeño tamaño (*Ammonia tepida* (CUSHM.) y *Astrononion ranosum* (d'ORB.)) junto a algunos ostrácodos que ya se reconocieron en los tramos más inferiores (*C. salinus bressanus* CARBONNEL, *Potamocypris Fracilis* (SIEBER), *Candonopsis* cf. *kingsleii* (BRADY Y ROBERTSON)).

Respecto a la distribución de Charofitas en el tramo de las Cuestas hay que señalar que la mayoría de las especies son las mismas que se encuentran en otros niveles del Mioceno. Sólo hay que destacar que en la parte inferior aparece *Stephanocara berdotensis* FEIST-CASTEL (se extiende hasta el orleaniense inclusive) y en la parte superior del tramo de las Cuestas se ha identificado *Lamprothamnium* sp. y *Chara* cf. *rochettiana* HEER (ésta alcanza hasta el segundo nivel de Páramo). El resto de Charofitas encontradas aparecen prácticamente en todas las unidades, por lo que su valor cronoestratigráfico es casi nulo.

La edad que se asigna a las "Facies de las Cuestas" es Astaraciense medio-superior para su parte inferior y Astaraciense superior-Vallesiense inferior para su parte alta.

En el primer nivel del Páramo (cuyo paso a las "Facies Cuestas" es por cambio lateral y por tanto no muy neto, aparecen nuevos taxones de ostrácodos, algunos parecen exclusivos de este primer Páramo (*Cyprideis tuberculata* (MEHES), *Candonia neglecta* SARS) mientras otros se extienden también en el segundo nivel de páramo (*Pseudocandonia* aff. *marchica* (HARTWIG), *Potamocypris Dastoiri* CARBONNEL. *Subulacyoris Darvus* CARBONNEL). Se propone una edad Vallesiense para el primer páramo, aunque, como se ha señalado anteriormente, hay discrepancias en la datación por Micromamíferos.

En el segundo nivel del Páramo se han encontrado algunas especies de ostrácodos que no han sido observadas en niveles inferiores. Es el caso de *Cyprideis torosa* (JONES) y *Henryhowella asperrima* (REUSS). Conviene destacar que las especies de ostrácodos encontradas en los dos niveles del Páramo, proceden o han sido descritas originalmente en el Mioceno superior o Plioceno.

En la hoja de Antigüedad se ha encontrado en alguna muestra el Foraminífero *Ammonia tepida* (CUSHM.), lo que probablemente esté relacionado con un aumento local de la salinidad del medio.

A este segundo nivel del Páramo se le ha asignado una edad Vallesiense-Turoliense e incluso quizás Plioceno, aunque su datación exacta es todavía discutido.

1.3. CUATERNARIO

La mayor parte de los depósitos cuaternarios de la Hoja de Antigüedad se encuentran relacionados con el trazado de los cursos de agua que la atraviesan. Destacan los ríos Franco y Henar en la mitad este y los arroyos del Castillo, del Pozo, del Cerrato y Valdefuentes en la mitad oeste.

Los depósitos corresponden a fondos de valle, conos de deyección y coluviones. Un afloramiento de tobas, junto con el relleno del fondo de las dolinas y el de algunas zonas endorreicas, completa el conjunto de materiales recientes.

1.3.1. **Tobas y travertinos (11). Pleistoceno**

Existe un único afloramiento, de pequeñas dimensiones, de calizas tobáceas en la margen izquierda del arroyo del Cerrato, en el paraje denominado la Toba. Está colgado con relación al cauce actual unos 15-20 m, dando un farrallón de 7-8 m. Son calizas blancas y grises con estructuras concrecionales de aspecto masivo. Se observan también impresiones de plantas y algunos tubos correspondientes a tallos.

Se deben probablemente a una surgencia relacionada con el encajamiento del río. Se les asigna una edad pleistocena por su cota sobre el cauce actual.

1.3.2. Arcillas rojas de descalcificación (12). Fondos de dolina. Pleistoceno-Holoceno

Son los depósitos que rellenan las cubetas de disolución de diverso tamaño, que se forman en el techo de las calizas del páramo superior. Se trata de materiales principalmente arcillosos, producto de la descalcificación de las calizas, es decir, "terrás rossas", aunque a veces incluyen materiales coluvionados del escarpe que originan las dolinas, pudiendo aparecer, además, fragmentos de calizas e incluso arenas y cantos de depósitos subyacentes.

Se les asigna una edad Pleistoceno-Holoceno, al suponer que este karst comienza después de la sedimentación de las calizas y sigue funcionando hasta la actualidad.

1.3.3. Lutitas grises. Fondos endorreicos y áreas de drenaje deficiente (13). Holoceno

En relación con algunos fondos de valle o con dolinas se producen áreas de mal drenaje, funcionales en épocas de lluvia. Hay sedimentación de limos y arcillas y desarrollo de suelos grises de carácter vertical. Algunos ejemplos se localizan en los parajes de El Palancar y La Hoyada, y al norte de la Hoja en el arroyo Pinedillo.

1.3.4. Lutitas y margas con cantos. Conos aluviales (14). Holoceno

Depósitos en forma de abanico desarrollados a la salida de pequeños arroyos y barrancos, en su desembocadura a otros de mayor rango. Su naturaleza está influenciada por los materiales del sustrato, siendo de carácter limoarcilloso con nívelillos de cantos de caliza.

La potencia máxima en la zona apical no suele superar los 4 m. Se consideran originados en el Holoceno.

1.3.5. Arcillas y margas con cantos y bloques. Coluviones (15). Holoceno

Son depósitos de pie de vertiente, asociados a los valles, y se caracterizan por ser poco coherentes y estar compuestos por material arcillo-arenoso con algunos cantos de caliza poco rodados.

Un ejemplo algo diferente se localiza en las proximidades de Royuela de Río Franco, junto a la carretera que une dicha localidad con Espinosa del Cerrato. Este coluvión está formado por acumulación de clastos muy angulosos, aplazados, con un cierto ordenamiento y casi ausencia de matriz. Puede suponerse en su génesis la intervención de procesos de gelificación. Su edad es probablemente Holoceno.

1.3.6. Arcillas y limos con cantos. Fondos de valle (16). Holoceno

Corresponde al relleno fluvial más reciente dejado por ríos y arroyos de la zona. En general se trata de depósitos limo-arenosos con algunos nívelillos de gravas cuarcíticas y cantos calcáreos. En zonas próximas a la cabecera se observan a veces limos carbonatados algo tobáceos y turbas. El predominio de finos está justificado por la naturaleza carbonatada del área madre. Se les asigna una edad holocena.

2. TECTONICA

2.1. TECTONICA ALPINA

La evolución tectónica del área estudiada está relacionada con la construcción de la Cuenca del Duero y en particular con la evolución de su borde oriental y del sector central, zona donde se encuentra ubicada. Varios aspectos hay que destacar en la Hoja. Por un lado la disposición aparentemente horizontal o subhorizontal de los depósitos que la integran, aunque en detalle se observan deformaciones y fracturación de pequeña escala y/o de carácter local, así como de gran radio. Por otro lado, el hecho de no aflorar materiales pre-miocenos es un gran impedimento a la hora de desarrollar un capítulo referente a la historia de la deformación de los materiales. Todo esto conlleva a tener que incluir la zona objeto de estudio en un contexto más amplio, de tipo regional, ya que los datos que puede aportar la Hoja son escasos para completar este apartado.

Es en el Paleógeno-Mioceno inferior cuando tiene lugar la estructuración de los bordes de la Cuenca del Duero, tanto del septentrional (Cordillera Cantábrica) como del meridional (Sistema Central) y del oriental (estribaciones de la Sierra de la Demanda). Así, en las zonas septentrionales se producen movimientos direccionales dextrógiros NO-SE, con componentes cabalgantes hacia el SO, imbricando la cobertura mesozoica con los materiales paleógenos y del Mioceno inferior, fundamentalmente en las zonas de borde. En el sector oriental, es decir, en las estribaciones de la Sierra de la Demanda, los mesozoicos aparecen estructurados según ejes de dirección NO-SE, encontrándose depósitos paleógenos plegados en los bordes más meridionales (sector de Covarrubias) y fosilizados por sedimentos neógenos en disposición horizontal o subhorizontal, aunque con deformaciones locales en zonas de borde debidas probablemente a accidentes del zócalo. Así pues, las primeras manifestaciones tectónicas debieron comenzar a finales del Cretácico y/o principios del Paleoceno (Fase Larámica), seguidos de varios eventos en el tiempo de diferente intensidad. El resultado de esta tectogénesis es una importante acumulación de sedimentos detríticos orlando los relieves construidos.

Se desconoce si la zona objeto de estudio tuvo un comportamiento como área positiva, es decir, levantada, o si en ella tuvo lugar sedimentación durante el Paleógeno. El sondeo de Río Franco 1 no aporta datos sobre la presencia de estos materiales. Un hecho en el que parecen estar de acuerdo los diferentes autores que han trabajado en la Cuenca del Duero es el de reconocer que es a finales del Mioceno inferior cuando se configura la cuenca y comienza a adoptar una geometría en sus límites muy parecida a la actual. La arquitectura de los bordes del edificio continental durante esos tiempos es atribuible a la fase Neocastellana (AGUIRRE *et al.*, 1976), si bien la actividad tectónica en relación con este nuevo ciclo se debió iniciar antes, a finales del Oligoceno, durante la fase Castellana (PEREZ GONZALEZ *et al.*, 1971).

Durante el Neógeno parece iniciarse una etapa distensiva a nivel cuencal que, aparentemente, y según la mayoría de los trabajos, durante el Mioceno medio-superior no va a tener ninguna repercusión e implicación en cuanto a deformación se refiere. Sólo las zonas de borde se verían afectadas por fallas inversas de tipo compresivo que pueden llegar a afectar localmente a los depósitos conglomeráticos adosados a la orla mesozoica.

Algunos autores sitúan la siguiente fase tectónica a finales del Mioceno (ARAGONES, 1978). Otros denuncian movimientos intravallesienses con reactivaciones en los marcos montañosos en la zona de borde (GARCIA RAMOS *et al.*, 1982), basados en la presencia de abanicos de

composición litológica diferente a los infrayacentes, lo que implicaría cambios de procedencia tanto en las direcciones de aporte como del área madre.

Sin embargo, la presencia de distintas unidades deposicionales o tectosedimentarias, marcadas por diferentes discontinuidades en el Neógeno aflorante, concretamente en el Mioceno medio-superior, en el sector central y septentrional, ponen en evidencia una serie de movimientos y reactivaciones que marcarían las diversas interrupciones sedimentarias.

Si bien estas discontinuidades parecen tener un carácter regional, sus manifestaciones resultan diferentes de unos puntos a otros, resultando a veces difícil de ser localizadas, bien por la convergencia de facies de los depósitos o por la homogeneidad de los ambientes sedimentarios.

Los materiales más antiguos aflorantes en la Hoja son de edad Astaraciense, al menos el techo de la unidad basal. En discontinuidad se sitúa una serie detrítica que marca el inicio de un nuevo ciclo sedimentario. Al margen de un posible cambio en las condiciones climáticas ambientales y una reestructuración paleogeográfica, hay que atribuir esta ruptura sedimentaria a un evento tectónico que se manifestaría por una fracturación y deformación de gran radio, a nivel regional, de esta unidad, creándose zonas descompensadas topográficamente. Aunque resulta difícil observar la posible discordancia a nivel puntual, a veces se aprecia, aunque fuera de Hoja y a techo de la unidad, fenómenos de fracturación sinsedimentarios y cuerpos "slumpizados" que serían indicadores y precursores de una inestabilidad en la cuenca. En otros sectores como p.e. en las proximidades de Burgos (Castrillo del Val), SANCHEZ BENAVIDES *et al.* (1989) señala una discontinuidad a techo de esta unidad, con procesos de karstificación asociados, que indicarían la interrupción a la que se ha hecho referencia y que se situaría en el Aragoniense superior.

