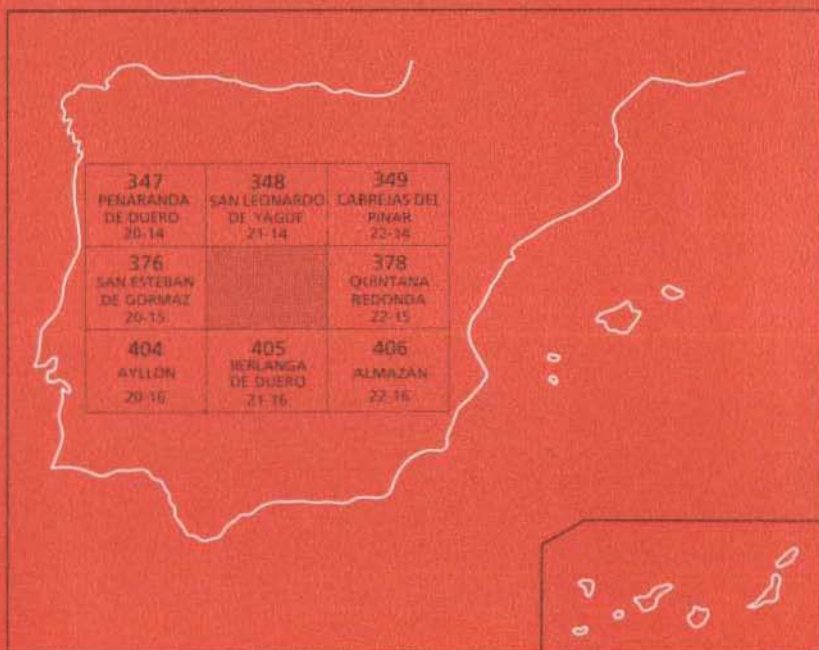




MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:1:50.000

Segunda serie - Primera edición



BURGO DE OSMA

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

BURGO DE OSMA

Primera edición

MADRID, 1991

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S.A.

Depósito Legal: M-38025-1991

NIPO: 232-91-001-4

La presente Hoja ha sido realizada por INTECSA (Internacional de Ingeniería y Estudios Técnicos) como parte de la Unión Temporal de Empresas INTECSA-ENADIMSA y dentro del programa MAGNA en el año 1989, con normas, dirección y supervisión del ITGE (Instituto Tecnológico GeoMinero de España).

Han intervenido los siguientes técnicos superiores:

Dirección y supervisión

Gabaldón López, V. (ITGE).

Martín Serrano, A. (ITGE).

Jefe de Proyecto

Ferreiro Padín, E. (INTECSA).

Autores

Ruiz Fernández de la Lopa, V. (INTECSA). Cartografía y Memoria.

Valverde Hernández, M. F. (INTECSA). Supervisión geomorfológica y cuaternario.

Colaboradores

Simón Gómez, J. L. (Universidad de Zaragoza). Tectónica del ciclo alpino.

Valladares González, I. (Universidad de Salamanca). Sedimentología del Cretácico.

Molina, E. y Armenteros, I. (Universidad de Salamanca). Geomorfolología.

Armenteros, I. (Univ. de Salamanca). Sedimentología del Neógeno.

Tena-Dávila Ruiz, M. (INTECSA). Minería.

Del Pozo Granados, J. (INTECSA). Hidrogeología.

Granados Granados, L. (ENADIMSA). Micropaleontología.

ENADIMSA. Laboratorio.

Se pone en conocimiento del lector que en el ITGE existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Mapa geomorfológico E = 1:50.000.
- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes sedimentológicos y micropaleontológicos de dichas muestras.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información.

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España, ITGE, que incluye, entre otras, las atribuciones esenciales de un «Geological Survey of Spain», es un Organismo autónomo de la Administración del Estado, adscrito al Ministerio de Industria Comercio y Turismo, a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (R.D. 1270/1988, de 28 de octubre). Al mismo tiempo, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1849.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
1. ESTRATIGRAFÍA	10
1.1. Cretácico	10
1.1.1. Formación Calizas nodulares de Hortezuelos y Formación Calizas de Hontoria del Pinar (1). Coniaciense-Santoniense	10
1.1.2. Formación Calizas de Burgo de Osma (2). Santoniense-Campaniense..	12
1.1.3. Formación Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Santo Domingo de Silos (3). Campaniense	13
1.1.4. Cretácico superior indiferenciado (4). Santoniense-Campaniense	15
1.2. Terciario	15
1.2.1. Areniscas amarillentas (5). Oligoceno (Sueviense-Arverniense)	16
1.2.2. Brecha calcárea y margocalizas (6). Oligoceno-Mioceno inferior	16
1.2.3. Areniscas, arcillas y carbonatos (7). Mioceno superior-Plioceno	18
1.2.4. Conglomerados calcáreos (8). Plioceno	18
1.2.5. Conglomerados mixtos (9). Plioceno	19
1.2.6. Cantos silíceos sueltos y arenas (10). Plio-cuaternario	19

1.3.	Cuaternario	20
1.3.1.	Gravas y cantos de cuarcita y cuarzo con matriz arenosa. Terrazas (11). Cuaternario s. l.	20
1.3.2.	Arenas, cantos, gravas y arcillas. Conos de deyección (12)	21
1.3.3.	Arcillas, arenas y gravas. Coluviones (13)	21
1.3.4.	Arenas, gravas y arcillas. Aluvial (14)	21
2.	TECTÓNICA	22
2.1.	Descripción macroestructural	22
2.2.	Análisis microestructural	23
2.3.	Interpretación tectónica	25
3.	GEOMORFOLOGÍA	26
3.1.	Introducción	26
3.2.	Principales formas de relieve	27
3.2.1.	Paleorrelieves exhumados	27
3.2.2.	Plataformas y aplanamientos plio-pleistocenos	28
3.2.3.	Formas de origen fluvial	29
3.2.4.	Formas de vertiente	30
3.2.5.	Otros tipos de relieve	31
3.3.	Proceso de lavado y redistribución de materia	31
3.4.	Neotectónica	32
4.	HISTORIA GEOLÓGICA	33
5.	GEOLOGÍA ECONÓMICA	34
5.1.	Minería y canteras	34
5.2.	Hidrogeología	35
6.	BIBLIOGRAFÍA	39

INTRODUCCIÓN

La presente Memoria, explicación del Mapa Geológico al que acompaña, corresponde a la Hoja Geológica a escala 1:50.000 de Burgo de Osma (377) y en ella se analizan las unidades cartografiadas en el apartado de Estratigrafía, los pliegues y fracturas en el de Tectónica, así como la Geomorfología, Historia Geológica y Geología Económica que permiten obtener una idea global de la geología del área considerada.

El territorio objeto de estudio se sitúa en el Oeste de la Cuenca de Almazán y constituye, junto con la Hoja de Berlanga de Duero (405), el pasillo de unión con la cuenca terciaria del Duero. Limita al Norte con los afloramientos mesozoicos de la Sierra de Cabrejas y al Sur con el río Duero que atraviesa parte de la Hoja de Este a Oeste. Perteneció administrativamente a la provincia de Soria y el principal núcleo de población es Burgo de Osma, que está situado en el centro-Oeste de la Hoja, junto a los principales relieves mesozoicos.

Morfológicamente se pueden distinguir varios dominios: una zona llana en el cuadrante Suroccidental perteneciente al dominio del río Duero y una zona abrupta en el centro de la Hoja, con cotas de 1.030 m correspondientes a los afloramientos cretácicos. El resto de la Hoja está conformada por una serie de superficies estructurales surcadas por valles de fondo plano, excepto en el cuadrante SE, donde predominan las superficies alomadas. La diferencia de cota máxima es de 170 m entre el río Duero, que se sitúa a cota 880, y los vértices situados al NE, que alcanzan 1.040 m (Morrón II), 1.045 m (Valdearcón) y 1.059 m (Loma).

La población más importante, como ya se ha señalado, es Burgo de Osma , que constituye el centro comarcal más desarrollado y cuyo término municipal ocupa casi la mitad de la zona de estudio. El resto de las poblaciones no sobrepasan los 1.000 habitantes, siendo las más importantes Osma, Quintanas de Gormaz, Bayubas de Abajo y Quintanilla de Tres Barrios. La zona es agrícola-ganadera, siendo las actividades principales el secano, la ganadería ovina, el aprovechamiento forestal y pequeños regadíos en el cuaternario del río Ucero.

Geológicamente, en la Hoja de Burgo de Osma , afloran materiales del Cretácico cuyo mejor exponente se sitúa al Sur del municipio donde se define incluso la Formación Calizas de Burgo de Osma. Existen además otra serie de afloramientos dispersos por la Hoja que con estructura anticlinal se ubican en el Monte de la Pedriza al Oeste de la Hoja, el Pitón de las Majadas y Los Llanos de las Navajas, en el centro-Sur, junto al km 15 de la carretera Burgo de Osma -Almazán, y en la Taina de Valdelázar, en los alrededores de Bayubas de Abajo y, finalmente, entre el km 202 de la carretera N-122 (Zaragoza a Portugal por Zamora) y el Cerro del Carrascal al Suroeste de Boós.

Los materiales terciarios aflorantes se pueden dividir en dos grupos. Los plegados y adosados a los relieves cretácicos de Burgo de Osma , que pertenecen al Paleógeno, y los horizontales del resto de la Hoja, pertenecientes al Neógeno, que quedan parcialmente recubiertos a partir de la cota 1.000 aproximadamente por una unidad de cantos silíceos sueltos perteneciente al Pliocuatnario.

Los cuaternarios que presentan un mayor desarrollo son los relacionados con los cursos fluviales, entre los que hay que destacar por su extensión los originados en la confluencia del río Ucero con el Duero, los del propio río Ucero (que atraviesa la Hoja de N a S), antes de llegar a los afloramientos cretácicos en los que se encaja, y los del río Avión, que cruza desde la esquina NE hasta el río Ucero.

Otros ríos que también desarrollan un aluvial cuaternario son el Bayubas, el Sequillo y el arroyo de la Veguilla.

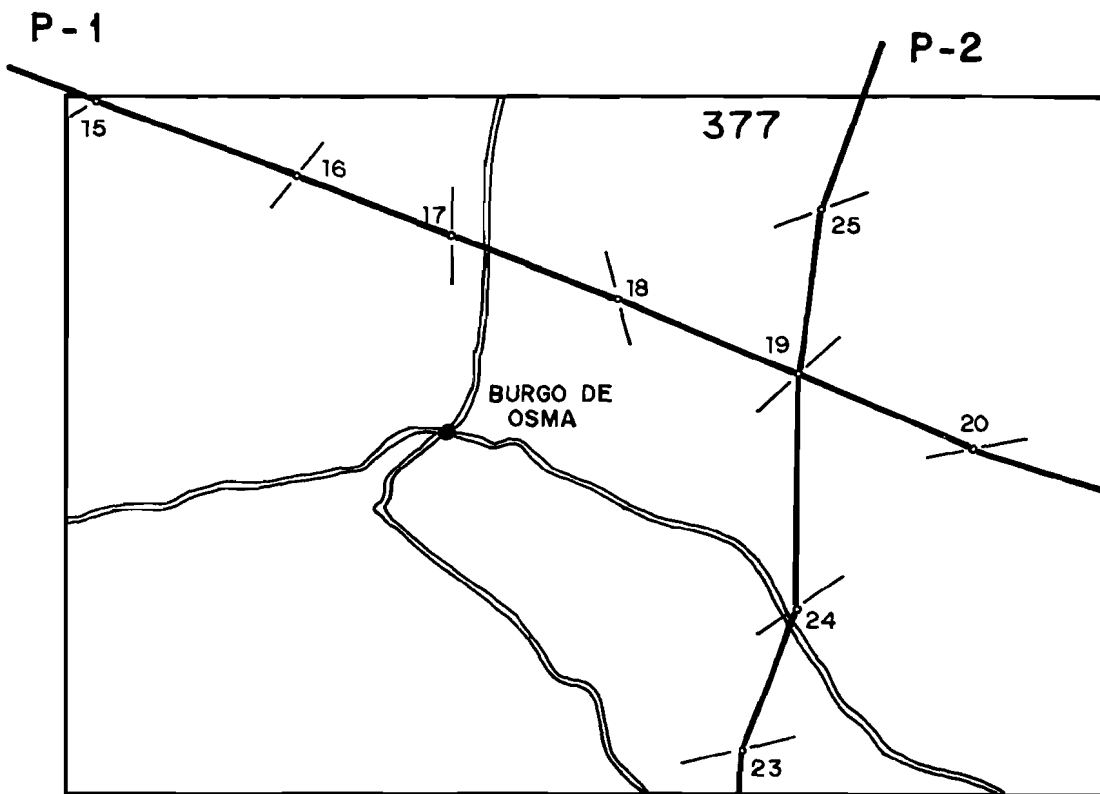
Como apoyo cartográfico para la realización de este trabajo se ha tenido en cuenta únicamente el Mapa de Síntesis a escala 1:200.000 de Soria (IGME, 1.971), utilizándose además la información generada en la realización de las Hojas vecinas de Almazán (406) y Quintana Redonda (378), que forman parte del mismo proyecto.

