



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

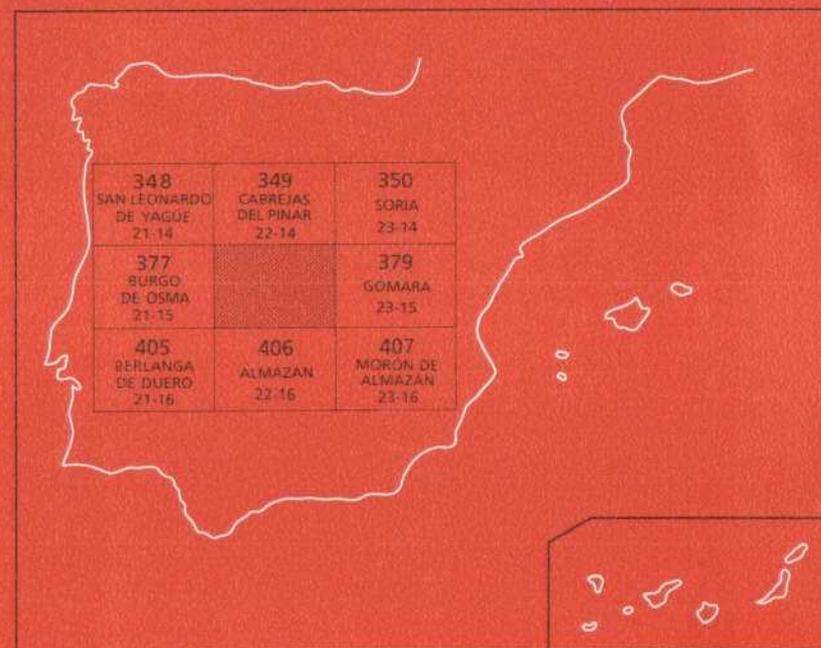
378

22-15

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:1:50.000

Segunda serie - Primera edición



QUINTANA REDONDA



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

QUINTANA REDONDA

Primera edición

MADRID, 1991

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S.A.

Depósito Legal: M-38024-1991

NIPO: 232-91-001-4

La presente Hoja y su Memoria explicativa ha sido realizada por INTECSA (Internacional de Ingeniería y Estudios Técnicos, S. A.), como parte de la Unión temporal de Empresas INTECSA-ENADIMSA y dentro del programa MAGNA 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 por parte de UTE

Ferreiro Padín, E. (INTECSA).
Lendínez González, A. (INTECSA).

Autores

Valverde Hernández, M. (INTECSA).

Colaboradores

Lendínez González, A. (INTECSA). Sedimentología terciario.
Simón Gómez, J. L. (Universidad de Zaragoza). Tectónica del ciclo Alpino.
Cabra Gil, P. Geomorfología.
Pol, C. y Carballeira, J. (Universidad de Salamanca). Sedimentología del Paleógeno.
Valladares, I. (Universidad de Salamanca). Sedimentología del Cretácico.
Del Pozo, J. (INTECSA). Hidrogeología.
Tena, M. (INTECSA). Minería y canteras.
Granados Granados, L. (ENADIMSA). Micropaleontología.
ENADIMSA. Laboratorios.

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



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
1. ESTRATIGRAFÍA	11
1.1. Cretácico	11
1.1.1. Formación Calizas nodulosas de Hortezielos (1). Coniaciense	11
1.1.2. Formación Calizas y dolomías de Castrojimen y Formación Calizas de Hontoria del Pinar (2). Coniaciense superior-Santoniense	14
1.1.3. Formación Calizas de Burgo de Osma (3). Santoniense superior-Campaniense	15
1.1.4. Cretácico superior (4). (Indiferenciado)	16
1.2. Terciario	16
1.2.1. Conglomerados poligénicos, areniscas y fangos (5). Oligoceno	17
1.2.2. Conglomerados calcáreos (6). Oligoceno-Mioceno inferior (Ageniense)	19
1.2.3. Areniscas, arcillas y carbonatos (7). Mioceno inferior-Plioceno inferior....	19
1.2.4. Conglomerados calcáreos, arcillas rojas y calizas (8). Plioceno	20
1.2.5. Conglomerados mixtos y arcillas (9). Plioceno	21
1.2.6. Calizas del Páramo (10). Plioceno	22

1.3.	Pliocuatrnario	22
1.3.1.	Cantos silíceos sueltos y arenas (11)	22
1.4.	Cuatrnario	22
1.4.1.	Arenas y arcillas con gravas y cantos de cuarcita y cuarzo (glacis) (12) Pleistoceno-Holoceno	23
1.4.2.	Cantos y gravas de cuarcita con matriz arcilloso-arenosa (abanico alu- vial) (13)	23
1.4.3.	Gravas, cantos de cuarcita y cuarzo con matriz arenosa (terrazas) (14)...	23
1.4.4.	Limos grises, arcillas y arenas con cantos (zonas endorreicas) (15)	24
1.4.5.	Arenas, cantos, gravas y arcillas (conos de deyección) (16)	25
1.4.6.	Limos, arenas y gravas dispersas (llanura de inundación) (17)	25
1.4.7.	Arenas, gravas y arcillas (fondos de valle) (18)	25
1.4.8.	Arcillas, arenas, gravas y cantos angulosos (coluviones) (19)	26
2.	TECTÓNICA	27
2.1.	Descripción macroestructural	27
2.2.	Análisis microestructural	28
2.3.	Interpretación tectónica	32
3.	GEOMORFOLOGÍA	33
4.	HISTORIA GEOLÓGICA	36
5.	GEOLOGÍA ECONÓMICA	37
5.1.	Minería y canteras	37
5.2.	Hidrogeología	38
6.	BIBLIOGRAFÍA	43

INTRODUCCIÓN

La siguiente Memoria de la Hoja Geológica a escala 1:50.000 de Quintana Redonda (378) es una explicación del mapa geológico al que acompaña y comprende los capítulos de Estratigrafía, Tectónica, Geomorfología, Historia Geológica y Geología Económica.

La Hoja se encuentra situada en la zona centro-Norte de la cuenca de Almazán. Está limitada al N por los relieves cretácicos de la Sierra de San Marcos y pertenece, desde el punto de vista administrativo, a la provincia de Soria.

Morfológicamente es una zona de relieves poco acusados, pendientes suaves y cotas que oscilan entre los 1.110 y los 900 m. Estas últimas corresponden a las proximidades del río Duero y a casi todo el cuadrante SO (Tajueco, Valderrueda, Fuentepinilla).

Las poblaciones más importantes en la zona de estudio son Quintana Redonda y Tardelcuende, que en ambos casos no sobrepasan los 2.000 habitantes. El resto son poblaciones diseminadas y en algunos casos deshabitadas (Revilla de Calatañazor). La actividad principal es la agricultura, ganadería (principalmente pastoreo) y la industria maderera. En las poblaciones de Quintana Redonda y Tajueco existen artesanos ceramistas que utilizan como materia prima las arcillas de las unidades cartográficas (5) y (7).

Geológicamente la Hoja comprende al NE un conjunto de afloramientos paleógenos, plegados según direcciones E-O y O-SE. Asimismo aparecen afloramientos aislados de Cretácico (Garganta de Andaluz, La Muela y estribaciones Sur de la Sierra de San Marcos). El resto de la Hoja está constituido por materiales neógenos y cuaternarios.

La red hidrográfica pertenece en su totalidad a la cuenca del río Duero. Además de éste, que discurre por el ángulo SO, hay que destacar los ríos Izana y Fuentepinilla, que recorren la Hoja con dirección N-S y SO-NE, respectivamente.

Como apoyo cartográfico para la ejecución de la Hoja se ha tenido en cuenta el Mapa de síntesis a escala 1:200.000 de Soria (IGME 1.971).

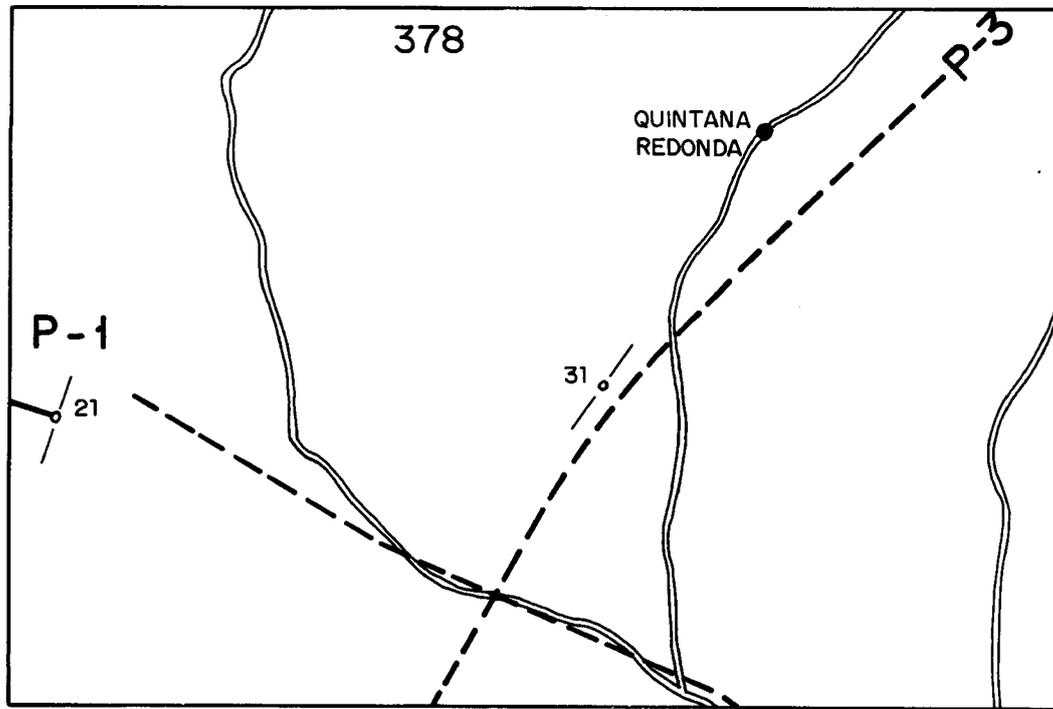
Además de la cartografía se han realizado estudios específicos consistentes en el levantamiento de series estratigráficas de campo con análisis sedimentológicos, petrológicos y micropaleontológicos que han hecho posible la correcta caracterización de las formaciones.

La cartografía geomorfológica se ha realizado a escala 1:50.000, aunque se presenta reducida a escala 1:100.000 y permite un conocimiento morfológico y de las formaciones superficiales, así como la evolución dinámica de las mismas, la morfodinámica actual o subactual y las tendencias futuras.

La Tectónica describe las macro y microestructuras con apoyo de diagramas de tratamiento estadístico y las interpreta dentro del contexto del ciclo Alpino, que es el que ha deformado a los materiales presentes en la Hoja.

En el apartado de geología económica se ha prestado especial atención a la minería, recopilando datos ya existentes en el ITGE e incorporando nuevos indicios. Igualmente se ha procedido con la hidrogeología.

Como documentación complementaria, se ha realizado un informe geofísico sobre toda la cuenca de Almazán, en el que se sintetiza la información existente y se complementa con la toma de nuevos datos. En la figura 1 se indica la situación de los perfiles sísmicos y de los sondeos eléctricos verticales (sev) que se han reinterpretado y realizado, respectivamente.



LEYENDA

- - - Perfil sísmico
- Perfil eléctrico
- — Sondeo eléctrico vertical

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

1. ESTRATIGRAFÍA

En la presente Hoja, los materiales más antiguos que afloran corresponden al Cretácico. Se trata de afloramientos aislados que se encuentran plegados y fracturados, con direcciones E-O.

El resto de los materiales que afloran corresponden al Terciario (Paleógeno y Neógeno) y Cuaternario en los que se han considerado diferentes unidades cartográficas atendiendo a criterios fundamentalmente litoestratigráficos (tipo de facies y posición estratigráfica).

1.1. CRETÁCICO

Los materiales en Facies Carbonatadas del Cretácico superior afloran escasamente en la Hoja de Quintana Redonda, constituyendo una serie de afloramientos aislados entre los materiales terciarios.

Las unidades diferenciadas se corresponden con las unidades litoestratigráficas definidas por ALONSO (1.981) y FLOQUET, ALONSO y MELÉNDEZ (1.982) y son: Formación Calizas nodulares de Hortezuelos, Formación Calizas y dolomías de Castrojimeno, que hacia el N (afloramiento de la Muela) pasa lateralmente a la Formación Calizas de Hontoria del Pinar y, por último, la Formación Calizas del Burgo de Osma (Fig. 2).