A comienzos del Vallesiense parece tener lugar otro episodio tectónico más importante que va a motivar la deformación de las series detríticas y carbonatadas que constituyen el ciclo de las "Calizas inferiores del Páramo" y que tiene distintas manifestaciones, ya que con carácter local se observan pliegues y fracturaciones como en Valdecañas de Cerrato, con dirección submeridiana NI70E. Al oeste de Villafruela, las "Calizas del Páramo Inferior" se encuentran suavemente basculadas hacia el oeste. Al sur, fuera de Hoja y en el sector Roa-Peñaflor, estas deformaciones también se ponen de manifiesto, al igual que al oeste en la Hoja de Baltanás (MEDIA-VILLA y DABRIO, 1989).

Esta discontinuidad intravallesiense, atribuible a la Fase Atica, podría relacionarse con la citada por otros autores en diferentes cuencas continentales de la submeseta meridional. En este caso esta fase o evento tectónico se manifestaría además de con una deformación regional, con una configuración paleogeográfica algo diferente a la que hasta entonces existía, con procesos de erosión y karstificación asociados y afectando a la serie miocena infrayacente.

La presencia de un segundo nivel de calizas del páramo, de carácter geográfico algo más restringido, implica deformaciones y fracturaciones locales que actuarían como condicionantes paleogeográficos. La superficie de colmatación del ciclo "Calizas superiores del Páramo" se ve afectada de nuevo por una fase tectónica, que daría lugar a deformaciones de gran radio sobre las calizas de los páramos, acompañadas de procesos de fracturación y elevaciones en los relieves del borde. Estos movimientos finineógenos deben corresponderse con la Fase Iberomanchega I de AGUIRRE *et al.* (1976) y sólo responsables de las deformaciones intracuencas.

Todo ello trae como consecuencia final la instalación de una superficie de erosión con procesos de karstificación incluidos (superficie del Páramo). Al mismo tiempo, hacia el interior de la cuenca predominarían los procesos atectónicos de carácter erosivo (PEREZ GONZALEZ, A., 1979).

Una nueva reactivación tectónica, difícil de precisar en la escala del tiempo (Fase Iberomanchega II), daría lugar al desarrollo de un nuevo ciclo sedimentario, ya en el Cuaternario, de carácter fluvial y exorreico, con el consiguiente desarrollo de la red fluvial, con un carácter cada vez más restringido y encajado.

2.2. NEOTECTONICA

Las fases reconocidas como neotectónico serían: la Atica, la Iberomanchega I y la Iberomanchega II. La primera es intravallesiense y afecta al conjunto Astaraciense-Vallesiense. La segunda se instala sobre las calizas del Páramo Superior (Vallesiense-Plioceno?), dando como consecuencia final una superficie de erosión (Superficie del Páramo) que bisela distintos términos de la serie. Por último, la Iberomanchega II constituye una nueva reactivación tectónica, dando como consecuencia un cambio en la morfogénesis, iniciándose a partir de ese momento un nuevo ciclo sedimentario de carácter exorreico, régimen que perdura durante todo el Cuaternario.

Por lo que se refiere a las estructuras neotectónicas (pliegues, fallas, diaclasas, etc.), presentes en la Hoja, afectan a todo el conjunto neógeno aflorante, pero las dimensiones son de escala métrica a hectométrica, no permitiendo su cartografía.

Existen además una serie de rasgos morfológicos que indican una suave actividad dentro del período neotectónico, como son: la distribución y orientación de la red de drenaje, alineación de dolinas, presencia de turba en algunos fondos aluviales, etc.

Desde un punto de vista sísmico, no se ha localizado ningún epicentro en la Hoja y se considera, en principio, como una zona asismática; no obstante, su situación en el contexto regional la asigna a una zona de grado III.

Por último, hay que señalar que no se ha observado ningún accidente activo que afecte a los materiales más recientes de la Hoja.

3. GEOMORFOLOGIA

3.1. SITUACION FISIOGRAFICA

La hoja a escala 1:50.000 de Antigüedad se encuentra situada en el sector centro-oriental de la Cuenca del Duero. Ocupa parte de las provincias de Palencia y Burgos y pertenece a la comarca conocida como los Valles del Cerrato. Esta zona constituye una gran altiplanicie en la que los únicos desniveles se producen por los encajamientos fluviales de algunos ríos y arroyos. La altura media de la Hoja es de 920 m, con máximas de 947 m en los cerros Revillas y

Cascajos y mínimas de 790 m, al oeste, en el valle del arroyo del Prado. Otras alturas que destacan sobre esta llanura son los cerros Cotarro (942 m), el Montón de Trigo (943 m), El Rebollero (942 m) y La Canaleja (942 m).

Hidrológicamente pertenece a la Subcuenca del Pisuerga. El principal curso de agua es el río Franco, que atraviesa el cuadrante NE con una dirección submeridiana, desembocando, más al norte, en el río Arlanza. Los arroyos del Castillo, del Pozo, del Prado y del Cerrato surcan la mitad oeste de la Hoja y con una dirección E-O van a desembocar al Pisuerga en las proximidades de Dueñas. Por último, en la esquina SE, el río Henar con sus afluentes, los arroyos de Hontanares, Manzano y de la Quintanilla, pertenecen a la cuenca del Esgueva, tributario del Pisuerga por la margen derecha, con el que confluye en los alrededores de Valladolid.

Climatológicamente se incluye en un régimen de tipo mediterráneo templado con cierta tendencia a la aridez. Al no haber ninguna estación meteorológica dentro del ámbito de la Hoja, se consideran válidos los datos de las dos estaciones más próximas, Lerma y Bahabón de Esgueva, ambas en la carretera nacional Madrid-Burgos. La precipitación media anual está comprendida entre 400-600 mm, con una evapotranspiración del 20%. En cuanto a la temperatura, la media anual es de unos 11°C, con máximas de 37,5°C y mínimas de -10,8°C.

La vegetación corresponde en su mayoría a monte bajo, con núcleos relictos de vegetación autóctona, principalmente de encinas (*Quercus ile*) y quejigos (*Quercus lusitanica*). Algunas choperas (*Populus*) se localizan en las riberas de los principales ríos y arroyos. Los cultivos que se desarrollan sobre la altiplanicie (Páramos) son de secano y sólo en los fondos de valle pueden encontrarse productos de huerta.

Los núcleos de población son pequeños y escasos, pues se trata de una zona muy deprimida, desde todos los puntos de vista. Los mayores son Espinosa del Cerrato y Villafruela, seguidos de Antigüedad, Royuela del Río Franco y Cevico Navero. El resto de las poblaciones, Valdecañas de Cerrato y Torrecidores, son prácticamente aldeas o caseríos. La densidad media de población para esta zona está comprendida entre 5-15 habitantes por kilómetro cuadrado.

La red de comunicaciones es deficiente aunque los principales núcleos están unidos por carreteras comarcales y locales. A pesar de la suave topografía existen numerosos puntos en la hoja de difícil acceso.

La principal fuente de riqueza es la ganadería de carácter ovino y algunos cultivos de secano.

3.2. ANTECEDENTES

La bibliografía existente sobre la zona es más bien escasa, y en mayor medida si se tienen en cuenta los aspectos relativos a los depósitos cuaternarios y a la geomorfología. Sin embargo, la existencia de algunos trabajos de carácter regional sirven de apoyo. Entre estos trabajos hay que destacar los de F. HERNANDEZ PACHECO (1932) sobre los arrasamientos de las sierras orientales del Sistema Central. También SCHWENZER (1937) y GLADFELTER (1971) tratan estos arrasamientos, distinguiendo hasta cuatro superficies de erosión.

Un trabajo interesante es el de ALIA (1976) sobre la "bóveda castellano-extremeña" y también todos aquellos que, en las últimas décadas y con motivo de la realización de las hojas geológicas a escala 1:50.000 para el proyecto MAGNA, han aportado nuevos datos sobre la geología del Terciario de la Cuenca del Duero.

Más recientemente, los trabajos de ARMENTEROS (1986), MOLINA y ARMENTEROS (1986) y GRACIA *et al.* (1989), de índole regional, abordan el problema de la existencia de dos superficies de erosión desarrolladas sobre los sedimentos terciarios y más concretamente sobre las calizas del Páramo. Estos últimos trabajos son los que ofrecen un mayor interés con relación a la morfogénesis del sector de Antigüedad.

3.3. ANALISIS MORFOLOGICO

En este apartado se consideran dos aspectos fundamentales: uno morfoestructural, en el que se describe el relieve como una consecuencia de la naturaleza y disposición de los materiales que constituyen el sustrato geológico, y otro relativo a la influencia que los procesos exógenos tienen en el modelado.

3.3.1. Estudio morfoestructural

La Hoja de Antigüedad se instala, en su totalidad, en el Dominio de la Cuenca del Duero, concretamente en su sector central, donde las facies carbonatadas, representadas por las calizas de los Páramos, alcanzan su máximo desarrollo. La diferente competencia de los materiales y su disposición horizontal y subhorizontal imprimen al relieve un carácter homogéneo de grandes plataformas, solamente interrumpidas por una serie de valles producto de la incisión fluvial.

Aunque las grandes plataformas son consecuencia de una serie de superficies de erosión, la naturaleza competente de las calizas controla estructuralmente el desarrollo de las mismas superficies.

En las laderas de los valles, también consecuencia de la diferente competencia de los materiales, el proceso de disección deja una serie de replanos estructurales y resaltes de capas que corresponden a los niveles más duros, tanto detriticos como carbonatados.

La disposición de la red fluvial, con desarrollo de tramos muy rectilíneos, parece indicar una influencia de la tectónica en el encajamiento de la misma. En la mitad oriental, las direcciones principales son N-S y NE-SO (río Franco y arroyos de la Manga y del Manzano) mientras que en el sector occidental dominan las E-O y ENE-OSO (arroyos del Castillo, del Prado y del Cerrato). Entre los cursos de una zona y otra se instala una divisoria de aguas que marcaría el límite entre las cuencas del Arlanza y del Esgueva.

La morfología de la red es de carácter mixto entre los tipos dendrítico y paralelo, lo que corresponde por un lado a la homogeneidad litológica y estructural y, por otro, a la influencia de una serie de accidentes paralelos y al basculamiento generalizado de los materiales terciarios hacia el SO.

3.3.2. Estudio del modelado

Una vez descritos los aspectos estructurales que condicionan una parte importante del relieve, se consideran, a continuación, las formas presentes en la Hoja, tanto erosivas como sedimentarias. Se agrupan según el sistema morfogenético al que pertenecen y se han reconocido formas fluviales, formas de gravedad y formas kársticas, principalmente.

Formas fluviales

Dentro de este grupo, las formas de acumulación se limitan a los depósitos generados en el fondo de valles y arroyos como son los *fondos aluviales* y los *conos de deyección*. Los primeros están constituidos por limos arenosos con gravas cuarcíticas y calizas. En general tienen un nivel a techo formado casi exclusivamente por material fino, que corresponde a las facies de inundación.

El río Franco presenta características singulares, pues entre las localidades de Royuela de Río Franco y Villafruela, por debajo del nivel de inundación aparecen 1-2 m de turbas grises oscuras, con restos de raíces y tallos, constituyendo una auténtica tierra vegetal. La presencia de este tipo de material indica que existía una zona de mal drenaje, de carácter endorreico, probablemente debido al carácter subsidente de la misma. Por otra parte, en las zonas de cabecera es frecuente observar que el fondo de las mismas está lleno por limos calcáreos con gasterópodos de probable origen fluviokárstico. Con una génesis similar, aparece en el paraje de la Toba, en el valle del arroyo del Cerrato, un único afloramiento de terraza tobácea. Está colgado unos 15-20 m con relación al cauce y sus características se describen más detalladamente en el capítulo correspondiente a las Formaciones Superficiales.

Los *conos de deyección* constituyen pequeñas formas en abanico, desarrolladas a la salida de algunos arroyos y barrancos en su desembocadura con otros de rango mayor. No son muy frecuentes y algunos ejemplos pueden observarse en el río Franco, al este de Villafruela y en el arroyo del Prado.

Las formas erosivas se reducen a *incisión vertical* en algunos barrancos, *arroyada difusa* en la superficie del Páramo, en zonas próximas a la cabecera de los arroyos, y algunos *acarcavamientos* en las laderas de los valles del Pozo, del Prado y de Fuentehornos.