Por otra parte, complementando la cartografía, se han realizado los estudios sedimentológicos, micropaleontológicos, geomorfológicos y de geología económica.

El estudio sedimentológico ha permitido la caracterización de las formaciones cretácicas y paleógenas y la micropaleontología ha facilitado su datación.

La geomorfología realizada a escala 1:50.000, aunque reducida a escala 1:100.000 para su inclusión en la Memoria, ha permitido caracterizar la morfología de los materiales y conocer con detalle las formaciones superficiales afectadas por los procesos más recientes.

En el capítulo de Geología Económica se ha tratado de integrar la información disponible en el



ESCALA 1 : 200.000

LEYENDA



-  Perfil eléctrico
-  Sondeo eléctrico vertical

Fig.-1 Esquema de situación de los perfiles eléctricos y sondeos eléctricos verticales (sev)

ITGE, se han caracterizado los principales indicios minerales y se analiza la hidrogeología como parte de un sistema mayor que es la cuenca hidrogeológica de Almazán.

Se ha realizado un informe complementario sobre la geofísica de la Cuenca de Almazán, en la que se han recopilado y reinterpretado líneas sísmicas planificadas con fines de explotación de petróleo y se han completado con la realización de sondeos eléctricos verticales (sev). En la figura 1 se indican la situación de los perfiles eléctricos reinterpretados, así como de los sondeos eléctricos verticales realizados, respectivamente.

1. ESTRATIGRAFÍA

Los materiales más antiguos aflorantes en la Hoja de Burgo de Osma pertenecen al Cretácico superior que afloran, como se ha indicado en la introducción, diseminados por toda la zona de estudio. Dichos afloramientos no permiten en la mayoría de los casos, el levantamiento de series para su caracterización; no obstante, el situado al Sur de Burgo de Osma ha permitido incluso definir la formación caliza que toma su nombre y realizar la serie más completa.

Los materiales terciarios, que ocupan fundamentalmente la Hoja, están bien identificados y correlacionados con los de las Hojas vecinas y únicamente cabe alguna duda en la atribución de unidad tectosedimentaria para los materiales paleógenos, cuestión que creemos sobrepasa el carácter de esta Memoria y que queda planteado ampliamente en el informe complementario del Paleógeno.

1.1. CRETÁCICO

Los materiales del Cretácico aflorantes en la Hoja pertenecen a las Formaciones Calizas nodulares de Hortezuelos, Calizas de Hontoria del Pinar, Calizas de Burgo de Osma, y Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Santo Domingo de Silos (Fig. 2); es decir, abarcan desde el Coniaciense al Campaniense (Cretácico superior), existiendo una serie de afloramientos aislados en los que no han podido identificarse claramente las formaciones anteriores y a los que se les asigna una edad indeterminada Cretácico superior.

1.1.1. Formación Calizas nodulares de Hortezuelos y Formación Calizas de Hontoria del Pinar (1). Coniaciense-Santoniense

En la serie realizada al Sur de Burgo de Osma denominada Río Ucero, y en el núcleo del anticlinal allí formado aflora esta unidad que agrupa cartográficamente dos formaciones: Calizas nodulares de Hortezuelos y Calizas de Hontoria del Pinar.

Litológicamente está constituida por calizas nodulosas beigeas, *packstone* y *grainstone* bioclásticas los primeros metros, y sobre ellas, calizas blancas, fundamentalmente *packstone* y *grainstone* bioclásticas y a veces intraclásticas y ocasionalmente *wackestone* de color beige, en capas de

		BORDE N DEL SISTEMA CENTRAL (Flouquet et al. 1982; Alonso 1981)		BORDE OCCIDENTAL CUENCA DE ALMAZAN (Valladares, 1989)		CORDILLERA IBERICA NORTE (Flouquet et al. 1982)		CORDILLERA IBERICA CENTRAL (Flouquet et al. 1982)		
		Maastricht		SO-S		N-NE				
MEGACICLO DEL CRETACICO SUPERIOR	Grupo Superior Ciclo Senoniense	Maastricht	?		?		?		?	
			Fm. Dolomías y margas del Valle de Tabladillo		Fm. Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Sto. Domingo de Silos		Fm. Sanldeañez del Val		Fm. Sierra de la Pica	
		Companienense	Fm. Burgo de Osma, Mb. Dolomías de Peñatravesa		Fm. Burgo de Osma, Mb. Dolomías de Peñatravesa		Fm. Calizas de Burgo de Osma		Fm. Calizas de Burgo de Osma	
			Fm. Calizas y dolomías de Castrojumeo		Fm. Calizas y dolomías de Castrojumeo		Fm. Calizas de Hontoria del Pinar		Fm. Calizas de Hontoria del Pinar	
		Santonien	Fm. Dolomías tableadas de Caballar		Fm. Dolom. de Caballar		Fm. Calizas nodulares de Hortezueros		Fm. Pantano de la Tranquera	
	Fm. Segovia		Fm. Calizas nodulares de Hortezueros		Fm. Calizas nodulares de Hortezueros		Fm. Pantano de la Tranquera			
	Fm. Calizas, margas y arenas de Moral de Hornuez		Fm. Calizas, margas y arenas de Moral de Hornuez		Fm. Muñecas		Fm. Jaraba			
	Coniaciense	Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Picofrentes		Fm. Monlerde		
		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Sta. M ^a de las Hoyas		Fm. Nuévalos		
		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Sta. M ^a de las Hoyas		Fm. Sta. M ^a de las Hoyas		
Grupo inferior Ciclo Cenomano-Turonense	Turonense	Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		
		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		
	Cenomaniense	Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		
Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas				
Alb.	Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas			
	Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas		Fm. Arenas de Utrillas			
		Alb.		Alb.		Alb.		Alb.		
		Grupo inferior Ciclo Cenomano-Turonense		Grupo inferior Ciclo Cenomano-Turonense		Grupo inferior Ciclo Cenomano-Turonense		Grupo inferior Ciclo Cenomano-Turonense		
		MEGACICLO DEL CRETACICO SUPERIOR		MEGACICLO DEL CRETACICO SUPERIOR		MEGACICLO DEL CRETACICO SUPERIOR		MEGACICLO DEL CRETACICO SUPERIOR		

Fig.- 2 Cuadro de correlación entre las Formaciones del Cretácico Superior de las diferentes regiones de la Cordillera Ibérica (Valladares, 1989)

25-60 cm, generalmente muy recristalizadas. Las estructuras sedimentarias más frecuentes son mallas de algas. Los primeros 10 m terminan en una costra ferruginosa y en los metros superiores hay abundantes *ripples* de oscilación, estratificación nodulosa, cruzada planar y ocasionalmente cruzada en surco. Son frecuentes las costras ferruginosas y a veces estructuras *tepees* y láminas rotas. Las secuencias (Fig. 3) suelen ser grandecrecientes con *grainstone* bioclástico noduloso en la base y *wackestone* y *mudstone* hacia el techo, con laminaciones de algas y costra ferruginosa en el techo. En los metros superiores la secuencia más característica comienza con calizas *wackestone* y ocasionalmente *mudstone* bioclástica y de *pellets*, predominando en ellas los miliólidos, y pasan hacia el techo a calizas *packstone* bioclásticas e intraclásticas con morfología de barra y estratificación cruzada planar, y ocasionalmente en surco, que hacia arriba tiene retoque de oleaje y termina con una costra ferruginosa y a veces con láminas rotas y *tepees*.

La sedimentación de los primeros 10 m tuvo lugar en un medio de plataforma interna carbonatada en sus distintos ambientes, en esta zona se desarrolla el ambiente intermareal con mallas de algas y costra ferruginosa.

Los siguientes 40 m se sedimentaron en una plataforma interna protegida, desarrollándose sobre un ambiente submareal protegido (*lagoon*) barras bioclásticas, cuyo techo era retocado por el oleaje y ocasionalmente llegó a emerger.

Esta unidad se caracteriza por la presencia de ostreidos, miliólidos, bivalvos (entre ellos pincnodónidos), serpúlidos, equínidos, pectínidos, gasterópodos, rudistas, ostrácodos, *dasycladáceas*, foraminíferos bentónicos (*Lacazina*) y planctónicos, briozoos, codiáceas, y muy escasos corales y algas coralinas. En la serie realizada en el río Ucero, el estudio de las muestras nos indica la siguiente asociación de foraminíferos: *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Rotalia* cf. *reicheli* HOTT.; *Ataxopharagmium* sp. Como alga: *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAIN). Esta asociación, correspondiente a los primeros metros de la serie, se atribuye a la Formación Calizas nodulares de Hortezuelos que ha sido datada como Coniaciense.

En los últimos metros de la serie se han identificado: *Idalina antiqua* SCHLUM. y MUN-CHALM.; *Quinqueloculina* sp. *Orbitolinopsis?* sp.; *Abrardia?* sp.; *Lacazina elongata* MUN-CHALM.; *Dictyoporella Kilian*. MUN-CHALM., *Cuneolina* cf. *pavoria* D'ORB.; *rotalia* sp.; *rotalina* sp.; *Discorbis* sp. Esta asociación corresponde a la Formación Calizas de Hontoria del Pinar, con una edad Santoniense inferior.

1.1.2. Formación Calizas de Burgo de Osma (2). Santoniense-Campaniense

Esta unidad aflora al Sur de la localidad de Burgo de Osma, donde ha sido definida. La unidad se apoya en contacto normal transicional sobre las calizas de la Formación Hontoria del Pinar y se ha medido una potencia de 65 m.

Litológicamente está constituida por calizas *bafflestone* de rudistas, cuyo espesor individual varía de 50 cm a 1 m y raramente puede llegar a los 2 m.

Entre las estructuras sedimentarias que la caracterizan hay *ripples* de oscilación, raramente estra-

tificación *hummocky* y cruzada planar, y escasa bioturbación. Hacia el techo de la unidad son frecuentes las laminaciones de algas y a veces costras ferruginosas con grietas de desecación asociadas. Localmente en Casas de la Venta de Velasco son abundantes las karstificaciones.

La serie realizada en el río Ucero se inicia con un tramo de calizas masivas recristalizadas con geodas de calcita. Tras unos metros cubiertos, siguen unas carniolas amarillentas mal estratificadas con dolomías intercaladas. Los 35 m finales son dolomías en capas de 15-20 cm, con laminación algal que se carniolizan y toman un aspecto masivo hacia la parte superior.

En la serie tipo, donde la dolomitación es menor, se han podido reconocer secuencias (Fig. 3) de 0,8 a 4 m, granodecrecientes de calizas con rudistas (*packestone* a *bafflestone*), calizas *wackestone* con foraminíferos (*Lacazina*) y calizas *mudstone* con laminación de algas y porosidad fenestral.

La sedimentación de esta unidad se inicia en un ambiente de plataforma interna (*lagoon*), donde se desarrollan *patches* de rudistas, generalmente sobre calizas bioclásticas del cinturón de alta energía. Este *lagoon* estaría afectado por una energía moderada por acción del oleaje y ocasionalmente las tormentas, dando lugar a las calizas bioclásticas de la parte alta de las secuencias, las cuales llegan a emerger desarrollándose procesos de karstificación. Este ambiente evoluciona hacia la parte alta de la unidad a un ambiente intermareal con el desarrollo de mallas de algas, grietas de desecación y costras ferruginosas.

Desde el punto de vista orgánico existen bioconstrucciones de rudistas, que oscilan entre 50 cm-1m y raramente pueden llegar a los 2 m de altura. Además se reconocen restos de miliólidos (*Lacazina*), bivalvos, equínidos, ostrácodos, dasycladáceas y gasterópodos.