1.1.1. Formación Calizas nodulares de Hortezuelos (1). Coniaciense

Aflora exclusivamente en el SO de la Hoja, en el núcleo del anticlinal de Andaluz. No se observa su base, aunque en Hojas vecinas se dispone en contacto neto sobre la Formación Calizas, margas y arenas de Moral de Hornuez.

Su potencia sufre importantes variaciones. Dentro de la Hoja llega a los 43 m.

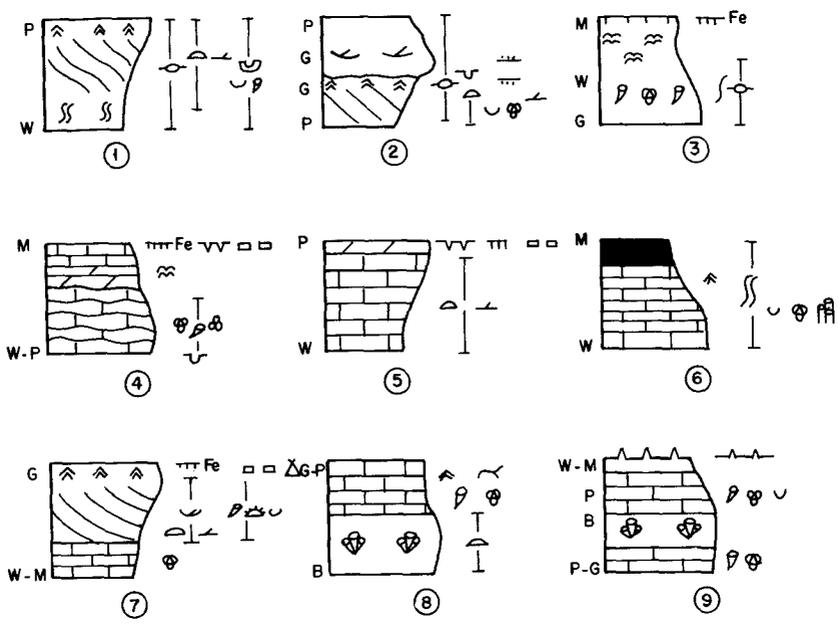
Está constituida por calizas *grainstone* y *packstone*, bioclásticas, nodulosas y beigeas. Predominan cuerpos con base erosiva y geometría de canal, con estratificación cruzada en surco y otros con morfología de barras y estratificación cruzada planar, con *ripples* de oscilación en el techo.

En esta unidad se reconocen diferentes tipos de secuencias (Fig. 3): granocrecientes que comienzan con calizas *packstone* o *grainstone* bioclásticas nodulosas, con estratificación cruzada planar, morfología de barras y retoque de oleaje en el techo, sobre las que se encuentran cuerpos de calizas *grainstone* nodulosas en la base y *packstone* en el techo, con base erosiva, geometría de canal y estratificación cruzada de surco.

El contenido paleontológico que presenta es variado: ostréidos, bivalvos entre ellos picnodóntidos, serpúlidos, equínidos, pectínidos, gasterópodos, rudistas, ostrácodos, dasycladáceas, foraminíferos (bentónicos y planctónicos), briozoos, codiáceas y escasos corales y algas coralinas. En esta formación, en la serie de Andaluz, el muestreo realizado indica la siguiente asociación de foraminíferos: *Textulari* sp.; *Tritaxia* cf. *tricarinata* REUSS.; *Neorbitolinopsis*? sp.; *Marsonella* sp.; *Tritaxia*

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

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



LEYENDA

A	Areniscas	○	Estratificación nodulosa	△	Tepees
M	Mudstone	⌒	Estratificación hummocky	∪	Bivalvos
W	Wackestone	⌒	Barros	∪	Ostreidos
P	Packestone	⌒	Costras ferruginosas	∪	Equínidos
G	Grainstone	⌒	Ripples de oscilación	∪	Pectínidos
B	Bafflestone	⌒	Granoselección positiva	∪	Serpulidos
Gi	Glauconita	⌒	Granoselección negativa	∪	Ammonites
HG	Hard ground	⌒	Perforaciones orgánicas	∪	Rudistas
RE	Fauna reelaborada	⌒	Bioturbación baja	∪	Miliólidos
RS	Fauna resedimentada	⌒	Bioturbación moderada	∪	Ostrácodos
∪	Base canalizada	⌒	Mallas de algas	∪	Microfauna
∪	Estratificación sigmoidal	⌒	Grietas de desecación	∪	Gasterópodos
∪	Estratificación cruzada en surco	⌒	Láminas rotas	∪	Algas
∪	Estratificación cruzada planar	⌒	Karstificación	∪	Bloconstrucción de rudistas

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

sp.; *Minouxia cf. lobata* GEND.; *Bolivinopsis* sp.; *Gaudryina* sp.; *Montcharmontia? Apenninica* (DE CASTRO); *Cuneolina cf. pavonia* D'ORB.; *Idalina antiqua* SCHLUMB y MUN.-CHALM.; *Quinqueloculina* sp.; *Scandonea* sp.; *Pseudocyclamina cf. massiliensis* MAYNC.; *Dicyclina cf. schlumbergeri* SCHLUMB y MUNCHALM.; *Ophthalmidium* sp.; *Dictyopsella? sp.*; *Abrardia? sp.* En cuanto a algas: *Thamatoporella parvovesiculifera* (RAIN). Basándose en dicha asociación, y por las características sedimentológicas, se atribuye una edad Coniaciense s. l. (FLOQUET et al., 1.982).

La sedimentación de esta formación se ha realizado en un medio de plataforma interna carbonatada con distintos subambientes. El sistema de cierre lo forma un cinturón de alta energía con barras y canales bioclásticos.

1.1.2. Formación Calizas y dolomías de Castrojimeno y Formación Calizas de Hontoria del Pinar (2). Coniaciense superior-Santoniense

Estas formaciones afloran en el anticlinal de Andaluz (SO) y en La Muela (NO), respectivamente. La Formación Calizas y dolomías de Castrojimeno descansa sobre la Formación Calizas nodulosas de Hortezielos según contacto normal y neto. En el único corte donde aparece completa es en el Anticlinal de Andaluz, donde alcanza una potencia de 70 m.

Litológicamente está constituida por calizas *packstone* y *grainstone* oolíticas y bioclásticas, de color blanco a amarillento, en capas métricas, a veces recristalizadas y con aspecto carnioloide.

Las estructuras sedimentarias que caracterizan esta unidad son cuerpos con estratificación cruzada planar y morfología de barras, *ripples* de oscilación, cuerpos con base erosiva y geometría de canal, y ocasionalmente estratificación *hummocky*.

Las secuencias (Fig. 3) pueden ser granodecrecientes y granocrecientes, con espesores que varían desde 1,5 m en la parte inferior a 11 m en la parte superior de los tramos. La secuencia más frecuente se inicia con calizas *wackestone* bioclásticas en la base y *packstone* a *grainstone* en la parte superior, con estratificación cruzada planar y morfología de barra. En el techo puede presentar *ripples* de oscilación con costras ferruginosas o estratificación *hummocky*. Otro tipo de secuencia comienza con un término canalizado de calizas *packstone* bioclásticas y oolíticas y un término superior de calizas *mudstone*.

Se reconocen en esta unidad bioconstrucciones de rudistas y fragmentos de bivalvos, rudistas, serpúlidos, equinodermos y ocasionalmente briozoos, ostrácodos, foraminíferos bentónicos (milíolidos, lituólidos, textuláridos y ataxophrágmidos) y en menor proporción foraminíferos planctónicos, algas dasycladáceas, gasterópodos y *pellets* de crustáceos (Favreina). En la serie de Andaluz, el estudio micropaleontológico indica el siguiente contenido faunístico: *Dicyclina schlumbergeri* MUN.-CHALM.; *Idalina antiqua* SCHLUMB. y MUN.-CHALM.; *Quinqueloculina* sp.; *Abrardia* sp.; *Ataxophragmium* sp.; *Valvulammina* sp.; *Rotalia* sp.; *Spirocyclus* sp.; *Dictyopsella* sp.; *Lacazina cf. elongata* MUN.-CHALM.; *Rotalia cf. reicheli* HOTT.; *Cuneolina* sp.; *Vidalina? hispanica* SCHLUMB.; *Discorbis* sp.; *Rotalina* sp. Por correlación con áreas vecinas y teniendo en cuenta la anterior asociación, se data esta formación como Coniaciense terminal-Santoniense (FLOQUET et al., 1.982).

La sedimentación, por las características descritas, tuvo lugar en un cinturón de alta energía con un predominio de las barras sobre los canales y donde los techos de las barras están sometidas habitualmente a la acción del oleaje y ocasionalmente a tormentas.

La Formación Calizas de Hontoria del Pinar sólo aflora aparece al NO de la Hoja en el afloramiento de La Muela. Aunque no se observa la base, en el río Ucero (en la Hoja de Burgo de Osma, 377), se dispone en contacto neto sobre la Formación Calizas nodulosas de Hortezielos y pasa hacia el N, en cambio lateral de facies, hacia Formación Calizas y dolomías de Castrojimeno. En la serie realizada en La Muela se han medido 33 m de potencia.

Su litología es de calizas *packstone* y *grainstone* bioclásticas, a veces intraclásticas y ocasionalmente *wackestone*, de color rosa y beige, ligeramente nodulosas en algunos tramos, en capas de 25-60 cm, generalmente muy recristalizadas y mal estratificadas.

Tienen, como en los casos anteriores, abundantes *ripples* de oscilación, estratificación cruzada planar y ocasionalmente de surco. También son frecuentes costras ferruginosas, láminas rotas y *tepees*.

Sólo se reconoce un tipo de secuencia (Fig. 3) que en la base está formada por calizas *wackestone* y ocasionalmente *mudstone* bioclásticas y de *pellets*, predominando en ellas los miliólidos; hacia el techo pasan a calizas *packstone* bioclásticas e intraclásticas con morfología de barra y estratificación cruzada planar y ocasionalmente en surco. La parte superior de la secuencia presenta retoques por oleaje y termina en costras ferruginosas y a veces láminas rotas y *tepees*.

En esta unidad se reconocen restos de miliólidos, fundamentalmente *Lacazina*, bivalvos (rudistas), equínidos, briozoos y ostrácodos. El contenido fósil de las muestras recogidas en la serie de La Muela muestra la siguiente asociación: *Lacazina?* sp.; *Lacazina cf. elongata* MUN.-CHALM.; *Abrardia cf. mosae* (HOFK.); *Rotalia* sp.; *Quinqueloculina* sp.; *Idalina, R* sp.; *Cuneolina cf. pavonia* D'ORB.; *Pseudobedomia?* sp.; *Accordiella?* sp. Algas: *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAIN.). Por correlación estratigráfica, y teniendo en cuenta los fósiles determinados, se da una edad Coniaciense-Santoniese a Santoniense superior.

La sedimentación tuvo lugar en una plataforma interna protegida, desarrollándose sobre un ambiente submareal protegido (*lagoon*) por barras bioclásticas, cuyo techo era retocado por el oleaje y que ocasionalmente llegó a emerger.

1.1.3. Formación Calizas de Burgo de Osma (3). Santoniense superior-Campaniense

Esta unidad aflora en el SO de la Hoja (Anticlinal de Andaluz) y en el NO (La Muela). Su contacto con las unidades inferiores suele ser normal o transicional.

Litológicamente está constituida por *bafflestone* de rudistas en capas de unos 80 cm de espesor, alternando con calizas *grainstone* y *packstone* bioclásticas de colores grises y rosas.

Presenta *ripples* de oscilación y raramente estratificación *hummocky* y cruzada planar. Hacia el techo son frecuentes las laminaciones de algas y a veces costras ferruginosas con grietas de

deseccación asociadas.

La secuencia (Fig. 3) más característica está constituida por *bafflestone* de rudistas en la parte inferior, sobre la que se encuentran calizas *grainstone* con *ripples* de ola y ocasionalmente estratificación *hummocky*.