Por último, existen una serie de fuentes y manantiales que se localizan, por lo general, en el contacto entre las calizas del Páramo y los materiales subyacentes y que son funcionales cuando la recarga es máxima.

Formas de ladera

Representadas únicamente por los *coluviones*, se deben a la acción combinada del agua y la gravedad en las vertientes.

Se localizan en la base de las laderas, coexistiendo con los conos de deyección. Son depósitos poco coherentes limo-arcillosos con cantes de calizas y cuarcitas, angulosos. Algunos ejemplos, como el existente en la localidad de Royuela de Río Franco, están formados por cantes calizos, angulosos y aplazados, con escasa matriz, y con cierto ordenamiento interno, por lo que se señala la posible influencia del frío estacional en su génesis.

Formas kársticas

Se originan por la instalación de un karst de llanura sobre las calizas del Páramo superior. Las formas reconocidas son: dolinas, uvalas y depresiones kársticas de grandes dimensiones. El mejor ejemplo de estas últimas es el que aparece en el cuadrante sureste de la hoja en los parajes de Caramanchón y El Rebollillo. Los extremos de esta depresión llegan a conectar con la cabecera de algunos arroyos y es posible que su génesis sea de carácter mixto fluviokárstica y esté relacionada con los primeros estadios de encajamiento de la red sobre la superficie del Páramo, a favor de depresiones ya existentes. Son muy frecuentes en la mitad sur de la Hoja y algunas de ellas se alinean según direcciones preferentes.

Formas endorreicas

Se localizan en relación con algunos fondos de valle o de dolinas, dando lugar a encharcamientos o pequeñas lagunas en épocas de lluvia. Hay sedimentación de limos y arcillas y suelen desarrollar suelos grises de carácter vértico a techo. Los mejores ejemplos se localizan en los parajes de la Hoyada y El Palancar, y en el arroyo del Pinedillo, en el cuadrante noreste de la Hoja.

3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se definen como tales todos aquellos materiales, coherentes o no, que han podido sufrir una consolidación posterior y que están relacionados con la evolución del relieve observable en la actualidad (GOY *et al.*, 1981).

La característica fundamental de todas ellas es que son cartografiadas a la escala de trabajo, y se definen por una serie de atributos como geometría, dimensiones, textura, potencia, génesis y cronología.

Como muchos de estos atributos ya han sido comentados en apartados anteriores, aquí se prestará una mayor atención a todo lo relacionado con las características del depósito en sí, como textura, potencia, consolidación, edafización, etc.

En este apartado se consideran las Formaciones Superficiales agrupadas según su génesis, y así, dentro de las de carácter fluvial se describen los *fondos de valle* y los *conos de deyección*.

Los *fondos de valle* están constituidos, en general, por gravas calcáreas y cuarcíticas dentro de una matriz limo-arcillosa. El tamaño medio de los cantos es de 40-70 mm y en cuanto al grado de redondeamiento varían de redondeados a muy redondeados.

A techo suelen tener un nivel limo-arcilloso que supera en ocasiones 0,50 m.

En el valle del río Franco, entre las localidades de Villafruela y Royuela de Franco, por debajo de este nivel de inundación aparecen de 0,5 a 1,5 m de turba de color pardo negruzco, constituida fundamentalmente por materia vegetal. Constituye un material muy ligero y se ha señalado como un indicio minero.

Los *conos de deyección* están constituidos por arcillas, limos y arenas con niveles de cantos de calizas y cuarcitas procedentes de los materiales del Terciario de los cuales proceden.

Son poco coherentes y la potencia máxima que alcanzan en las zonas apicales no suele superar los 4 metros.

Por lo que se refiere a las Formaciones Superficiales que se originan en las laderas, *los coluviones* constituyen la única representación. Son similares texturalmente a los conos de deyección pero sus cantos ofrecen un alto grado de angulosidad. La potencia no supera los 4-5 m.

En Royuela del Río Franco, el coluvión existente en una pequeña cantera, en las proximidades de esta localidad, está constituido por cantos aplanados de caliza con una ausencia casi total de material fino. La potencia visible en el corte es de unos 3 m aproximadamente.

Por último, se consideran las Formaciones Superficiales relacionadas con dolinas y áreas endorreicas. En cuanto a las primeras, se trata de materiales fundamentalmente arenos-arcillosos de color rojo, que constituyen en ocasiones auténticas "terras rossas". A veces incluyen materiales coluvionados del escarpe originado en las calizas. Incluyen también arenas y algún canto cuarcítico.

En cuanto a los *fondos endorreicos*, generados por procesos de mal drenaje, la naturaleza de los depósitos es fundamentalmente limo-arcillosa. El color que presentan es gris o negro debido a las condiciones reductoras y a la formación de suelos vérlicos y vérlicos topomorfos.

3.5. EVOLUCION DINAMICA

Al iniciar este capítulo deben considerarse dos aspectos fundamentales: la situación de la Hoja en el sector centro-oriental de la Cuenca del Duero y la ausencia de materiales aflorantes anteriores al Aragoniense superior (Astaraciense). Según la cartografía geológica y el estudio sedimentológico, todas las unidades presentes pueden agruparse en tres grandes ciclos, separados por discontinuidades cartográficas de rango cuencal.

- El primer ciclo está representado por el techo de la “Facies Dueñas”, de edad Astaraciense.
- El segundo incluye la “Facies de Santa María del Campo” y la “Facies Cuestas”, cuyo techo lo constituiría la “caliza inferior del Páramo”. La edad de este ciclo es Astaraciense superior-Vallesiense inferior.
- Por último, se instala el ciclo que culmina con las “calizas superiores del Páramo”, de edad Vallesiense superior-Turoliense, y quizás Plioceno.

Entre estos dos últimos ciclos existe una discordancia manifiesta a nivel regional. Sobre el techo de las “calizas inferiores del Páramo” se desarrolla una superficie de erosión con procesos de karstificación, formación de costras laminares, etc. Esta superficie queda enterrada por el último ciclo y no siempre es posible su reconocimiento. A veces, como sucede en la hoja contigua de Baltanás, queda exhumada por los procesos de erosión cuaternarios y es posible su cartografía.

Con posterioridad a la sedimentación del último ciclo, que como ya se ha señalado su techo lo constituyen las “calizas superiores del Páramo”, se producen una serie de movimientos de amplio radio que ondulan y pliegan estos materiales. Sobre ellos se desarrolla una superficie de erosión denominada “superficie del Páramo”, cuyas características generales para toda la cuenca son definidas por MOLINA y ARMENTEROS (1986), que la denominan “superficie superior”.

En la Hoja de Antigüedad esta superficie se localiza entre los 900 y 960 m, con una suave pendiente hacia el SO de un 2%. Se instala sobre las calizas superiores del Páramo, biselando varios términos de la serie. Cuando aparece bien conservada se identifican procesos de disolución kárstica que llegan a afectar a los 5 m superiores, aunque probablemente puedan alcanzar mayor profundidad (MOLINA y ARMENTEROS, 1986). En la Hoja de Antigüedad es posible que la superficie esté algo degradada, pues en ningún caso la karstificación supera los 2-3 m. Los huecos y tubos de disolución suelen estar llenos de arcillas rojas con algo de limo y arena. El color es rojo vinoso y según la tabla de colores Munsell varía entre 10 YR y 2,5 YR.

Con posterioridad o sincrónicamente tiene lugar la formación de los abanicos plio-pleistocenos o “rañas”, que no aparecen en este sector, pero sí en la Hoja de Peñafiel (374), más al sur, procedentes de la Sierra de Honrubia-Pradales. A partir de este momento se inician los procesos de disección cuaternarios. En sus primeros estadios, y probablemente en un momento de estabilidad, se desarrolla la segunda superficie de erosión o *superficie pleistocena*. Se localiza en el cuadrante NO y en la mitad E de la hoja, entre las cotas de 900 y 930 m. Está algo abovedada, ofreciendo una ligera inclinación hacia el NO, a la cuenca del Arlanza, y otra hacia el SE, a la cuenca del Esgueva. El cambio de pendiente se produce en la esquina SE de la hoja en los alrededores de Torresandino.

Esta superficie afecta principalmente al techo de la “Facies Cuestas”, biselando, como la anterior, términos más bajos de la serie. Alcanza una gran extensión, desarrollándose por el este hasta Lerma. El proceso kárstico afecta sólo a los 2 o 3 metros superiores, debido al carácter más margoso de este ciclo, y el relleno de los huecos de disolución es bastante arenoso.

Los colores son menos rojos que la “superficie del Páramo”, y según MOLINA y ARMENTEROS (1986), las arcillas de calcificación nunca llegan a constituir una auténtica “terra rossa”. Los colores medidos son variables, oscilando entre 2,5 YR y 7,5 YR, pasando por 5 YR. Según los anteriores autores, en su estudio de otros perfiles de la misma superficie, siempre se identifica, entre otras características, la presencia de esmectitas en mayor o menor proporción.

A partir de esta superficie se inicia un encajamiento de la red de drenaje, bastante continuo, como indica la ausencia de depósitos fluviales en las vertientes de los valles y la estrechez de los mismos.

Finalmente, en el Holoceno, y sobre los depósitos de fondo de valle, se instalan una serie de conos de deyección procedentes de pequeños arroyos y barrancos, en su desembocadura a otros de rango mayor, y coluviones procedentes de las laderas que configuran los últimos episodios de la morfogénesis de este sector.

3.6. MORFODINAMICA ACTUAL

Dadas las características litológicas y estructurales de la zona y el carácter casi atectónico de la misma, no se reconocen procesos actuales de magnitud. Sin embargo, puntualmente pueden señalarse algunas actividades que modifican de forma local la morfología. Entre ellas pueden destacarse las erosivas, de carácter fluvial. En este sentido además de algunos barrancos en los que se observan procesos de incisión vertical, en los valles de los arroyos del Pozo y del Prado se aprecia cierta proliferación de cárcavas con escarpes muy verticalizados en sus cabeceras.

Los procesos de gravedad en las laderas, aunque no cartografiados, son numerosos, a pequeña escala, y su funcionamiento es observable en la actualidad. La caída de bloques es común en estos valles de laderas escarpadas debido a la inestabilidad de la topografía y agrietamiento sufrido por las calizas en estas zonas marginales por procesos de descompresión lateral.

Otros procesos activos son los que se refieren al endorreismo. Tanto en las pequeñas lagunas originadas en la superficie del Páramo como en los encarramientos relacionados con la red fluvial, se produce actividad sedimentaria típica de estos medios, siendo funcionales sobre todo en épocas de lluvias.

Por las características ya conocidas en este sector, no se prevén cambios importantes de carácter geomorfológico en un futuro próximo.

4. HISTORIA GEOLOGICA

La historia geológica de la Hoja de Antigüedad aparece ligada a la evolución regional de la Cuenca del Duero y en particular al sector central y suroriental. Por otro lado, en el área objeto de estudio no existe un registro sedimentario aflorante como para establecer una cronología de los hechos acaecidos durante todo el Terciario y mucho menos del Mesozoico. La existencia del sondeo Río Franco-1 (PHILLIPS), al norte de la Hoja, pone de manifiesto que existe

una serie atribuida al Neógeno de 1.907 m de espesor, aunque bien pudiera ocurrir que en los metros más bajos estuviese representado también el Paleógeno. Desde esos metros hasta los 2.191 de profundidad se encuentra el Mesozoico representado por el Cretácico y un Triásico detrítico que se apoya sobre el Paleozoico. Las características de este sondeo se mantienen en otros sectores de la cuenca, aunque por ejemplo el sondeo Don Juan 1, situado más al sur, en las proximidades de Roa de Duero, sólo corta 1.000 m de Terciario.

El hecho de que los materiales más antiguos aflorantes sean de edad Astaraciense limita e impide la reconstrucción de los sucesos acontecidos, previos al Mioceno medio.