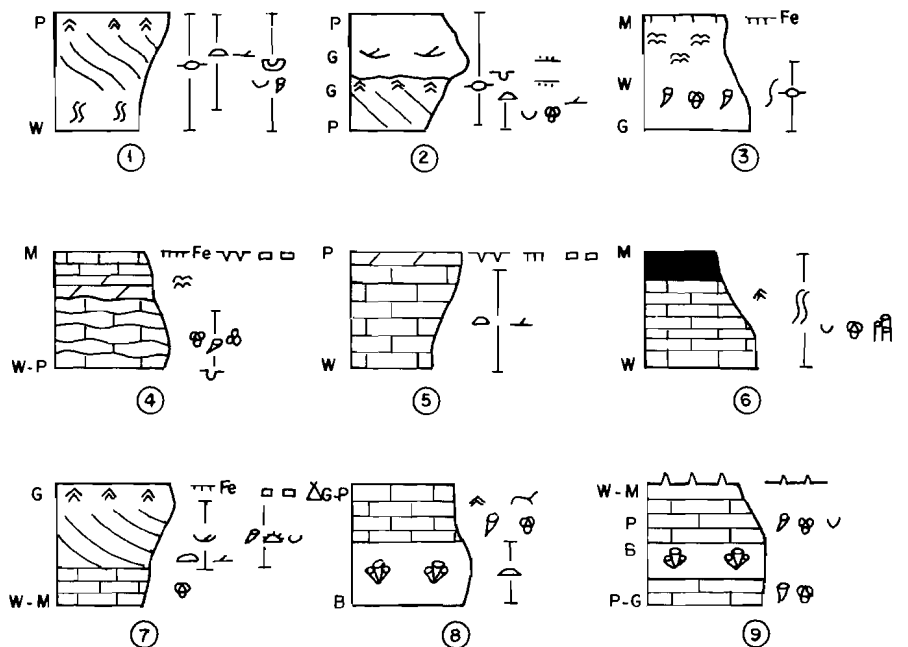
En la serie realizada en Casas de la Venta Velasco se han identificado: *Caneolina* sp.; *Dictyopsella* cf. *kiliani* MUN-CHALM.; *Cuneolina pavonia* D'ORB.; *Abrardia mosae* (HOFK); *Rotalia* sp.; *Dicyclina*? sp.; *Cyclolina*? sp.; *Spirocyclina Chofatti* MUN-CHALM.; *Scandonea* sp.; *Quinqueloculina* sp.; *Archais*? sp.; *Dicyclina Schlumbergeri*, MUN-CHALM.; *Montsechizina*? sp.; *Minousia lobata* GEND.; *Scandonea* cf. *mediterranea* DE CASTRO; *Discorbis* sp.; *Vidalina* cf. *hispanica* SLUMB.; *Rotalina* sp.; *Textulina* sp.; *Bolivinopsis* sp.; *Pseudocyclammina* cf. *massiliensis* MAYNC.; *Spiroplectammina*? sp. Algas: *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAIN.). Esta asociación se atribuye a la Formación Calizas de El Burgo de Osma, cuya edad, por estar situada en el área donde se estableció el estratotipo (FLOQUET *et al.*, 1.982) se atribuye del Santoniense superior al Campaniense basal.

1.1.3. Formación Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Santo Domingo de Silos (3). Campaniense

En los afloramientos situados más al N, descansando sobre la Formación Calizas de Burgo de Osma, aparecen los primeros metros de esta unidad.

Litológicamente está constituida por calizas blancas, carniolas rojas y amarillentas, y dolomías.

En la serie levantada en el río Ucero se da una potencia de 37 m y se divide en tramos. El tramo



LEYENDA

A	Arenisca		Estratificación noduloso		Trapees
M	Mudstone		Estratificación hummocky		Bivalvos
W	Wackestone		Barros		Ostreidas
P	Packstone		Costras ferruginosas		Equinidos
G	Grainstone		Ripples de oscilación		Pectinidos
B	Bafflestone		Granoselección positiva		Serpulidos
Gl	Glauconito		Granoselección negativa		Ammonites
HG	Hard ground		Perforaciones orgánicas		Rudistas
RE	Fauna reelaborado		Bioturbación bajo		Miliólidos
RS	Fauna resedimentada		Bioturbación moderado		Ostrácodos
	Base canalizado		Mallas de Algas		Microfauna
	Estratificación sigmoidal		Grietas de desecación		Gasterópodos
	Estratificación cruzada en surco		Lóminas rotos		Algas
	Estratificación cruzada planar		Karstificación		Bioconstrucción de ruditas

Fig.- 3 Secuencias tipo del Cretácico superior. Fms. Hortezuels (1-4); Castrojimeno (5-6); Hontoria del Pinar (7) y Burgo de Osma (8-9).

inferior (7 m) está constituido por calizas blancas que hacia el techo se hacen oolíticas, en capas de 10 cm, con estratificación cruzada planar, gasterópodos, y bivalvos en la base. El tramo medio (15 m) formado por dolomías en capas de 10-15 cm, con laminación de algas, que frecuentemente están carniolizadas y son oquerosas. El último tramo, que da resalte morfológico, está constituido por 15 m de calizas recristalizadas, masivas, en las que se desarrollan fenómenos de karstificación reciente.

Debido a la fuerte recristalización y dolomitización que afecta a esta unidad, es difícil establecer el ambiente de depósito en que se ha desarrollado, pudiendo sólo decirse que parte de la unidad se ha sedimentado en un ambiente intermareal. Por correlación con otras áreas cercanas se le da edad Campaniense.

1.1.4. **Cretácico superior indiferenciado (4). Santoniense-Campaniense**

Se han agrupado bajo esta denominación una serie de afloramientos cretácicos en los que por sus malas condiciones de exposición o sus reducidas dimensiones no se ha podido definir con mayor precisión.

Se trata de afloramientos diseminados por la Hoja como los situados en: Monte de la Pedriza al Oeste y Norte de Pedrajas de San Esteban; Pilón de las Majadas al Sur de Lodaes de Osma; Los Llanos de los Navajos a unos 3 km al Norte de Quintanas de Gormaz; Tainas de Valdelázar y Taina de la Hoz al NO y SO, respectivamente, de Bayubas de Abajo; Las Casas de la Venta de Lázaro en la carretera N-122; y la zona de Carrascal al SO de Boós.

En estos afloramientos se encuentran calizas con Lacazinas, calizas blancas recristalizadas, dolomías tableadas y dolomías carniolizadas y oquerosas que permiten asimilar dichos afloramientos en las Formaciones de Calizas de Burgo de Osma y Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Santo Domingo de Silos que han sido datadas como Santoniense-Campaniense.

1.2. Terciario

El análisis estratigráfico de los materiales terciarios de la Cuenca de Almazán se ve obstaculizado por tres problemas básicos: monotonía de facies (frecuentemente detríticas), escasez de registro fósil al que recurrir para asignar edades con criterios bioestratigráficos y falta de continuidad de afloramiento entre muchas de las unidades.

Estos hechos condicionan los resultados de dicho análisis, puesto que se carece de criterios cartográficos y bioestratigráficos suficientemente fiables para correlacionar las unidades que se establecen en las diferentes áreas de la cuenca.

Sin embargo, debido al conocimiento que se posee de las unidades tectosedimentarias (UTS) de la fosa de Calatayud-Teruel y a su proximidad geográfica a la Cuenca de Almazán, que permite suponer la simultaneidad de sucesos tectónicos y, por tanto, de los dispositivos sedimentarios correlativos a ellos, se ha recurrido a la correlación de las unidades de la Cuenca de Almazán con

las de la citada fosa, cuya evolución secuencial y temporal es mucho mejor conocida. Por otra parte, se han tenido en cuenta las dataciones efectuadas en las Facies «Páramo» que aportan datos cronoestratigráficos fiables. Otros yacimientos conocidos son el de Cetina (ARENAS *et al.*, 1.987) situado en la Hoja 436 (Alhama de Aragón) y el de Escobosa de Calatañazor (LÓPEZ MARTÍNEZ *et al.*, 1.977) que se encuentra en la Hoja 378 (Quintana Redonda). En ambos casos no se tiene constancia de su verdadera situación y, para el yacimiento de Escobosa de Calatañazor, la bibliografía indica que se trata de un relleno situado en una fisura kárstica, por lo que la edad determinada no necesariamente debe coincidir con la de los materiales suprayacentes.

La correlación llevada a cabo con los criterios expuestos se ha aplicado a la totalidad de las Hojas que componen la cuenca, y en consecuencia, las atribuciones de los materiales a las distintas UTS pueden aparentemente no tener justificación si sólo se considera una Hoja.

Las UTS identificadas y sus edades respectivas son:

- UTS₁: Paleoceno (su base puede pertenecer al Cretácico terminal) (Maastrichtiense).
- UTS₂: Paleoceno-Oligoceno inferior.
- UTS₃: Oligoceno (Sueviense-Arverniense).
- UTS₄: Oligoceno-Mioceno inferior (Arverniense-Ageniense).
- UTS₅ y T₆: Mioceno-inferior-medio (Ageniense-Aragoniense). Están constituidas por dos hem Ciclos cuya separación no es siempre clara. En algunas Hojas de la cuenca se representa como una sola unidad y en otras se separan.
- UTS₇: No se ha identificado con claridad, aunque probablemente corresponde a los materiales basales de la Facies «Páramo inferior».
- UTS₈: Mioceno superior-Plioceno (Turolense-Rusciniense). Corresponde a la unidad cuyas facies terminales constituyen el Páramo inferior o Páramo 1.
- UTS₉: Plioceno. Comprende los materiales que componen la secuencia del Páramo superior o Páramo 2.

1.2.1. Areniscas amarillentas (5). Oligoceno (Sueviense-Arverniense)

Este conjunto litológico aflora junto a la localidad de Burgo de Osma. Se apoya mediante discordancia sobre distintas formaciones del Cretácico superior.

La unidad está constituida por conglomerados, areniscas, arcillas y caliches. Los conglomerados son poligénicos, con cantos procedentes del Cretácico y otros de naturaleza silíceo. En algunas zonas pueden predominar los cantos calcáreos. Los tramos tienen una potencia entre 1 y 2 m pudiendo llegar a alcanzar 5 m. Son heterométricos y los centiles oscilan entre 10 y 20 cm. Lateral y verticalmente pasan a gravas con cantos, gravas y areniscas. Pueden presentarse masivos o con estratificación cruzada en surco. Constituyen, en ocasiones, la base de secuencias que se inician

con una superficie erosiva neta.

Las areniscas son de grano grueso a grava, fuertemente cementadas, con cantos dispersos escasos (generalmente de cuarzo y cuarcita) y colores amarillentos. Pueden ser masivas o con estratificación cruzada de surco, asociadas a conglomerados con surcos. En algunos canales la migración de estos surcos es hacia el O y NO. También pueden tener estructuras de deformación a gran escala.

Las arcillas son arenosas, de color pardo rojizo y moteados claros (blanco en enrejado). Pueden presentar nodulización, procesos edáficos y bioturbación intensa. Constituyen tramos masivos de 0,5 a 1 m que forman el techo de secuencias granodecrecientes de conglomerados y areniscas. Se puede dar desarrollo ocasional de caliches, dispuestos en niveles, con una potencia alrededor de un metro, constituidos por calizas margosas de color blanco, con textura nodulosa y brechoide.

En conjunto esta unidad representa depósitos característicos de un sistema fluvial trenzado de carga mixta (arenosa y conglomerática) con predominio de las áreas canalizadas y con un trazado general NE-SO, determinado a partir de las medidas de direcciones de paleocorrientes que indican procedencia del NE (200° y 220°).

Su atribución al Oligoceno (Sueviense-Arverniense) se ha establecido por correlación litológica con formaciones atribuidas a la UTS T₃ de Hojas vecinas.

1.2.2. Brecha calcárea y margocalizas (6). Oligoceno-Mioceno inferior

Estos depósitos se localizan en las proximidades de la localidad de Burgo de Osma. Se encuentran apoyados en discordancia progresiva sobre la unidad areniscas amarillentas (5) y presenta discordancias internas.

Litológicamente están constituidos por brechas, areniscas, margocalizas y arcillas. En esta zona se ha medido una potencia de 100 a 150 m.

Las brechas están constituidas por cantos calcáreos, aunque localmente pueden tener algún canto silíceo (cuarcíticos y areniscas ferruginosas). Están fuertemente cementadas y la matriz es areno-arcillosa, de color rojo. Los centilos oscilan entre 10 y 25 cm. El límite basal es neto, mientras que el superior puede ser transicional hacia las facies de areniscas. Las superficies erosivas basales tienen *scours* donde se han medido direcciones de aporte comprendidas entre 160° y 200°. Los espesores oscilan entre 1 y 12 m, correspondiendo los mayores a secuencias amalgamadas, con contactos soldados.