En esta unidad lo más característico desde el punto de vista orgánico son las bioconstrucciones de rudistas, que oscilan entre 50 cm-1 m y raramente pueden llegar a los 2 m de altura. Además se reconocen restos de miliólidos (Lacazina), bivalvos, equínidos, ostrácodos, algas dasycladáceas y gasterópodos. En la serie de Andaluz (SO), el estudio de las muestras indica la presencia de: *Rotalia* sp.; *Rotalina* sp.; *Pseudocyclamina*? sp.; *Lacazina*? sp.; *Discorbis* sp. En la columna de La Muela (NO): *Dictyopsella* sp.; *Abrardia* cf. *mosae* (HOFK.); *Dictyopsella* cf. *kiliani* MUN.-CHALM.; *Accordiella* cf. *conica* FAR.; *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB.; *Dicyclina*? sp.; *Quinqueloculina* sp.; *Rotalia* sp.; *Vidalina* cf. *hispanica* SCHLUMB.; *Spirocyclina*? sp.; *Cuneolina* sp.; *Lacazina*? sp.; *Idalina antiqua* SCHLUMB. y MUN.-CHALM.; *Discorbis* sp.; *Rotalina* sp. Algas. *Thaumtoporella parvovesiculifera* (RAIN.). En función de estos datos y por correlación con la Hoja de El Burgo de Osma (377), donde se estableció el estratotipo (FLOQUET *et al.*, 1.982), a esta formación se le asigna una edad de Santoniense superior-Campaniense basal.

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 por temporales, dando lugar a las calizas bioclásticas en la zona superior de las secuencias, las cuales en ocasiones llegan a emerger (Hoja de Burgo de Osma, 377), 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.

1.1.4. Cretácico superior (4). (Indiferenciado)

En este apartado se engloban todos los afloramientos del Cretácico en los cuales no existen características suficientes para englobarlos en una u otra formación (Arroyo de la Merendilla y estribaciones Sur de la Sierra de San Marcos).

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 la 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:

- UTS T₁: Paleoceno (su base puede pertenecer al Cretácico terminal) (Maastrichtiense).
- UTS T₂: Paleoceno-Oligoceno inferior.
- UTS T₃: Oligoceno (Sueviense-Arverniense).
- UTS T₄: Oligoceno-Mioceno inferior (Arverniense-Ageniense).
- UTS T₅ y T₆: Mioceno 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.
- UTS T₇: No se ha identificado con claridad, aunque probablemente corresponde a los materiales basales de la Facies «Páramo inferior».
- UTS T₈: Mioceno superior-Plioceno (Turolense-Rusciniense). Corresponde a la unidad cuyas facies terminales constituyen el Páramo inferior o Páramo 1.
- UTS T₉: Plioceno. Comprende los materiales que componen la secuencia del Páramo superior o Páramo 2.

1.2.1. Conglomerados poligénicos, areniscas y fangos (5). Oligoceno

Esta unidad aflora en el cuadrante NE de la Hoja. Sus relaciones con la unidad inferior no se observan, aunque en la vecina Hoja de Gómara (379) se dispone sobre las areniscas rojas del sistema fluvial de Los Rábanos-Ribarroya.

Su litología es de conglomerados, areniscas, arenas y arcillas.

Los conglomerados se presentan en bancos de 1 a 2 m de espesor y excepcionalmente alcanzan los 5 m. Son poligénicos, constituidos por cantos de cuarzo, cuarcita, areniscas y caliza. El porcentaje de unos y otros puede ser variable, llegando en alguno de los casos a ser mayoritarios los de caliza. El centil oscila entre 7-15 cm, aunque pueden existir cantos de hasta 22 cm. La medida más frecuente es de 2-3 cm o 10-12 cm. La matriz está formada por arena de grano grueso a muy grueso y, dependiendo de la proporción matriz-clastos, da texturas clasto y matriz soportadas indistintamente. La estructura es masiva. A veces se insinúa una estratificación horizontal o estratificación cruzada de surco.

Las areniscas tienen una potencia individual de 1-2 m y excepcionalmente de 4 a 5 m. Son de color amarillento y pardo-amarillento. Puede contener gravas y cantos dispersos o concentrados en niveles. Se disponen de forma masiva, o bien en dos tipos de secuencias: una en la que las areniscas con estratificación cruzada en surco están asociadas a conglomerados y otra en la que se suceden areniscas con estratificación cruzada en surco en la base y areniscas con estratificación cruzada planar en el techo.

Las arcillas aparecen culminando secuencias grandecrecientes de conglomerados y areniscas, en tramos con potencias de 0,5 a 1 m. Son arenosas, de color pardo rojizo y moteados más claros. Frecuentemente presentan nodulización, procesos edáficos y bioturbación intensa. El estudio de una muestra tomada en las proximidades de la localidad de Quintana Redonda, mediante difracción de Rayos-X, indica la siguiente composición: 15 % de cuarzo, 10 % de calcita, menos de un 5 % de feldespato potásico, 70 % de filosilicatos y menos de un 5 % de hematites. El agregado orientado de los minerales de la arcilla, señala una proporción del 75 % de mica arcillosa y un 25 % de caolinita.

La unidad ha sido caracterizada en dos puntos: Los Llamosos (Serie situada en el pueblo del mismo nombre) y Molino del Cubo (Situada antes de llegar al km 3 de la carretera que va desde Quintana Redonda a Cuevas de Soria, por un camino que sale a la derecha).

La potencia de la primera serie es aproximadamente de 260 m. En ella se observa una disposición en secuencias grandecrecientes que se inician por areniscas con bases erosivas, *lag* de cantos y estratificaciones cruzadas en surco y planares. El techo está formado por arcillas, aunque no siempre están presentes.

La potencia de la serie de Molino del Cubo es de 185 m. También corresponde a secuencias de canales y barras. Hacia el techo aumenta el contenido de arcillas e incluso se observan superficies de acreción lateral (*Point bar*) en areniscas y conglomerados poligénicos y facies de desbordamiento (*crevasse-splay*) en arenas de grano grueso a muy grueso, con laminación paralela de alto régimen de flujo y *ripples* hacia el techo. Estas secuencias culminan con arcillas.

El conjunto de estos materiales se puede interpretar como depósitos correspondientes a un sistema fluvial trenzado con predominio de canales de carga de gravas y arenas (*braided mixto*). Hacia el techo se pasa a canales correspondientes a un sistema fluvial de mayor sinuosidad (meandriforme) con superficies de acreción lateral (*point-bar*) y facies de desbordamiento (rotura de los *levees*).

El área fuente de estos materiales serían las unidades cretácicas detríticas y carbonatadas que constituyen el borde Norte de la cuenca de Almazán, como lo indican las paleocorrientes medidas, que señalan una dirección de aportes N-S. Debido a la ausencia de yacimientos de fósiles en esta Hoja, que permitan establecer dataciones precisas, se ha recurrido a la correlación litológica con formaciones atribuidas a la UTS T₃ de Hojas vecinas.

1.2.2. **Conglomerados calcáreos (6). Oligoceno-Mioceno inferior (Ageniense)**

Esta unidad aflora únicamente en el NE de la Hoja, en el núcleo de un sinclinal. Su relación con la unidad anterior no es clara; sin embargo, dada la diferencia de composición de sus cantos y la mayor proporción de conglomerados, se cree que puede existir una ruptura sedimentaria (paraconformidad) entre ambas.

Litológicamente son de cantos fundamentalmente calcáreos con algunos silíceos. La matriz es generalmente arenosa con algo de arcilla. El centil es de 18 cm, aunque puede disminuir de tamaño hacia el techo. Se disponen en canales con bases erosivas, pero también pueden aparecer totalmente masivos.

Las areniscas son menos frecuentes que en la unidad (5). Son de grano medio a muy grueso, tienen estratificación cruzada planar o de surco e incluso son masivas. Presentan bioturbación.

Las arcillas son de color rojo y pardo-rojizo y constituyen más del 50 % del total del tramo.

Esta unidad sólo se ha observado en la serie realizada en el Molino del Cubo, donde aflora en el núcleo de un sinclinal, con una potencia de 135 m.

Los materiales descritos encajan dentro de un modelo de sistema aluvial, en sus facies medias-distales tal como señalan sus características sedimentológicas y la elevada proporción de arcillas. Las paleocorrientes medidas y la naturaleza de los cantos de los conglomerados indican que los aportes proceden del N y su área fuente se situaría en las Formaciones Cretácicas de la vertiente Sur de la Sierra de la Demanda.

La edad asignada a esta unidad es Oligoceno-Mioceno inferior (Arverniense-Ageniense), por su posición estratigráfica se correlaciona este conjunto con la UTS T₄.

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

Estos materiales afloran en el Sur de la Hoja y continúan hacia el NE, donde se encuentran bajo sedimentos más modernos (Tajueco, Fuentepinilla, Osona, Matamala).

El contacto con los materiales inferiores no es visible, aunque en la Hoja de Gómara (379), se observa que esta misma unidad se apoya indistintamente sobre diferentes unidades, tanto del Paleógeno como del Neógeno.

Los materiales que la forman son areniscas, arcillas, y carbonatos. En la Hoja de El Burgo de Osma

(377) contiene, además, conglomerados mixtos.

Las areniscas son anaranjadas y ocre, de grano medio a muy grueso. Pueden tener englobados cantos silíceos (cuarcíticos y de areniscas) de 5-7 mm, constituyendo en ocasiones prácticamente un microconglomerado. En general, los cantos están dispersos dentro de la masa arenosa, aunque a veces pueden ordenarse en pequeños horizontes.

La estructura de las areniscas es masiva, con cicatrices de estratificación cruzada en surco y planar.

Pueden presentarse con morfología de barras o canales, con bases netas o erosivas, respectivamente. Las secuencias de canal son granodecrecientes, constituidas por areniscas, de grano muy grueso en la base (microconglomeráticas). Los canales a veces se amalgaman. En ocasiones existe una intensa bioturbación que borra toda estructura existente y da areniscas masivas con aspectos oquerosos o ruiniiformes.

Las arcillas son rojas, muy plásticas y tienen un alto contenido en arenas. Presentan caliches intercalados. El estudio de las muestras de arcillas recogidas en la serie realizada junto al pueblo de Matamala, mediante difracción de Rayos-X, indica la siguiente proporción de minerales: De un 30 a un 50 % de cuarzo; entre un 10 y un 20 % de calcita; de un 5 a un 10 % de feldespato potásico, y filosilicatos que oscilan entre un 30-50 %. El estudio del agregado orientado de los minerales de la arcilla señala una proporción de un 85 % de mica y un 15 % de caolinita.

Los carbonatos constituyen el techo de esta unidad. Tienen colores blanquecinos y su espesor varía desde unos 20 m hasta su práctica desaparición por acuñaamiento lateral, llegando a convertirse en una delgada costra.

Se ha realizado una serie parcial en Matamala de Almazán (SE de la Hoja), con una potencia de 28 m. En ella se ven secuencias granodecrecientes que comienzan por areniscas de grano grueso con base erosiva y lag de cantos, continúan con areniscas de grano medio y finalizan con arcillas rojas. Los términos arenosos presentan estratificación cruzada de surco.

Los materiales de esta unidad pueden interpretarse como típicos de un abanico aluvial en sus facies medias, correspondiendo los carbonatos a depósitos lacustres.

Esta secuencia tectosedimentaria que culmina con los depósitos carbonatados lacustres se identifica como la UTS T₈ (Mioceno-Plioceno inferior) es decir, la UTS correspondiente al «Páramo inferior».

1.2.4. Conglomerados calcáreos, arcillas rojas y calizas (8). Plioceno

Esta unidad aflora en el cuadrante NO de la Hoja. Se dispone paraconformemente sobre la unidad areniscas, conglomerados mixtos, arcillas y carbonatos (7). Los materiales que la componen son conglomerados, arcillas y calizas.

Los conglomerados son de tonos anaranjados, están formados por cantos exclusivamente calcáreos muy redondeados, su centil es de 25 cm y tienen matriz arenosa y cemento calcáreo.

Aparecen en ocasiones muy cementados y con textura granosostenida; otras veces la textura está sostenida por una matriz arcillosa roja y el cemento es inexistente. Son masivos, sin ninguna estructura aparente. Se pueden presentar con una morfología de barras, con bases netas, o bien en cuerpos granodecrecientes con bases erosivas y morfología de canal.

Las arcillas son rojizas y contienen niveles de cantos calcáreos.

Las calizas son muy oquerosas, anaranjadas, con porosidad fenestral y cierta recristalización. Forman estratos de base neta que se acuñan lateralmente o pasan a conglomerados. Presentan un ligero tableado que en ocasiones queda enmascarado por una intensa bioturbación causante del aspecto oqueroso y ruiforme que se observa en afloramiento.

Se ha realizado una columna estratigráfica en las proximidades de Monasterio (N de la Hoja). Se trata de una serie de 50 m de potencia en la que se observan cuerpos de conglomerados intercalados en arcillas rojas, que pueden tener a su vez cantos calcáreos englobados. Hacia el techo de la serie las arcillas son más abundantes y se observan restos de raíces y caliches.