En términos generales, la Cuenca del Duero comienza a formarse a principios del Terciario, ya que es a finales del Cretácico o en el Paleoceno cuando se pasa de un régimen marino a uno continental. A partir del Paleógeno es cuando comienza la sedimentación continental en la Cuenca del Duero, si bien la configuración paleogeográfica de la misma distaba entonces mucho de la actual. Los datos de los sondeos no aportan información sobre la presencia del Eoceno-Oligoceno en el área objeto de estudio. Admitiendo, pues, que no existe registro sedimentario para esos tiempos en este sector, la sedimentación se inició en el Mioceno, probablemente con facies distales de abanicos y ambientes lacustres confinados, con una importante subsidencia y acúmulos de sedimentos, como lo denuncian los registros de los sondeos existentes.

Los sedimentos más antiguos aflorantes en la Hoja corresponden a un ambiente lacustre que se desarrolló durante el Orleaniense y parte del Astaraciense de forma amplia por todo el sector central de la Cuenca del Duero.

Los escasos afloramientos existentes en el sector occidental de la Hoja aportan pocos datos acerca de la configuración paleogeográfica de las áreas lacustres y los sistemas aluviales y fluviales que confluyan en esas zonas endorreicas. No obstante, se puede asegurar que en los sectores central y oriental de la Cuenca del Duero se desarrolló durante el Mioceno medio un importante sistema lacustre con gran acúmulo de sedimentos (más de 500 m) con diferentes ambientes y subambientes y conectados físicamente con el actual corredor de la Bureba, situado más al noreste en la provincia de Burgos. Se desconoce en el resto de los sectores los equivalentes laterales en facies detríticas, ya que aparecen soterrados bajo sedimentos más modernos.

Durante el Astaraciense tiene lugar una importante entrada de terrígenos en toda la cuenca. Se produce una reactivación en los marcos montañosos y relieves que circundaban la Cuenca del Duero. Estos movimientos traen como consecuencia el inicio de un nuevo ciclo sedimentario, instalándose un régimen fluvial en la región relacionado con los sistemas aluviales situados más hacia el este, en las estribaciones de los mesozoicos de la Sierra de la Demanda. En el área ocupada por la Hoja se desarrollan extensas llanuras de fangos drenados por canales efímeros de diferente configuración. Estas vastas llanuras de lodos pasarían de forma transicional a un ambiente lacustre con formación local de zonas de encharcamiento, tipo ciénagas, ricas en materia orgánica.

El desarrollo de un ambiente lacustre es un hecho generalizado en el sector central y suroriental de la Cuenca del Duero a finales del Mioceno medio. Este contexto lacustre resulta más

complejo de lo que aparentemente representan los depósitos detríticos-carbonatados de la "Facies Cuestas", ya que se observan numerosas secuencias de relleno, así como discontinuidades de orden menor a techo de las mismas, siendo muy frecuente la presencia de niveles calcáreos acarniolados y también como niveles de terrígenos intercalados en diferentes puntos en la vertical de la columna. Este hecho se pone más de manifiesto en la parte oriental de la Hoja, en el sector de río Franco, donde son numerosas las intercalaciones detríticas entre los niveles carbonatados. No obstante, y en términos generales, se puede decir que aunque inicialmente la salinidad en los lagos era baja, ésta aumentó rápidamente con expansión del lago hacia las márgenes.

Así, a finales del Astaraciense queda configurado un medio lacustre con diferentes ambientes y subambientes y un importante desarrollo de facies salinas en la mitad occidental de la Hoja. Probablemente a finales de esos tiempos o ya en el Vallesiense tiene lugar un ligero cambio ambiental produciéndose una retracción en el ciclo lacustre, pasándose a condiciones lacustres-palustres de agua dulce y una sedimentación más carbonatada con la que finaliza este ciclo.

A principios del Vallesiense parece acontecer un período en la región de no sedimentación, abriéndose un importante período erosivo con el desarrollo de suelos o formación de depósitos salinos y procesos de karstificación. Esta interrupción o discontinuidad queda perfectamente reflejada en la base del inicio del segundo ciclo, caracterizado en un principio por la instalación de una red fluvial más efímera que, con carácter restringido, discurría a favor de zonas deprimidas creadas con posterioridad a la sedimentación de las "calizas inferiores del Páramo" por procesos de fracturación y deformaciones de gran radio.

Este segundo ciclo sedimentario correspondiente a la deposición de las "calizas superiores del Páramo" se inicia en el Vallesiense y resulta más complejo de lo que aparentemente parece, ya que aunque en el sector central de la Hoja está formado exclusivamente por carbonatos lacustres de agua dulce, lateralmente se observan varias secuencias de colmatación separadas por distintos niveles de terrígenos intercalados en la serie e indicadores de discontinuidades de orden menor. También existen ambientes lacustres marginales, relacionados con la entrada de detríticos. En la parte central de la Hoja los terrígenos de base desaparecen y sólo existen algunos niveles basales arcillosos rojos, que tienen un carácter discontinuo, llegando incluso a desaparecer, como ocurre en las zonas más occidentales, disponiéndose entonces en paraconformidad los carbonatos de ambos ciclos. Cuando esto ocurre se observan evidentes y claros signos de karstificación en los carbonatos inferiores. Todos estos procesos sedimentarios acontecen desde el Vallesiense probablemente inferior al menos hasta el Turoliense y quizás hasta finales del Neógeno.

Una vez finalizada la sedimentación de las calizas superiores del Páramo, se establece en la región un período de no deposición donde prevalecen los procesos erosivos y de karstificación, con formación de costras carbonatadas y desarrollándose una superficie de erosión y acumulación (superficie superior del Páramo). Posteriormente se inicia el proceso de encajamiento y desarrollo de la red fluvial cuaternaria, teniendo lugar a principios de éste, durante el Pleistoceno, la construcción de otra importante superficie de erosión-acumulación que se desarrolló a ambos márgenes de la Hoja y encajada en la superficie del Páramo, encontrándose rela-

cionada con el desarrollo de la red fluvial principal (ríos Duero y Pisuerga). Esta superficie ocupa cotas inferiores y en ocasiones configura parte de la morfología de las mesas de los páramos en zonas próximas a los cursos de los grandes ríos.

Durante el resto del Cuaternario continúan los procesos de encajamiento de la red, configurándose además la morfología actual de la Hoja.

La evolución de la región durante el Holoceno aparece reflejada en los depósitos más recientes, tanto los de la red fluvial como los relacionados con ésta, así como con los procesos morfodinámicos, cuyas características se describen en el apartado de Geomorfología.

5. GEOLOGÍA ECONOMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

El ámbito geográfico cubierto por esta Hoja incluye un número muy bajo (8) de indicios mineros. Con carácter muy local y coyuntural se han desarrollado pequeñas extracciones de material heterogéneo para su utilización como zahorra. Ocasionalmente se han triturado las calizas del Páramo para áridos de machaqueo y se han calcinado los yesos de la "Facies Cuestas" para obtener material de construcción. Las turbas existentes en el valle aluvial del río Franco no están aprovechadas comercialmente.

5.1.1. Minerales metálicos y no metálicos

No se conoce la existencia de aprovechamiento alguno de minerales metálicos ni sobre algún enriquecimiento o concentración que pudiera tener interés económico. Tampoco resultaron positivas las prospecciones llevadas a cabo en la búsqueda de glauberita y sulfatos equivalentes.

Se ha constatado la existencia de turbas y ello ha sido investigado a través de varios Permisos de Exploración (Obdulia, nº 3.364; Riofranco, nº 3.387, etc.), aunque no se ha superado esta fase para llegar a la de su beneficio económico. En el cauce fluvial del río Franco, de los términos municipales de Royuela y Espinosa de Cerrato, se desarrolla un nivel de turba parda y negra de 1,5-2,5 m de potencia, bajo un pequeño recubrimiento aluvial de 0,2-0,5 m. Sus características incluyen 34,96% de cenizas, 5,97% de humedad, 57,68% de materia orgánica, 8,74% de sustancias húmicas, 33,53% de carbono, 0,91% de nitrógeno, 7,58 de pH y es definida como turba negra húmica (turba con un grado de descomposición medio-alto) (IGME-INPSA, 1984).

5.1.2. Minerales energéticos

Las arcillas carbonosas localizadas en la "Facies Cuestas" presentan pequeña potencia (centimétrica a decimétrica), bastante continuidad y un poder calorífico muy bajo, por lo que no pueden incluirse como indicios mineros.

5.1.3. Rocas industriales

5.1.3.1. Aspectos generales e históricos

Ha existido una discreta actividad económica en torno al aprovechamiento de las calizas del Páramo, triturando las piedras calizas acumuladas por los agricultores en "majanos" para facilitar las labores agrícolas (Baltanás); de las gravas de los coluviones, utilizándolas como zahorra en los caminos locales especialmente en las obras llevadas a cabo en el proceso de concentración parcelaria; y de los yesos (aljez), calcinándolos en rudimentarios hornos y en una pequeña fábrica (Cevico Navero). Hoy día ninguno de esos procesos se encuentran en actividad, aunque puntual y temporalmente puedan volver a reactivarse, siempre con pequeño desarrollo, excepto en lo referente al yeso por tener una deficiente calidad.

Varias empresas han realizado campañas de prospección para investigar la existencia de arcillas especiales, aparentemente sin resultados positivos.

5.1.3.1.1. Calizas

La potencialidad que presentan es muy grande en cuanto a su cubicación, pero al aprovecharse fundamentalmente como áridos de machaqueo su valor económico es muy bajo, no permitiéndose un transporte que sea considerable ni una extracción que supere la acumulación en superficie de la roca ya disgregada previamente en el laboreo agrícola. Las calizas tienen las siguientes características geomecánicas (IGME, 1976): peso específico aparente (2,7-2,8), peso específico real (2,75-2,77), coeficiente de desgaste "Los Angeles" (24-31), absorción (1,7-2,2), adhesividad al betún (99,5-99,6%).

Su posible utilización en el proceso de refinado del azúcar de remolacha incrementaría su precio, pero el volumen de roca movilizado no alcanzaría desarrollo importante y existiría fuerte competencia en la oferta. En caso de que fueran aprovechadas para la fabricación de cementos se trataría de una cuestión puntual y en ello se considerarían calizas con parámetros químicos similares a los aportados por la cantera que, en la hoja de Baltanás, proporciona materia prima a la cercana fábrica de Cementos Hontoria, con 52,76% de CaO, 4,15% de SiO₂, 0,52% de P₂O₅, 0,31% de Al₂O₃, 0,26% de MgO, 0,19% de K₂O, etc. (IGME, 1976).

Los materiales utilizados como zahorra presentan, lógicamente, el carácter contrapuesto de muy elevadas reservas y muy bajo valor económico, junto todo ello con la circunstancia de incluir un material que puede ser muy diverso. En el área cubierta por la Hoja se corresponden principalmente con coluviones de margas y calizas (4-15 cm), aunque en ocasiones llega a aprovecharse la formación geológica original que se encuentra subyacente.