Las areniscas son arcillosas, rojas y de grano medio a fino. El contenido en limo y arcilla es muy variable y tienen bioturbación vertical y horizontal. Están fuertemente cementadas y en ocasiones con geodas y aspecto carnioloide por alteración. Las calizas son de color rosado y tienen tramos nodulosos y bréchicos. Presentan estratificación horizontal grosera y costras laminares horizontales y rellenando grietas verticales. Corresponden a suelos hipercalcimórficos muy evolucionados (caliches) que se desarrollan sobre brechas de cantos carbonatados con matriz areno-limosa.

Las arcillas son de color rojo oscuro y se presentan en tramos de 1 a 10 m. Pueden tener bioturbación y concreciones carbonatadas muy abundantes.

Este sistema de depósitos sintectónicos se produciría por procesos de *debris flow* y *mud flow* en ambientes de abanicos aluviales proximales, con un área fuente principalmente carbonatada y direcciones de paleocorrientes N-S.

Por su posición estratigráfica se correlaciona este conjunto con la UTS T₄ cuya edad es Oligoceno-Mioceno inferior (Arverniense-Ageniense).

1.2.3. Areniscas, arcillas y carbonatos (7). Mioceno superior-Plioceno

Esta unidad aflora en la zona Sur y Suroeste de la Hoja sin que sea posible ver su base. Sobre ella se depositan en contacto paraconforme las unidades conglomeráticas superiores tanto calcáreas como mixtas.

Litológicamente está constituida por areniscas, arcillas, algún pequeño nivel de conglomerados mixtos y carbonatos.

Las areniscas son blancas y grises de grano medio a grueso y engloban cantos cuarcíticos de cruzal 7 cm que constituyen un microconglomerado o se presentan alineados. Tienen estratificación cruzada en surco y cruzada planar, y ocasionalmente intensa bioturbación que borra las estructuras y da al conjunto un aspecto masivo, oqueroso y ruiforme. Las bases son netas y las secuencias observadas son granodecrecientes y se amalgaman. Las arcillas son anaranjadas y rojas, con bastante contenido en arena, y presentan caliches intercalados.

Los carbonatos, que ocupan sistemáticamente la cota 960-980 m, tienen un espesor variable entre 5 m y algunos centímetros. Las mayores potencias se alcanzan al Norte y Noroeste de Bayubas de Arriba. Son calizas blancas bioturbadas, margocalizas o simplemente una serie de costras y niveles edáficos. Se ha comprobado que unos metros por debajo de los carbonatos existe un nivel conglomerático de cantos silíceos, muy redondeados, con base erosiva y poca continuidad lateral. Al constituir los niveles margocalizos una zona impermeable surgen en el contacto con las unidades superiores numerosas fuentes y manantiales que indirectamente constituyen un buen control cartográfico.

Estos materiales parecen corresponder a un abanico aluvial en sus facies medias, siendo los carbonatos depósitos lacustres que culminan una secuencia tectosedimentaria identificada como la UTS T₈ (Mioceno superior-Plioceno), es decir, la UTS correspondiente al «Páramo» inferior.

1.2.4. Conglomerados calcáreos (8). Plioceno

Aflora esta unidad únicamente en la esquina Noreste de la Hoja en el Valle del río Sequillo y en el cerro del Otero. No aflora el muro y se apoya sobre ella la unidad de conglomerados mixtos (9) en cambio lateral, y la unidad de los cantos silíceos (10) en contacto paraconforme.

Está constituida por conglomerados y arcillas; más al Este, en la Hoja de Quintana Redonda (378) culmina con calizas. Los conglomerados son anaranjados, de cantos exclusivamente calcáreos,

redondeados, de centil 25 cm, matriz arenosa y cemento calcáreo. Tienen bases netas, morfología de barras y se ordenan en secuencias granodecrecientes. Unas veces están fuertemente cementados, dando textura granosostenida, y otras los cantos se engloban en arcilla, dando textura matriz sostenida. Las arcillas son de color rojo intenso y engloban cantos dispersos de caliza y niveles de carbonatos de carácter edáfico.

Estos depósitos se interpretan como pertenecientes a abanicos aluviales en facies medias, con origen en los relieves cretácicos. Estos abanicos se interdigitan con otros sistemas de cantos mixtos que constituyen la unidad siguiente.

Se le atribuye una edad Plioceno por posición stratigráfica y correlación con la UTS T₉ que comprende los materiales que componen la secuencia del Páramo superior o Páramo 2.

1.2.5. **Conglomerados mixtos (9). Plioceno**

Aflora esta unidad en contacto paraconforme sobre la unidad de areniscas, arcillas y carbonatos (7) en la zona centro, centro-Oeste y centro-Sur de la Hoja y como cambio lateral y hacia techo de la unidad conglomerados calcáreos (8). Está limitada hacia el techo en contacto paraconforme por los cantos silíceos sueltos de la unidad (10).

Está constituida por conglomerados de cantos silíceos y calcáreos y arcillas ocre. Los cantos calcáreos (del 40 al 60 %) son redondeados y de centil 20 cm. La matriz es arenosa y el cemento calcáreo. Presentan bases netas y no hay una marcada granoselección ni estructuras internas. La textura más frecuente es matriz-sostenida y en ocasiones tienen una fuerte cementación. Estos niveles de conglomerados, con potencias de 1 a 3 m, se engloban en un conjunto arcilloso ocre que intercala niveles de areniscas de grano muy grueso, con una potencia no superior a 0,5 m y escaso desarrollo lateral. Constituyen el techo de las secuencias conglomeráticas.

Se interpreta como el depósito de abanicos aluviales en sus facies medias y se atribuye a la UTS T₉ (Plioceno) por las mismas razones que la unidad cartográfica (8) de la que es cambio lateral.

1.2.6. **Cantos silíceos sueltos y arenas (10). Pliocuaternario**

Aflora en la mitad Norte de la Hoja en una amplia extensión, ocupando las zonas más altas entre las cotas 1.020 m en la parte oriental y la 980 m en la más occidental, lo que parece responder a una cierta pendiente deposicional.

Está constituida por un conjunto de cantos silíceos sueltos muy redondeados, homométricos, de tamaño dominante 3-4 cm y centil 8 cm, englobados en arenas silíceas sueltas ligeramente arcillosas, anaranjadas y de grano grueso.

Su potencia no suele superar los 5 m, aunque ocasionalmente se ha observado una disposición en bancos métricos donde se acumulan los cantos sin organización interna. En general, estos depósitos están muy lixiviados, aunque a veces se observan algunos niveles de arenas y arcillas

que contienen cantos silíceos sueltos.

Por su naturaleza y posición, recubriendo las unidades inferiores, ocasiona unas morfologías planas y unos acaravamientos en los bordes que le dan un aspecto típico y que ocasionan unos derrames a favor de las pendientes que recubren las unidades inferiores.

Se interpretan como depósitos de *debris flow*, a partir de materiales ya clasificados procedentes, probablemente, de las Facies Weald y Utrillas situadas al N y NE de la zona. Su pendiente de depósito también apoya esta interpretación.

1.3. CUATERNARIO

1.3.1. **Gravas y cantos de cuarcita y cuarzo con matriz arenosa. Terrazas (11).**

Estos depósitos se encuentran localizados a lo largo de los ríos Duero y Ucero. Los dos sistemas de terrazas se encuentran separados por los afloramientos del sustrato mesozoico situados en la mitad S de la Hoja y por el sistema de replanos situados entre los 990 y 1.020 m entre las localidades de Boós y Quintanas de Gormaz.

Las principales diferencias entre ambos sistemas radican en la composición litológica, ya que el del río Duero situado al S se caracteriza por la relativa escasez de clastos de calizas mesozoicas (2 %), y por el contrario, en el del río Ucero y sus afluentes en el centro y N de la Hoja es donde el contenido de clastos de caliza es superior (10 %). Sin embargo, en ambos sistemas son dominantes los cantos de cuarcita.

Se trata, en general, de depósitos bastante homogéneos, donde existe una cierta variación de composición de los más antiguos a los más modernos. La morfología de los cantos también sufre variación, de manera que en los niveles más antiguos existe un alto grado de esfericidad y varían de subredondeados a muy redondeados, mientras que en los niveles más recientes hay una tendencia al alargamiento de los cantos y el grado de redondeamiento disminuye, variando de subanguloso a subredondeado.

Hay que destacar que la litología de los elementos granulares influye en su forma; así, en las terrazas más bajas el alargamiento de los cantos se da en aquellos de naturaleza cuarcítica, mientras que los de cuarzo mantienen la esfericidad característica de las terrazas más antiguas.

Además hay que tener en cuenta que los procesos de lavado «in situ» que tienen lugar producen una pérdida de la fracción fina y en las terrazas del Duero este proceso ha ocasionado una concentración de finos en los horizontes inferiores bajo la superficie de terraza, además de una liberación de la arena que puede ser puesta en movimiento por escorrentía superficial y por la acción del viento y acumulación de arena en ciertas zonas próximas a los escarpes de terraza.

En el río Duero el número de niveles de terraza conservados varía de unos lugares a otros, en función de la evolución del canal en su proceso de encajamiento. Puede variar entre 5 y 7. Dos

de estos niveles (los de +40 m y +60 m situados a los 900 m y 920 m de altitud, respectivamente) son los más constantes.

En el sistema del río Ucero, las terrazas se localizan en los valles de los ríos Aviión y Ucero. En el río Aviión sólo se ha encontrado un nivel a +60 m (entre 980-1.000 m), mientras que en el Ucero se han localizado 4 niveles, siendo el más alto dudoso: +8-10 m, +25-30 m, +45-50 m y el posible nivel más elevado a +70 m (cota de los 990 m).

1.3.2. Arenas, cantos, gravas y arcillas. Conos de deyección (12)

Se encuentran asociados más o menos directamente con las actuales llanuras aluviales y con las terrazas más bajas de los ríos. Son depósitos fundamentalmente arenosos con mayor o menor contenido en gravas y cantos de cuarcita, cuarzo y algunas calizas. Las proporciones en que entran estos elementos varían en función de su área fuente.

1.3.3. Arcillas, arenas y gravas, y cantos angulosos. Coluviones (13)

Aparecen tapizando la base de la mayoría de los relieves, aunque sólo se han representado al N de la Hoja. La litología suele ser semejante a la de los conos de deyección, dependiendo de la naturaleza del área fuente, pero su estructura interna es más caótica y tienen un menor espesor.

Están constituidos por cantos cuarcíticos de gran heterometría, prácticamente sin matriz, pero esporádicamente puede tener cantos calcáreos.

1.3.4. Arenas, gravas y arcillas. Aluvial (14)

En este tipo de depósitos se engloban las llanuras de inundación localizadas en los grandes ríos que recorren la Hoja y los fondos de valle de la red fluvial subordinada. Las llanuras de inundación están constituidas por arenas limosas con niveles de cantos y cantos dispersos. Suelen ser medianamente calibradas y en su mayor parte de cuarzo. En los fondos de valle de los pequeños arroyos hay depósitos de dos tipos: por un lado, los arrastrados directamente por las aguas de los cauces y, por otro, los materiales deslizados de las laderas. En ambos casos están constituidos por cantos cuarcíticos la mayoría, pero aquellos arroyos que discurren por las calizas mesozoicas tienen importantes cantidades de elementos calcáreos. La morfología de los cantos es ligeramente alargada, variando de subangulosos a redondeados. La matriz es areno-arcillosa.

2. TECTÓNICA

2.1. DESCRIPCIÓN MACROESTRUCTURAL

La Hoja de Burgo de Osma se encuentra ubicada enteramente dentro del ámbito de la cuenca terciaria de Almazán. Predominan en ella los materiales de edad Neógena y Cuaternaria, entre los que aparecen aislados algunos relieves formados por calizas del Cretácico superior.

El principal de los enclaves cretácicos es el que aflora inmediatamente al Sur de Burgo de Osma-Lodares de Osma. Presenta una clara estructura en anticlinorio con dirección E-O y vergencia hacia el Norte. Su flanco septentrional se halla complicado por una serie de repliegues flexurales múltiples de escala deca a hectométrica que presentan la misma vergencia. Junto a la desembocadura del río Avión, al lado mismo de la carretera, se han observado varias charnelas de estos pliegues; éstas presentan direcciones entre 080 y 100 e inmersiones de 10-12° hacia el O.