Estos materiales se pueden interpretar como correspondientes a depósitos de abanico aluvial en su facies media. Teniendo en cuenta la naturaleza de los cantos, el área fuente se situaría en el Cretácico calcáreo de la Sierra de la Demanda.

La ausencia de contenido faunístico impone como criterio de datación su posición estratigráfica y correlación con la UTS T₉ (Plioceno).

1.2.5. Conglomerados mixtos y arcillas (9). Plioceno

Esta unidad aflora en el extremo Noroccidental de la Hoja y también bajo la unidad de cantos silíceos situada en el centro, constituyendo, por tanto, una banda alrededor de la misma.

Se dispone paraconformemente sobre la unidad de areniscas, arcillas y carbonatos (7), y es cambio lateral y techo de la unidad conglomerados calcáreos (8).

Desde el punto de vista litológico, está constituida por conglomerados poligénicos y arcillas ocreas.

Los conglomerados presentan entre un 40 y un 60 % de cantos calcáreos redondeados, con un centil de 15 cm. El resto de los clastos está constituido por cantos silíceos (cuarcitas y areniscas), subredondeados y con centil de 20 cm. La matriz es arenosa y el cemento calcáreo.

Presentan bases netas, pero no se observan estructuras internas, ni granoselección. Tienen textura matriz-sostenida y en ocasiones presentan una fuerte cementación. Estos niveles pueden tener de 1 a 3 m de potencia individual y se hallan intercalados en un conjunto arcilloso ocre.

Los rasgos sedimentológicos observados indican que estos depósitos corresponden a abanicos aluviales en sus facies medias.

Se asigna una edad Plioceno al atribuirse a la UTS T₉ por las mismas razones que la unidad cartográfica (8), de la que es cambio lateral.

1.2.6. Calizas del páramo (10). Plioceno

Aparecen en el N del cuadrante NO de la Hoja. Se superponen discordantemente sobre los conglomerados calcáneos (8).

Su litología es de calizas grises o blancas, con aspecto masivo o noduloso. Tienen porosidad fenestral, fragmentos de gasterópodos y oncolitos que a veces pueden poseer un diámetro de hasta 1 cm.

Son cuerpos que se acuñan lateralmente, en ocasiones tienen bases onduladas y se disponen sobre margas blancas. Sin embargo, también pueden aparecer sobre arcillas rojizas con un alto contenido en arenas y con abundantes costras calcáneas.

Su génesis se puede interpretar como correspondiente a la colmatación de áreas lacustres, con unas etapas iniciales de mayor aporte terrígeno (arcillas y margas) y una posterior colmatación por las calizas.

Su edad se supone Plioceno al constituir el término carbonatado con que culmina la secuencia tectosedimentaria que se identifica como la UTS T₉.

1.3. PLIOCUATERNARIO

1.3.1. Cantos silíceos sueltos y arenas (11)

Estos materiales afloran en la parte central y en los márgenes E y O de la Hoja. Se disponen con una cierta pendiente deposicional hacia el S y en discordancia sobre unidades más antiguas.

La composición litológica es de un conglomerado poco cementado o con los cantos totalmente sueltos. Los cantos son redondeados, de naturaleza silícea (cuarcítica y areniscosa), heterométricos, con un centil de 12 cm y un tamaño medio dominante de 3-4 cm. La matriz es de arenas gris-ocres, algo arcillosas, y la textura es matriz-sostenida.

Por sus características texturales se puede pensar que el emplazamiento de estos materiales ha tenido lugar mediante un transporte en masa del tipo *debris flow*, en el que la arcilla ha desaparecido en gran parte por lavado posterior. Corresponden a facies proximales de un abanico aluvial.

La edad es incierta. Su atribución al intervalo de tiempo Plioceno-Cuaternario responde al hecho de estar situada sobre depósitos del Plioceno inferior y bajo materiales cuaternarios.

1.4. CUATERNARIO

En esta Hoja los materiales cuaternarios están representados principalmente por los depósitos fluviales correspondientes al río Duero (Sur de la Hoja) y sus principales afluentes: el río Izana y el río Fuentepinilla.

El resto está representado por depósitos pertenecientes a áreas endorreicas, coluviones y un sistema de varios glaciares que, encajándose unos en otros, sirven de enlace entre las zonas más altas de interfluvio y más bajas del valle.

1.4.1. Arenas y arcillas con gravas, cantos de cuarcita y cuarzo (glaciares) (12). Pleistoceno-Holoceno

Se encuentran tapizando gran parte de la superficie de la Hoja, sobre todo el cuadrante SE.

Se disponen desde las cotas más altas a 1.134 m (Hoyopuerco), y 1.115 m (Horca) hasta enlazar con las terrazas bajas y medias del río Duero. Al menos existen 4 generaciones, que no han sido diferenciadas a nivel cartográfico, ya que es bastante difícil correlacionarlas con las terrazas del río Duero como consecuencia de la alta densidad de la vegetación en esta zona que enmascara los depósitos.

Están constituidos por cantos de naturaleza cuarcítica, areniscas y arcillas, equivalente a la composición de las terrazas, pero con su estructura interna menos organizada. En algún punto es posible observar acumulaciones de cantos, constituyendo lentejones e incluso algunos rellenos de fondo de canal, aunque nunca bien definidos.

Al conjunto se le asigna una edad Cuaternaria s. l. por encontrarse generalmente sobre depósitos pliocuaternarios y al no poderse establecer una correlación con las terrazas.

1.4.2. Cantos y gravas de cuarcita con matriz arcilloso-arenosa (abanico aluvial) (13)

Aflora al N de la Hoja en el cuadrante NE. Tiene medianas dimensiones y se encuentra sobre los sedimentos neógenos.

Litológicamente está constituido por gravas cuarcíticas con una matriz arenosa-arcillosa de color rojo.

Su edad sólo se puede estimar por su posición estratigráfica y por el grado de conservación de su morfología. Se atribuye al Plio-cuaternario.

1.4.3. Gravas, cantos de cuarcita y cuarzo con matriz arenosa (terrazas) (14)

Pertenecen principalmente al sistema fluvial del río Duero, aunque también se observan retazos de terrazas bajas a lo largo de la margen izquierda del río Izana. Afloran, por tanto, en el Sur de la Hoja. Las terrazas tienen diferentes alturas con respecto al cauce actual del río. Sus cotas relativas son: +1-7 m, +10-12 m, +15-18 m, +20-25 m, +30 m, +35-40 m, +45-50 m, +55-60 m y +65-68 m.

Su litología es bastante homogénea, aunque con ligeras variaciones entre los depósitos más antiguos y los más modernos.

Las terrazas altas (de +55-60 m) sólo afloran en pequeños retazos en la esquina SE de la Hoja. Están constituidas por cantos de naturaleza cuarcítica, apareciendo cantos dispersos de cuarzo y areniscas silíceas rojas. El tamaño medio está comprendido entre 2-6 cm, siendo el tamaño máximo observado «in situ» 24 cm. La matriz es arenosa con tamaño medio-grueso, siendo el contenido en arcilla muy bajo.

Las terrazas medias (entre +20-60 m), también son mayoritariamente cuarcíticas (90 %). El tamaño medio de los cantos está comprendido entre 3-7 cm y el tamaño máximo de 28 cm. Hay un contenido más alto de arcilla, no superior, sin embargo, al 15 %.

Las terrazas bajas (+1-20 m), están bien representadas en la mitad O del borde Sur y a lo largo de la margen izquierda del río Izana. Litológicamente están constituidas por cantos cuarcíticos, pero se acusa un aumento en la proporción de cuarzo, cantos de microconglomerado y areniscas rojas. También aparecen esporádicos cantos negros y de pizarras silíceas. El tamaño medio presenta dos modas, una entre 3-5 cm y otra entre 5-7 cm, con un tamaño máximo que supera los 30 cm. La matriz es arenosa gruesa con escasa proporción de arcillas, siempre inferior al 10 %.

La morfología de los cantos sufre una variación acusada desde los niveles de terraza altos a los más recientes. 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 (como se observa en las proximidades de Taina del Escobar, margen izquierda del río Izana) y el grado de redondeamiento disminuye, variando de subanguloso a subredondeado. Sin embargo, es necesario destacar que la litología de los elementos granulares influye en la morfología; así, en las terrazas más bajas el alargamiento de los cantos se da en aquellos de naturaleza cuarcítica, manteniendo los de cuarzo la esfericidad característica de las terrazas más antiguas.

En los afloramientos mejor conservados (proximidades Taina del Escobar) (SE de la Hoja), se pueden observar estratificaciones cruzadas planares, cantos que se disponen con una cierta ordenación y dan imbricaciones, morfologías de barras y rellenos de canal con bases erosivas y *lag* de cantos.

La edad asignada abarcaría desde el Pleistoceno al Holoceno.

1.4.4. Limos grises, arcillas y arenas con cantos (zonas endorreicas) (15)

Estos depósitos afloran en el cuadrante NO de la Hoja y presentan una cierta alineación.

Litológicamente están constituidos por arcillas y arenas con cantos, tienen texturas muy finas y tonalidades grises y negruzcas.

El endorreísmo de esta Hoja es algo diferente al de la Hoja de Almazán, que se encuentra instalado sobre terrazas bajas o sobre el Páramo, aquí, sin embargo, se instala en el fondo de algunos valles, casi en zonas de cabecera.

El origen de estos fondos indica un mal drenaje, pero el hecho de que presente una cierta

alineación podría hacer suponer la existencia de algún movimiento de bloques, dejando un área ligeramente hundida según una dirección NE-SO, preferentemente.

1.4.5. **Arenas, cantos y arcillas (conos de deyección) (16)**

Estos depósitos son bastante frecuentes en la Hoja, sobre todo a lo largo del río Izana.

Su litología es variable, dependiendo del área fuente; lo normal es que estén formados por arenas, escaso porcentaje de arcillas y algún nivel de cantos silíceos (fundamentalmente cuarcíticos), alguno de cuarzo y esporádico de caliza.

El color suele ser pardo, pardo-rojizo y pardo-marrón. Los espesores varían entre 3-5 m, pero en las zonas apicales pueden llegar a alcanzar 7-8 m.

Las dimensiones son generalmente reducidas, en general de carácter hectométrico, debido posiblemente a la escasa capacidad de transporte de los arroyos que los han originado.

La edad atribuida es Holoceno, aunque alguno de ellos es activo.

1.4.6. **Limos, arenas y gravas dispersas (llanura de inundación) (17)**

Están localizadas en los afluentes más importantes del río Duero, río Fuentepinilla y río Izana.

La llanura de inundación del río Fuentepinilla tiene un mayor desarrollo, con una anchura media entre 0,5-1 km y una cota comprendida entre 1-4 m sobre el cauce actual.

La del río Izana ofrece similares características, pero sólo se desarrolla en la parte cercana a su desembocadura con el río Duero, pues a partir del Apeadero de Matamala y hacia el N, se encaja algo más y sus depósitos pasan a tener características de aluvial de cantos.

Litológicamente se caracterizan por tener arenas limosas, con niveles de cantos y cantos dispersos.

Las arenas están medianamente calibradas y son en su mayor parte de cuarzo. El color es marrón grisáceo y los espesores no superan los 5-6 m.

1.4.7. **Arenas, gravas y arcillas (fondos de valle) (18)**

En este apartado se incluyen depósitos de los fondos de los pequeños arroyos y cauces que tapizan las partes más bajas del valle y que se han originado al depositarse los materiales erosionados y arrastrados por los mismos, aunque también se encuentran mezclados en algunas ocasiones, con aportes laterales procedentes de las laderas.

Están formados por cantos cuarcíticos, pero aquellos que proceden de las calizas mesozoicas tienen una importante cantidad de elementos calcáreos. La morfología de los cantos es ligeramen-

te alargada, variando de subangulosos a redondeados. La matriz es arenoso-arcillosa.

1.4.8. **Arcillas, arenas, gravas y cantos angulosos (coluviones) (19)**

Estos depósitos tapizan la base de la mayoría de los relieves que aparecen en la Hoja y son bastante numerosos. Se pueden distinguir los coluviones procedentes de materiales terciarios, donde la litología es similar a la de los conos de deyección, pero con una estructura interna más caótica y con menos espesor. Por otro lado están los derivados de materiales cretácicos; un ejemplo muy representativo es el de la ladera N del anticlinal de Andaluz.

Su litología es de cantos de igual composición que el sustrato del que proceden, muy angulosos, de gran heterometría y prácticamente sin matriz. La potencia varía entre 2 y 4 m.