5.1.3.1.2. Yesos

En las margas de la "Facies Cuestas" hay intercalaciones de yesos que han sido explotadas. Tanto por la calidad del producto, al tratarse de grandes cristales (guingles) dentro de unidades margosas o bien yesos lenticulares primarios (aljez) que presentan potencias decimétricas a métricas (1-3 m), como por la irregularidad y falta de continuidad que presentan, así como

ROCAS INDUSTRIALES
Hoja N° 313 (18-13) Antigüedad

NUMERO (Nº M.R.I.)	COORDEN. U.T.M.	SUSTANCIA	TÉRMINO MUNICIPAL PROVINCIA	O B S E R V A C I O N E S		
				ACTIVIDAD EXPLOTADORA	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
1	VM103481	Calizas (y margas) (F. calizas del Páramo sup. e inf.)	Tabanera de Cerrato (Palencia)	Inactiva	Cantera. Muy pequeña.	Zahorra
2 (52)	VM034383	Calizas (F. calizas sup. del Páramo)	Baltanás (Palencia)	Inactiva	Acumulación de las piedras disgre- gadas (majanos) y molienda	Aridos de machaqueo
3	VM028352	Yeso (aljez) (F. Cuestas)	Cevico Navero (Palencia)	Inactiva	Varias cortas muy pequeñas. Antiguos hornos artesanales y una fábrica local	Material de construcción
4	VM245329	Calizas (y margas) (F. Cuestas)	Torresandino (Burgos)	Inactiva	Varias canteras muy pequeñas	Aridos de ma- chaqueo y zahorra
5	VM224342	Calizas (F. calizas sup. del Páramo)	Torresandino (Burgos)	Inactiva	Cantera. Muy pequeña	Aridos de ma- chaqueo y zahorra
7 (16)	VM219472	Gravas, margas y calizas. Coluvión y calizas intracuestas	Espinosa de Cerrato (Palencia)	Inactiva	Corta. Muy pequeña	Zahorra
8	VM214490	Gravas, margas y calizas. Coluvión y calizas intracuestas	Royuela de Río Franco (Burgos)	Inactiva	Corta. Muy pequeña	Zahorra
6	VM222459	Turba (Aluvial, cuaternario)	Espinosa de Cerrato (Palencia)	Solamente exploración	Sin labores	-
9	VM209492	Turba (Aluvial, cuaternario)	Royuela de Río Franco (Burgos)	Solamente exploración	Sin labores	-

Cuadro 2

por presentarse con morfologías (cuestas) que implican sistemas de explotación subterráneos o bien con altos frentes de cantera, han sido aprovechados en general con precariedad económica y su potencialidad se encuentra muy condicionada por incluir gran proporción de marcas y tener poca continuidad vertical y horizontal.

Los resultados químicos aportados para este tipo de yesos (IGME, 1976) son del orden de: 27-32% CaO, 30-40% SO₃, 3-9% SiO₂, 1-4% MgO, 0,30,5% Fe₂O₃, 0,2-0,5% Al₂O₃, etc.

5.1.3.1.3. Arcillas

Las arcillas rojas de la base de la “Facies Cuestas” presentan potencia suficiente para poder aprovecharlas en la elaboración de materiales de construcción, aunque su calidad incluye un elevado contenido en calcita (13%) que dificulta y puede anular su aprovechamiento. Presentan 15% de cuarzo y en el 72% de filosilicatos comprenden 80% de illita, 15% de caolinita y 5% de interestratificados.

Las arcillas de la “Facies Cuestas” no son válidas para cocción en la industria cerámica por su alto contenido en carbonatos (5-10% de calcita y 60-65% de dolomita). Su mineralogía se complementa con cuarzo (indicios o muy baja presencia) y filosilicatos (60-70%), entre los que domina la illita (80-85%), está presente aunque generalmente poco abundante la caolinita (5-10%) y es muy variable la presencia de esmectita, que en niveles poco potentes y carbonatados alcanza considerables contenidos.

En las arcillas de la base del ciclo superior del Páramo su mineralogía también puede incluir considerable presencia de esmectita (desde total ausencia a 35-45%, sobre una proporción de filosilicatos de 70-90%, y potencia decimétrica o métrica del nivel estratigráfico); son ilíticas y algo caoliníticas (45-70% y 12-24%, respectivamente, sobre el total de los filosilicatos indicados), con indicios hasta 10% de cuarzo y 6-20% de calcita.

Las arcillas de descalcificación asociadas a la superficie morfológica del Páramo tienen difícil aprovechamiento industrial con 10-20% de cuarzo, 6-10% de calcita y 75-85% de filosilicatos (80-86% de illita, 10-15% de caolinita y 8-10% de interestratificados).

5.2. HIDROGEOLOGIA

5.2.1. **Hidrología**

La Hoja de Antigüedad se sitúa en la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero.

El clima, en general, se puede clasificar de mediterráneo templado, con un régimen de humedad tipo seco.

La temperatura media anual, para el período 1940-85, es de 11°C, con una temperatura mínima de 3°C y una temperatura máxima de 21°C. También hay que destacar que el período de heladas, en esta zona, es de 6-8 meses.

La precipitación media anual, también para el mismo período, 1940-85, varía entre 400 y 600 mm.

La evapotranspiración potencial media oscila entre 600 y 750 mm.

Respecto a la red fluvial, esta Hoja pertenece a las cuencas de los ríos Pisuerga y Esgueva.

El río más importante es el Franco, cuyas aguas vierten al río Arlanza. Aunque también hay arroyos importantes que vierten al Pisuerga, como son: el Cerrato, el Prado, el Castillo y el Manzano.

Según la división en zonas hidrológicas del Plan Hidrológico del Duero, la Hoja pertenece a la Zona Hidrológica nº 11, y dentro de ésta participa de las Cuencas nº 22, 16 (Aº Prado), 13 y 23, siendo las subcuencas: 21₁ (Aº del Cerrato), 23₂ (Aº Manzano) y 13₄ (Río Franco) (ver figura N°).

Sobre las aportaciones a dichas cuencas se tienen datos generales, siendo de más de 1.500 hm³, aunque éstos sólo son orientativos, ya que corresponde a las cuencas completas y aquí sólo quedan representadas parte de ellas.

No hay infraestructura de superficie (canales o acequias), ya que las zonas que hay de regadío se sitúan cerca del río Franco y arroyo Manzano, por lo que no son necesarias dichas instalaciones.

Sobre la calidad química, decir que según el P.H.D. (Plan Hidrológico del Duero) las características que dan a las de los ríos Pisuerga y Arlanzón, en la proximidad de la Hoja, es buena y puede extrapolarse a las aguas superficiales.

5.2.2. **Hidrogeología**

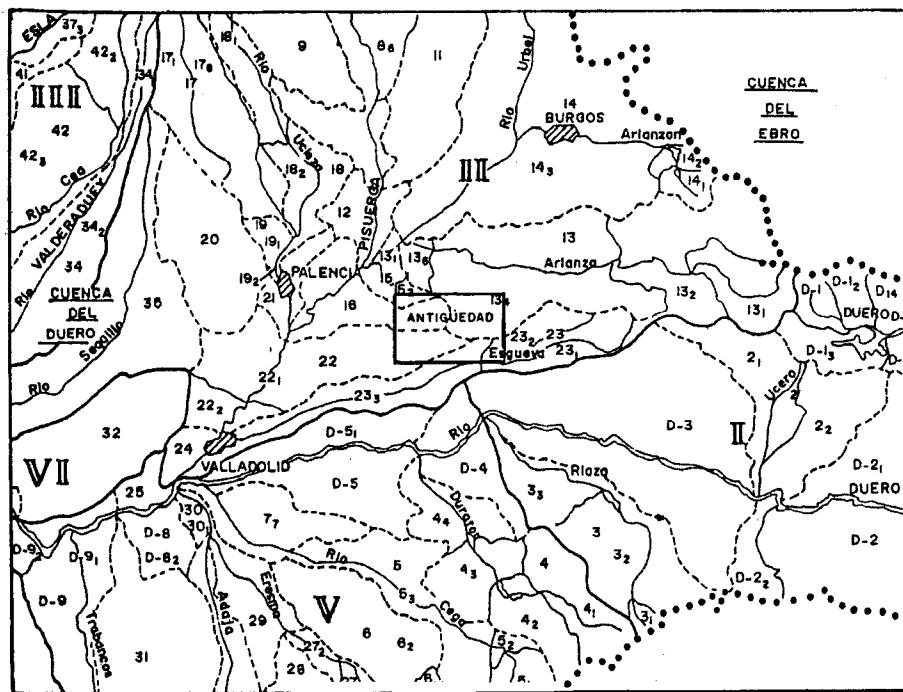
La Hoja de Antigüedad queda dentro del Sistema Acuífero nº 8 o Terciario Central de la Cuenca del Duero. Este Sistema es muy grande y por ello se subdivide en cinco regiones (ver figura N° 2).

La Hoja queda dentro de dos de ellas, la zona oriental, dentro de la Región Este o Ibérica, y la central-occidental, dentro de la Región Central o de los Páramos.

Las características de estos Sistemas dentro de la Hoja son:

Sistema Acuífero N° 8

Este Sistema está compuesto litológicamente por materiales terciarios detríticos, que forman un acuífero heterogéneo y anisótropo, que se caracteriza por estar confinado y tener una distribución de facies en lentejones con arenas y gravas en un conjunto arcillo-limoso.



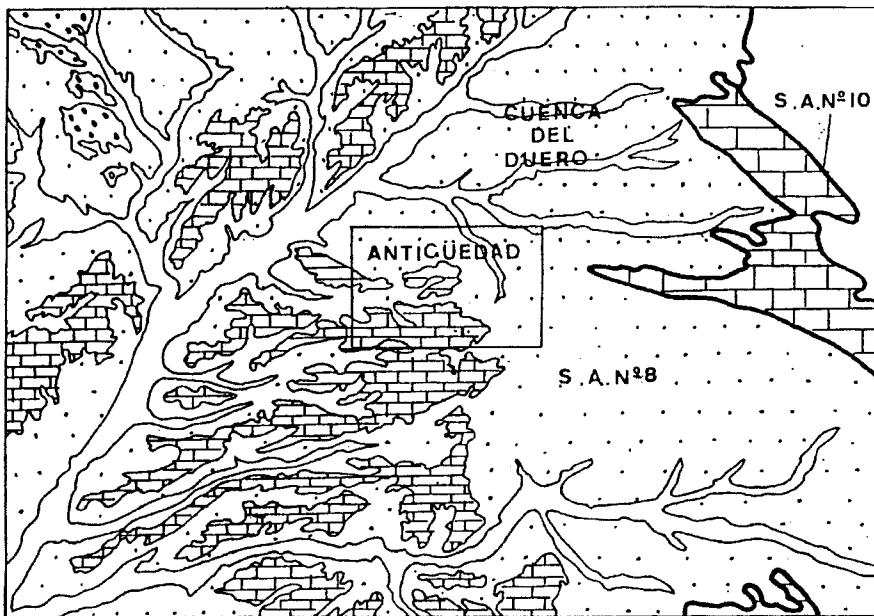
Escala Gráfica

0 10 20 Km

LEYENDA

- Límite de Zonas
- - - Límite de Cuencas
- Limite de Subcuenca
- || Designación de zonas
- 14 Designación de Cuencas
- 14₃ Designación de Subcuenca
- Delimitación de Cuencas
- Hoja 1:50.000

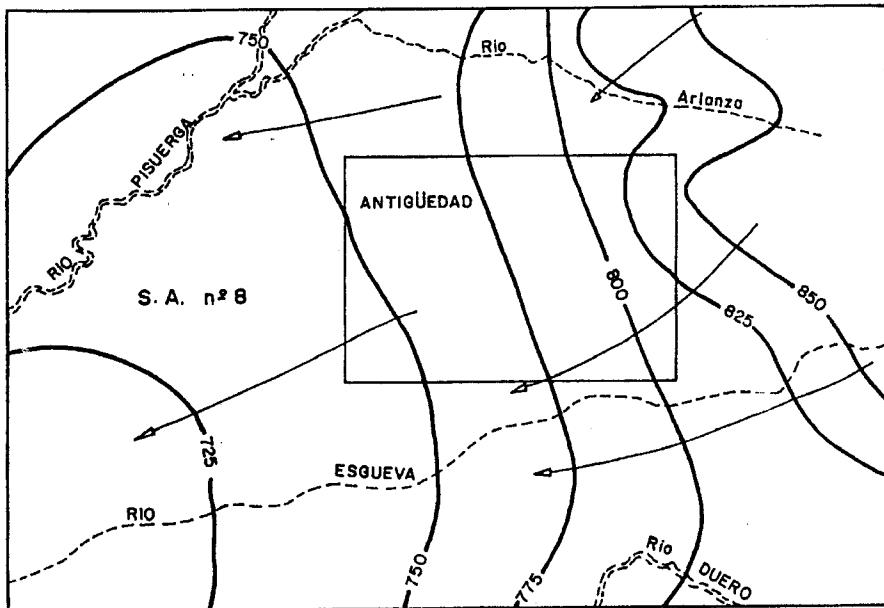
Fig. 2. Zonación hidrológica (Datos del P.H.D.)