El flanco Norte del anticlinorio afecta a materiales detríticos (areniscas y microconglomerados) de edad Paleógena que aparecen a lo largo de él. Las capas buzcan unos 20° en las inmediaciones de Osma y van poniéndose más horizontales al alejarse del antiforme, pero llegan a situarse con una inclinación de 70-80° en varios puntos del contacto con el Cretácico, con el que aparecen pegados conjuntamente. Sobre ellos reposan discordantes las capas neógenas.

El flanco Sur del anticlinorio presenta una disposición más sencilla. Las capas cretácicas tienen una inclinación escasa (20-30°) que se mantiene mientras se sumergen bajo los depósitos neógenos subhorizontales. No obstante, existen algunas complicaciones de detalle, como pliegues decamétricos y pequeñas fallas inversas de vergencia Sur (contraria a la vergencia general). Al propio tiempo, se observan en la fotografía aérea algunas fallas E-O y N-S que cortan el Cretácico en la zona del río Sequillo, al Oeste de Lodares.

Enclaves cretácicos que también muestran una estructura antiforme aparecen en la parte oriental de la Hoja, concretamente al S de Bayubas de Abajo y al SO de Boós. El primero es un anticlinal recto de dirección E-O cuyos flancos buzcan alrededor de 30°. El segundo presenta una estructura con varios repliegues algo más laxos de dirección ESE. Otros afloramientos cretácicos que aparecen, respectivamente, junto a Pedraja de San Esteban y entre Valdenarros y Velasco no presentan una estructura bien definida, sino sólo una disposición más o menos monoclin. En el segundo caso se observan, dentro de una serie con buzamiento general hacia el Norte, varios repliegues decamétricos. La medición sistemática de planos de estratificación a lo largo de ellos permite deducir un eje medio de plegamiento subhorizontal en dirección entre 100° y 110°.

El Mioceno, fundamentalmente detrítico y arcilloso, aparece horizontal en todo el ámbito de la Hoja. No se ha observado ningún punto en el que aparezcan buzamientos apreciables, si bien es cierto que las condiciones de afloramiento en las áreas de facies arcillosas son poco aptas para poder identificar la estratificación.

2.2. ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL

Dentro de esta Hoja se han tomado y analizado datos de microestructuras frágiles (estilolitos y microfallas) en dos afloramientos localizados en calizas cretácicas, con el fin de reconstruir los estados de paleoesfuerzo que caracterizan la evolución tectónica alpina. Para dicho análisis se han utilizado métodos estadísticos tanto de tipo analítico (ETCHECOPAR *et al.*, 1981) como gráfico (diagrama y-R de SIMÓN GÓMEZ, 1986). La escasez de buenos afloramientos de los materiales mesozoicos ha impedido contar con un mayor número de puntos de muestreo, pero la información que proporcionan los estudiados puede considerarse de una notable calidad. Los resultados del análisis de las mismas aparecen en la figura 4.

La estación 1 (Burgo de Osma) se sitúa en las calizas cretácicas del núcleo aflorante del anticlinorio existente al Sur de esta población. En ella se localiza el repliegue anticlinal-sinclinal con ejes E-O y en torno al cual se ha centrado la toma de medidas de picos estilolíticos. En la representación estereográfica de los mismos (Fig. 4) se observa: a) Una nube principal de dirección NE situada en torno a la horizontal, donde los estilolitos se concentran a pesar de haber sido medidos en distintos puntos de las capas plegadas; ello sugiere que su formación es posterior a los pliegues, b) un grupo de estilolitos cuya dirección resulta siempre próxima a N-S, pero cuya inmersión depende claramente del buzamiento de las capas en las que se encuentran, manteniéndose paralelos a las mismas (en el estereograma se diferencian las medidas tomadas en dos zonas con orientación distinta a la estratificación); ello sugiere que son anteriores al desarrollo del plegamiento y anteriores, por tanto, también a los NE. De hecho, existe un punto en el que estilolitos NE cortan a otros N-S.

En un dominio situado hacia el Norte del anterior, se ha medido la mayor parte de la población de fallas de la estación, todas ellas direccionales y con rumbos N-S y E-O. El análisis de las mismas arroja una única solución clara y perfectamente coherente con el máximo de picos estilolíticos: un estado compresivo con σ_1 052, 21 E; σ_3 135, 17 O y $R = (\sigma_2 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3)\sigma = 0.82$. La notable inclinación de los ejes de esta solución hace que el diagrama y-R no dé un resultado acorde con la misma (el valor de R que se obtiene es menor); ello sí se consigue, en cambio, si ejecutamos dicho diagrama utilizando como sistema de referencia los propios ejes inclinados. El análisis conjunto de las fallas de este dominio septentrional con otras halladas cortando a los pliegues del dominio anterior demuestra la compatibilidad de todas ellas con esa misma solución, lo cual corrobora de nuevo la posterioridad de la compresión NE respecto a los pliegues E-O. Existe aún otra prueba adicional en tal sentido. Las fallas inversas de bajo ángulo con vergencia Sur que aparecen asociadas a los pliegues presentan, sobre sus planos, estrías sinestrales superpuestas a las estrías de falla inversa. Estas últimas están relacionadas sin duda con la compresión N-S; las sinestrales son compatibles con la compresión NE y, si bien no encajan exactamente con la solución que proporcionan el método de Etchecopar y el diagrama y-R, ello se debe a que son, en realidad, movimientos «conducidos» por las fallas direccionales s.s. (la relación entre ambas en tal sentido se observa perfectamente en el afloramiento), pero relacionados, en definitiva, con la compresión NE.

La estación 2 (Valdenarros) se sitúa en el interior del enclave de calizas cretácicas que se extiende unos 2 km al NE de dicha localidad. Dentro de ella se encuentra el dominio de pliegues E-O. En

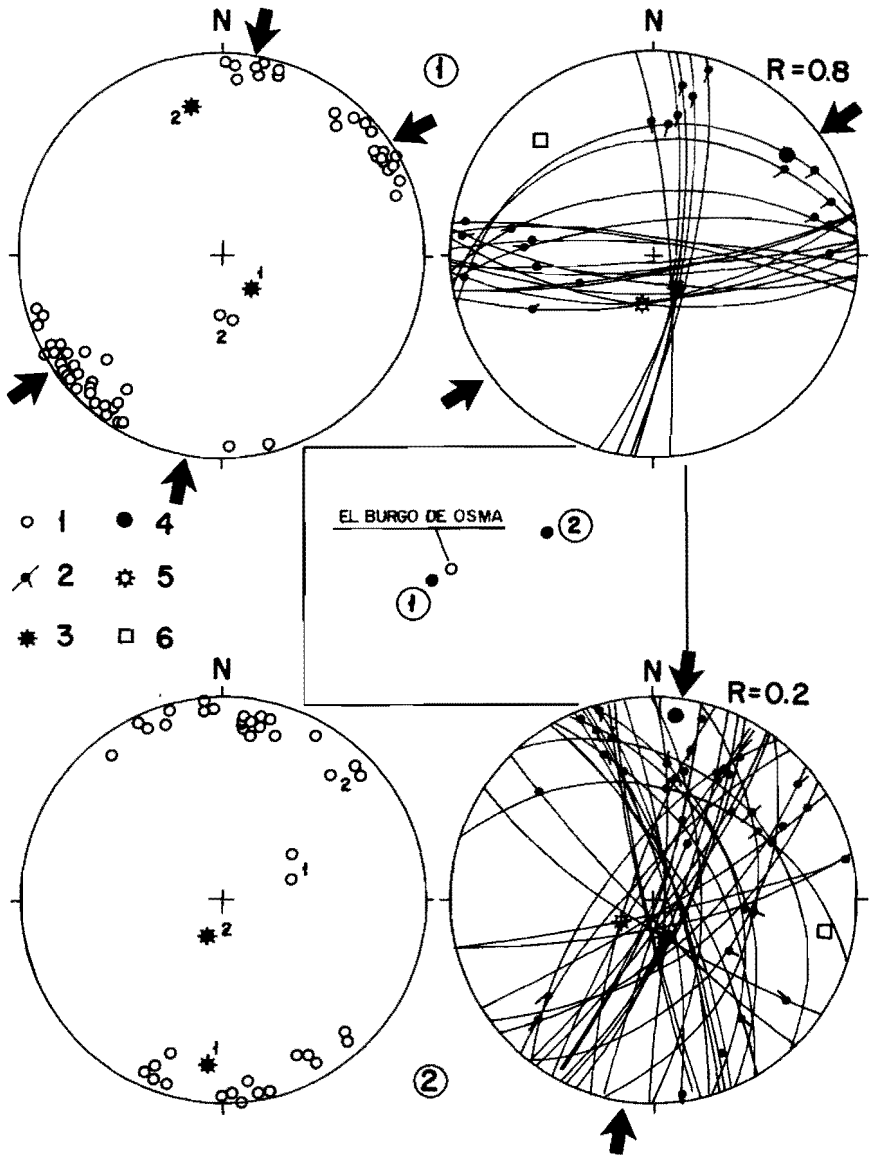


Fig.-4 Resultados del análisis de microestructuras frágiles. Estaciones: 1: Burgo de Osma. (Coordenadas UTM: 30 TVM933028) 2: Valdenarros (30TWM020068) Símbolos: 1 Pico estilolítico. 2: Ciclográfica y estria de falla, con indicación del sentido de movimiento del labio superior. 3: Polo medio de la estratificación. 4: Eje de esfuerzo máximo σ_1 inferido del análisis estadístico de fallas. 5: Eje de esfuerzo intermedio σ_2 6: Eje de esfuerzo mínimo σ_3 R. es el valor de la relación de esfuerzos ($\sigma_2 - \sigma_3$) ($\sigma_1 - \sigma_3$). Las flechas indican las direcciones de compresión inferidas tanto a partir de fallas como de estilolitos

ellos se han medido picos estilolíticos que en su mayoría tienden a situarse en torno a N-S, aunque con cierta desviación hacia el NNE y NNO, y próximos a la horizontal. Este último dato, teniendo en cuenta que se trata de medidas tomadas en diversos flancos de los pliegues, sugiere que los estilolitos son posteriores al plegamiento. Existen, sin embargo, dos puntos en los que se han medido picos de dirección NE que se mantienen siempre paralelos a la estratificación (lo que les confiere, en unos de los casos, una inmersión muy grande); esta familia, por tanto, sería anterior al plegamiento.

En un dominio próximo al anterior, donde las capas presentan un buzamiento relativamente constante de unos 20-30° hacia el NNE, se ha medido una población de fallas de desgarre de direcciones preferentes NNE y NNO. El correspondiente diagrama y-R muestra una zona densa de intersecciones de curvas dentro del campo compresivo de desgarre (σ_2 vertical) y dentro de una gama de direcciones que coinciden con el rango de dispersión de los picos estilolíticos: entre 160 y 040. El método de Etchecopar da una solución principal muy clara y sólida σ_1 011, 12 N; σ_3 104, 16 E y $R = 0,20$, que coincide con la zona de mayor densidad de picos estilolíticos. Sin embargo, también se advierte en el diagrama y-R otros dos posibles nudos de curvas: *a*) un estado compresivo $\sigma_y = \sigma_1$ según 160, σ_2 vertical y R próximo a 1 (coincidente con algunos picos estilolíticos y con la dirección de acortamiento que se infiere de los pliegues), y *b*) un estado distensivo con $\sigma_x = \sigma_3$ según 100 y R_0 próximo a 2 ($R = 1/R_0$ próximo a 0,5) (éste carece del apoyo de otros datos microestructurales). Ambas soluciones son corroboradas por el método de Etchecopar, si bien no resultan ser de mucha calidad y hemos optado por no incluirlas en el anexo 2.

En resumen, en la estación de Valdenarros pueden definirse:

1. Una compresión según 40-50 que produce estilolitos.
2. Una compresión según 10 posterior que produce plegamiento y, probablemente en estadios tardíos, estilolitos y fallas de desgarre.
3. Una compresión según 175 (fallas y estilolitos) y una distensión poco segura según 100 (fallas) que, a juzgar por dos relaciones de superposición de estrías observadas en sendos planos, y teniendo en cuenta que aparezcan bien definidas en el diagrama y-R realizado con referencia al plano horizontal, podrían ser posteriores a la compresión 010 y a los pliegues.