2. TECTÓNICA

2.1. DESCRIPCIÓN MACROESTRUCTURAL

La Hoja de Quintana Redonda se sitúa en el sector centro-septentrional de la cuenca de Almazán y se encuentra ocupada esencialmente por materiales neógenos y cuaternarios. Los terrenos más antiguos son los paleógenos aflorantes en el cuadrante NE de la Hoja, en torno a la propia localidad de Quintana Redonda y los pertenecientes al Cretácico superior, que aparece en dos contextos distintos: *a)* una estrecha franja situada en el límite Norte de la Hoja, entre Monasterio y Nafría de Llana, correspondiente al borde de la Sierra de San Marcos, y *b)* pequeños enclaves aislados en el interior del Neógeno (N de La Muela, NE de Escobosa de Calatañazor y Andaluz).

El Paleógeno de Quintana Redonda se encuentra afectado por un sistema de pliegues flexurales muy constantes en cuanto a escala, orientación y estilo. Presentan longitudes de onda en torno a 1 km y trazas axiales que en algún caso se prolongan hasta casi una decena de kilómetros. La orientación de sus ejes está comprendida entre 090 y 100. Puede reconocerse en ellos una cierta vergencia hacia el Norte, por cuanto que los flancos septentrionales de los anticlinales buzanan siempre más (hasta 45-50°) que los meridionales (entre 10 y 20°). El sistema consta, esencialmente, de tres parejas anticlinal-sinclinal que se emplazan, respectivamente y de N a S, a la altura de Los Llamosos, junto a Quintana Redonda y al N de Tardelcuende. El anticlinal y el sinclinal de Tardelcuende tienen ejes menos continuos y, a juzgar por la disposición espacial de las capas afectadas, también una marcada inmersión hacia el O. Tanto al E como al O del valle estos pliegues aparecen fosilizados por el Neógeno.

La franja del Cretácico correspondiente al borde meridional de la Sierra de San Marcos presenta una estructuración general E-O con, al menos, un anticlinal y un sinclinal de esa dirección, fácilmente observables en fotografía aérea, cortados por el Barranco de Fuenteberros al E de Nafría la Llana.

El Cretácico situado al N de La Muela presenta un cierto aire de anticlinorio, con dos ejes antiformes cerca de sus límites Norte y Sur y un sinclinal intermedio cuya charnela se atraviesa aproximadamente en el kilómetro 33 de la carretera entre Nafría y La Muela. Los pliegues se orientan próximos a E-O y vergen ligeramente hacia el N, alcanzando los buzamientos más altos (unos 40°) en su borde septentrional.

En Andaluz aparece otro anticlinal aislado, de amplitud hectométrica y longitud kilométrica, afectando a las calizas del Cretácico superior. La sobreimposición del río Fuentepinilla deja ver un corte muy claro de la estructura junto a esa localidad. También en este caso la orientación del eje es E-O y el buzamiento del flanco Norte (45°) es algo mayor que el del flanco Sur (25°). El extremo oriental de su trazado cartográfico parece corresponder a un cierre periclinal simple fosilizado por los depósitos neógenos, en tanto que el extremo occidental aparece complicado por la presencia de dos fallas, una NE y otra NO, que lo cortan originando cambios bruscos en la orientación de las capas.

En el pequeño enclave cretácico situado entre Rioseco y Escobosa de Calatañazor se han observado las capas buzando casi monocionalmente unos 25-30° hacia el NNO sin describir ninguna estructura

particular y cubiertas en discordancia angular por las arcillas rojas miocenas.

Los materiales neógenos permanecen en toda la Hoja prácticamente sin ninguna deformación. Ya se ha señalado que muchos de los pliegues E-O descritos se encuentran fosilizados por ellos. Quizá no debe descartarse completamente que en alguno de sus contactos con flancos relativamente abruptos puedan las capas encontrarse ligeramente inclinadas. Sin embargo, resulta difícil reconocer la estratificación en las Facies Neógenas arcillosas inmediatas a los contactos (tal ocurre, por ejemplo, en el anticlinal de Andaluz), y lo cierto es que, al alejarse sólo unas pocas decenas de metros, se encuentran ya capas horizontales. Puede concluirse, por tanto, que el plegamiento de dirección E-O es esencialmente de edad Paleógena.

La serie neógena horizontal se dispone a veces en *onlap* sobre las estructuras mesozoicas, siendo localmente las calizas de Facies Páramo que la coronan las que reposan sobre el Cretácico o se adosan a él. La superficie de colmatación de la cuenca, representada por el techo de estas calizas de Facies Páramo, enlaza nítidamente con la superficie de erosión que se extiende ampliamente por toda el área, arrasando las estructuras de plegamiento. Se trataría de la llamada superficie de erosión fundamental de SOLÉ SABARIS (1.978), que en esta Hoja se sitúa siempre alrededor de la cota 1.050 m. En la figura 4 se representa un esquema panorámico del arranque de dicha superficie de erosión a partir del relieve residual de la Sierra de San Marcos y su enlace con el techo de las calizas terminales del sector de Monasterio.

Las calizas de Facies Páramo se presentan prácticamente indeformadas, al igual que el conjunto de toda la serie neógena. Sin embargo, cabe destacar en ellas, aparte de una cierta fracturación de escala métrica, que se comentará en el apartado siguiente, un suave sinclinal que describen las capas de la localidad de La Muela, con buzamientos de hasta 10° y un eje de orientación aproximada ENE.

2.2. ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL

Dentro de esta Hoja se han tomado y analizado datos de microestructuras frágiles (estilolitos, juntas de extensión y microfallas) en tres estaciones localizadas en calizas cretácicas, con el fin de reconstruir los estados de paleoesfuerzo que caracterizan la evolución tectónica alpina (estaciones 1, 2 y 3). Para dicho análisis se han utilizado métodos estadísticos tanto de tipo analítico (ETCHECOPAR *et al.*, 1.981) como gráfico (diagrama y-R de SIMÓN GÓMEZ, 1.986). Asimismo, en otras dos estaciones (4 y 5) se ha procedido a la medición de las fracturas que afectan a las capas terminales del Neógeno de Facies Páramo. Los resultados de todas ellas se recogen en la figura 5 y en los anexos 1, 2 y 3.

La estación 1 (Andaluz) comprende dos afloramientos situados, respectivamente, en los flancos Norte y Sur del anticlinal de Andaluz, correspondiendo a sendas canteras abiertas en las proximidades de esta localidad. Los picos estilolíticos medidos se agrupan en dos máximos: uno próximo a N-S, que únicamente se registra en el flanco Sur, y otro ESE, que aparece mayoritariamente en el flanco Norte, pero que también tiene cierta representación en el otro (ver Fig. 5).

Se han medido asimismo en ambos afloramientos una serie de microfallas direccionales, que

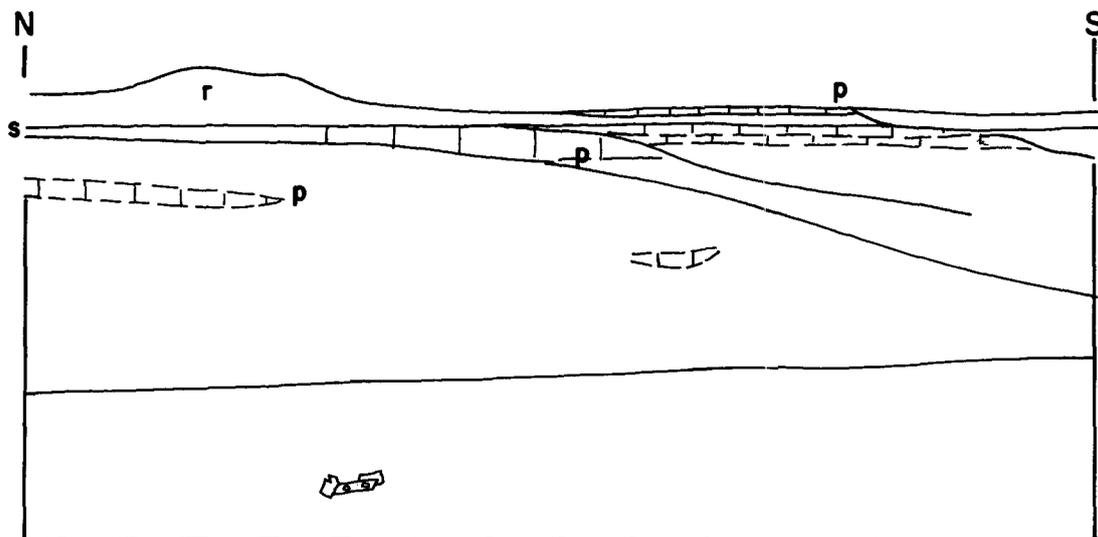


Fig.-4 Panorámica de la superficie de la erosión fundamental (s) del área de Nafria-Monasterio, arrancando de los relieves residuales (r) de la Sierra de San Marcos y enlazando con los niveles carbonatados de facies Páramo (p) que coronan la Neógena. Coordenadas UTM: 30TWM18110.

tienen rumbos NNO y NNE en el Sur y más variables en el Norte. El análisis de las mismas no proporciona, en ninguno de los dos casos, soluciones muy satisfactorias; en el primero, debido a que no existe suficiente variedad de fallas implicadas (prácticamente todas son dextrales), y en el segundo, por ser su número muy escaso. El intento de posición actual como «desplegando» las capas no aporta ninguna mejora, puesto que las fallas de uno y otro siguen, tendiendo a agruparse en soluciones distintas. No obstante, sí resulta claro que las fallas medidas en el flanco Norte son compatibles con la misma compresión 100 que indican los estilolitos (ver anexo 1), y que los dextrales del flanco Sur lo serían con una compresión aproximada NE, distinta de la N-S que se infiere de la otra familia de estilolitos y del propio pliegue E-O. Existen algunos indicios, aunque no muy concluyentes, que sugieren que la compresión NE fue anterior a la N-S: a) en una falla de dirección 024 se encuentran estrías sinestrales que parecen superpuestas a otras dextrales; b) en tres de los planos próximos a N-S las estrías dextrales son cubiertas por una drusa de calcita que sugiere su apertura como juntas de extensión bajo un estado de esfuerzo con σ_3 próximo a E-O.

La estación 2 (Rioseco) se sitúa en un pequeño afloramiento de calizas cretácicas en la confluencia de los arroyos del Pozo y de la Merendilla, unos 3 km al Sur de Rioseco. Si bien en dicho afloramiento no se reconocen pliegues completos, la estratificación presenta un buzamiento medio de unos 27° al Norte, que muy probablemente se debe a la acción del plegamiento E-O descrito en el apartado anterior. Se ha medido una población de microfallas de componente principal direccional y rumbos dominantes N-S y E-O, así como algunos picos estilolíticos subhorizontales en torno a 045. El análisis de las fallas no arroja, desgraciadamente, resultados muy claros, probablemente debido a la existencia de una cierta simultaneidad entre su movimiento y el desarrollo de los pliegues. El diagrama y-R realizado para las capas en su posición actual no es interpretable. En cambio, abatiendo la estratificación a la horizontal se obtiene una solución aceptable que indica una compresión próxima a 020, más tarde corroborada por el método de ETCHECOPAR (σ_1 026, 28N, σ_3 109, 11W; R = 0.91). La actuación de esta compresión debe ser considerada anterior a la inclinación de las capas (y, por tanto, probablemente, al plegamiento).

Otras dos soluciones señalan compresiones de dirección 018 y 036 con inmersión Sur. Éstas son, en realidad, un tanto confusas y explican grupos de fallas no absolutamente excluyentes entre sí ni con la primera mencionada; sin embargo, la existencia, en tres de los planos observados, de dos direcciones distintas a estrías de fricción, compatible cada una con diferentes soluciones, apoya la existencia de varios estados de esfuerzo diferenciados. Estas dos últimas soluciones serían probablemente postplegamiento, y la segunda de ellas es perfectamente coherente con la familia de picos estilolíticos, lo que le confiere un mayor grado de verosimilitud. En uno de los planos se ha observado la superposición de estrías compatibles con estas dos últimas soluciones sobre otras compatibles con la primera, lo cual apoya la secuencia cronológica propuesta.