LEYENDA

- Limite del Sistema Acuífero
- [Dotted pattern] Detritico Terciario
- [Brick pattern] Acuífero Superficial
Calizas del Páramo
- [Square with dots] Acuífero Superficial
Páramos de Rañas
- [Brick pattern] Calizas Mesozoicas

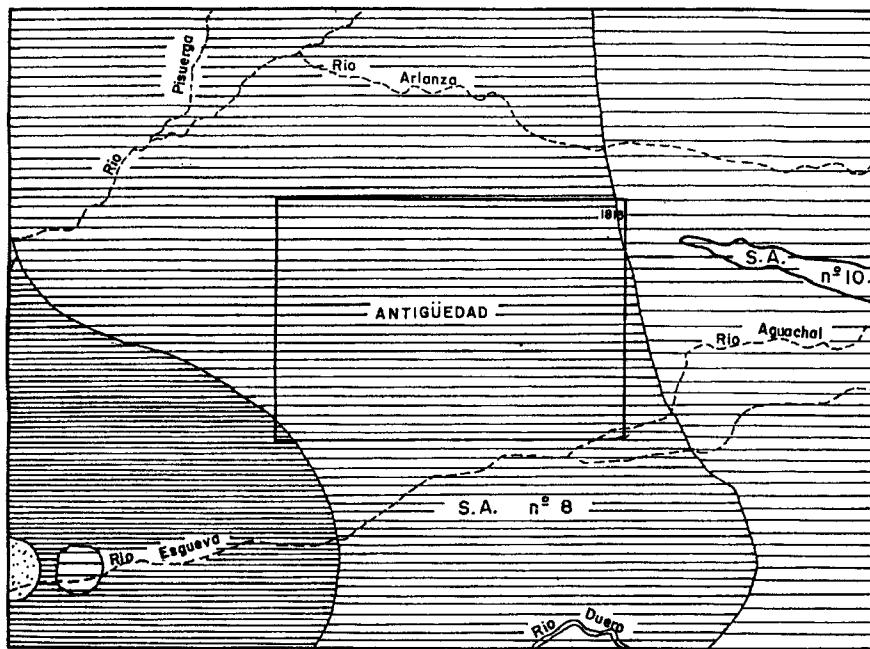
Fig. 3. Esquema hidrogeológico regional.



LEYENDA

- - - - Curso de agua permanente
- 700 — Isopieza del acuífero profundo
Periodo abril-mayo 1989
- Línea de flujo
- S.A. nº 8 N° de Sistema Acuífero
- Hoja E. 1:50.000

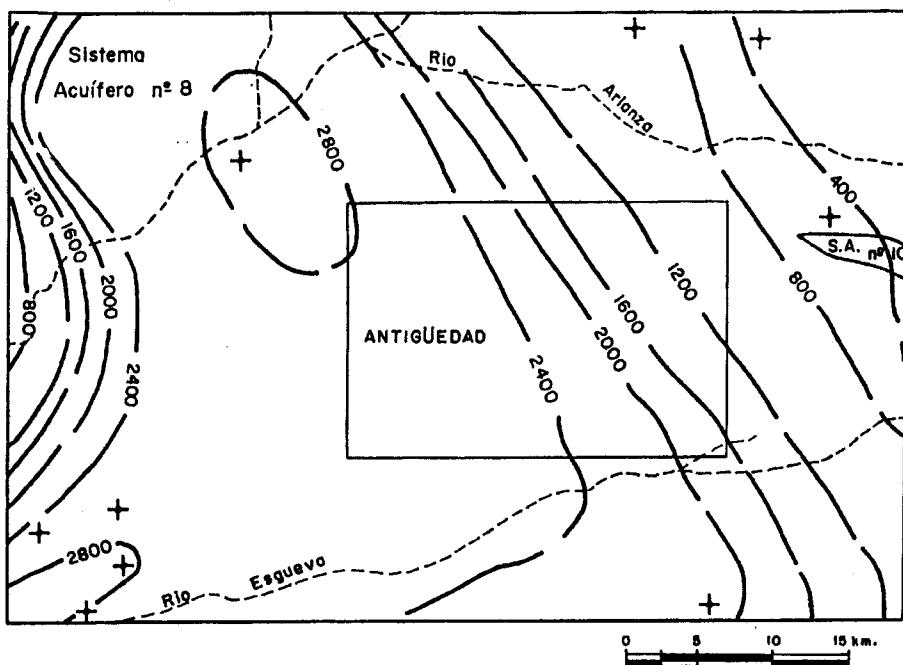
Fig. 4. Isopiezas del acuífero profundo.



LEYENDA

- [Horizontal lines] Aguas Bicarbonatadas Cálcico-Magnésicas
- [Vertical lines] Aguas Sulfatadas
- [Diagonal lines] Aguas Complejas
- [Dotted pattern] Aguas Cloruradas Sódicas
- [Dashed line] Límite de los Sistemas Acuíferos
- [Empty box] Hoja 1:50.000

Fig. 5. Distribución facies hidroquímicas.



LEYENDA

⊕ Punto de la R.V.C. del ITGE

— 800 — Isolinea de Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

— Limite de Sistema Acuífero

□ Hoja E: 1:50.000

Fig. 6. Esquema de isoconductividades del Terciario Detritico Central del Duero.

Sobre este conjunto y separado por un gran paquete margoso que hacia el E pasa a materiales más detríticos, encontramos unos niveles de calizas (Calizas del Páramo, de edad Turolieñense) que forman un acuífero superficial, en régimen libre, que posee una porosidad por fracturación y karstificación buena.

La recarga de estos niveles superficiales se efectúan por medio de infiltración directa, mientras que el acuífero profundo es por recarga lateral subterránea desde las regiones adyacentes.

Las isopiezas, para el período 1940-85, son de 750-825 m.s.n.m. (ver fig. N° 4) para el acuífero profundo, siendo la dirección de flujo O-SO. Por otra parte, la piezometría del acuífero superficial es de 850 m.s.n.m.

La utilización del agua subterránea no está muy generalizada, aunque sirve para casos puntuales de abastecimiento a particulares y pequeñas zonas urbanas.

Sobre la calidad química hay que decir que no hay datos directos, pero a escala regional se clasifican como aguas sulfatadas (ver fig. N° 5); con una conductividad que aumenta con dirección NE-SO hasta los 2.400 s/cm (ver fig. N° 6).

Respecto a otros materiales que aparecen en la Hoja, pertenecientes al Cuaternario, sólo señalar que, por su escasa potencia y poco desarrollo, no significan unos niveles acuíferos importantes.

5.3. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS GENERALES

Para la elaboración de este apartado se ha realizado una síntesis donde se exponen las características geotécnicas de los materiales que constituyen la Hoja de Antigüedad. Se presenta un Mapa de síntesis geotécnica a escala 1:100.000 en la documentación complementaria.

Esta síntesis trata de recoger una información complementaria al Mapa Geológico Nacional, que pueda simplificar los futuros estudios geotécnicos.

La superficie de la Hoja se ha dividido en Áreas, y posteriormente cada Área en Zonas. El criterio seguido para la división de estas Áreas ha sido fundamentalmente geológico, entendido como una síntesis de aspectos litológicos, tectónicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, que analizados en conjunto dan a cada zona una homogeneidad en el comportamiento geotécnico.

Se describe la permeabilidad, el drenaje, la ripabilidad, la posibilidad de deslizamientos, hundimientos y otros riesgos, y por último, se valora cualitativamente la capacidad de carga media del terreno. Todas estas definiciones son orientativas, por lo que deben utilizarse a nivel de estudio informativo y/o anteproyecto.

5.3.1. **División en Areas y Zonas Geotécnicas. Características generales**

En el esquema de síntesis se presentan dos Areas (I y II) que se definen de la siguiente manera:

- **Area I.** Materiales terciarios.
- **Area II.** Materiales cuaternarios.

Cada zona se define y agrupa a las siguientes unidades cartográficas del Mapa Geológico Nacional:

Zona I₁ Son margas, margocalizas y calizas (Facies Dueñas). Unidad cartográfica: 1.

Zona I₂ Corresponde a arcillas ocres y rojas con intercalaciones arenosas. Unidad cartográfica: 2.

Zona I₃ Son margas y margocalizas blancas, con niveles de yesos y arcillas. Unidades cartográficas: 3, 6 y 9.

Zona I₄ Se trata de arcillas rojas y ocres con areniscas y niveles margocalizos. Unidades cartográficas: 5 y 8.

Zona I₅ Corresponde a calizas grises, dolomías y carniolas con intercalaciones margosas y arcillosas. Unidades cartográficas: 4 y 7.

Zona I₆ Son calizas grises con intercalaciones margosas y arcillas. Unidad cartográfica: 10.

Todas estas zonas, correspondientes al Area I, son de edad terciaria (Mioceno medio-superior). A continuación se citan las zonas del Area II, correspondientes al Cuaternario.

Zona II₁ Se han agrupado las litologías ligadas a depósitos de gravedad, como son los glacis, coluviones y conos. Son gravas, arenas y arcillas. Unidades cartográficas: 11, 13, 14 y 15.

Zona II₂ Corresponde a los fondos de dolinas, fundamentalmente por arcillas de descalcificación. Unidad cartográfica: 12.

Zona II₃ Se han agrupado la llanura aluvial y los fondos de valle. Son arenas, arcillas y cantos. Unidad cartográfica: 16.

ZONA I₁

Características litológicas

Corresponde a una unidad detrítica carbonatada formada por margas, margocalizas y calizas, denominada "Facies Dueñas".

Características geotécnicas

Son materiales semipermeables y permeables, siendo el drenaje por escorrentía superficial más infiltración.

La ripabilidad es muy variable, apareciendo términos ripables como las margas y términos no ripables como las calizas. La capacidad de carga, en conjunto, se puede catalogar como alta y media.

El principal condicionante que se presenta en la zona es el variable comportamiento geotécnico, ya que alternan materiales de diferente dureza.

Normalmente los materiales aparecen enmascarados por derrubios de ladera, coluviones, y por la acción antrópica.

ZONA I₂

Características litológicas

Se trata de un conjunto detrítico de fina granulometría (tamaño de partículas menor o igual a 0,002 mm) formado por arcillas ocreas y rojas, limos, e igualmente se intercalan niveles arenosos con tamaño de grano de medio a fino.

Características geotécnicas

Es una zona impermeable en conjunto, por lo tanto su drenaje se efectuará por escorrentía superficial.

Su ripabilidad se considera fácil y su capacidad de carga entre media y baja, si bien son depósitos con un cierto grado de preconsolidación.

Los análisis por difracción de Rayos X han confirmado la presencia de illita y caolinita principalmente, minerales de la arcilla con un componente expansivo bajo.

Por lo tanto los condicionantes geotécnicos más relevantes se deberán a la fácil erosiónabilidad que presentan las arcillas y a la posible presencia de asientos diferenciales.

ZONA I₃

Características litológicas

Se trata de un conjunto de materiales detrítico-carbonatados y yesíferos, que se extiende por el sector central y suroriental de la Cuenca del Duero.

Características geotécnicas

En conjunto se definen como impermeables, dado que abundan los materiales de granulometría fina (menor 0,002 mm), por lo tanto el drenaje se efectuará principalmente por escorrentía superficial.

La ripabilidad en los términos arcillosos está asegurada, mientras que los términos carbonatados presentarán dificultad al ripado.

La capacidad de carga se define entre alta, donde aflora la roca, y media para el resto de materiales.

En numerosas zonas, donde aparece encajada la red fluvial, se producen deslizamientos (caída por gravedad).

La presencia de materiales yesíferos puede dar lugar a fenómenos de agresividad por sulfatos e igualmente a hundimientos por disolución.

ZONA I₄

Características litológicas

Se han agrupado materiales detríticos y carbonatados, aparecen términos arcillosos y lutíticos, donde se intercalan areniscas y niveles de margocalizas.

Características geotécnicas

En conjunto se considera la zona como impermeable, dado la abundancia de materiales de fina granulometría. Por lo tanto el drenaje se efectúa por escorrentía superficial.

La ripabilidad está asegurada, aunque los términos carbonatados no son ripables. La capacidad de carga, en conjunto, se define entre media y baja; normalmente se trata de depósitos preconsolidados.