2.3. INTERPRETACIÓN TECTÓNICA

El rasgo tectónico más destacable de la Hoja de Burgo de Osma lo constituyen los pliegues E-O a E-SE que aparecen en diversos puntos afectando al Cretácico superior y haciéndolo aflorar entre los materiales neógenos de la Cuenca de Almazán. Tales pliegues deben de estar causados por una compresión N-S que también ha sido puesta de manifiesto mediante microestructuras frágiles en las dos estaciones analizadas. La edad de los pliegues parece esencialmente Paleógena: afectan a los depósitos de este período y aparecen siempre discordantes bajo los neógenos (si bien en puntos de alguna de las Hojas vecinas los niveles basales de éstos se hallan todavía afectados débilmente por el plegamiento o por pequeñas fallas inversas)

Otra compresión NE, detectada únicamente por microestructuras frágiles, parece haber actuado

con posterioridad a la N-S. Al menos eso es lo que indica la información microestructural de la estación de Burgo de Osma, así como la procedente de numerosos puntos de las Hojas vecinas de Quintana Redonda (378) y Berlanga de Duero (405). El indicio de secuencia cronológica contraria hallado en la estación Valdenarros parece constituir una excepción poco sólida. Caso de ser realmente posterior a los pliegues E-O, la edad de esta compresión entraría ya en el Neógeno. Sin embargo, su intensidad en este área no debió de ser muy grande, puesto que no produce ningún tipo de macroestructura, y las capas neógenas aparecen siempre horizontales en toda la extensión de la Hoja.

Este esquema de evolución tectónica es el que puede reconocerse en el ámbito de la Cordillera Ibérica y en el sector oriental de la Cuenca de Almazán, donde la dirección de compresión paleógena, responsable de las macroestructuras de plegamiento, es precisamente NE a ENE, y donde otra compresión más próxima a N-S, en los casos en que aparece, resulta ser más reciente. Ello indica que, durante el Paleógeno, tanto las trayectorias del campo de esfuerzos compresivo como las directrices de los pliegues presentan una variación espacial importante entre los sectores oriental y centro-occidental de la Cuenca de Almazán. El primero se halla vinculado a la parte central de la Cordillera Ibérica y desarrolla direcciones de pliegues SE a SSE, mientras el segundo lo está al sector soriano de la cadena y al extremo occidental de la Rama Castellana, donde domina la directriz E-O y aun, localmente, la NE. En la vecina Hoja de Soria llega a producirse el tránsito prácticamente continuo entre estas direcciones estructurales.

3. GEOMORFOLOGÍA

3.1. INTRODUCCIÓN

La Hoja número 377 del MTN a escala 1:50.000 (Burgo de Osma) se encuentra situada al O de la provincia de Soria, en pleno valle del Duero, entre las estribaciones meridionales de la Sierra Cebollera al N (Sierra de Cabrejas), y las estribaciones septentrionales de la Sierra de la Pela, al S. Su topografía es poco acusada, con desniveles que van desde los 850 m aproximadamente de la salida del Duero por el borde O hasta los 1.070 m del extremo centro Norte de la Hoja, lo que representa un desnivel máximo de menos de 250 m.

La red hidrográfica de esta Hoja pertenece por entero al sistema de drenaje del Duero y en ella podemos distinguir:

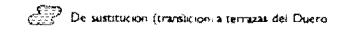
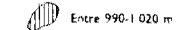
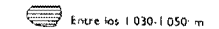
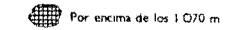
- Un primer sistema de drenaje de pequeños arroyos, localizados al S y SE, que desaguan directamente en el Duero, el cual presenta una dirección dominante E-O, aunque muy irregular en su trazado con frecuentes tramos meandriformes.
- El sistema de drenaje del río Ucero, con marcada dirección N-S, con una red asimétrica, siendo sus afluentes más importantes los de la margen izquierda (ríos Avión y Sequillo).
- En el borde NO de la Hoja se identifica otro sistema de drenaje formado por los arroyos de dirección NO-SE que desaguan en el río Rejas.

LEYENDA

I RELIEVES RESIDUALES PRIENEÓGENOS

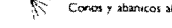
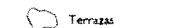
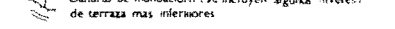
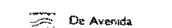
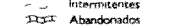
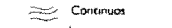


II APLANAMIENTOS PLIO-PLEISTOCENOS



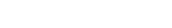
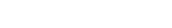
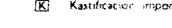
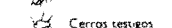
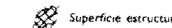
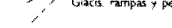
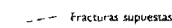
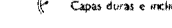
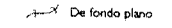
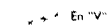
III FORMAS Y DEPOSITOS CUATERNARIOS

Canales Fluviales



IV SIMBOLOGIA Y RASGOS MORFOLÓGICOS PRINCIPALES

Valles



ESCALA GRÁFICA



Desde el punto de vista geológico en la Hoja se distinguen cuatro formaciones fundamentales, que de más antigua a más reciente son:

1. Un sustrato formado por las series mesozoicas plegadas según direcciones dominantes E-O.
2. Sobre ese sustrato se superpone una primera serie terciaria (Paleógena) que aflora en la zona central de la Hoja y que también aparece afectada por la tectónica del basamento.
3. Sobre ella se sitúa una cobertera, fundamentalmente detrítica, de abanicos rojos neógenos con algunas intercalaciones carbonatadas, fundamentalmente al SE y SO.
4. Los depósitos Cuaternarios.

La separación entre 1 y 2 puede ser de tipo mecánico o de tipo discordante, mientras que la separación entre 2 y 3 es una importante discordancia erosiva.

3.2. PRINCIPALES FORMAS DEL RELIEVE

En esta Hoja podemos distinguir cinco grandes grupos de formas de relieve:

1. Los paleorrelieves exhumados. Karstificaciones fósiles.
2. Plataformas y aplanamientos plio-pleistocenos.
3. Formas cuaternarias de origen fluvial.
4. Formas de vertiente.
5. Otros tipos de relieves.

3.2.1. **Paleorrelieves exhumados**

La cobertera neógena, que forma la mayor parte del Terciario de la Hoja, fosiliza un paleorrelieve elaborado sobre las series mesozoicas y paleógenas subyacentes. En este paleorrelieve se destacaban, como relieves positivos, gran parte de los anticlinales formados por las series mesozoicas (fundamentalmente cretácicas) del sustrato. Es decir, dicho paleorrelieve está de acuerdo con la estructura geológica.

Desde el punto de vista evolutivo esto significa que la duración de exposición a la erosión de este relieve fue corta y no dio tiempo a que se produjera una inversión de relieve, y/o que durante la exposición a la erosión se seguía produciendo deformación. Posiblemente la actividad tectónica fue continua a lo largo de gran parte del Paleógeno. Al final de dicho período, o durante el Mioceno inferior (?), y con anterioridad a los depósitos rojos neógenos, debió de existir una época de importante karstificación.

En la Hoja, los afloramientos más elevados del sustrato mesozoico no alcanzan los 1.050 m de altitud (Carrascal 1.048 m) y, teniendo en cuenta que la cobertera neógena ha rebasado los 1.070 m, es lógico pensar que, antes del encajamiento de la red, la mayor parte de su superficie la constituían los depósitos neógenos.

Estudio de las karstificaciones fósiles

La exhumación reciente de los anticlinorios formados por la serie cretácica, a la que, en ocasiones, se superpone una serie terrígena paleógena, pone de relieve la existencia de dos discontinuidades: 1) Discontinuidad Cretácico-Paleógeno; 2) Discontinuidad Paleógeno-Mioceno. La primera separa el ciclo carbonático del Cretácico superior de los depósitos correspondientes a un sistema fluvial trezado, de posible edad paleógena, que constituye una megasecuencia positiva y que termina en un potente encostramiento calizo (3 a 7 m de potencia). La segunda separa los depósitos cretácico-paleógenos plegados del ciclo sedimentario neógeno cuyas capas apenas muestran inclinaciones en esta zona.

En relación con ambas discontinuidades se han encontrado un conjunto de rasgos que ponen de manifiesto el desarrollo de diversos procesos. Éstos, por orden de actuación, son: *a)* Erosión y karstificación, *b)* Relleno detrítico químico de las cavidades formadas en el substrato, *c)* Encostramiento carbonatado que se forma en estadios coetáneos con la sedimentación (paleógena o miocena, según los casos) que sella la discontinuidad.

Por el proceso de karstificación se forman cavidades tabulares, tubulares o de formas irregulares que oscilan entre pocos milímetros a varios decímetros de diámetro. Se hallan rellenos por lutitas y arenas rojizas, por lo general fuertemente cementadas por carbonatos que son similares a los depósitos de la formación sellante (paleógena o miocena).

Sobreimpuesto al proceso de relleno se desarrolla un encostramiento carbonatado de costras acintadas que recubren o se adaptan a las paredes de las cavidades kársticas, a la superficie de discontinuidad (1 y 2), o bien se forman dentro de los depósitos basales de ambas formaciones sellantes.

La primera discontinuidad es probablemente la misma que ha sido descrita en el borde oriental de la Cuenca de Almazán (ARMENTEROS, 1.989) y se relaciona con el hiato que abarcaría parte del Paleógeno basal y, tal vez, el techo de la serie regresiva finicretácica. La segunda se asocia a la fase Neocastellana (Mioceno inferior) sin que pueda justificarse plenamente este extremo.

3.2.2. Plataformas y aplanamientos Plio-pleistocenos

Entre los 1.070 m, como cota más elevada de la Hoja, y los 990-1.000 m aproximadamente en que aparecen los primeros restos de terrazas fluviales, se sitúa un sistema complejo de planos escalonados que hacen de divisoria entre los ríos principales de la Hoja. Los restos de estos planos son especialmente visibles en la zona N y NE y en conjunto podemos distinguir dos grupos de aplanamientos diferentes.

- a)* Un primer grupo formado por los que aparecen inclinados hacia el S y SO, que son los más elevados y hacen de divisoria de los afluentes principales del río Ucero, y entre éste y el río Rejas.
- b)* Un segundo grupo formado por los que ya se encuentran inclinados hacia los valles de los ríos actuales y cuyas cabeceras son los restos de los aplanamientos anteriores.

Los criterios de separación entre «a» y «b» son, por tanto: 1) La inclinación de los planos con relación a los canales; y 2) La altura de dichos planos. Pero en detalle, dentro del grupo «a», situados por encima de los 1.025-1.030 m, se localizan diferentes escalones que podrían corresponderse con diferentes estadios en el proceso inicial de jerarquización de la red de drenaje actual. Lo cierto es que a partir de los 1.000 m aproximadamente dicha red ya aparece bien jerarquizada.

La sucesión de esta secuencia de aplanamientos escalonados se encuentra unos 150 m por encima del actual cauce del Duero en la zona, lo que nos hace pensar en una edad Pleistocena antigua o incluso Pliocena s. l., para algunos de estos aplanamientos, especialmente los más antiguos. Esto nos lleva a plantearnos la posibilidad de que la época de desarrollo de las rañas villafranquienses de otras zonas de la Península esté aquí representada por algún, o algunos, de estos aplanamientos escalonados.

3.2.3. Formas de origen fluvial

Hacia los 1.000 m de altitud se localiza un conjunto de replanos que representan el paso hacia las condiciones de encajamiento de la red fluvial según la conocemos hoy. Durante este proceso de encajamiento han seguido desarrollándose glaciares de grandes dimensiones, pero ya podemos afirmar que existen etapas de importantes rellenos de valles fluviales con el desarrollo de auténticas terrazas.

En esta Hoja existen dos sistemas de terrazas: el del río Duero al S, caracterizado por la relativa escasez de clastos de calizas mesozoicas (2 %), y el sistema del río Ucero y sus afluentes, en el centro y N de la Hoja, en donde el contenido de clastos de caliza es superior (10 %). En ambos sistemas los cantos dominantes son de cuarcitas.

Sistema de terrazas del Duero

En un trabajo relativamente reciente de la zona (HOYOS *et al.*, 1.974), los autores no encuentran niveles de terraza por encima de los 50 m con relación al cauce actual. El nivel de terraza más alto encontrado se localiza en la Hoja situada más al S, a unos 990 m (proximidades de Vildé), lo que representa un desnivel de unos 130 m con relación al cauce actual del Duero. El número de niveles conservados varía de unos lugares a otros, en función de la evolución del canal a medida que se encajaba, pero puede variar entre 5 y 7. Dos de estos niveles, los de +40 m y +60 m (900 m y 920 m de altitud, respectivamente) son los más constantes.