La estación 3 (La Muela) se sitúa en el borde Sur del Cretácico plegado que aflora junto al Oeste de esa localidad, en capas que buzanan entre 10 y 25° hacia el SSE. Existen en ella picos estilolíticos de dirección media 020, compatibles con grandes juntas de extensión subverticales de similar dirección, y compatibles, también, con la dirección de acortamiento que indican los pliegues. Sin embargo, la población de fallas medida arroja dos soluciones que corresponden a sendos estados compresivos de direcciones 050 y 143, respectivamente. La primera no se encuentra lejana de

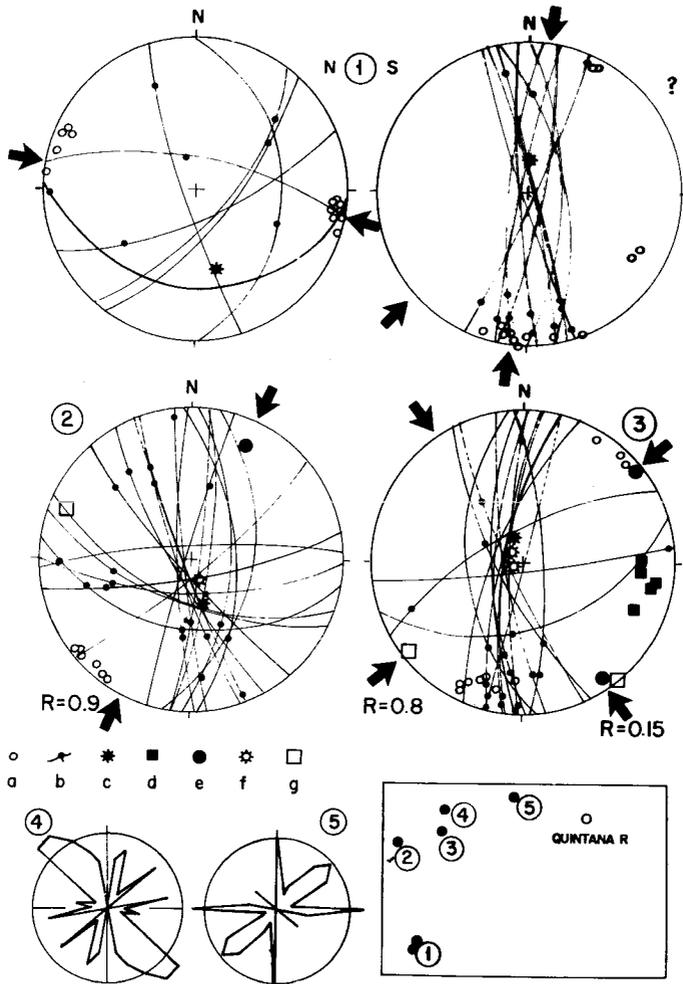


Fig.-5 Resultados del análisis de microestructuras frágiles. Estaciones: 1: Andaluz (Coordenadas UTM: dominio Andaluz 1- flanco norte del anticlinal- 30TWL158974; dominio Andaluz 2- flanco sur del anticlinal- 30TWL157968) 2: Rioseco (30TWM139070) 3: La Muela (30TWM182088). 4: Nafria (30TWM185110) 5: Monasterio (30TWM255120) Símbolos: Pico estilítico. 2: Ciclográfica y estría de falla, con indicación del sentido de movimiento del la bio superior. 3: Polo medio de la estratificación. 4: Polo de extensión. 5: Eje de esfuerzo máximo σ_a inferido del análisis estadístico de fallas. 6: Eje de esfuerzo intermedio σ_b 7: Eje de esfuerzo mínimo σ_c R. es el valor de la relación de esfuerzos ($\sigma_b \cdot \sigma_c$) ($\sigma_a \cdot \sigma_c$) Las flechas indican las direcciones de compresión in feridas tanto a partir de fallas como de estilolitos. Para las estaciones 4 y 5 se representan sendos diagramas en rosa de las fracturas. El radio de la circunferencia representa 5 fracturas.

la dirección de algunos de los picos estilolíticos medidos (040 y 046) y, a juzgar por las superposiciones de estrías observadas en dos planos, debe de ser posterior a la compresión 143. Uno de tales planos, además, forma parte de la familia de grandes juntas de extensión; en él se observa cómo la drusa de calcita asociada a su apertura extensiva (compatible con la compresión próxima a N-S) es posterior a la estriación dextral compatible con la compresión 050. La secuencia de eventos en este plano (fallas 8, 9 y 10 en el anexo 3) parece reflejar, por tanto, la siguiente sucesión de direcciones de compresión: 1.º) 143, 2.º) 000 a 020, 3.º) 050.

La fracturación que afecta en diversos puntos a las calizas de Facies Páramo ha sido analizada en las estaciones 4 (Nafría) y 5 (Monasterio). En cada una de ellas se han medido unos 40 planos de fractura sin síntomas de desplazamiento, cuyos diagramas en rosa aparecen en la figura 5. Las familias principales que se observan en una y otra son perpendiculares entre sí: direcciones medias 140 y 050, respectivamente. Aparte de éstas, existen en ambos casos familias menos relevantes en torno a N-S y E-O.

2.3. INTERPRETACIÓN TECTÓNICA

El rasgo estructural más destacable de la Hoja de Quintana Redonda lo constituyen los pliegues E-O a ESE que aparecen en diversos puntos afectando tanto al Paleógeno como a los enclaves de calizas del Cretácico superior (haciendo aflorar éstas 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 todas las estaciones analizadas. La edad de los pliegues parece esencialmente paleógena: afectan a los materiales de este período y aparecen siempre discordantes bajo los depósitos 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). No parece que el suave sinforme que afecta a las calizas neógenas de Facies Páramo de La Muela esté relacionado verdaderamente con este sistema de pliegues.

Se han registrado también otras dos direcciones de compresión, detectadas únicamente por microestructuras frágiles:

a) Una, muy local, 140, que parece anterior a la N-S. También se detecta en Hojas vecinas (Almazán, 406, y Berlanga de Duero, 405) con la misma relación cronológica, así como en todo el ámbito de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (ÁLVARO, 1.975; CAPOTE *et al.*, 1.982).

b) Otra NE, detectada aquí en las tres estaciones analizadas, y que parece posterior a la N-S. Al menos eso es lo que indica la información microestructural de Rioseco y La Muela, así como la procedente de otros puntos de las Hojas vecinas de Berlanga de Duero (405) y El Burgo de Osma (377). Algún indicio de secuencia cronológica en sentido contrario, como el hallado en la estación Andaluz, es muy puntual y bastante menos sólido. Caso de ser realmente posterior a los pliegues E-O, la edad de esta compresión podría entrar ya en el Neógeno. Sin embargo, su intensidad en ese área no debió de ser muy grande, ya que no produjo ningún tipo de macroestructura.

Este esquema de evolución tectónica contrasta con 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 (350) llega a producirse el tránsito prácticamente continuo entre estas direcciones estructurales.

Durante, al menos, la mayor parte del Neógeno predomina en la región un ambiente de calma tectónica, dentro del cual tiene lugar el desarrollo de la superficie de erosión que arrasa las estructuras de plegamiento y es correlativa de los niveles calcáreos de Facies Páramo que colmatan la cuenca de Almazán (superficie de erosión fundamental de SOLÉ SABARIS, 1.978). Las capas neógenas aparecen siempre horizontales en toda la extensión de la Hoja. Únicamente hemos de reiterar la existencia de la estructura sinforme laxa en La Muela y, como estructuras más penetrativas, los sistemas de fracturas sin desplazamiento que se observan a escala de afloramiento. Todas estas deformaciones deben de estar sin duda relacionadas con los procesos distensivos que caracterizan la evolución tectónica tardía de la Cordillera Ibérica y la Meseta. Si bien no es en esa Hoja donde más nítido aparece, existe en el conjunto de la cuenca de Almazán un patrón de fracturación conformado por parejas de familias mutuamente perpendiculares, y que coincide con el que se muestra en otros muchos puntos de la Cordillera Ibérica y de la Depresión del Ebro. Este patrón es característico de un régimen de distensión de tipo «radial» o «multidireccional» (σ_2 , σ_3 , ambos horizontales) (SIMÓN GÓMEZ, 1.989). Dentro de tal régimen, la aparición de fracturas extensivas según dos direcciones distintas y perpendiculares entre sí se explicaría por el intercambio de los ejes σ_2 y σ_3 , debido a la similitud de sus valores y a la redistribución de esfuerzos causada por la aparición de la primera familia de discontinuidades.

3. GEOMORFOLOGÍA

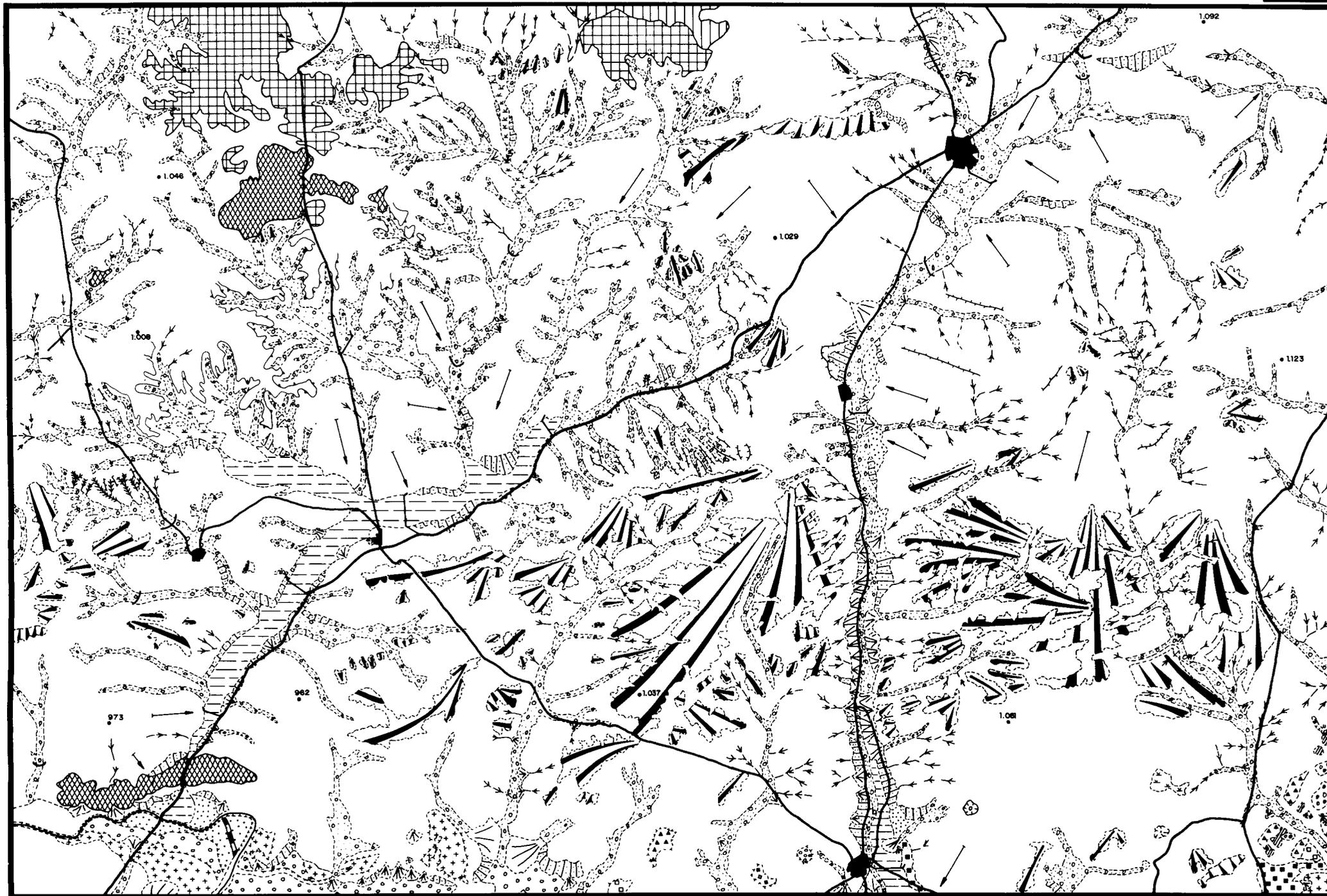
Desde el punto de vista geomorfológico, la Hoja de Quintana Redonda se ubica en el límite entre dos grandes unidades: por un lado, los relieves escarpados correspondientes a la Sierra de San Marcos (N de la Hoja, últimas estribaciones Sur de la Sierra de la Demanda), y por otro, el modelado relativo a los materiales terciarios del centro-Oeste de la cuenca de Almazán.

En general la mayoría de la Hoja está dominada por materiales terciarios y los cuaternarios derivados del río Duero (franja Sur de la Hoja).