Los ensayos de difracción por Rayos-X, realizados para las arcillas rojas, ponen de manifiesto la presencia de los minerales de la arcilla: illita, caolinita y esmectita, este último de alto carácter expansivo.

Los efectos producidos por la erosión diferencial provocan deslizamientos en las zonas escarpadas. Este hecho, junto con el posible comportamiento expansivo de las arcillas, constituyen los condicionantes geotécnicos más importantes en la zona.

ZONA I₅

Características litológicas

Se han agrupado los diferentes cuerpos carbonatados que aparecen intercalados en la "Facies Cuestas", así como el material que representa el final de su ciclo de sedimentación.

Son calizas grises, dolomías y carniolas con intercalaciones margosas y arcillosas.

Características geotécnicas

Son permeables por fisuración y karstificación. Por lo tanto el drenaje principalmente se efectuará por infiltración.

No son ripables, siendo necesario el uso de explosivos para su extracción. La capacidad de carga es alta. No obstante, el elevado grado de karstificación aconseja disminuir el grado a media.

Los principales problemas que aparecen en la zona se asocian al fenómeno de la karstificación, ya que se pueden producir hundimientos por colapso, donde el karst esté muy desarrollado.

ZONA I₆

Características litológicas

Corresponde a los materiales de la unidad terminal carbonatada, denominada "calizas superiores del Páramo". Son calizas de color beige gris o blanquecino, estratificadas, presentando intercalaciones margosas y arcillosas.

Características geotécnicas

Son permeables, siendo su drenaje preferencial por infiltración.

No son ripables, son rocas de elevada dureza que necesitan para su extracción el uso de explosivos.

La capacidad de carga se define como alta. No obstante, el alto grado de karstificación provoca que en ciertas zonas sea más correcto utilizar el término media.

Como se ha mencionado, la alta karstificación puede provocar el colapso de estructuras que se apoyen en esas zonas, siendo un condicionante geotécnico importante.

ZONA II₁

Características litológicas

Se han agrupado los depósitos constituidos por conos aluviales y coluviones. Son lutitas, arcillas y margas con cantos y bloques. En el caso de los conos aluviales, su potencia no supera los 4 metros.

Características geotécnicas

Se presentan todos los términos relativos a la permeabilidad. Aunque abundan las litologías de grano fino, la estructura del depósito permite cierta permeabilidad.

Con estas premisas el drenaje se efectuará por escorrentía superficial más infiltración. La ripabilidad se considera fácil, siendo la capacidad de carga media-baja

Los condicionantes geotécnicos más relevantes se asocian a posibles deslizamientos, debido a su escasa consolidación, en general poco coherentes y dispuestos en pendiente. Igualmente es posible la presencia de niveles colgados de agua.

ZONA II₂

Características litológicas

Se han agrupado los depósitos que rellenan las cubetas de disolución, así como las áreas con drenaje deficiente.

Son materiales principalmente arcillosos, producto de la descalcificación de las calizas, en el caso de las dolinas y sedimentación de limos y arcillas en las áreas con drenaje deficiente.

Características geotécnicas

Son materiales impermeables, si bien puede existir una lenta percolación del flujo de agua.

El drenaje se efectúa por escorrentía superficial principalmente, si bien también existirá por infiltración, sobre todo en el centro de las dolinas.

La excavabilidad es fácil y su capacidad de carga es muy baja, dado que son depósitos escasamente consolidados.

Los condicionantes geotécnicos más importantes se centran en la inestabilidad del sustrato rocoso, debido a los fenómenos kársticos, así como al drenaje deficiente, que en épocas de lluvias origina encaramamientos temporales.

ZONA II₃

Características litológicas

Corresponde a los depósitos de fondos de valle. Son en general limos arenosos con algunos nivelillos de gravas cuarcíticas y cantos calcáreos.

Características geotécnicas

En conjunto se considera un depósito permeable y semipermeable, siendo el drenaje por escorrentía superficial más infiltración.

Se excavan fácilmente y su baja consolidación nos indica una capacidad de carga entre baja y muy baja. Este tipo de depósitos suele presentar varios condicionantes geotécnicos, como son la baja compacidad y la existencia del nivel freático a escasa profundidad, el cual provocará problemas de agotamiento en las zanjas y excavaciones que le afecten.

La presencia de materiales yesíferos por la zona hace prever una posible concentración de sulfatos, tanto en el terreno como en las aguas que por él circulan, lo que provocará agresividad.

Por último, mencionar que se trata de una zona sometida a un posible riesgo de inundación.

6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO (PIG)

En la Hoja de Antigüedad se han inventariado y catalogado seis Puntos de Interés Geológico, habiéndose seleccionado y desarrollado tres de ellos.

No se han observado lugares que precisen de especial protección con vistas a su conservación como patrimonio natural.

6.1. RELACION DE PUNTOS INVENTARIADOS

La relación de los puntos inventariados es la siguiente:

- Cevico Navero.
- Cerro Revillas.
- Sección de Torresandino.
- Sección de la Dehesa de San Pedro. Arroyo Cerrato.
- Sección de Valdecañas de Cerrato.
- Superficies de erosión-acumulación en el Páramo de Hoyales.

LEYENDA					
AREA	ZONA	UNIDAD CARTOGRAFICA	EDAD	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	
II	II ₃	16	CUATERNARIO	L: Fondos de valle. P: sp-p Rp: r D: e+i Q: b-m.b. R: N. Freático alto. Inundación. Baja capacidad. Posible agresividad. Materia orgánica.	
	II ₂	11, 12 y 13		L: Fondos de dolinas y áreas endorreicas. P: i-sp Rp: r D: e+i Q: m.b. R: Baja capacidad. Sustrato inestable. Drenaje deficiente.	
	II ₁	14 y 15		L: Coluviones y conos. Gravas, arenas y arcillas. P: p-sp-i Rp: r D: e+i Q: m-b R: Posibles deslizamientos. Niveles colgados de agua.	
III	I ₆	10	TERCIARIO	L: Calizas grises con intercalaciones margosas y arcillas. P: p Rp: n.r. D: i Q: a R: Alta carstificación. Zonas de hundimiento. Taludes inestables.	
	I ₅	4 y 7		L: Calizas grises, dolomías y carniolas con intercalaciones margosas y arcillosas. P: p Rp: n.r. D: i Q: a R: Alta carstificación. Zonas de hundimiento.	
	I ₄	5 y 8		L: Arcillas rojas y ocres con arenas y niveles margocalizos. P: i Rp: r-n.r. D: e Q: m-b R: Erosión diferencial. Deslizamientos.	
	I ₃	3, 6 y 9		L: Margas y margocalizas blancas, con niveles de yesos y arcillas. P: i Rp: r-n.r. D: e Q: a-m R: Agresividad. Deslizamientos.	
	I ₂	2		L: Arcillas ocres y rojas con intercalaciones arenosas. P: i Rp: r D: e Q: m-b R: Fácil erosionabilidad. Posibilidad de asientos diferenciales.	
	I ₁	1		L: Margas, margocalizas y calizas (Fm. Dueñas). P: sp-p Rp: r-n.r. D: e+i Q: a-m R: Variable comportamiento geotécnico.	

Cuadro n° 3.

6.2. TESTIFICACION DE LA METODOLOGIA

La testificación realizada de la metodología que se ha empleado permite afirmar que la relación de puntos seleccionados e inventariados refleja con cierta exactitud las características geológicas y geomorfológicas de la Hoja, ya que los puntos inventariados tienen como interés principal:

Geomorfológico	17%
Sedimentológico	33%
Estratigráfico	50%

En el cuadro siguiente se exponen los diferentes puntos inventariados atendiendo al tipo de interés principal de cada uno de ellos.

6.3. TIPOS DE INTERES

Interés principal

Estratigráfico	Cerro Revilla. Sección de Torresandino. Sección de la Dehesa de San Pedro.
Sedimentológico	Cevico Navero. Valdecañas de Cerrato.
Geomorfológico	Superficies de erosión-acumulación del Páramo de Hoyales.

Todos estos puntos se han clasificado, además de por su contenido e interés principal, de acuerdo con su utilización (turística, didáctica, científica y económica), así como por su repercusión dentro del ámbito local, regional, etc.

Por último se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Tecnológico y Geomorfológico de España (ITGE) existe para su consulta un informe complementario más amplio con descripciones, fichas y documentación gráfica de los puntos inventariados y seleccionados.

7. BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE LTD (1967). Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000. Inst. Nacional de Colonización e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- AGUIRRE, E.; DÍAZ MOLINA, M., y PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1976). Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. *Trabajos Neógeno-Cuaternario* 6: 7-29. I.L.M.-C.S.I.C.
- ALBERDI, M.T. (1974). Las "faunas de Hippocrate" de los yacimientos españoles. *Estudios Geológicos*, vol. 30, núm. 2-3 pp. 189-212.
- ALBERDI, M. T.; LÓPEZ, N.; MORALES, J.; SESE, C. y SORIA, D. (1981). Bioestratigrafía y biogeografía de la fauna de mamíferos de los Valles de Fuentidueña (Segovia). *Estudios Geol.*, 37: 503-511.
- ALONSO, G.; ARMENTEROS, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; DABRIO, C.; JIMÉNEZ, E.; LÓPEZ, A.; DEL OLMO, P.; POL, C. y PORTERO, J.M. (1983). La depresión del Duero. *Libro Jubilar J.M. Ríos "Geología de España"*. IGME, 2. 487-489
- ALONSO GAVILÁN, G.; ARMENTEROS ARMENTEROS, I.; DABRIO GONZÁLEZ, C. J., y MEDIAVILLA LÓPEZ, R. M. (1987). Depósitos lacustres terciarios de la Cuenca del Duero (España). *Studia Geologica Salmanticensia*, 1, XXIV: 3-47.
- ALVAREZ SIERRA, M. A.; GARCÍA MORENO, E. y LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (1985). Biostratigraphy and paleoecological interpretation of Middle-Upper Miocene successions in continental sediments of the Duero basin, Northern Spain. *Abstract VIII Congress of the RCMNS*. Budapest, 1985: 56-67.
- ARAGONÉS, E. (1978). Informe sedimentológico sobre las Hojas geológicas MAGNA de la transversal Norte-Sur de la Cuenca del Duero. IGME. Inédito.
- ARMENTEROS ARMENTEROS, I. (1986). *Estratigrafía y Sedimentología del Neógeno del Sector Suroriental de la Depresión del Duero*. Ediciones de la Diputación de Salamanca. Serie Castilla y León, 1; 471 pp.
- CIRY, R. (1939). *Étude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 74, 504 pp.
- CIVIS, J; GARCÍA, J.M. y JIMÉNEZ, E. (1982). Ostracofauna de la facies "Cuestas" en el borde occidental de la Cuenca del Duero. 1^a Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca 1979. Temas Geológico Mineros, 6 (1), 153-167.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J.F. (1954). Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana. Tomo extr. de la Real Soc. Esp. Hist. Nat., 215-227.
- CRUSAFONT, M. y CELORRIO, J.M. (1959). Sobre un yacimiento de mamíferos fósiles en Aranda de Duero. *Estudios Geológicos* núm. 25, pp. 541-44.

- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1960). Sobre la caracterización del Vallesiense. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, 60, 109-126.
- DAAMS, R. y FREUDENTHAL, M. (1981) Aragonian: the stage concept versus Neogene Mammal zones. *Scripta Geol.*, 62: 1-17.
- GARCÍA DEL CURA, A. (1974). Estudios sedimentológicos de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero (Aranda de Duero). *Estudios Geológicos*, 30: 579-597.
- GARCÍA DEL CURA, A. (1975). Contribución al conocimiento litoestratigráfico del Terciario continental de la Cuenca del Duero (Zona oriental). *Actas I Coloquio Internacional sobre Bioestratigrafía Continental del Neógeno superior y Cuaternario inferior* (M. T. Alberdi y E. Aguirre eds.): 77-82.
- GARCÍA DEL CURA, A., y LÓPEZ AGUAYO, F. (1974). Estudio mineralógico de las facies detrítico caláreas del Terciario de la zona Centro-oriental de la Cuenca del Duero (Aranda de Duero). *Estudios Geológicos*, 30: 503-513.
- GARCÍA DEL CURA, M. A., y ORDÓÑEZ, S. (1975). Les roches carbonatées continentales du Bassin du Duero. *IX Congr. Int. Sédim. Nice*, 10: 49-55.
- GARCÍA DEL CURA, M. A., y ORDÓÑEZ, S. (1982). Texturas y estructuras en calizas continentales: un ejemplo de heterogeneidad textural: las rocas carbonáticas de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros*, IGME, 6 (1): 227-252.
- GARCÍA MORENO, E. (1988). The Miocene rodent biostratigraphy of the Duero basin (Spain): a proposition for a new Aragonian/Vallesian limit. *Paleontologia i Evolució*, 22:103-112.
- GARCÍA RAMOS, J. C.; COLMENERO, J. R.; MANJÓN, M., y VARGAS, I. (1982). Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N. de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros*, IGME, 6 (1): 275-289.
- GLADFELTER, B.G., (1971). *Meseta an Campiña Landforms in Central Spain*. Univ. Chicago. Dep. Geogr. Research Paper, 130: 204 pp.
- GONZÁLEZ, I.A.; VALLE, M.F.; SIERRO, F., y FLORES, J. (1986). Distribución de los foraminíferos, moluscos y ostrácodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero. Aspectos más significativos. *Estudia Geológica Salmanticensia*, XXII, 277-291.
- GONZÁLEZ, A.; PARDO, G. y VILLENA, J. (1988). El análisis tectosedimentario como instrumento de correlación entre cuencas. *II Congreso de Geología de España S.B.E. Granada*, I: 175-184.
- GRACIA PRIETO, J. F.; NOZAL MARTÍN, F.; PINEDA VELASCO, A., y WOUTERS DE VRIERS, P. F. (1980). Superficies de erosión neógenas y neotectónicas en el borde NE de la Cuenca del Duero. *Geogaceta*, 7: 38-40.

- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Memorias de la Comisión de Investigación Paleontológica y Prehistórica*, Madrid, 5: 75 pp.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1930). Sobre la extensión del Neógeno en el Norte de la alta planicie de Castilla la Vieja. *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, 30.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1932). Tres ciclos de erosión geológica en las sierras orientales de la Cordillera Central. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 32: 456-460.
- IGME (1970). Mapa Geológico de España a E. 1:200.000, 1^a serie. Aranda de Duero (nº 30). Minist. de Industria. Madrid.
- IGME (1973). Mapa Metalogenético de España a E. 1:200.000, 1^a serie. Aranda de Duero (nº 30). Servicio Publicaciones del Minist. de Industria. Madrid.
- IGME (1976). Mapa de Rocas Industriales a E. 1:200.000. Aranda de Duero (nº 30). Servicio de Publicaciones del Minist. de Industria. Madrid.
- IGME (1984). Exploración geológico-minera de lignitos en varias áreas del norte de la Provincia de Burgos. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; SESE BENITO, C., y SANZ GARCÍA, J. L. (1977). La microfauna (Rodentia, Insectívora, Lagomorpha y Reptilia) de las fisuras del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria, España). *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 8: 47-73.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N., y SANCHIZ, F. de B. (1982). Los primeros microvertebrados de la Cuenca del Duero: listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. *IGME, 1^a Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, Temas Geológico Mineros*, 6 (1): 341-353.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; GARCÍA MORENO, E., y ALVAREZ SIERRA, M. A. (1985). Paleontología y Bioestratigrafía (Micromamíferos) del Mioceno medio y superior del sector central de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, XXII: 191-212.
- LÓPEZ, N.; AGUSTÍ, J.; CABRERA, L.; CALVO, J.P.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAANS, R.; DÍAZ, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MORALES, J.; PORTERO, J.M.; ROBLES, F.; SANTIESTEBAN, C. y TORRES, T. (1985). Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *VIII th Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy. Symposium on Late Cenozoic Mineral Resources. Hungarian Geological Survey. Abstracts*, LXX: 383-391.
- MABESOONE, J. M. (1961). La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (Provincia de Palencia). *Estudios Geol.* 17 (2): 101-130.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1989). Características, rango, significado y correlación de las series ocres del borde occidental de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*. Vol. 5. Ediciones Universidad de Salamanca, pp. 239-252.

- MAZO (1977). Revisión de los Mastodontes de España. *Tesis Doctoral. Univ. Complutense de Madrid*, 422 pp.
- MEDIAVILLA, R. M. (1986-87). Sedimentología de los yesos del Sector Central de la Cuenca del Duero. *Acta Geol. Hisp.*, 21-22 (1): 35-44.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRÍO, C. J. (1986). La sedimentación continental del Neógeno en el sector Centro-Septentrional de la depresión del Duero. (Prov. de Palencia). *Studia Geologica Salmanticensia*, XXII: 111-132.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRÍO, C. J. (1987). Tectonics as a major control of sedimentation and facies distribution in the Neogene of the Duero Basin (Spain). *Inst. Ass. Sedim. 8th Reg. Meeting of sedimentology*. Abstr: 346-347.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRÍO, C. J. (1988). Controles sedimentarios neógenos en la depresión del Duero (sector central). *Rev. Soc. Geol. España*, 1: 187-195
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRÍO, C. J. (1989). Las calizas del Páramo en el sur de la provincia de Palencia. *Studia Geologica Salmanticensia*, Vol. 5. Ediciones Universidad de Salamanca, pp. 273-291.
- MEDIAVILLA, R. M., y DABRÍO, C. J. (1989). Análisis sedimentológico de los conglomerados de Tariego (Unidad 4. Neógeno de la Depresión del Duero). *Studia Geologica Salmanticensia*. Vol. 5. Ediciones Universidad de Salamanca, pp. 293-310.
- MÉGÍAS, A.G. (1982). Introducción al análisis tectosedimentario. Aplicación al estudio dinámico de cuencas. *Actas V congreso latinoamericano de geología*, 1: 385-402.
- MEIN, P. (1975). Proposition de biozonation du néogène Méditerranéen à partir des mammifères. *Actas I Col. Int. Biostra. Neog. Sup. Cuat. Inf. Trab. Neog. Cuat.*, 4: 112-113.
- MOLINA, E. y ARMENTEROS (1986). Los arrasamientos Plioceno y Plio-pleistoceno en el sector suro-oriental de la cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensia*, 22: 293-307.
- OLMO, P. DEL, y GUTIÉRREZ, M. (1982). Hoja MAGNA de Valladolid (Nº 372) 1:50.000 IGME.
- OLMO, P. DEL, y PORTERO, J.M. (1982). Hoja MAGNA de Dueñas (Nº 311). IGME.
- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, F. y GARCÍA DEL CURA, M. A. (1976). Estudio geológico de las "facies rojas" pliocuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (provincia de Segovia). *Estudios Geológicos*, 32: 215-220.
- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, F., y GARCÍA DEL CURA, M. A. (1977). Estudio mineralógico de la secuencia litológica de Torresandino (Terciario continental de la Cuenca del río Duero). *Estudios Geológicos*, 32, 1: 87-42.

- ORDÓÑEZ, S., y GARCÍA DEL CURA, M. A. (1976). Estudio de las facies detríticas del Terciario continental del Sector oriental de la Cuenca del Duero. *Estudios Geol.*, 32, pp. 179-88.
- ORDÓÑEZ, S. y GARCÍA DEL CURA, M. A. (1977). Facies oncolíticas en medio continental. Aplicación al sector SE de la Cuenca del Duero. *Estudios Geológicos*, 33: 453-466.
- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ F., y GARCÍA DEL CURA, M. A. (1980). Contribución al conocimiento sedimentológico del sector centro-oriental de la Cuenca del Duero (sector Roa-Baltanás). *Estudios Geológicos*, 36: 361-369.
- ORDÓÑEZ, S.; GARCÍA DEL CURA, M. A. y LÓPEZ AGUAYO, F. (1981) Chemical carbonated sediments in continental basins. The Duero Basin. *I.A.S. 2nd. Eur. Mtg. Abstracts*, 130-133.
- ORDÓÑEZ, S.; GARCÍA DEL CURA, M. A., y BRELL, J. M. (1982). Relación entre las facies de abanico aluvial y facies carbonáticas del sector SE de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros*, IGME, 6, (2): 463-482.
- ORDÓÑEZ, S. y GARCÍA DEL CURA, M. A. (1983). Recent and Tertiary fluvial carbonates in Central Spain. In: *Modern and Ancient Fluvial Systems*. J. D. Collinson y J. Lewin (Eds.). *Spec. Publs. int. Ass. Sediment.* 6: 485-497.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1979). El límite Plioceno-Pleistoceno en la submeseta meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos. *Trabajos Neógeno Cuaternario* 9, pp. 19-32. I.L.M.-C.S.I.C.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1982). *Neógeno y Cuaternario de la Llanura manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo*. Tesis Doctoral. Editorial de la Univ. Complutense de Madrid. 787 pp.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A.; VILAS MINONDO, L.; BRELL, J.M. y BERTOLIN PÉREZ, M. (1971). Las series continentales al E. de la Sierra de Altomira. *Congreso Hispano-Luso-American Geol. Econ. Madrid-Lisboa*, 1: 367-376.
- PORTERO GARCÍA, J. M.; OLMO ZAMORA, P.; RAMÍREZ DEL POZO, J., y VARGAS ALONSO, I. (1982). Síntesis del Terciario Continental de la Cuenca del Duero. IGME, 1^a Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca. *Temas Geológico-Mineros*, 6 (1): 11-37.
- Pozo, M.; CARAMÉS, M., y FONOLLA, F. (1984). Estudio mineralógico, geoquímico y paleontológico de los materiales de transición de facies fluviales a evaporíticas en el sector central de la Cuenca del Duero. *Rev. Mat. Proc. Geol.*, V, (II): 95-113.
- SÁNCHEZ BENAVIDES, P. J.; DABRÍO, C. J., y CIVIS, J. (1989). Interpretación paleoecológica de los depósitos lacustres neógenos de Castrillo del Val (Noreste de 1^a Depresión del Duero). *Studia Geologica Salmanticensia*, 5: 311-331.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1978). Planteamiento provisional de la distribución de facies de la Cuenca del Duero. Proyecto MAGNA. IGME (Inédito).

- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; PAVÓN MAYORAL, I.; GARCÍA ARGÜESO, J. M.; MANJÓN, M., y COLMENERO, J. R. (1975). Mapa Geológico de España. E. 1:50.000. 2^a serie. Astudillo (237). IGME. Minist. de Industria. Madrid.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1918). Nota acerca de una extensa formación de turba en Gumiel de Izán (Burgos). *Bol. Real Soc. Española Hist.*, 18. Madrid.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1922). Excusiones geológicas por la provincia de Burgos. *Mem. de Cienc. y Artes de Barcelona*, 16 (11). SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1927). Estudios geológicos en Castilla la Vieja. Asoc. Esp. Prog. Ciencias. Congr. de Cádiz. Abril.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1946). Explicación de la Hoja núm. 346, Aranda de Duero. *Mapa Geol. de España*. 1:50.000. Madrid. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1947). Explicación de la Hoja núm. 314, Cilleruelo de Abajo. *Mapa Geol. de España*. 1:50.000. Madrid. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1952). Explicación de la Hoja núm. 375, Fuentelcésped (Burgos). *Mapa Geol. de España*. 1:50.000. Madrid. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1953). Explicación de la Hoja núm. 345, Roa (Burgos). *Mapa Geol. de España*. 1:50.000. Madrid. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1953). Explicación de la Hoja núm. 313, Antigüedad (Palencia-Burgos). *Mapa Geol. de España*. 1:50.000. Madrid. IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1955a). Explicación de la Hoja núm. 374, Peñafiel (Valladolid). *Mapa Geol. de España*. 1:50.000. Madrid. IGME.
- SCHWENZNER, J.E. (1986). *Zur Morphologie des zentral spanischen Hochlandes*. Geog. Abh., 3 (10): 128 pp.
- SEVILLA GARCÍA, P. (1988). Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español. *Paleontología i Evolució*, 22:113-233.