Además, se da el hecho de que en la actualidad la llanura de inundación se encuentra unos +4-6 m por encima del nivel de aguas medias durante todo el año, debido al efecto de regulación de los embalses situados aguas arriba.

Sistema de terrazas del Ucero

La separación entre los sistemas del Duero y del Ucero la constituyen los afloramientos del sustrato mesozoico situados en la mitad S de la Hoja, y el sistema de replanos situados entre los 990-1.020 m, entre las localidades de Boós y Quintanas de Gormaz.

Los niveles de terrazas encontrados se localizan en el valle del río Avión y del Ucero. Para el caso del Avión hemos localizado un nivel a +60 m (entre 980-1.000 m), mientras que para el Ucero se han encontrado cuatro niveles, aunque el más alto es dudoso: +8-10m, +25-30 m, +45-50 m y el posible nivel más elevado a +70 m (cota de los 990).

Además de lo ya expuesto, una cuestión que merece especial interés es el hecho de que, al estudiar los perfiles longitudinales del río Ucero y de sus afluentes más importantes (Avión y Sequillo), se observa lo siguiente:

1.º El perfil del Ucero presenta una pendiente media del orden del 3,5/1000 hasta salir de los escarpes del anticlinal de Burgo de Osma . Esta pendiente se reduce al 2/1000 en el tramo final del río, una vez pasados los escarpes de dicho anticlinal.

2.º La pendiente media del perfil longitudinal del río Avión antes de entrar en el anticlinal del Burgo es del orden del 3/1000 la cual aumenta a un 4/1000 e incluso puede ser mayor en su tramo encajado final.

3.º El río Sequillo presenta un perfil longitudinal irregular, siendo una de las zonas con mayor pendiente (del orden del 8/1000) su tramo más inferior, antes de su unión con el Ucero.

Todos estos hechos llevan a considerar que en las proximidades de La Olmeda y de La Rasa, al Sur de Burgo de Osma , existe una zona en donde se produce una notable disminución de pendiente en los perfiles de los ríos.

3.2.4. Formas de vertiente

En la presente Hoja las formas del relieve asociadas a vertientes y laderas son los escarpes, glacia, los derrames de ladera, conos y abanicos aluviales.

a) Los escarpes aparecen especialmente desarrollados cuando los ríos cortan a los afloramientos del sustrato mesozoico (encajamientos de los ríos Ucero, Avión y Sequillo), así como en ciertas zonas del borde SO y E de la Hoja en donde se localizan algunos niveles carbonatados dentro de la cobertera terciaria. Los desniveles mayores pueden llegar a 80-100 m (encajamiento del Avión al S de Burgo de Osma , por ejemplo), pero, en general, los fondos de valle son planos con una llanura aluvial amplia.

b) A partir de los restos de las antiguas superficies plio-pleistocenas suelen arrancar planos inclinados de tipo glacis. El paso de estas superficies altas a los valles actuales se lleva a cabo por diferentes sistemas de glacis, pero el primer gran sistema, orientado ya según los actuales valles fluviales, comienza hacia los 980-1.000 m de altitud, dependiendo del lugar considerado dentro

de la Hoja. En muchos casos el proceso de encajamiento ha originado el encajamiento de estas superficies de glaciares unas en otras con la formación de varios niveles escalonados.

c) Derrames de ladera y abanicos aluviales cuaternarios. Asociados más o menos directamente con las actuales llanuras aluviales y con las terrazas más bajas de los ríos, existe una serie de depósitos fundamentalmente arenosos con mayor o menor contenido en gravas y cantos de cuarcitas, cuarzos y algunas calizas. Originan superficies suavemente inclinadas desde los escarpes hasta las proximidades de los ríos, donde quedan colgados por encima del actual nivel de las aguas.

En la unión entre el Duero y sus afluentes de ambos márgenes se desarrolla un complejo sistema de abanicos aluviales recientes cuya granulometría es semejante a la indicada anteriormente y cuya superficie también desciende desde la salida del río correspondiente del frente del escarpe hasta el cauce actual del Duero. Estos abanicos los interpretamos como consecuencia de un desconfinamiento de los materiales transportados por los arroyos al salir de la zona de encajamiento fluvial.

En todos los casos la superficie dejada por estos depósitos queda colgada unos 5-6 m por encima del actual nivel de las aguas del Duero y en ella hemos podido encontrar desarrollados suelos con una tendencia a la formación de horizontes argílicos más o menos rojos.

3.2.5. Otros tipos de relieve

En el extremo SO de la Hoja existen los restos de un replano estructural suavemente inclinado hacia el NE que queda colgado hacia los 980 m de altitud. Su mayor desarrollo queda fuera de nuestra Hoja (proximidades de Atauta), pero cercano a este borde. Es un replano que se encuentra asociado a unos niveles de encostramientos calizos sobre los que se localizan restos de una cobertera detrítica de cantos y gravas de cuarcitas más o menos rubefactados.

Por otro lado, en el borde E de la Hoja aparecen restos de una plataforma estructural a unos 1.000-1.020 m de altitud cuyo origen se debe a la existencia de un nivel limo-arenoso muy carbonatado dentro de la serie neógena que actúa como capa dura frente a la erosión.

3.3. EL PROCESO DE LAVADO Y REDISTRIBUCIÓN DE MATERIA

En las plataformas más elevadas de los abanicos neógenos que constituyen relieves casi planos por encima de los 1.025-1.030 m, cuando aparecen bien conservados, se observa que en ellos se produce una concentración de las fracciones gruesas (gravas y cantos) con un fuerte cambio de color. En los escarpes de estas plataformas se puede observar que, a unos 2-3 m de profundidad, existen tonos dominantes rojos y ocreos con acumulaciones de arcillas, mientras que hacia el techo hay una pérdida de finos y un cambio de color hacia tonos blancos o grises.

Esta pérdida de fracción fina se ha producido por lavado «in situ» y los niveles decolorados superiores no representan ningún depósito nuevo, sino simplemente una reorganización y redistribución de la materia.

Por otra parte, comparando plataformas de diferentes edades (cotas diferentes) las más antiguas presentan un horizonte de lavado de materia más potente que las más recientes y además el horizonte de acumulación de arcillas y finos (ocre rojo) es más profundo.

En las terrazas fluviales del Duero el proceso de lavado ha originado:

- 1.º Una concentración de finos en los horizontes inferiores bajo la superficie de la terraza.
- 2.º Una liberación y soltura de la fracción arena que puede ser puesta en movimiento por escorrentía superficial y por la acción del viento.
- 3.º Una acumulación de arena en ciertas zonas próximas a los escarpes de terraza.

Este proceso complejo de redistribución de materia a lo largo del tiempo es el responsable fundamental de la homogeneización topográfica de muchas de las superficies y de las terrazas fluviales.

3.4. NEOTECTÓNICA

En el trabajo de HOYOS *et al.* (1.974) se hace un estudio de la evolución de la red de drenaje del Duero aguas arriba de sus confluencia con el Ucero. En dicho trabajo se destaca el gran desarrollo de las capturas que han sufrido los afluentes del Duero por su margen derecha, lo que los citados autores atribuyen a la inestabilidad estructural de la zona.

Como ya hemos señalado, al S del gran afloramiento mesozoico de Burgo de Osma, los perfiles longitudinales de los ríos Sequillo y Ucero presentan una fuerte disminución de su pendiente. Asimismo, el valle del Duero en el cuadrante SO de la Hoja presenta un valle claramente asimétrico, con una margen izquierda abrupta y escarpada y una margen derecha de poco relieve y extendida hacia el N. Además en esta zona el desarrollo de abanicos aluviales es muy importante en ambos lados del río.

Por otro lado, las capas del Neógeno en las proximidades de Alcubilla del Marqués están suavemente inclinadas hacia el ESE, y aquí hemos localizado un diaclasado de dirección aproximada NNE con anchuras de grietas de hasta 0,5 m, subverticales y rellenas con prismas de calcita de tipo «diente de perro» de doble pared.

Todos estos hechos nos llevan a señalar la existencia de una tectónica reciente (Neotectónica) que hace que durante el Cuaternario la zona de La Rasa-La Olmeda halla sufrido un proceso de relleno sedimentario importante. Este hecho podría explicarse suponiendo un basculamiento hacia el S y/o SE del bloque limitado al Norte por la falla situada en las proximidades de Burgo de Osma. La cuestión que queda sin aclarar es si existe una nueva fractura (o un sistema complejo) próximo al actual cauce del Duero, la cual podría separar el citado bloque basculado de otro posible bloque más elevado y situado al S. Apoyando esta idea hemos encontrado un nivel correlacionable de carbonatos a ambos lados del río Duero, estando su afloramiento meridional (proximidades de Vildé) unos 15 m por encima de su afloramiento septentrional (proximidades de Alcubilla del Marqués).

4. HISTORIA GEOLÓGICA

Con la información obtenida de los estudios sedimentológicos y tectónicos se realiza en este capítulo una síntesis de la evolución paleogeográfica de las diferentes formaciones que configura una historia geológica de la región.

Se ha tenido en cuenta para ello la experiencia aportada por estudios realizados en las Hojas limítrofes que permiten tener una visión de conjunto que no es posible limitándonos únicamente al ámbito de una Hoja.

Los materiales más antiguos que afloran en la zona pertenecen al Coniaciense y constituyen la Formación Calizas nodulosas de Hortezielos que se deposita en un ambiente de llanura de mareas (submareal a intermareal); posteriormente, en el Santoniense se pasa a unas condiciones de plataforma de alta energía con formación de *shoals* bioclásticos.

Las condiciones regresivas se acentúan progresivamente hasta la instalación de una plataforma interna protegida o *lagoon* cuyos depósitos son la Formación Santo Domingo de Silos. La regresión finicretácica se completará con depósitos carbonatados con influencias que no tienen representación en esta Hoja.

Posteriormente el Terciario se inicia condicionado por la fuerte reactivación tectónica y el tránsito de un surco sedimentario a un área emergida sometida a la compresión.

La sedimentación continental del Paleógeno al Mioceno inferior está condicionada por este plegamiento, de manera que cada impulso tectónico origina la deposición de nuevas facies que se superponen en unidades tectosedimentarias, discordantes entre sí y con deposición simultánea a la deformación, lo que ocasiona abanicos de capas.

Corresponderían las últimas pulsaciones a la fase Neocastellana (AGUIRRE *et al.*, 1.976).

De todo este período el único registro en la Hoja de Burgo de Osma lo constituyen los paleógenos adosados al Cretácico.

A partir del Ageniense (Mioceno medio) las condiciones tectónicas se hacen distensivas, estructurándose las cuencas que se rellenarán de sedimentos durante el Mioceno y el Plioceno.

Sobre los factores puramente tectónicos juega en esta época un papel muy importante las variaciones climáticas que condicionan los regímenes fluviales e incluso las modificaciones del nivel de base que implican una reactivación de la erosión y el depósito.

Durante el Plioceno, en que persisten las condiciones distensivas, la actividad es algo mayor con las fases Iberomanchegas (AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*), cuyo registro se manifiesta en secuencias completas que finalizan con la deposición distal de los «páramos» carbonatados que colmatan las cuencas.

Durante el cuaternario los procesos son fundamentalmente erosivos de los relieves preexistentes y los depósitos adoptan morfologías típicas de glacia y conos.

La red fluvial actual, al encajarse sobre los depósitos anteriores, origina las terrazas, de las que tenemos en la Hoja grandes superficies asociadas al río Duero fundamentalmente.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. MINERÍA Y CANTERAS

No se conocen antecedentes documentales de indicios mineros, metálicos o no metálicos, localizados en el marco de esta Hoja. El estudio geológico confirmó la ausencia de indicios y puso de manifiesto la falta de tradición minera en la zona, lo que llevó a concentrar el estudio del potencial minero del área, según los datos de la geología de superficie, en el sector de las rocas industriales.

Aunque solamente hay dos explotaciones abandonadas de rocas carbonatadas y algunas labores pequeñas de materiales granulares, sí se encuentran materiales que, según sean las necesidades del mercado, pueden cubrir los requisitos requeridos principalmente como materiales a emplear en obras civiles.

Los grupos principales de materiales susceptibles de uso son:

Materiales carbonatados.

Materiales granulares.

Materiales carbonatados

Se consideran en este punto la Formación Calizas nodulares de Hortezueros y la Formación Calizas de Hontoria del Pinar (1); Formación Calizas de Burgo de Osma (2), y Formación Dolomías, margas dolomíticas y calizas de Santo Domingo de Silos (3).