Dentro de un contexto regional, su clima pertenece a dos tipos (PAPADAKIS, 1.961, 1.966): Mediterráneo templado fresco y Mediterráneo templado. Se caracterizan por temperaturas mínimas medias de 5,7° C y máximas de 18° C. La precipitación media anual es de 560 mm/año y la evapotranspiración es de 709 mm/año.

QUINTANA REDONDA

378
22 -15



LEYENDA

TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA

- 1061 Cota
- Curso de agua permanente

MORFOGENESIS

FORMAS FLUVIALES

- Fondos del Valle
- Conos de deyección
- Llanura de inundación

TERRAZAS

- +1-7 m.
- +10-12 m.
- +15-18 m.
- +20-25 m.
- +30 m.
- +35-40 m.
- +45-50 m.
- +55-60 m.
- +65-68 m.
- Valles en "V"
- Valles en "U"
- Valles en artesa
- Valles asimétricos
- Cárcavas
- Escarpe de terrazas
- Cauce abandonado

FORMAS ESTRUCTURALES

- Relieves residuales
- Superficie de erosión fundamental
- Replanos estructurales
- Escarpe estructural

FORMAS DE GRAVEDAD

- Coluviones

FORMAS POLIGENICAS

- Superficie del páramo
- Glacis
- Áreas endorreicas
- Crestas o pequeñas divisorias agudas

FORMAS ANTROPICAS

- Núcleo urbano
- Carretera

MORFOMECANICA Y MORFOMETRIA

- Incisión vertical
- Pendientes entre 0-8%
- Pendientes entre 8-15%
- Pendientes > 15%

ESCALA GRAFICA



REALIZACION CARTOGRAFIA MORFOLOGICA -
CABRA GIL P.
INTECSA-1.989

Los relieves más elevados se localizan en el cuadrante NE de la Hoja, con cotas de 1.134 m (Hoyopuerco) y 1.115 m (Horca). Otros relieves importantes están representados por los escasos afloramientos cretácicos (La Muela, 1.071 m; Andaluz, 1.023 m; Sierra de San Marcos, 1.110 m) y las superficies del Páramo situadas al N del cuadrante NO, con cotas que llegan hasta 1.080 m. Las zonas de menor altura se encuentran en el Sur de la Hoja, y concretamente en la esquina SO se alcanzan 900 m en las proximidades del río Duero.

La Hoja se va a tratar de analizar, teniendo en cuenta por un lado, las formas y depósitos derivados de la acción fluvial del río Duero y sus afluentes, y, por otro, el resto de formas derivadas de otros agentes externos e internos.

El río Duero transcurre con una dirección aproximada E-O desde Almazán hasta Andaluz. Tiene una trayectoria sinusoidal, y aunque entra en la Hoja de Quintana Redonda exclusivamente en la esquina SO, sus depósitos se distribuyen a lo largo de todo el borde Sur.

El sistema de terrazas está bastante completo, ya que se encuentran los niveles más altos en la esquina SE. Hay que citar la gran asimetría del río: en Almazán hay mayor desarrollo de terrazas en la vertiente N; sin embargo, en el extremo opuesto el esquema se invierte, tal vez debido a la presencia del anticlinal de Andaluz, originándose más niveles de terrazas en la vertiente Sur.

Generalmente, como en otros ríos españoles, las terrazas altas y medias aparecen colgadas, dejando ver el sustrato subyacente, mientras que las bajas pueden aparecer también colgadas o solapadas con poca diferencia de altura entre ellas. La conservación de los escarpes es función de la antigüedad, estando, por tanto, los escarpes de los niveles más altos suavizados al estar más degradados y bien conservados los niveles más bajos.

Si se analizan los afluentes más importantes del Duero en esta Hoja, el río *Fuentepinilla* discurre con dirección NE-SO y al ser bastante joven no tiene depósitos de terraza en sus márgenes; sin embargo, se desarrolla una importante llanura de inundación y otro tipo de depósitos como conos de deyección y coluviones. El río *Izana*, que recorre la Hoja de N-S, presenta terrazas exclusivamente en su margen izquierda y corresponden a los niveles más bajos. Es un dato de gran interés para demostrar la marcada asimetría de la red de drenaje en esta zona. Además, el trazado rectilíneo de ciertos tramos de los ríos hace pensar en la existencia de un control tectónico que condiciona su configuración.

A continuación, una vez analizada la morfología fluvial, se exponen las características morfológicas más destacadas, manteniendo en lo posible un orden cronológico.

El rasgo más antiguo lo constituye una superficie de erosión que arrasa las estructuras plegadas y que es correlativa con los niveles calcáreos de Facies Páramo que colmatan la cuenca de Almazán (superficie de erosión fundamental, SOLÉ SABARIS, 1.978). Sobre esta superficie se ha desarrollado una importante karstificación, que se manifiesta por la presencia de extensos campos de pequeñas dolinas, entre las que destacan las de las proximidades de Monasterio. Se trata de dolinas de cubeta con un elevado estado de degradación.

Con posterioridad a la elaboración de la superficie de erosión fundamental de la Cordillera Ibérica, tuvo lugar una etapa de deformación que produjo un basculamiento generalizado de la misma

hacia el NE.

Debido a los contrastes de relieves que se generan se ha desarrollado en la vertiente N del Duero un sistema de glacis instalado fundamentalmente sobre los materiales conglomeráticos del neógeno. Los de mayor extensión se sitúan en las cotas más altas, sirviendo de divisoria a los principales afluentes del Duero, y a partir de ellos se van encajando familias sucesivas (posiblemente cuatro generaciones), que están orientadas hacia los cauces menores. La edad, como ya se ha señalado, es difícil de establecer, ya que no existen relaciones claras con los niveles de terrazas u otros depósitos cuaternarios de edad conocida.

Otras formas interesantes en esta vertiente del Duero son las superficies del Páramo, que se dan, sobre todo, en el cuadrante NO de la Hoja. No tienen gran continuidad lateral y aparecen como retazos aislados sobre los que se dan procesos kársticos, que se manifiestan en campos de dolinas.

Las formas estructurales que existen en esta Hoja son replanos o superficies estructurales debidos a la presencia de niveles conglomeráticos o carbonatados neógenos más resistentes a la erosión. Por ello también aparecen cerros residuales. En el cuadrante NE hay que destacar la presencia de resaltes de capas duras de los materiales paleógenos, con dirección generalmente E-O y que indican la principal dirección de plegamiento de los mismos. Por tanto, se observa que la acción fluvial y la estructura son los principales responsables de la morfología de la Hoja de Quintana Redonda, sin olvidar la gravedad responsable de la generación de coluviones que se observan diseminados por toda la superficie de la Hoja.

La influencia tectónica en la morfología se hace patente por datos anteriormente analizados: Direcciones rectilíneas de algunos ríos (o tramos de los mismos), cambio brusco de dirección y asimetría en los grandes valles.

Un estudio detallado morfológico y estructural parece indicar que lo que se observa en la actualidad en la Hoja es un reflejo de accidentes en profundidad, no existiendo movimientos actuales detectables.

En la morfodinámica actual se observa que la acción fluvial domina sobre el resto. En el río Duero se da erosión lateral del cauce en algunos sectores, y como consecuencia en otros se forman barras. En los cauces menores (afluentes del Duero) se da incisión vertical acusada (cuadrante NE), formación de cárcavas y retroceso de cabeceras (borde O).

El endorreísmo, que se origina en algunos fondos de valle, en áreas de cabecera, debido a la morfología ligeramente deprimida, así como la gran impermeabilidad existente en estas zonas, por la abundancia de finos, da lugar a encharcamientos temporales.

4. HISTORIA GEOLÓGICA

En este capítulo se pretende, integrando los datos tectónicos, sedimentológicos y paleogeográficos, explicar los procesos geológicos que tuvieron lugar desde el Cretácico superior hasta el Cuaternario.

Durante el Senoniense s. I. (que ya está representado en la Hoja) se produjo una evolución transgresiva-regresiva, que comenzó con depósitos de plataforma interna somera (Formación Calizas nodulares de Hortezuelos), a continuación se instalaría una plataforma submareal de alta energía (Formación Calizas y dolomías de Castrojimeno), ordenada en secuencias de somerización.

A partir de este momento se observa una tendencia regresiva, que durante el Santoniense superior-Campaniense (Formación Calizas de Burgo de Osma) da lugar a la instalación de una plataforma interna protegida o *lagoon* submareal protegido.

La parte superior del ciclo, que marca la regresión finicretácica no está representada en la Hoja de Quintana Redonda.

A partir de este momento se iniciaría el ciclo Terciario, que se caracteriza por una fuerte reactivación e inversión tectónica que tuvo lugar a finales del Cretácico superior.

La Cordillera Ibérica pasó de ser un surco sedimentario complejo, con subsidencia en régimen extensional, a configurarse como un área emergida y sometida a una fuerte compresión. Estas deformaciones configuran la sedimentación continental entre el Paleoceno y el Mioceno inferior, cada impulso tectónico ocasiona la aparición de una nueva facies, separadas entre sí por claras discordancias.

El Paleógeno inferior tampoco se halla representado en el ámbito de la Hoja, pero durante el superior se mantiene la tendencia compresiva que alcanza un máximo diastrófico posiblemente situado en el Oligoceno superior (VIALLARD y GRAMBAST, 1.970; AGUIRRE *et al.*, 1.976; ADROVER *et al.*, 1.983).

Las condiciones compresivas se mantienen hasta el Mioceno medio con la fase Neocastellana (AGUIRRE *et al.*, 1.976), que al producirse simultáneamente a la sedimentación origina abanicos en capa. Sin embargo, en esta zona tampoco se registra este acontecimiento, apareciendo los términos finales del Neógeno horizontales.

A partir de este momento hasta el Plioceno domina en la región un régimen tectónico de tipo distensivo (como lo prueba la suave estructura sinforme en el páramo de la Muela y estructuras penetrativas, como los sistemas de fracturas sin desplazamiento que se observan a escala de afloramiento).

Bajo estas condiciones la cuenca continúa rellenándose con depósitos del mismo tipo; sin embargo, hay que tener en cuenta que durante el Mioceno medio y superior el factor tectónico juega un papel secundario y habría que recurrir al factor climático para explicar el posterior relleno de la cuenca (eustatismo).

Durante el Plioceno parece existir un aumento de la actividad tectónica (de carácter distensivo), reflejado por la Fase Iberomanchega (AGUIRRE *et al.*, *op. cit.*) cuyo registro se manifiesta por abanicos aluviales discordantes sobre el resto de los materiales más antiguos. Este registro tiene un reflejo distal en las superficies carbonáticas de los «páramos».

Ya en el cuaternario, cuando se establecen unas condiciones de cierta estabilidad tectónica y climática, se producen depósitos de naturaleza variada, cuyo origen fundamentalmente se encuentra en la erosión sufrida por los relieves existentes.

Por último, se instala la red fluvial cuaternaria sobre los anteriores materiales, originando al encajarse los sucesivos niveles de Terrazas del río Duero y de alguno de sus afluentes más importantes.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. MINERÍA Y CANTERAS

No existen en esta Hoja labores ni indicios mineros de minerales metálicos o no metálicos. En las consultas bibliográficas de la documentación geológica y minera de la zona no se refieren labores lo que se confirma con la falta de tradición minera de la zona y con los reconocimientos de campo que se han realizado durante este estudio.

El potencial minero del área se reduce, por tanto, a evaluar el potencial de las rocas aflorantes como objetivo comercial dentro del sector de las Rocas Industriales.

Las explotaciones que se han identificado responden en su mayoría a labores iniciadas como consecuencia de una demanda del mercado local, por lo que funcionan con carácter intermitente y son de pequeñas dimensiones.

Las canteras reconocidas son de materiales granulares (núms. 2, 3 y 4), de arcillas (núm. 1), y de materiales carbonatados (núms. 5 y 6).

Para evaluar el potencial de los diversos tipos de roca existentes en la zona, susceptibles de emplearse en el sector de las Rocas Industriales, se establecen las siguientes agrupaciones de minerales:

- Carbonatos.
- Granulares.

Materiales carbonatados

Estos materiales son poco abundantes en esta Hoja y afloran a manera de ojales entre materiales sueltos y detríticos.

Se incluyen en este conjunto las siguientes unidades: Formación Calizas nodulosas de Hortezielos (1); Formación Calizas y dolomías de Castrojimenos y Formación Calizas de Hontoria del Pinar (2); Formación Calizas de Burgo de Osma (3) y Calizas del Páramo (10).

Las tres primeras unidades afloran en las proximidades de Andaluz y de La Muela, sus espesores oscilan entre los 30 y 70 m y al estar asociados estratigráficamente pueden considerarse como una única unidad litológica. Dan lugar al relieve suave y tienen buzamientos suaves, bien estratificados y en capas métricas, excepto la Formación Calizas de Hontoria, que está muy recristalizada y tiene aspecto masivo. En estos materiales se localizan las explotaciones intermitentes 5 y 6.

La unidad Calizas del Páramo (10) se dispone horizontalmente, con una potencia de 20 a 30 m y se caracteriza por ser algo oquerosa y de aspecto noduloso.

Materiales granulares

Se consideran en este conjunto el resto de las unidades cartográficas individualizadas en la Hoja, dependiendo las diferencias entre unas y otras de la proporción y disposición de los términos de arenas, areniscas y conglomerados entre las arcillas que a su vez pueden ser más o menos carbonatadas.

Son notables los contenidos en cuerpos arcillosos de las unidades de conglomerados poligénicos, areniscas y fangos (5), conglomerados calcáreos (6); areniscas, arcillas y carbonatos (7). En algunos casos llegan a alcanzar más del 50 % de estas unidades. En el apartado de estratigrafía y en los puntos donde se deriven cada uno de éstos, se refieren los análisis de RX que han caracterizado algunos de los niveles de arcillas más destacados.

En las inmediaciones de Quintana Redonda hay una arcillera de pequeñas dimensiones localizada en la unidad de conglomerados poligénicos, areniscas y fangos (5) que se explota para uso cerámico.

El resto de las pequeñas explotaciones existentes son de materiales arenosos para construcción (2, 3 y 4) y se localizan en las proximidades de los pequeños núcleos de población a los que abastecen.

Dentro de estos materiales también se incluyen las unidades cuaternarias cuyos espesores son menores, los materiales están más sueltos, al estar menos cementados, litológicamente son más heterogéneos y generalmente constituyen buenos materiales para su utilización para préstamos en las obras civiles.

5.2. HIDROGEOLOGÍA

Toda la Hoja está incluida en la cuenca hidrográfica del Duero, río que discurre por su ángulo Suroccidental. Otros cauces superficiales de importancia son el río Sequillo, en el ángulo Noroccidental de la Hoja, y los ríos Fuentepinilla e Izana, afluentes del Duero por su margen derecha (Fig. 6 y 7).

Los materiales terciarios y cuaternarios que ocupan la Hoja forman parte de una unidad hidrogeológica más extensa, denominada «Sistema número 88. Terciario de la cubeta de Almazán», cuyas características principales se indican en las Hojas de Gómara (379) y Morón de Almazán (407).

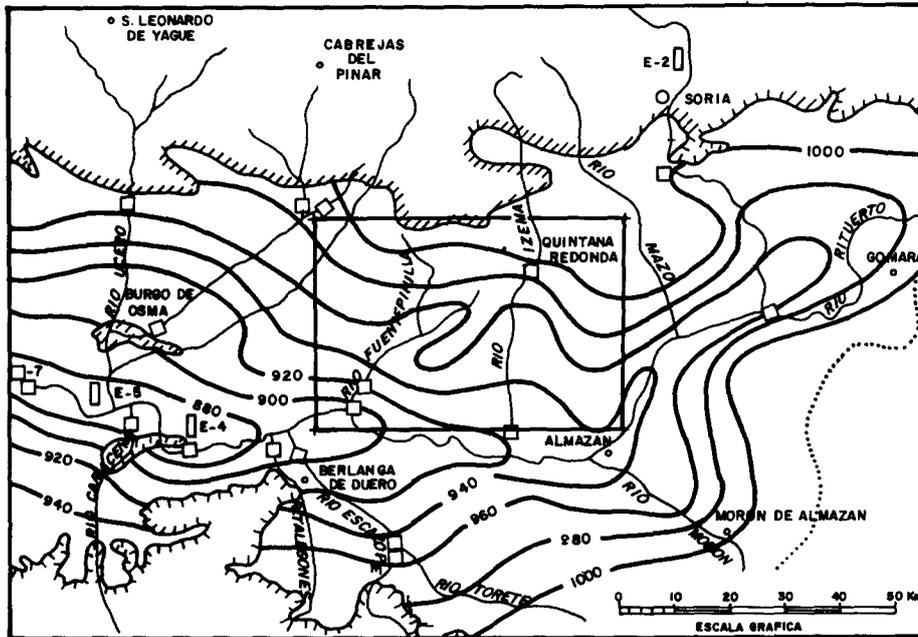
El acuífero detrítico lo constituyen las formaciones permeables de arenas, areniscas y conglomerados englobadas en una matriz arcillo-arenosa de naturaleza semipermeable. El conjunto de esos materiales, cuyo espesor depende de la disposición del zócalo mesozoico, pero que en ocasiones supera los 500 m, se considera a nivel regional como un acuífero único heterogéneo y anisótropo. El acuífero está relacionado tanto con los afloramientos mesozoicos del Norte de la Hoja como con los del zócalo que en ocasiones aflora en superficie al NO y SO.

Dada la naturaleza del acuífero, sus características hidrogeológicas, así como las de los sondeos que lo explotan, varían de una zona a otra, dependiendo de la proporción de materiales permeables encontrados. En la Hoja, las formaciones paleógenas, que afloran al NE, son mucho más permeables que los depósitos miocenos posteriores en los que predominan los materiales arcillosos. Así, en los sondeos que explotan la formación paleógena se pueden llegar a obtener caudales de 30 a 50 l/s, con transmisividades de 100 m²/día, mientras que al Sur de la Hoja, en sondeos de 80-100 m de profundidad, en materiales miocenos, los caudales son del orden de 3 a 8 l/s y las transmisividades apenas superan los 20 m²/día.

Los últimos tramos calizos del Cretácico superior constituyen un acuífero de permeabilidad notable que se drena por manantiales a través de fracturas o en el contacto con formaciones impermeables subyacentes. En el afloramiento del ángulo Suroccidental de la Hoja se han inventariado manantiales que superan los 50 l/s de caudal. También existen ciertos manantiales en el Terciario, en los bordes de formaciones de conglomerados o areniscas que tienen como base materiales impermeables, pero sus caudales son muy inferiores.

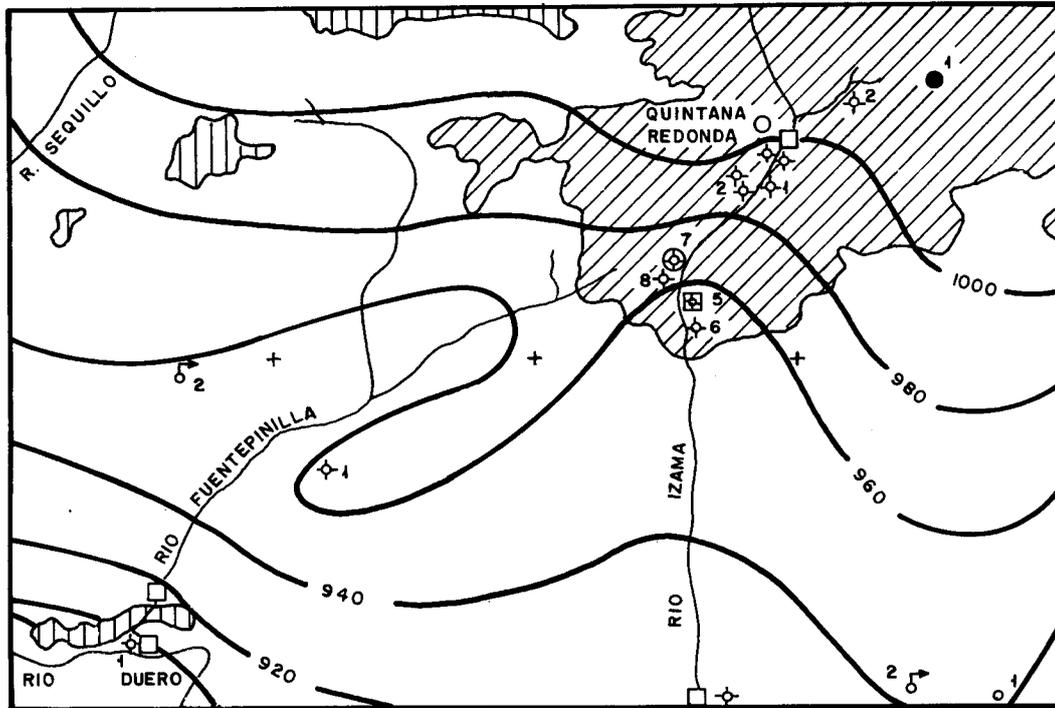
Las líneas isopiezas trazadas para el acuífero terciario indican una dirección general del flujo del NE al SO, hacia el río Duero, que constituye la principal vía de drenaje. En los aforos diferenciales de ríos, realizados por el ITGE, también se han observado ligeros drenajes del acuífero terciario por parte de los ríos Izana y Fuentepinilla. Las isopiezas indican también aportes subterráneos procedentes de los materiales mesozoicos situados al Norte de la Hoja.

Las aguas subterráneas son bicarbonatadas cálcicas con muy bajo contenido en sales, siendo excelentes para su uso tanto en abastecimientos como en regadío. Los análisis existentes en la red de vigilancia de calidad (RVC) y las medidas de conductividad realizadas indican un valor para esta última que no supera los 400 microS/cm.



- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | Límite de Cuenca Terciaria de Almazán |  | Punto de aforo (Red foronómica I.T.G.E.) |
|  | Línea isopieza en acuífero terciario (Cota en m.s.n.m.) |  | Punto de aforo (Red foronómica MOPU) |
|  | Divisoria Hidrográfica |  | + Límite de Hojas 1 : 50.000 |
|  | Rio | | |

Fig.-6 Esquema Hidrogeológico General



ESCALA 1 : 200.000



Paleógeno



Materiales Mesozoicos



Línea isopieza en acuífero terciario (m.s.n.m.)



Principales sondeos inventariados (con última cifra significativa del n° de registro)



Manantiales



Punto de aforo (Red fononómica I.T.G.E.)



Punto de la red de control piezométrico



Punto de la red de vigilancia de calidad



Sondeo petrolífero



División de la Hoja por octantes

Fig.-7 Esquema Hidrogeológico

6. BIBLIOGRAFÍA

- ADROVER, R.; FEIST, M.; GINSBURG, L.; GUERÍN, C.; HUGUENEY, M. y MOISSENET, E. (1.983): «Les formations continentales paleogènes de la Sierra Palomera (province de Teruel, Espagne) et leur place dans la biostratigraphie tertiaire des Chaînes Ibériques orientales». *Bull. Soc. Geol. France*, (7), 25(3), págs. 421-431.
- 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.
- ALONSO, A. (1.981): «El Cretácico de la provincia de Segovia (borde Norte del Sistema Central)». *Seminarios de Estratigrafía, Serie Monografías*, núm. 7, 271 págs.
- ÁLVARO, M. (1.975): «Estilolitos tectónicos y fases de plegamiento en el área de Sigüenza (borde del Sistema Central y la Cordillera Ibérica)». *Estudios Geol.*, 31(3-4), págs. 241-247.
- 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).
- CAPOTE, R.; DÍAZ, M.; GABALDÓN, V.; GÓMEZ, J. J.; SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; RUIZ, P.; ROSELL, J.; SOPEÑA, A.; YÉBENES, A. (1.982): «Evolución sedimentológica y tectónica del Ciclo Alpino en el tercio Noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica». *Temas Geológico-Mineros*, IGME, Madrid, 290 págs.
- 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): «Camereros-Castilla. El Cretácico superior». In: *El Cretácico de España*, págs. 387-453, Ed. *Universidad Complutense*, Madrid.
- IGME (1.971): «Mapa de síntesis a escala 1:200.000». Hoja núm. 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.
- PAPADAKIS, J. (1.961): «Climatic tables for the world». *Buenos Aires*.
- PAPADAKIS, J. (1.966): «Climates of the world and their agricultural potentialities». *Editado por el autor*. Av. de Córdoba 4564. Buenos Aires.
- 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.
- SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1.989): «Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian Chain and Ebro Basin (Spain)». *J. Struct. Geol.*, 11(3), págs. 285-294.

- SOLE SABARIS, L. (1.978): «La Meseta. En: De Terán, M. (ed)». *Geografía de España Ariel*. Madrid, págs. 42-62.
- V. LALLARD, P. y GRAMBAST, L. (1.970): «Sur l'âge post-stampien moyenne du plissement majeur de la Chine Ibérique Castellane». *C. R. Acad. SC. Paris*, 291 (D), págs. 873-876.