Estos materiales afloran a manera de ojal en los alrededores de Burgo de Osma y en algunos otros afloramientos de pequeñas dimensiones que se distribuyen entre materiales detríticos. Estos materiales no destacan fuertemente en el relieve, aunque constituyen las reservas de piedra natural del área. El conjunto de estas unidades, calizas y dolomías generalmente, están estratificadas en capas de centimétricas a métricas y se disponen débilmente fragmentadas y con buzamientos suaves.

Materiales granulares

Constituyen estos materiales el conjunto de las unidades que se encuentran en la Hoja, con excepción de los materiales carbonatados anteriormente mencionados.

En la unidad de brechas calcáreas y margo-calizas (6) se intercalan paquetes arcillosos de espesor variable entre 1 y 5 m. Las brechas y areniscas, en capas métricas generalmente, están fuertemente cementadas.

La unidad de areniscas, arcillas y carbonatos (7) está formada por capas de arcillas limo-arenosas que intercalan capas centimétricas de areniscas y un nivel de carbonatos de 5 m.

La unidad de conglomerados calcáreos (8) está formada por arcillas rojas que intercalan niveles de conglomerados que lateralmente varían en su grado de compactación.

Los conglomerados mixtos (9) están formados por arcillas que intercalan niveles centimétricos de areniscas, y conglomerados de 1 a 3 m de espesor que tienen poca continuidad lateral.

Las unidades de areniscas amarillentas (5) y cantos silíceos sueltos y arenas (10) son de marcado carácter arenoso.

El resto de las unidades son conjuntos clásticos de espesor inferior a 10 m y que se caracterizan por ser materiales sueltos de muy baja compactación.

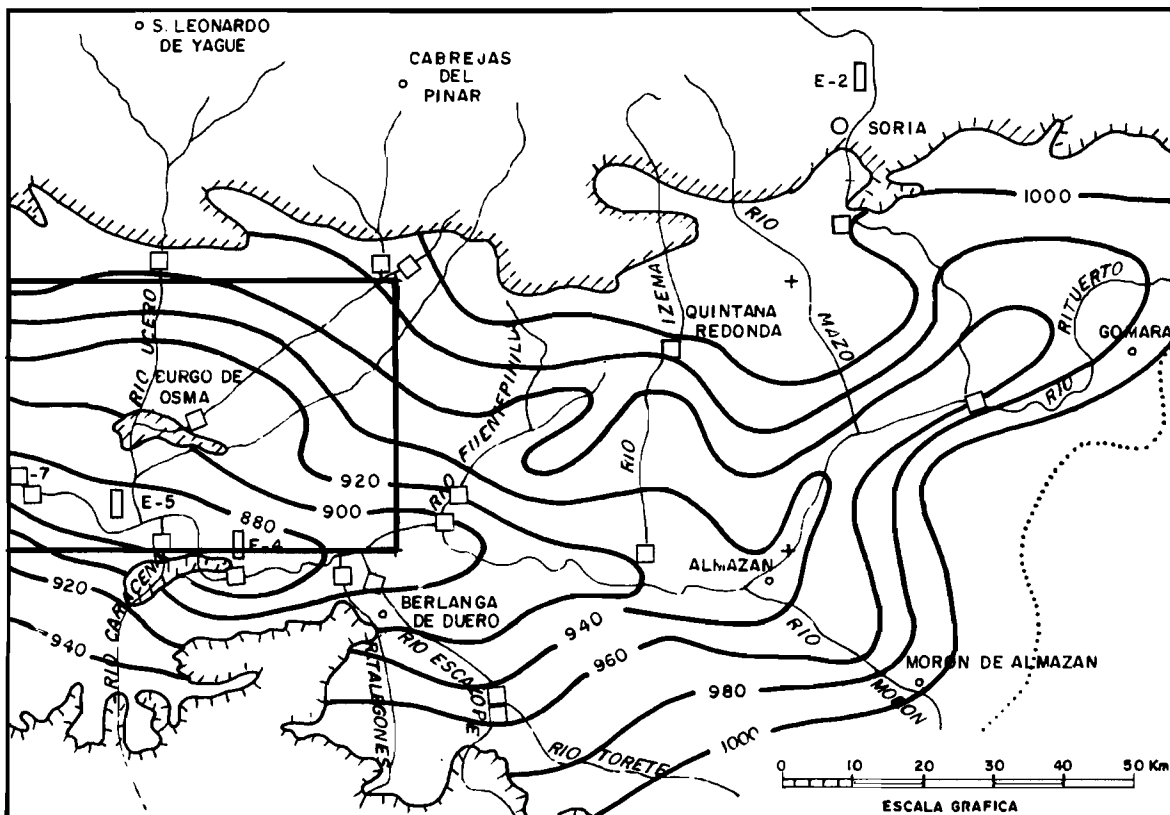
5.2. HIDROGEOLOGÍA

La totalidad de la Hoja se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del Duero, río que discurre de Este a Oeste por la parte Sur. Otros cauces importantes son el río Uvero, con sus afluentes, el Avión y el Sequillo, por la margen derecha del Duero, y por la izquierda, el río Caracena y Arroyo del Molino, si bien estos últimos de menor importancia (Figs. 5 y 6).

Desde el punto de vista hidrogeológico, la Hoja forma parte de una unidad acuífera más extensa denominada «Sistema número 88. Terciario de la cubeta de Almazán», cuyas características más importantes se describen en las Hojas de Gómara (379) y Morón de Almazán (407). La parte occidental de la Hoja está en relación con el «Sistema número 8. Terciario detrítico del Duero». Además, el zócalo mesozoico aflora en numerosos puntos de la Hoja.

Los últimos episodios del Cretácico superior constituyen un acuífero calizo muy permeable por karstificación. Su relación hidráulica con el Terciario adyacente no se conoce bien, pero es probable que sirva de drenaje del mismo al menos en las proximidades del río Duero. El acuífero mesozoico se descarga a través de fracturas o en el contacto con niveles inferiores menos permeables, dando origen a manantiales importantes. Los ríos a su paso por los afloramientos calcáreos se comportan como efluentes o influentes, es decir, drenan o pierden agua en el acuífero, dependiendo en general de la época del año y de los niveles de agua respectivos. Sin embargo, existen ríos, como el Avión, que normalmente pierden agua a su paso por las calizas, y otros que, como el Duero en los afloramientos más al Oeste de la Hoja, recibe manantiales con caudales que en ocasiones superan los 300 l/s.

El acuífero terciario lo constituyen las formaciones permeables de arenas, areniscas y conglomerados englobados en una matriz arcillo-arenosa de naturaleza semipermeable. Las características del acuífero y de los sondeos son diferentes según zonas, dependiendo de la proporción de materiales permeables encontrados. En líneas generales los sondeos que explotan las formaciones paleógenas tienen mejores características en cuanto a caudal, transmisividad, caudal específico, etc., que los que explotan los materiales miocenos.



— Límite de Cuenca Terciaria de Almazán

— Línea isopieza en acuífero terciaria (Cota en m.s.n.m.)

..... División Hidrográfica

— Río

□ Punto de afara (Red fononómica I.T.G.E)

□ Punto de afara (Red fononómica MOPU)

+ Límite de Hojas 1 : 50.000

Fig.-5 Esquema Hidrogeológico General

Al Norte de los afloramientos mesozoicos de Burgo de Osma aparecen las formaciones paleógenas que se extienden hacia el Norte bajo el Mioceno. En esas áreas, a lo largo del río Ucero, se localizan sondeos que, con profundidades entre 80 y 100 m, proporcionan caudales comprendidos entre los 30 y 50 l/s, a veces en condiciones de surgencia. En la zona Sur los caudales son más modestos, no llegando normalmente a los 10 l/s, incluso para profundidades de 250 m.

Los extensos depósitos de rañas que se asientan sobre el Mioceno arcillo-arenoso, con potencias de hasta 10 ó 15 m, no constituyen ningún acuífero interesante dada su pequeña permeabilidad. Normalmente están drenados por los numerosos barrancos existentes.

Dentro de los materiales miocenos, principalmente en la parte Suroriental de la Hoja, se localizan pequeños manantiales de escasa importancia que tienen su origen en un nivel de conglomerados existente en la zona a una cota aproximada de 980 m.

Las líneas isopiezas trazadas a partir de los niveles de agua en los sondeos inventariados en el Terciario indican que el río Duero constituye la principal vía de drenaje del Sistema Acuífero. El río Avión también aumenta su caudal a su paso por el acuífero terciario, aunque luego pierde parte de su agua en los afloramientos calcáreos. Estos hechos se han comprobado con las diferentes campañas de aforos diferenciales realizadas por el ITGE en épocas de estiaje, y con los datos de las estaciones de aforos del MOPU. El río Duero, entre Gormaz y San Esteban de Gormaz, aumenta su caudal de 3 a 5 m³/s, según épocas. Los cauces situados en la margen izquierda están prácticamente secos en las épocas de estiaje.

La relación hidráulica con el Sistema número 8, situado al Oeste, no se conoce con exactitud, pero teniendo en cuenta la disposición de las líneas isopiezas en esa zona, no parece que el flujo de agua subterránea que sale del Sistema 88 sea importante.

La explotación de las aguas subterráneas, al igual que sucede en todo el Sistema número 88, es escasa. Únicamente en una franja situada a lo largo del río Ucero, existen sondeos que se utilizan para regadío de superficies de alguna entidad. En el resto de la Hoja los sondeos, debido también a su escaso caudal, se usan únicamente para abastecimiento de pequeños núcleos, explotaciones ganaderas o regadío de pequeñas parcelas.

Los aluviales de los ríos Duero y Ucero, que se explotan con pozos de poca profundidad, constituyen acuíferos libres, de importancia limitada, dados su superficie y espesor, que están asociados hidráulicamente con los respectivos ríos. En la mayoría de los casos sólo se utilizan como alternativa de las aguas superficiales en épocas de estiaje de los ríos.

Las aguas subterráneas, tanto las de formaciones calcáreas como detríticas, son de buena calidad, y pueden utilizarse sin problemas para abastecimiento y regadío. Son del tipo bicarbonatado-cálcico con un bajo contenido en sales.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, E.; DÍAZ MOLINA, M. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1.976): «Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Sur Española». *Trab. Neóg. Cuaternario*, 5, págs. 7-29.
- ARENAS ABAD, C. *et al.* (1.987): «Memoria explicativa del sector de Alhama de Aragón (provincia de Zaragoza)». *Excma. Diputación Provincial de Zaragoza*, págs. 1-135 (en prensa).
- ARMENTEROS, I. (1.989): «Alteración del sustrato y encostramientos carbonáticos ligados a la discontinuidad Cretácico-Terciaria en el borde Este del Sistema Ibérico Central». *Studia Geológica Salmanticensia*, vol. esp. 5, págs. 13-54. Salamanca.
- ETCHECOPAR, A.; VASSEUR, G.; DAIGNIERES, M. (1.981): «An inverse problem in microtectonics for the determination of stress tensors from fault population analysis». *J. Struct. Geol.*, 3(1), págs. 51-65.
- FLOQUET, M.; ALONSO, A., y MELÉNDEZ, A. (1.982): «Cameros Castilla. El Cretácico superior». In: El Cretácico de España, págs. 387-453, *Ed. Unive. Complutense. Madrid*.
- HOYOS, M. A.; LEGUEY, S., y RODRÍGUEZ, J. (1.973): «Estudio mineralógico de las terrazas del río Duero en la provincia de Soria». *Anales de Edaf. y Agrobiol.*, 32(1-2), págs. 142-160. Madrid.
- HOYOS, M. A.; LEGUEY, S., y RODRÍGUEZ, J. (1.974): «Las terrazas del río Duero desde Gormaz hasta Peñafiel». *Anales de Edaf. y Agrobiol.*, 33(3-4), págs. 185-198. Madrid.
- IGME (1.971): «Mapa de síntesis a escala 1:200.000». Hoja número 31. Soria.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; SESE BENITO, C., y SANZ GARCÍA, J. L. (1.977): «La microfauna (rodentia, insectívora, lagomorpha y reptilia) de las fisuras del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria, España)». *Trabajos N/Q*, 8, págs. 47-73.
- SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1.986): «Analysis of a gradual change in stress regime (example from the eastern Iberian Chain, Spain)». *Tectonophysics*, 124, págs. 37-53.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA