

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

MONTORIO

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M-2753-1997

ISBN: 84-7840-277-2

NIPO: 241-96-007-6

Fotocomposición: GEOTEM. S.L.

Impresión: Master's Gráfico, S.A.

La presente Hoja y Memoria, ha sido realizada por Estudios y Proyectos Técnicos Industriales, S. A. (EPTISA), dentro del programa MAGNA, con normas, dirección y supervisión del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE), habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

EQUIPO DE TRABAJO

Cartografía Geológica y Redacción de memoria

A. Pineda (EPTISA)

Cuaternario y geomorfología

A. Pineda (EPTISA)

Neotectónica

A. Pineda (EPTISA)

Sedimentología

J. Solé (INYPSA)

Estudio de muestras

I. Armenteros (U. de Salamanca)

J. M. Brell (Difracción R-X) (U.C.M.)

J. P. Calvo Sorando (Carbonatos) (U.C.M.)

R. Fort (Minerales pesados) (U.C.M.)

M. Bustillo (Minerales pesados) (U.C.M.)

M. P. Carbayo (EPTISA)

Paleontología de Vertebrados

C. Sesé (C.S.I.C.)

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

Micropaleontología

J. CRamírez del Pozo

Recursos Naturales

J. Boquera (EPTISA)

Hidrogeología

B. R. García de Andoaín (EPTISA)

Y. Camarero (EPTISA)

Geotecnia

T. Nestares

Puntos de interés geológico

J. Palacio (INYPISA)

Teledetección

J. González Lastra (INYPISA)

Jefe de Proyecto

E. Piles (EPTISA).

NORMAS Y DIRECCIÓN (ITGE)

Dirección y Supervisión del Proyecto

A. Martín-Serrano (ITGE)

Geomorfología

A. Martín-Serrano (ITGE)

Neotectónica

E. Elízaga (ITGE)

Recursos Minerales

J. M. Baltuille (ITGE)

Hidrogeología

A. Ballester (ITGE)

Puntos de Interés Geológico

E. Elízaga (ITGE)

Se pone en conocimiento del lector que en el ITGE existe una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria.

INDICE

0. INTRODUCCION	9
0.1. CONTEXTO GEOGRAFICO	9
0.2. CONTEXTO GEOLOGICO	10
0.3. ANTECEDENTES GEOLOGICOS SOBRE EL MESOZOICO DE LA REGION	12
0.4. ANTECEDENTES GEOLOGICOS SOBRE LOS MATERIALES TERCIARIOS	13
1. ESTRATIGRAFIA	15
1.1. TRIASICO SUPERIOR	15
1.1.1. Arcillas rojas y verdes, yesíferas. Facies Keuper (2); ofitas (1)	15
1.2. TRIASICO SUPERIOR JURASICO	16
1.2.1. Dolomías, carniolas y calizas (3). Rethiense-Sinemuriense medio	16
1.2.2. Margas (4). Sinemuriense superior-Aalenense inferior	17
1.2.3. Calizas y margas (5). Bajociense	19
1.3 JURASICO SUPERIOR (MALM)-CRETACICO INFERIOR	20
1.3.1. Arcillas, arenas y conglomerados (6). Calizas (7). Facies Purbeck	20
1.4. CRETÁCICO	23
1.4.1. Cretácico inferior	23
1.4.1.1. Arenas, conglomerados silíceos y arcillas (8) Facies Weald. Valanginiense-Barremiense superior	23
1.4.1.2. Arenas, areniscas y conglomerados silíceos (8') Aptiense-Albiense inferior	24
1.4.1.3. Arenas, gravas y arcillas. Fm. Arenas de «Utrillas» (9) Albiense-Cenomaniense inferior	25
1.4.2. Cretácico Superior	27
1.4.2.1. Margas, calcarenitas y calizas (10), Albiense superior-Coniaciense inferior	28
1.4.2.2. Calizas y dolomías blancas (11). Turoniense medio-Santoniense inferior	32
1.4.2.3. Margas amarillentas (12). Coniaciense superior-Santoniense medio	33
1.4.2.4. Calizas y calcarenitas bioclásticas con Lacazinas y Miliólidos (13). Santoniense medio-superior	35
1.4.2.5. Margas gris verdosas (14). Santoniense superior	36
1.4.2.6. Dolomías (15). Santoniense superior-Campaniense	36

1.5. Terciario.....	36
1.5.1. Geología regional de la Cuenca	36
1.5.2. Facies y litologías de la Hoja	39
1.5.2.1. Conglomerados clacáreos (16). Oligoceno- Mioceno inferior.....	41
1.5.2.2. Margas blancas (17). Facies Dueñas. Argeniense-Orleaniense..	41
1.5.2.3. Areniscas y conglomerados (18). Orleaniense	42
1.5.2.4. Calizas (19). Calizas «terminales» de, o intercalaciones en la Facies Dueñas. Orleaniense superior	42
1.5.2.5. Arcillas ocre y arenas (20). Facies Tierra de Campos. Astaraciense.....	42
1.5.2.6. Conglomerados calcáreos y arcillas rojas (21). Facies Alar del Rey. Astaraciense	44
1.5.2.7. Calizas margosas de gasterópodos (22). Astaraciense	44
1.5.2.8. Margas blancas (23) y calizas (24). Facies Cuestas. Vallesiense	44
1.5.2.9. Calizas y margas (25). Calizas «terminales» de Cuestas, o Calizas del Páramo inferior. Vallesiense.....	45
1.6. Terciario de la Depresión de la Bureba.....	46
1.6.1. Geología regional de la Depresión	46
1.6.2. Facies y litologías en la Hoja	47
1.6.2.1. Conglomerados calcáreos (y arcillas rojas) marginales de la Facies Bureba (26). Oligoceno-Mioceno inferior.....	48
1.6.2.2. Arcillas rojas con canales de arenas, areniscas y conglo- merados. Facies Bureba (27). Ageniense superior-Orleaniense medio.....	48
1.6.2.3. Alternancia de arcillas rojas (con canales de arena), calizas, margas (lacustres) y caliches. Facies Carcedo (28). Ageniense superior-Orleaniense.....	49
1.6.2.4. Calizas y margas blancas y grises (lacustres). Facies Gris-Blanca (29). Orleaniense	50
1.7. Cuaternario.....	51
1.7.1. Gravas, arenas y arcillas (30). (Conos de deyección) Cuaternario s.s.....	51
1.7.2. Gravas y cantos poligénicos, arenas y arcillas (31). (terrazas bajas del río Urbel) (red hidrográfica del Duero). Pleistoceno.....	52

1.7.3. Gravas y cantos poligénicos, arenas, arcillas, travertinos y margas blancas (32) y (33). (Terrazas medias y bajas de la red hidrográfica del Ebro en la Bureba) Pleistoceno-Holoceno.....	52
1.7.4. Gravas y cantos poligénicos, arenas y arcillas. Travertinos y margas blancas en La Bureba (34). (Cauce actual y fondos de Valle). Cuaternario s.s.	52
2. TECTONICA	53
2.1. TECTONICA ALPINA.....	53
2.1.1. Descripción de las unidades estructurales presentes en la Hoja	53
2.1.1.1. <i>Plataforma estructural de los páramos (mesozoicos) de la Lora o Plataforma Burgalesa</i>	55
2.1.1.2. <i>Franja o Banda plegada de Montorio-Ubierna</i>	56
2.1.1.3. <i>Falla del Urbel o Ubierna</i>	57
2.1.1.4. <i>Diapirismo del Keuper</i>	58
2.1.1.5. <i>Terciario del Duero</i>	58
2.1.1.6. <i>Depresión de la Bureba</i>	58
2.2. INTERPRETACION TECTONICA DE CONJUNTO	60
2.3. NEOTECTONICA.....	62
3. GEOMORFOLOGIA	65
3.1. ANTECEDENTES	65
3.2. DESCRIPCION FISIOGRAFICA.....	65
3.3. UNIDADES Y ELEMENTOS MORFOESTRUCTURALES Y SU MODELADO	66
3.3.1. <i>Plataforma estructural de La Lora</i>	67
3.3.2. <i>Banda plegada de Montorio-Ubierna</i>	68
3.3.3. <i>Falla del Urbel o Ubierna</i>	69
3.3.4. <i>Depresión terciaria del Duero</i>	69
3.3.5. <i>Depresión de La Bureba. Parte occidental</i>	70
3.3.6. <i>Depresión terciaria de La Bureba. Parte oriental</i>	71
3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	71
3.5. EVOLUCION DINAMICA (HISTORIA GEOMORFOLOGICA).....	72
3.6. MORFODINAMICA ACTUAL.....	73

4. HISTORIA GEOLOGICA	77
4.1. MESOZOICO.....	77
4.2. Terciario.....	78
4.3. CUATERNARIO.....	79
5. GEOLOGIA ECONOMICA.....	81
5.1. RECURSOS MINERALES.....	81
5.1.1. Minerales energéticos.....	81
5.1.1.1. <i>Aspectos generales e historia minera</i>	81
5.1.1.2. <i>Tipo de mineralización</i>	81
5.1.2. Rocas industriales.....	81
5.1.2.1. <i>Aspectos generales e históricos</i>	81
5.1.2.2. <i>Tipos de mineralización</i>	82
5.2. HIDROGEOLOGIA	84
5.2.1. Hidrología	84
5.2.2. Hidrogeología.....	84
5.3. CARACTERISTICAS GEOTECTNICAS GENERALES.....	89
6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO	97
6.1. RELACION DE PUNTOS INVENTARIADOS.....	97
6.2. TESTIFICACION DE LA METODOLOGIA	97
6.3. TIPOS DE INTERES.....	98
7 BIBLIOGRAFIA.....	99

0. INTRODUCCION

0.1. CONTEXTO GEOGRAFICO

La Hoja de Montorio está situada en la parte norte de la provincia de Burgos, comprendiendo parte o la totalidad de los términos municipales de Abajas, Basconcillos del Tozo, Carcedo de Bureba, Coculina, Huérmeces, Las Hormazas, Merindad del Río Ubierna, Montorio, Poza de la Sal, Rublacedo de Abajo, Tubilla del Agua, Urbel del Castillo, Valle de las Navas, Valle de Santibáñez, Valle de Sedano y Villadiego.

El asentamiento humano se verifica en pequeños núcleos urbanos, normalmente de menos de 500 habitantes y algunos de ellos abandonados. La densidad de población es extraordinariamente baja, probablemente no superior a 15 hab./km².

En cuanto a comunicaciones, la red de carreteras comarcales y locales es suficiente, aunque con carácter excesivamente radial desde Burgos capital, situada en la Hoja inmediatamente meridional. Las carreteras C.N. 623 (Burgos-Santander) y la C.C. 629 (Burgos-Villadiego), así como las de Burgos a Aguilar de Campóo y Villadiego a Poza de Sal, atraviesan la Hoja. En cuanto a ferrocarriles, tan sólo una línea férrea, hoy día cerrada al tráfico, la de Burgos a Ciudad-Dosante (antiguo F.C. Santander-Mediterráneo) atraviesa la Hoja por su parte oriental.

El clima es mediterráneo continental, con ciertas influencias atlánticas y con los valores medios climáticos siguientes: De 9° a 12°C la media del mes más frío, y de 15° a 21°C la del mes más cálido. La cercanía de la Cordillera Cantábrica, favorece un régimen de precipitaciones más importante que en áreas próximas situadas más al sur, y la elevada altitud media predispone las precipitaciones de nieve. El otoño y la primavera son las épocas más húmedas en la zona; los veranos son relativamente templados y cortos, con importantes fenómenos tormentosos.

La red fluvial pertenece a las Cuenas Hidrográficas del Duero (caso todo el oeste y centro de la Hoja) y Ebro (toda la franja septentrional, en unos 5 km de anchura máxima, y el tercio oriental). La red del Duero (Urbel y Ubierna, como ríos más principales) vierte sus aguas al Arlanzón (afluente del Pisuerga y éste, a su vez, del Duero). La red del Ebro corre en sentido ESE-ONO (río San Antón), en la franja septentrional, y SO-NE (río Homino) en el tercio oriental de la Hoja, sobre el Terciario de la Cuenca de La Bureba. Como se verá más detalladamente en el capítulo de Geomorfología, la división hidrográfica Duero-Ebro es muy inestable (en términos de tiempo geológico) en la parte oriental de la Hoja, sobre el Terciario de la Bureba. Ello es debido al menor nivel de base de la red del Ebro.

La altitud media de la Hoja es considerable. En la mayor parte del área que comprende los tercios central y occidental de la Hoja, y en toda la franja norte, se superan los 1.000 m sobre el nivel del mar (puntos extremos: 1.151 m en la esquina NE de la Hoja, y 860 m en el cauce del Urbel, en el borde sur). En la parte oriental (La Bureba) la altitud promedio es menor, del orden de los 850-800 m, estando el punto más bajo en el cauce del río Homino (borde oriental de la Hoja): 690 m.

Hay en la Hoja, básicamente, tres tipos de paisajes, como se verá más detalladamente en el capítulo de Geomorfología. En las partes norte y centro (es decir en el dominio de los materiales mesozoicos) predomina un paisaje calcáreo gris, en las zonas más altas, que contiene extensas áreas con superficies de erosión bien conservadas, lo que unido al escaso buzamiento de las capas, ha originado en varias zonas, las típicas muelas o loras. En el ángulo SO (sobre el Terciario de la Cuenca del Duero) se presenta un paisaje de altas planicies (páramos), amesetado, al que la incisión hidrográfica apenas ha comenzado a desorganizar en cerros testigo. Por último, en el este de la Hoja domina un paisaje accidentado e intrincado, aunque a pequeña escala, y frecuentemente acaravado, labrado sobre los materiales blandos del Terciario de La Bureba.

La vegetación autóctona presenta una coexistencia entre especies propias del bloque atlántico húmedo europeo (robles y quejigos) y otras del continental-mediterráneo (encinas, carrascas y escasos enebrales). Las primeras están conservadas en zonas de umbría de las sierras mesozoicas (quejigos) o bien crecen preferentemente sobre formaciones silíceas de éstas (Weald), y las segundas son propias de áreas de mayor insola-ción, en calizas mesozoicas; ambas se encuentran notablemente degradadas (y frecuen-temente reducidas al estado de matorral) por efecto del pastoreo abusivo. En el Terciario del Duero, a éste se une el de la agricultura intensiva, lo que determina la casi total ausencia de elementos arbustivos o arbóreos, conformando la llamada estepa cas-tellana. Tanto sobre Mesozoico como sobre Terciario hay algunas áreas de pinos de repoblación.

El cultivo cerealístico de secano y la ganadería ovina de pastoreo han constituido, y aún siguen constituyendo, la principal actividad económica. La agricultura de regadío es casi testimonial, como las vegas fluviales que la soportan y que quedan restringidas a algunos tramos bajos de los ríos.

En la actualidad, a esa actividad económica primaria, y principal, se han unido débiles focos de ganadería estabulada (porcino y vacuno) y pequeñas industrias transformado-ras. En cuanto al sector terciario (servicios), no hay ninguna población destacada, mien-tras que en el aspecto turístico toda el área puede estar; llamada jugar un papel (aun-que modesto, importante a escala comarcal) siquiera sea estacional, y que podría com-plementar la actividad solo ganadera que se perfila para esta zona tan escasamente poblada. Las riquezas paisajísticas y, en menor medida, monumentales de la zona son factores a tener en cuenta.

0.2. CONTEXTO GEOLOGICO

Como ha sido anticipado anteriormente, la Hoja de Montorio se localiza en la parte nororiental de la Cuenca del Duero (Fig. 1), cuyos materiales ocupan el ángulo SO de la Hoja. Las partes centro y norte están formadas por materiales mesozoicos (cuya edad oscila entre el Triásico superior y el Cretácico terminal) pertenecientes a la Orla Mesozoica de la Cordillera Cantábrica (JULIVERT *et al.* 1974). Sus directrices fundamen-tales son ONO-ESE. Toda la parte oriental, y algunas zonas del centro, están ocupadas por materiales terciarios de la Depresión de La Bureba, que corresponde a la termina-

ción occidental de la Cuenca del Ebro. Al SE, fuera de la Hoja de Montorio, y a través de las vecinas de Briviesca, Belorado y Burgos, los Terciarios del Duero y La Bureba se conectan cartográficamente.

Dentro del Mesozoico de la Hoja, cabe distinguir dos dominios estructurales diferentes, separados por la falla del Urbel o Ubierna: La Plataforma estructural de los páramos mesozoicos o Plataforma Burgalesa, al norte, débilmente deformada; y la Banda o Franja plegada de Montorio (constituida por la Sierra de Ubierna), al sur. La falla del Urbel o de Ubierna es representante del sistema de fracturas de Ventaniella, accidente de orientación NO-SE, de actuación en la época alpina.

0.3. ANTECEDENTES GEOLOGICOS SOBRE EL MESOZOICO DE LA REGION

Los estudios geológicos, estratigráficos y tectónicos de gran escala sobre el Mesozoico de la Hoja y áreas próximas, comienzan el siglo pasado (EZQUERRA DEL BAYO, 1851, VERNEUIL Y COLLOMB, 1852); ARANZAZU, 1877; CALDERÓN 1885; LARRAZET 1896; Y CAREZ, 1881) prosiguiendo en el actual (MENGAUD, 1920).

En 1930 aparece una publicación de SCHRIEL, con un comentario posterior de ALMENA y RIOS. En 1933 publica SAENZ GARCIA un trabajo sobre la facies wealdica. En 1934, KARRENBURG realiza un estudio sobre la estratigrafía del Jurásico de la región.

La primera aportación importante al conocimiento regional es la que realiza CIRY (1936, 1939, 1940: tesis doctoral) con su estudio geológico de una parte de las provincias de Burgos, Palencia, León y Santander. Este autor continua su labor en la región con la publicación de sendos trabajos en 1951 y 1967. DAHM realiza su tesis doctoral sobre el Jurásico de la parte occidental de la Cuenca Cantábrica en 1957, y la publica en 1966. En 1951, ALMELA, LIZAUR y MUÑOZ realizan un estudio sobre la Reserva petrolífera de Burgos, y realizan referencias sobre la Hoja. Un informe interno de CIEPSA es consecuencia de estudios acerca de las posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica (1965).

AGUILAR TOMAS y RAMIREZ DEL POZO, a finales de los años sesenta y principios de los setenta, realizan juntos y por separado gran número de estudios en la región, atendiendo especialmente a la problemática del Jurásico superior y el Cretácico inferior: facies Purbeck, facies Weald y facies Utrillas. Los dos autores publican juntos en 1968 y 1972. AGUILAR TOMAS en 1969, 1970 (tesis doctoral) y 1971; y RAMIREZ DEL POZO en 1968 (tesis doctoral), 1969, 1971 y 1972. WIEDMANN realiza, en 1962, estudios sobre el Cretácico de la región Vasco-Cantábrica, así como SALOMON (1970-1980).

El autor francés RAT, entre 1954 y 1969, realiza estudios sobre el Mesozoico en zonas orientales de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

En 1970, se realiza por el I.T.G.E. el Mapa Geológico de Síntesis 1: 200.000 de Burgos, que abarca el área de la Hoja.

A principios de los años ochenta, GARCIA MONDEJAR (1982), GARCIA DE CORTAZAR y PUJALTE (1982) y PUJALTE (1982) publican trabajos sobre el Jurásico superior-Cretácico

inferior del sector occidental de la Cuenca Vasca Cantábrica, con especial atención al cretácico inferior en facies Weald. En 1988, a raíz de la celebración del Tercer Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España, el Instituto de Estudios Riojanos realiza una publicación donde se incluyen interesantes estudios sobre zonas cercanas a la Hoja. Destacan los estudios sobre el Lías y Dogger de FERNANDEZ LOPEZ *et al.* El Jurásico marino en el área de Rebollo de la Torre (Palencia), al Este de la Hoja, es estudiado por PUJALTE *et al.* (1988). La problemática del Purbeck en la cuenca de Aguilar de Campoó (NO de la Hoja) es tratada por PUJALTE y ROBLES (1988). Destaca la síntesis que en esta publicación realizan sobre el Jurásico de la parte occidental de la Cuenca Vasco Cantábrica, ROBLES, PUJALTE y VALLES (1988). En el mismo año 1988, PUJALTE realiza una comunicación sobre el Purbeck en el Congreso Geológico de Granada.

En 1990, QUESADA, PUJALTE, ROBLES y VICENTE publican un trabajo acerca de las formaciones espongiolíticas del Dogger de la región Vasco-Cantábrica. También en 1990 se realiza la edición de una publicación en homenaje a RAFAEL SOLER, que incluye varios trabajos de interés estudiada: PUJALTE realiza una exposición acerca de las macrosecuencias deposicionales del Oxfordiense-Barremiense de la Región Vasco-Cantábrica. También se encuentran en esta publicación dos importantes referencias sobre la tectónica de la Región Vasco-Cantábrica. SERRANO OÑATE, MARTINEZ DEL OLMO y CAMARA RUPELO (1989) realizan un estudio sobre el Diapirismo del Trías Salino en el Dominio Cantabro-Navarro. Otro de los estudios es el de la CAMARA RUPELO (1989), sobre la terminación estructural occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

Por otra parte, en cuanto a la problemática paleogeográfica del Cretácico (Sistema geológico bien representado en la Hoja) a nivel peninsular, hay trabajos bastante recientes (AMIOT *et al.* 1982, FLOQUET *et al.* 1982; y ALONSO-MILLAN *et al.* 1989).

Información del subsuelo ha sido proporcionada por los sondeos Hontomin 2 y otros cinco, realizados en la década de los 60 para investigación petrolífera.

0.4. ANTECEDENTES GEOLOGICOS SOBRE LOS MATERIALES TERCARIOS

Sobre el Neógeno de la Cuenca del Duero, cuyo borde norte se sitúa al suroeste de la Hoja, destacan los trabajos de HERNANDEZ-PACHECO (1915), ROYO GOMEZ (1922, 1926, 1929), MABESOONE (1959, 1961), AEROSERVICE (1967) y, por último, la síntesis realizada por PORTERO *et al.* (1979).

El Terciario de La Bureba ha sido escasamente estudiado, destacando tan solo los trabajos de RIBA (1954, 1955, 1964) y CRUSAFONT *et al.* (1966).

1. ESTRATIGRAFIA

En la Hoja afloran sedimentos triásicos, jurásicos, cretácicos, terciarios y cuaternarios, cuya distribución a grandes rasgos ha sido indicada anteriormente en el capítulo de Introducción.

A pesar de que los terciarios del Duero y La Bureba se conectan cartográficamente al SE, fuera de nuestra zona, se ha considerado conveniente su separación en la leyenda, por los problemas de edad y por las distintas implicaciones tectónicas que, como se verá en el apartado correspondiente, ambos han podido tener.

1.1. TRIASICO SUPERIOR

1.1.1. Arcillas rojas y verdes, yesíferas. Facies Keuper (2); ofitas (1)

Los materiales atribuibles al Triásico superior (Keuper) están formados por arcillas rojizas, a veces verdosas (2), que forman la base de la serie carbonatada jurásica. Es característica la presencia de pequeños cuarzos bipiramidados, diseminados, de tamaño milimétrico, y la de venas de yeso fibroso, de espesor centi-decimétrico.

La plasticidad de estos materiales los convierte en un excelente nivel de despegue para la acomodación de las estructuras tectónicas, o para su acumulación diapírica en áreas de núcleo anticlinal o a través de fracturas. Los posibles ejemplos de estos fenómenos en la Hoja serán comentados en el apartado de Tectónica.

Este carácter plástico y sus peculiaridades tectónicas hacen que no se pueda observar completa la sucesión estratigráfica, limitándose la observación a cortes muy parciales y de escasos metros. Tampoco, por tanto, se conoce su base. La potencia original de la unidad es, en consecuencia, desconocida.

Estos términos en facies Keuper son depósitos característicos de ambientes cercanos al litoral, en condiciones hipersalinas supra a intermareales, y con subambientes lagunares en donde se produce la precipitación de sulfatos.

Afloran en la mitad occidental de la Hoja, en los alrededores de Quintanilla Pedro Abarca y San Pantaleón del Páramo (en relación con estructuras anticlinales y base de cabalgamiento), y también entre Montorio y Castrillo de Rucios (en relación con la falla de Urbel).

En varios de estos puntos contienen intercalaciones o bloques de rocas básicas de tipo dolerítico, «ofita»(1), generalmente muy alteradas.

En los afloramientos situados 700 m al SO de Montorio, en la talud de la nueva carretera, la roca muestra una textura granuda, típicamente ofítica, de grano fino, con algún fenocristal de ortopiroxeno. Los minerales principales son plagioclasas, hiperstena y magnetita; los accesorios, pigeonita-augita; y los secundarios, clorita, minerales serpentínicos y opacos. El ortopiroxeno se dispone entre la plagioclasa subidiomorfa-idiomorfa (con macla de albita) formando acumulaciones, o bien cristales grandes, aislados,

poiquiliticos, con plagioclasa, encontrándose muy alterado. Parecen observarse desmezclas de clinopiroxeno, así como gránulos corroídos e irregulares que parecen tratarse de pigeonita. La magnetita forma grandes cristales, a veces esqueléticos; suele ser intersticial entre la plagioclasa, presentándose también como un fino polvo en los piroxenos. La roca es, por tanto, una diabasa alterada que, por la albitización de la plagioclasa, podría tener afinidad espilitica.

En otro lugar, situado 800 m al NO. de Castrillo de Rucios, la roca presenta textura gruesa de grano fino, con tendencia subofítica, sin los grandes cristales poiquiliticos. Se diferencia, además, de la anterior en que la plagioclasa es algo más cálcica y se encuentra menos alterada, y en que contiene muy accesoriamente cuarzo. Los minerales principales son plagioclasa y augita dipsídica; los accesorios, magnetita, hiperstena y cuarzo; y los secundarios, clorita, opacos y carbonato.

1.2. TRIASICO SUPERIOR JURASICO

1.2.1. Dolomías, carniolas y calizas (3). Rethiense-Sinemuriense medio

Al Keuper arcilloso sigue un tramo calizo-dolomítico. Esta unidad cartográfica se localiza en tres áreas del ámbito occidental de la Hoja.:

- 3 km al OSO de Quintanilla Pedro Abarca, donde aflora en un anticlinal con núcleo de Keuper.
- Alrededores de Quintanilla Pedro Abarca (otra estructura anticlinal con núcleo de Keuper), y San Pantaleón del Páramo, donde, en la carretera entre ambas poblaciones se presentan los mejores cortes.
- 1 km al norte de la Nuez de Arriba.

Comienza la serie con dolomías vacuolares, cavernosas (carniolas), de colores grises o amarillentos, mal estratificadas, seguidas de calizas microristalinas y microdolomías, finamente lajeadas, que constituyen el conjunto Rethiense-Hettangiense. En las facies lajeadas pueden encontrarse acumulaciones de bivalvos centimétricos o pequeñas estructuras estromatolíticas como, por ejemplo, en algún punto de la Hoja contigua de Villadiego. Continúa la serie con calizas grises o crema, microcristalinas y oolíticas hacia el techo, con ostrácodos, gasterópodos, restos de moluscos y de crinoides, que se datan como Sinemuriense inferior y medio.

El conjunto del tramo puede alcanzar un espesor máximo del orden de los 300 m.

Las dolomías oquerosas y cavernosas (carniolas) son el producto de la brechificación diagenética (colapso por disolución de evaporitas) de alternancias entre anhidritas, dolomías, arcillas y margas, que caracterizan secuencias típicas de llanura costera salina (sebkha) supramareal.

Las facies lajeadas y estromatolíticas se enmarcan en contextos intermareales a supramareales. Son frecuentes las estratificaciones onduladas de tipo wavy. Texturalmente

dominan los términos *packstone* con oolitos, intraclastos, peloides y bioclastos como componentes principales. La dolomitización es de tipo secundario.

Las calizas grises y oolíticas constituyen un complejo de bancos marginales de plataforma compuesto por *shoals* energéticos.

El techo de este tramo calizo-dolomítico está marcado por la presencia de una importante interrupción sedimentaria que marca el comienzo de la disgregación de la plataforma carbonatada del Lías inferior. Este *hard-ground* está presente en todas las cuencas jurásicas y, en esta región, los autores coinciden en señalar una edad Sinemuriense medio (Zona de *Obtusum*) para este evento, que, por su significado sedimentario, es diacrónico. Las litologías ligadas a esta interrupción son calizas y dolomías oolíticas y bioclásticas, con una proporción a veces alta de granos de cuarzo, que pasa a muy alta en los techos de capas, y que muestran ferruginizaciones, perforaciones y acumulaciones de fauna. La potencia de estos niveles de sedimentación condensada varía entre varios metros y decímetros.

Los datos conocidos de hojas adyacentes hacen suponer que la historia de este tramo es compleja, con numerosos ciclos de somerización, que oscilan entre términos de plataforma *offshore* y condiciones de *sebkha*, con importantes diferencias de subsidencia incluso a nivel local. Las secuencias más importantes dentro de la unidad son la profundización que comienza en la base del tramo inferior en su contacto con la facies Keuper, después, el cambio brusco a condiciones supra mareales marcada por la aparición de las brechas y carniolas del tramo medio, y, por último, la secuencialidad se hace más compleja en el tramo superior de la unidad, existiendo evidencias regionales de una relación sedimentaria entre el tramo medio y el superior. Destaca el predominio de condiciones someras en la parte alta de la unidad (con respecto a la baja) y el aumento de contenido en dolomías en la parte superior con respecto al tramo basal.

En cuanto a contenido faunístico, las calizas de la parte superior de la unidad (calizas microcristalinas, que presentan, en su techo, niveles calcareníticos o de *grainstones* con pellets, intraclastos y oolitos poco revestidos), en el corte de San Pantaleón del Páramo, contienen algunos foraminíferos (Textuláridos, Ataxophragmiidos, *Pfenderina*), ostrácodos, *Aeolisaccus* y fragmentos de crinoideos y de moluscos. Se trata de una microfacies características del Sinemuriense inferior-medio de la región burgalesa.

1.2.2 Margas (4). Sinemuriense superior-Aaleniense inferior

Sólo hay dos áreas de afloramiento para este tramo cartográfico en el ámbito (occidental) de la Hoja:

- 1 km al NO de Quintanilla Pedro Abarca.
- 1 km al N de La Nuez de Arriba.

Sobre la superficie de *hard-ground* que culmina el tramo anterior, se deposita un conjunto característico de alternancias decimétricas margosas y margocalcáreas, muy bio-

turbadas, de color gris amarillento, más oscuro en fresco. Pequeños nódulos limoníticos son frecuentes, así como belemnites, ammonites y, en menor medida, braquiópodos, como contenido faunístico más abundante.

Debido a su carácter blando, origina una depresión topográfica entre el tramo calizodolomítico inferior, y el suprayacente del Dogger.

Los términos basales de la unidad no se observan muy bien porque suelen presentar un ligero despegue mecánico con respecto al techo de la inferior. Donde es visible este tránsito (en Hojas al NO de la de Montorio) se observa el desarrollo, sobre una decena de metros de ritmita, de un nivel métrico calcáreo que desarrolla un nuevo *hard-ground* a techo. Esta interrupción en la sedimentación se observa en la zona de Camino (Santander), al Noroeste de la Hoja, donde se sitúa el Sinemuriense superior (zona de *Oxiotum*). No existe certeza de la extensión de este evento, aunque parece ser notable (Jurásico de Asturias).

El límite superior de la unidad puede venir marcado por la presencia de un nivel de calizas bioclásticas, con abundantes oolitos ferruginosos, que se interpreta como otra interrupción sedimentaria. El lapso abarcado por la interrupción comprende desde el Aalenense al Bajociense basal.

La unidad se encuentra limitada por tanto, a muro y a techo, por dos importantes interrupciones sedimentarias que la caracterizan como una macrosecuencia. No obstante, existen otras interrupciones en la sedimentación dentro de la unidad. Las edades que acotan estos límites netos van desde el Sinemuriense superior al Aalenense inferior, según datos paleontológicos.

Petrográficamente la textura deposicional de los niveles margosos suele ser *mudstone-wackestone*, mientras que en los niveles más margocalizos es *packstone-wackestone*, con una organización en ciclo positivo. Estas capas más calizas suelen tener bases erosivas y retoques de *ripples* de oleaje a techo.

Los componentes aloquímicos corresponden a restos bioclásticos fundamentalmente, sobre todo en las capas más calcáreas, donde existe también una gradación positiva de estos componentes. En los términos margocalizos no es extraño encontrar *pellets* fecales como componente aloquímico principal.

El medio de sedimentación de la unidad se circunscribe a una plataforma de muy baja energía. En las áreas próximas a la Hoja, de máxima subsidencia, no es rara la presencia de facies euxínicas compuestas por lutitas negras laminadas ricas en bitumen y con sulfuros dispersos. Estas litologías se encuentran al noroeste, fuera de la Hoja, en las inmediaciones de Reinosa, y se interpretan como propias de un surco subsidente, mientras que en la Hoja la unidad se ha depositado en un alto relativo.

La interpretación de este hecho debe corresponder a la existencia de subsidencias diferenciales en la cuenca de depósito, debidas posiblemente a una actividad diapírica del

Keuper infrayacente. Esto se pone de manifiesto en la gran variación de potencia observada regionalmente para este tramo. Mientras que en la Hoja de Montorio el espesor más usual se encuentra en torno a los 80 m, en áreas cercanas la potencia llega a ser de varios cientos de metros (400 a 500 m).

El conjunto de la unidad es muy fosilífero, con abundantes restos de ammonoideos, nautiloideos, braquiópodos, pectinidos, belemnites, crinoideos, equínidos, ostreidos y foraminíferos. BRAGA *et al.* (1988), diferencian diez zonas de ammonites (*Obtusum a Tenuicostatum*) en el corte de Camino (Santander), que abarcan desde el Sinemuriense superior (Lotharingiense) hasta el Toarciense inferior. PUJALTE *et al.* (1988), en el corte de Rebolledo de la Torre (Palencia), diferencian hasta 12 zonas dentro de la unidad, llegando desde el Sinemuriense superior al Aalenense inferior.

En los afloramientos situados al N de La Nuez de Arriba se han realizado determinaciones micropaleontológicas. En la parte superior de la unidad margosa la asociación microfaunística caracteriza al Toarciense, conteniendo foraminíferos (*Ammobaculites fontinensis* TERQ., *Ammodiscus tenuissimus* GUMBEL, *Cornuspira orbícula* T. y B., *Lenticulina münsteri* ROEMER y *Falsopalmula deslongchampsii* TERQ., ostrácodos (*Cytherella* aff. *toarcensis*, BIZON, y *Procytheridea* sp.), radiolarios y artejos y radiolas de crinoideos.

1.2.3. Calizas y margas (5). Bajociense

Hay tan sólo 2 áreas de afloramiento, para este tramo cartográfico, en el ámbito (occidental) de la Hoja:

- 1 km al NO de Quintanilla Pedro Abarca.
- 1 km al N de La Nuez de Arriba. En este punto, junto al río Urbel, se encuentran los mejores afloramientos. Aquí se han realizado determinaciones micropaleontológicas (ver información complementaria).

Se trata de una serie calizo-margosa que origina un resalte topográfico. En su parte baja aparecen calizas arcillosas y margas (calcilutitas finas y biomicritas), aumentando hacia techo la proporción y el grosor de los bancos calcáreos. La unidad puede alcanzar hasta 50-70 m de espesor, representando el Bajociense.

Los términos calcáreos tienen un color gris claro y se presentan en capas con bases erosivas. Textualmente son *packstones-wackestones* cuyos componentes más abundantes son los bioclásticos y en menor proporción ooides e intraclastos.

El aspecto más destacable de la unidad es la presencia de esponjas litístidas, que se encuentran normalmente disgregadas dentro de las barras bioclásticas. Sus espículas son uno de los componentes más característicos de estos niveles. En afloramientos excepcionales (Rebolledo de la Torre, Palencia), se observan esponjas en posición de vida (intercaladas entre niveles margosos) con dimensiones individuales centimétricas a decimétricas. Estas facies espongiolíticas son de interés en la prospección petrolífera, según determinados autores.

Los horizontes espongiolíticos y bioclásticos forman dos secuencias de somerización que culminan en superficies de interrupción de la sedimentación. La parte inferior (que puede coincidir con un paquete calcáreo inferior) se encuentra dentro de las zonas de ammonites del Bajociense inferior. La segunda secuencia (que puede incluir una intercalación margosa y un paquete calcáreo superior) coincide con la zona de *Parkinsoni*, siendo su edad Bajociense superior.

En la Hoja de Montorio, esta unidad está discordada a techo por la facies Purbeck. Pero en otras áreas de la región, donde hay más Jurásico marino sucediéndola, culmina con el desarrollo de una superficie de interrupción en la sedimentación (*hard-ground*), de bastante importancia.

La unidad se depositó en un ambiente de plataforma energética relativamente distal, por debajo de la influencia de las mareas y con retrabajamiento del fondo mediante procesos originados por tormentas. Los intervalos margosos fueron colonizados por las esponjas, que junto a restos de otros organismos, fueron retrabajadas por las intensas corrientes (producidas fundamentalmente por tormentas) e incorporadas a los cuerpos sedimentarios bioclásticos con morfología de barras, que constituyen las estructuras predominantes de la unidad. Las esponjas suelen colonizar pequeños montículos de fango o bioclásticos de dimensiones comprendidas entre 1 metro y 2 ó 3 metros. Estos pequeños biostromas pueden amalgamarse, aunque lo normal es que sean disgregados, perdiendo su organización original.

En cuanto a contenido macropaleontológico, además de las esponjas litistidas hay otros organismos: cefalópodos, equinodermos, bivalvos, gasterópodos, corales, foraminíferos y poríferos.

En cuanto a micropaleontología, la microfacies de los tramos de calizas (biomicritas de microfilamentos) contienen, radiolarios, espongiarios, gasterópodos, crinoides, espículas, foraminíferos (*Nubecularia*, *Lenticulina*, *Ammodiscus*) y ostrácodos.

La edad de este tramo cartográfico es, como se ha indicado anteriormente Bajociense.

1.3. JURASICO SUPERIOR (MALM)-CRETACICO INFERIOR

1.3.1. Arcillas, arenas y conglomerados (6). Calizas (7). Facies Purbeck

Es discordante sobre los diversos términos del Jurásico marino.

Las características climáticas imperantes (tropicales a subtropicales) debieron condicionar una notable alteración subárea de la superficie infra-Purbeck, puesta de manifiesto en áreas cercanas por la presencia de horizontes lateríticos de no gran importancia. A nivel regional, este conjunto sedimentario es conocido con otros nombres (Grupo Cabuérniga, etc.).

El Purbeck, en la Hoja de Montorio, consta de arcillas rojas y versicolores, y arenas rojas y pardas, con niveles conglomeráticos poligénicos (6), habiéndose diferenciado las

intercalaciones calcáreas (7) que contiene. Suele originar una depresión topográfica, de frecuentes tonos rojizos, entre el Jurásico marino y las series arenoso-conglomeráticas blancas, del Weald/Utrillas, que le suceden estratigráficamente.

La facies Purbeck aflora en tres puntos de la Hoja:

- 1 km al NO de Quintanilla Pedro Abarca. Con las intercalaciones calcáreas de mayor importancia.
- 4 km al O de esta misma población, en el borde oeste de la Hoja. Este pequeño afloramiento adquiere mayor desarrollo en la vecina Hoja de Villadiego, donde también contiene calizas.
- 1 km al NE y NO de La Nuez de Arriba, con las mejores exposiciones de los conglomerados poligénicos.

Los conglomerados poligénicos son de colores variados, abigarrados (ocre rojizo o anaranjados) en fresco; los clastos suelen ser centimétricos y generalmente ferruginosos o calcáreos. Suelen formar un único nivel, de espesor métrico - decamétrico, que se sitúa muy próximo (a unos metros) de la base de la unidad.

La coloración de estos conglomerados es debida a la presencia de clastos carbonatados que han sufrido una rubefacción en la etapa previa a la erosión, y al depósito de la unidad. Es una fracción detrítica bien rodada, con un alto grado de esfericidad. Su tamaño es centimétrico, con dimensiones comprendidas entre 1 y 15 cm. El otro componente mayor de estas ruditas, son los clastos cuarcíticos, más angulosos y con tamaños máximos inferiores a los 5 cm, con una media de unos 2 cm. La selección de los clastos de este conglomerado es mediana. La matriz de estos términos, *clast-supported*, es cuarcítica y de grano grueso. Los niveles arenosos asociados a los términos anteriores son de grano grueso o medio, composición cuarcítica y buena cementación. Presentan estratificaciones cruzadas. Esta asociación arenoso-conglomerática se organiza en canales de potencias decimétricas a métricas (0,5 a 2 m), que pueden estar amalgamados, originando potencias de 5 a 6 m como máximo. Las acñaciones sedimentarias laterales no son difíciles de observar, siendo frecuentes dimensiones laterales de estos cuerpos sedimentarios del orden del centenar de metros.

El análisis de la fracción ligera (comprendida entre 0,50 mm y 0,25 mm), en las areniscas del Purbek, refleja que los componentes mayoritarios son: cuarzo monocristalino (con extinción ondulante 41,2% y con extinción recta 25,3%), feldespato potásico (10%), fragmentos de rocas metamórficas (metacuarcita 10,5%) y cuarzo policristalino (7,9%). También en menor proporción chert (3,7%), fragmentos de rocas sedimentarias (1%). Señalar la ausencia de fragmentos de rocas plutónicas, volcánicas y autóctonas. Los estudios realizados sobre los minerales pesados indican que sólo están presentes en las muestras con un porcentaje de 0,5%. Este porcentaje está compuesto por: opacos (73,6%), transparentes (19,3%) y micas (biotita, moscovita y clorita en un 7,1%). Entre los minerales más abundantes, destacar la turmalina y el circón. Los demás minerales aparecen en porcentajes más bajos, llegando algunos como el granate (0,5%) a ser muy poco abundantes.

Los términos lutíticos asociados a estas litologías detríticas groseras suelen ser de color rojizo a anaranjado. Alcanzan potencias métricas a decamétricas y se organizan en ciclos de oxidación-reducción de potencia métrica a decamétrica, con términos inferiores representados por lutitas grises y verdes, algo margosas, y los superiores por lutitas rojas ricas en óxidos. Los ciclos pueden culminar en paleosuelos de carácter laterítico.

Las calizas (7) son de color oscuro, frecuentemente de aspecto grumelar a pseudointraclástico, y de potencia métrica. Suelen presentar una textura *mudstone-wackestone*, con *pellets* y a veces granos de cuarzo. A techo, pueden apreciarse alteraciones propias de somerización o exposición subárea: superficies de oxidación y rubefacción, y huellas de raíces. Representan zonas de encharcamiento o lagos efímeros.

El espesor máximo del Purbeck en la Hoja de Montorio es hectométrico.

La Facies Purbeck se interpreta como el inicio de la sedimentación intracontinental que caracteriza el límite Jurásico-Cretácico en la región. La asociación de facies formadas por canales arenoso-conglomeráticos y lutitas rojas se asocia a sistemas aluviales. Los fangos rojos se interpretan como llanura de inundación, cuyos sedimentos estarían generados por desbordamientos de los canales e inundaciones a escala de todo el sistema. Las facies groseras están canalizadas, y las estructuras indican un transporte tractivo y una configuración de baja sinuosidad para los canales. La facies calcárea corresponde a pequeños encharcamientos de carácter efímero desarrollados en la misma llanura de inundación (cuando se encuentran incluidos entre lutitas). Los mayores desarrollos de calizas se enmarcan en un contexto lacustre marginal. La facies de lutitas versicolores representa ciclos de oxidación-reducción generados en ambientes palustres y perilacustres (los términos reductores están representados por las lutitas grises y verdes). En vertical experimentan un enriquecimiento en óxidos provocado por retracciones lacustres o disminución progresiva de la columna de agua en régimen palustre. Los ciclos suelen terminar con un proceso edáfico.

La discordancia del Purbeck sobre los diversos términos del Jurásico marino y su ambiente de sedimentación continental reflejan la existencia de movimientos neokiméricos originados (para los autores más recientes) por la apertura del Golfo de Vizcaya, lo que crea en el área un sistema de fallas de desgarre dextral (cf. Ventaniella).

El inicio del depósito de esta unidad se realiza en cuencas de morfología irregular, creadas por el movimiento diferencial de los desgarres. Conforme se van colmatando, la sedimentación tiende a ser más homogénea, finalizando el ciclo sedimentario con una cuenca de características sedimentarias más uniformes.

El establecimiento de una edad para las unidades es una cuestión problemática. Por un lado, hay ausencia de dataciones faunísticas concluyentes dentro de las unidades, así como en la unidad situada a techo. Por otro, está el importante lapso temporal ocupado por la deformación neokimmérica y el desarrollo de una superficie de erosión previa al depósito de las unidades. Se conoce que, al menos durante el Oxfordiense basal (en la provincia de Alava), las condiciones sedimentarias eran las mismas (marinas) que las

existentes durante la sedimentación del Dogger. Cabe suponer que los eventos tectónicos y erosivos previos al depósito de la unidad se desarrollan durante el Oxfordiense alto-Kimmeridgiense basal. La presencia de numerosos indicios de interrupción sedimentaria dentro de la unidad, hace posible que el lapso temporal de ésta sea considerable, abarcando desde el Kimmeridgiense medio y superior hasta el Cretácico inferior basal (Valanginiense). Esta datación, por sus limitaciones en su establecimiento, debe considerarse como tentativa y de carácter provisional.

En los afloramientos situados al norte de La Nuez de Arriba se han realizado determinaciones micropaleontológicas que indican una posible edad Berriasiense. Los niveles terrígenos gruesos (6) no suelen contener microfósiles (a excepción de las arcillas, que contienen abundantes ostrácodos y algunos oogonios de caráceas que caracterizan al Malm y Berriasiense), mientras que los tramos de calizas lacustres tienen una microfacies de biomicrita con oogonios y fragmentos de talos de charáceas, ostrácodos y gasterópodos.

1.4. CRETACICO

1.4.1. Cretácico inferior

1.4.1.1. *Arenas, conglomerados silíceos y arcillas (8). Facies Weald. Valanginiense-Barremiense superior*

Esta unidad aflora en el cuadrante noroccidental de la Hoja, inmediatamente al norte de la Falla del Urbel, donde presenta una espesor cercano a los 800 m.

Según datos regionales y los propios de la Hoja, se sitúa sobre una marcada discordancia, que los hace localizarse a diferente altura estratigráfica sobre el conjunto infrayacente del Purbeck. En la vecina Hoja de Villadiego, situada al oeste, se observan indicios de una importante interrupción en la sedimentación, que afecta al techo de los términos purbeckienses. Esta interrupción se asocia a procesos de karstificación, oxidación y rubefacción de los carbonatos infrayacentes. La discordancia del Weald fosiliza este importante evento estratigráfico.

Litológicamente, esta facies Weald se compone de areniscas pardas, con microconglomerados, y arcillas rojas y verdes. Las areniscas son de grano medio a grueso, organizadas en niveles métrico-decámétricos, con sets de estratificación cruzada planar y en surco. Las bases de las capas son erosivas, siendo frecuentes cicatrices internas y amalgamaciones. En la base de las capas y sets es frecuente encontrar *lags* centimétricos a decimétricos de microconglomerados, con algún canto aislado que supera esta granulometría; la naturaleza de los clastos microconglomeráticos y de los granos arenosos es silícea. Las arcillas rojas y verdes son litologías más minoritarias, representando relictos no erosionados por los canales arenosos.

En las areniscas basales del Weald, situadas al N de La Nuez de Arriba, se han realizado diversos tipos de análisis: granulométricos, fracción ligera y minerales pesados. Los estudios granulométricos reflejan que el 95.05% del material analizado está comprendido dentro de los límites que definen las arenas, siendo sólo un 4,5% material inferior

(limo) y un 0,86 superior (microconglomerado). Del estudio de la fracción ligera (comprendidos entre 0,50 m y 0,25 mm) se desprende que los componentes mayoritarios son: cuarzo monocristalino (extinción ondulante 41,2% y con extinción recta 38,6%), cuarzo policristalino (11,6%) y fragmentos de rocas metamórficas (metacuarcitas 5,2%). En menor proporción hay chert (1,5%) y feldespato potásico (0,5%). Los minerales pesados sólo representan un 1,35% del total. Los minerales que aparecen son: opacos (68,8%), transparentes (25,4%) y micas el resto. Dentro de los minerales pesados, la turmalina es el más abundante (47,3%), después el circón (30,3%), rutilo (4,91) y epidota (3,9%). Entre los minerales que parecen como escasos, los más abundantes son broquita (0,8%), anatasa (0,8%) y apatito (0,4%).

El medio sedimentario en el que se genera esta unidad cartográfica está formado por sistemas aluviales, con predominio de los medios fluviales de carácter *braided*, responsables de la deposición de los cuerpos arenosos y microconglomeráticos. Entre las zonas de aporte detrítico preferente, quedan áreas que presentan características de llanura de inundación, en donde tiene lugar la sedimentación de las lutitas rojas y verdes, que indican la existencia de ciclos de oxidación-reducción, originados por las inundaciones y posteriores desecación y exposición subaérea que afectan a este submedio.

El origen del ciclo Weald está marcado por la reactivación de los accidentes NO-SE del Sistema Ventaniella, seguramente con carácter transcurrente durante la sedimentación de las unidades wealdicas. Esta actividad tectónica se enmarca también dentro de las fases Neokimméricas, relacionadas con la apertura del Golfo de Vizcaya. Estos eventos conformaron la paleogeografía de las cuencas, hecho que se pone de manifiesto al realizar las medidas de paleocorrientes procedentes del Norte, cuyas direcciones coinciden a «grosso modo» con las de las fracturas (según datos regionales obtenidos más al Noroeste).

La edad más probable para esta unidad wealdica es Valanginiense-Barremiense superior, a partir de datos paleontológicos y regionales de las unidades infra y suprayacentes.

1.4.1.2. Arenas, areniscas y conglomerados silíceos (8'). Aptiense-Albiense inferior

Esta unidad se localiza en diversas áreas de afloramiento por toda la mitad occidental de la Hoja. Su base es discordante sobre los anteriores términos de la serie estratigráfica, lo que sugiere la continuación y/o reactivación de las condiciones tectónicas vigentes anteriormente. A su vez, su techo está también erosionado por la unidad suprayacente (Fm. Arenas de Utrillas: 9).

Son materiales predominantemente silíceos y de color blanco, excepto en algún punto localizado donde hay cementación ferruginosa roja-amarillenta. Las arenas son gruesas, y los conglomerados, de cantos cuarcíticos, son centil centi a decimétrico. El conjunto se presenta poco o nada cementado, lo que determina una escasez generalizada de afloramientos bajo eluviales; a pesar de ello originan un ligero relieve topográfico, siendo visible en foto aérea trazas de capas, lo que da una idea acerca de su estructura.

Los términos arenoso-conglomerático característicos de esta unidad cartográfica forman niveles métricos a decamétricos, con estratificación cruzada planar y en surco, cicatrices erosivas, amalgamaciones, etc. La naturaleza de los clastos es silíceos y las areniscas suelen tener grano medio a grueso. Intercalan a veces niveles métricos de lutitas rojas y verdes con algunas intercalaciones carbonosas (en algunos puntos se observan restos de azabache incluidos como clastos en la base de las capas arenosas). En algunas localidades de la región, al NO de la Hoja, estos niveles carbonosos han sido explotados en minas de poca importancia, actualmente abandonadas.

Se han realizado estudios granulométricos de las canteras al NE de La Nuez de Arriba, que indican proporciones de 76,5-18% de tamaños inferiores a 0,06 mm (limo). La fracción ligera (para 0,5-0,25 mm) muestra composiciones de cuarzo (20-66%), feldespato potásico (3-6%) y fragmentos de rocas metamórficas (0,5-5%), siendo los minerales pesados el 0,5-2% del total. De éstos dominan la turmalina, y menos frecuentemente, estauroлита y circón.

El ambiente sedimentario es un sistema fluvial de tipo *braided*, en donde alternan las áreas canalizadas, con desarrollo de barras arenosas, y las zonas intercanal con características de llanura de inundación y desarrollo de sedimentos finos lutíticos, y en donde las alternancias de períodos de inundación-desección influyen sobre el sedimento. La notable importancia de los términos arenoso-conglomeráticos se debe a la posición que ocupan dentro de este sistema aluvial, correspondiendo a zonas canalizadas de aporte detrítico y de procedencia sur, predominantemente.

Para algunos autores, esta unidad cartográfica podría representar un subciclo superior de la Facies Weald, o bien guardar más relación con las suprayacentes Utrillas, pudiendo ser entonces un equivalente de la Formación Escucha, definida en la provincia de Teruel (Cordillera Ibérica oriental, rama aragonesa).

El espesor de esta unidad es del orden de 700-800 m. Su edad más probable abarca el Aptiense y la parte basal del Albiense. En la realización de la vecina Hoja de Prádanos de Ojeda, en arcillas y lutitas carbonosas de esta unidad se determinaron los siguientes foraminíferos: *Ammobaculites* cf. *forozus* TAPPAN A. *Subcretaceous* CUSHM. y ALEX, y *A. baculoides* cf. *gainesvillensis* COEBL., que definen un Cretácico inferior (probable Aptiense).

1.4.1.3 Arenas, gravas y arcillas. Fm. Arenas de «Utrillas» (9). *Albiense-Cenomaniense inferior*

Esta unidad se encuentra distribuida en la mitad suroccidental de la Hoja. La importante actividad tectónica previa a su depósito da lugar a que su base se sitúe discordante sobre diferentes unidades. Los términos más altos estratigráficamente, sobre los que se deposita la Formación Arenas de Utrillas son materiales wealdicos, pero también se sitúa sobre las diferentes unidades purbeckienses y del Jurásico marino, e incluso puede depositarse sobre el Triásico en facies Keuper.

Litológicamente, la Formación Utrillas se compone de arenas blancas y pardas con intercalaciones de gravas y arcillas, caoliníferas, y lutitas versicolores.

Las gravas, frecuentemente de tamaño microconglomerático, son de naturaleza silícea y, en su mayor parte, de cantos cuarcíticos. Están bien rodados y presentan un alto grado de esfericidad. Sus diámetros están comprendidos entre 1 y 10 cm y su selección es medianamente buena. Su matriz es arenosa y está afectada por una intensa alteración a arcillas caoliníferas que da a estos materiales tonos claros blanquecinos. Poseen potencias métricas a decamétricas. La alteración hace que el grado de cementación sea bajo (gravas y cantos). Una consecuencia de esto es que los niveles congloméráticos no suelen dar resalte topográfico, ocupando zonas deprimidas, y contrastando con algunos niveles arenosos que, por su menor porosidad, se encuentran menos alterados y dan relieves positivos. Esta particularidad es especialmente notable en los tramos basales de la unidad, en donde a pesar de concentrarse las granulometrías más gruesas, éstas son fácilmente erosionadas, situándose en fondos de valle, barrancos, etc. A pesar de su bajo grado de consolidación, se aprecia en estos materiales imbricación de cantos, cicatrices erosivas y amalgamación de depósitos de canal.

Estos términos están relacionados con areniscas, sobre todo de grano grueso, también de bajo grado de cementación y color blanco por la alteración caolinífera (arenas), aunque también presenta coloraciones amarillentas, rojizas, violetas y negruzcas. Forman sets con estratificación cruzada planar y en surco, y están organizadas con los términos conglomeráticos en secuencias positivas de relleno de canal, métricas a decamétricas. Los otros términos areniscos, presentes en la unidad, son paquetes métricos a decamétricos de areniscas mejor cementadas y de color pardo, que dan relieve positivo. Tienen un tamaño de grano medio a grueso y representan cementaciones ferruginosas locales.

En las arenas de la Facies Utrillas, localizadas a 1 km al N de Montorio, se han realizado varios tipos de análisis: granulométricos, fracción ligera y minerales pesados. Los estudios granulométricos reflejan que el 93% de los materiales tienen tamaño arena (fracción comprendida entre 1 mm y 0,25 mm), siendo el 7% restante limo. La composición de la fracción ligera (comprendida entre 0,50 mm-0,25 mm) refleja la siguiente mineralogía: feldespato potásico (38,9%), cuarzo monocristalino (con extinción ondulante 22,1 % y con extinción recta el 16,3%), cuarzo policristalino (12,5%), fragmentos de rocas metamórficas (7,9%), fragmentos de rocas sedimentarias (areniscas, 1,5%) y chert (0,5%); no aparecen fragmentos de rocas plutónicas, volcánicas, ni autóctonas. Según el estudio de los minerales pesados (de la fracción 0,16 mm-0,060 mm) hay que señalar que sólo representan el 2,5% de la muestra; los componentes mayoritarios son opacos (79,4%) y transparentes (15,6%), siendo el resto micas; los minerales pesados más abundantes son la turmalina y el circón, apareciendo como elemento traza la hornblenda y el apatito.

Los términos limosos y lutíticos no son muy importantes en el conjunto de la unidad. Son niveles de sedimentos finos que han sido respetados por la general amalgamación de los depósitos de canales conglomeráticos-arenosos. Los términos más frecuentes son lutitas rojas y verdes seguidos de limolitas y lutitas grises, con alguna intercalación carbonosa. Tampoco es extraño encontrar niveles decimétricos a métricos de arcillas rojas, verdes y blancas, con evidente contenido en caolín.

En la vecina Hoja de Villadiego (al Oeste), esta unidad intercala a techo un nivel de lignito de potencia métrica-decamétrica.

El medio de sedimentación de la unidad está compuesto por sistemas aluviales de tipo fluvial. La presencia de sets tabulares amalgamados, la incisión de canales sobre las barras, y la existencia de canales imbricados, son criterios definitivos para asignar una configuración *braided* a los paleocauces. Los términos arenosos de la parte alta de la unidad muestran estructuras propias de cauces de alta sinuosidad, observándose superficies de acreción lateral y láminas ascendentes de estratificación cruzada. Las facies lutítico-limosas corresponden a una llanura de inundación debilmente vegetada. La alteración caolinitica refleja un clima tropical a subtropical. El tránsito con la unidad suprayacente marina está marcado por la aparición de canales meandriformes y la progresiva aparición de flujos mareales.

Como se ha indicado anteriormente, la base de la Fm Arenas de Utrillas, es una discordancia generalizada (que frecuentemente define el inicio de la transgresión marina del Cretácico medio-superior) al igual que ocurre en numerosas áreas de la Península, y que en esta Hoja, y en general en la Orla Mesozoica Vasco-Cantábrica, sella los efectos de la tectónica que da lugar a las facies Purbek-Weald. Así pues, finalizada la sedimentación wealdica; y en general, detrítica, anterior, se produjo una importante estructuración tectónica (Fase austrica: Aptiense medio-superior), que originó la deformación de las unidades jurásicas y cretácicas hasta entonces depositadas. A esta deformación (y tras un importante período erosivo, con desarrollo en algunos puntos de superficies edáficas, lateritas, etc.) sucede el depósito de la característica unidad detrítica Fm. Arenas de Utrillas.

La Formación Arenas de Utrillas alcanza una potencia de 125-250 m, diferencia de espesor que puede ser también consecuencia de su carácter tectónicamente incompetente. Topográficamente, originan una depresión entre las unidades del Weald, y detríticas anteriores en general, y las calizas y margas del Cretácico medio-superior.

No existen datos faunísticos fiables que aporten información suficiente acerca de la edad de la unidad. De acuerdo con su posición estratigráfica y con los datos regionales, el intervalo temporal ocupado por la unidad puede abarcar desde el Albiense hasta el Cenomaniense inferior. En la próxima Hoja de Las Rozas (nº 108), situada al norte, la unidad se sitúa sobre niveles carbonatados con rudistas y ostreidos del Aptiense inferior. Sobre esta Formación Utrillas, se encuentra un nivel con calizas de ostreidos, margas, areniscas y lutitas, que parece corresponder al tránsito Albiense-Cenomaniense, y que inicia una nueva etapa sedimentaria.

1.4.2. Cretácico Superior

Finalizado el episodio de sedimentación continental durante el que se deposita la Formación Utrillas, se produce una gradual profundización de las cuencas sedimentarias, con progresiva implantación de las condiciones de sedimentación marina (somera a muy somera), la cual origina el depósito de las unidades del Cretácico superior. Las facies sedimentarias producidas por estos medios marinos son muy parecidas durante el depósito de este gran ciclo que llega hasta finales del Campaniense. Las transgresiones marinas vienen del N-NE y E, mientras que la línea de costa estaba situada al NO.

La sedimentación del ciclo está afectada por varios períodos de interrupción en la sedimentación, de importancia variable. Los lapsos deposicionales más marcados son los que establecen los límites de las unidades principales.

1.4.2.1. Margas, calcarenitas y calizas (10), Albiense superior-Coniaciense inferior

Sucede concordantemente al conjunto anterior (Formación Arenas de Utrillas), con el que muestra intercalaciones, habiéndose marcado el límite adonde los niveles margosos (con fauna marina, frecuentemente) comienzan a dominar sobre los arenosos. Sus afloramientos se distribuyen por toda la Hoja, salvo en su parte oriental y esquina suroccidental. Topográficamente, aflora en las laderas entre las facies Utrillas del fondo de los valles, y las barras y crestas calcáreas del Cretácico superior, por lo que esta unidad está frecuentemente cubierta por derrubios. Comprende dos tramos litológicos: inferior y superior, no diferenciados en cartografía en esta Hoja, aunque sí en Hojas vecinas. En algunas zonas (particularmente en el sur del conjunto mesozoico de la Hoja) puede no haberse depositado el tramo inferior (ver más adelante) debido a una actividad tectónica sinsedimentaria final del sistema de fracturas de Ventaniella.

El *tramo inferior* corresponde a una sucesión de margas amarillentas y grises con intercalaciones de niveles de calizas bioclásticas calcareníticas y nódulosas, y una potencia del orden de 25-40 m, que muestran laminación algal, bioturbación y superficies ferruginosas. Las calizas, bioclásticas y calcareníticas, suelen mostrar bases erosivas, con frecuencia diseminaciones de glauconita. Son abundantes los ostreidos que pueden formar pequeñas lumaquelas en el conjunto del tramo. Los niveles nodulosos que aparecen a techo de la unidad contienen además *rills* bioclásticos, estando muy bioturbados.

El tramo tiene, pues, una gran variedad litológica. Destaca la presencia de niveles areniscosos de color pardo y potencias métricas (entre 1 y 3 m). Están asociados a las margas, limolitas y lutitas, y son asimilables a secuencias de relleno de canal mareal. Presentan estratificación lenticular y *wavy*, base neta a veces erosiva, fragmentos de carbón y de ostreidos, estratificación cruzada planar, bimodal y en surco, superficies de acreción lateral, y *climbing ripples* y *ripples* de oleaje. La matriz presenta carácter caolínífero. Se encuentran restos de troncos limonitizados.

Se han realizado estudios granulométricos en arenas s.l. de este tramo, procedentes de 1,5 km al E de Montorio. El 87-88% del material posee tamaño arena (con el 43% de éste comprendido entre 0,37 y 0,125 mm), el 0-8% es de tamaño microconglomerado y el 4-12% de tamaño limo. El análisis de la fracción ligera comprendida entre 0,25 y 0,50 mm, muestra la siguiente composición mineralógica: feldespato potásico (48,6%), cuarzo monocristalino (20,1% con extinción recta, y 22,1% con extinción ondulante), cuarzo policristalino (2,1%), fragmentos de rocas sedimentarias (3,1% areniscas y arcillas) y fragmentos de rocas metamórficas (2,6% metacuarcitas), destacando la ausencia de rocas plutónicas, volcánicas y autóctonas. Los minerales pesados en la fracción 0-16 mm-0,060 mm, representan sólo un 1,73% del total. Los más significativos son: opacos (71,1%), transparentes (26,1%) y moscovita (2,2%), siendo de los transparentes los más abundantes: turmalina (64,8%) y estauroilita (15,7%), los demás aparecen en proporción muy escasa: brooquita, anatasa, etc.

Otra litología característica, en áreas al NO de la Hoja, son los niveles de acumulación de materia orgánica vegetal, que van desde margas y lutitas verdes y grises, con un laminado tractivo interno, a lutitas carbonosas con intercalaciones centimétricas de lignito. La potencia de estos tramos carboníferos son centimétricas a decimétricas, con espesores medios máximos de 30-40 cm. Son carbones de mala calidad y con un alto contenido en cenizas, a pesar de lo cual fueron aprovechados a mediados de siglo. Las explotaciones más notables se encuentran en Olleros de Pisuerga, Villacibio y Rebolledo de la Torre (Palencia).

En cuanto a los materiales calcáreos, se observan dos tipos de facies: bancos métricos de calizas arenosas y nodulosas, muy bioturbadas; y capas decimétricas a métricas de calizas arenosas y calcarenitas, con abundantes fragmentos de ostreidos. Las texturas de estos carbonatos son *packstone-grainstone*, con cemento esparítico.

Las intercalaciones margosas, decimétricas a métricas, tienen color pardo a gris y también presentan abundantes fragmentos fósiles, que llegan a constituir auténticas lumaquelas sin cementar, con ostreidos como componente principal, además de los ostréidos se encuentran otros bivalvos, gasterópodos, corales, briozoos, ostracodos de concha gruesa y algas.

Esta asociación de facies margo-lutíticas y limosas se depositó en un medio transicional con características intermareales-submareales. Los canales arenosos presentan una configuración meandriforme. Son depósitos transportados por corrientes fluviales, y retrabajados por flujos mareales bidireccionales. Hay niveles en donde los rasgos fluviales desaparecen, conservándose solo los aspectos mareales. Los restos carbonosos están resedimentados y se acumulan junto con los términos más pelíticos, en momentos de mayor decantación. Proceden de un litoral vegetado en el límite intersupramareal.

Los tramos de calizas arenosas y de calcarenitas se sitúan en un ambiente submareal a *off-shore* en el que dominan los procesos generados por tormentas y oleaje. Las margas y calizas margosas se forman por debajo de la influencia mareal, en áreas de baja energía.

En conjunto, esta parte inferior de la unidad cartográfica constituye un sistema estuario que experimenta en vertical un cambio progresivo de medios fluviomareales a ambientes de mar abierto, que dominan la sedimentación en la parte superior de la misma unidad.

Las paleocorrientes indican un sentido de aporte coincidente con el correspondiente a los canales fluviales de la Formación Utrillas. Las paleocorrientes dirigidas en sentido contrario indican la existencia de flujos mareales, y la divergencia de direcciones en los canales fluviomareales se debe a la configuración altamente sinuosa de los mismos.

Dentro de este tramo inferior puede encontrarse el límite Albiense-Cenomaniense. Este paso del Cretácico inferior al Superior marca el inicio de la sedimentación carbonatada en condiciones marinas someras, predominante durante el transcurso del Mesozoico terminal.

El *tramo superior* aflora inmediatamente debajo de la barra calcárea del Turoniense (1ª barra calcárea del ciclo Cretácico superior). Es una sucesión de calizas nodulosas (en la base) y calizas arcillosas y margas con laminación (preferentemente a techo), que pueden contener algún nivel (decimétrico) de caliza intraclástica. La bioturbación y las pistas son frecuentes. Petrográficamente, las calizas nodulares son biomicritas nodulosas, *wackestones*, con abundantes restos de bivalvos, gasterópodos, equinodermos, briozoos, ammonites y foraminíferos planctónicos y bentónicos. Las margas y las calizas arcillosas presentan fauna menos abundante. En este tramo continúa, pues, la transición del Cretácico superior basal hacia condiciones plenamente marinas.

En las áreas en donde no se encuentra el tramo inferior descrito anteriormente, el nivel superior se sitúa sobre los tramos detríticos en Facies Utrillas. En estas zonas, la base del tramo superior es equivalente estratigráfica y temporalmente al tramo inferior y se caracteriza por la presencia de niveles arenosos centimétricos a decimétricos, y pasadas carbonosas centimétricas. Estas litologías indican condiciones fluviomareales a estuarias. La presencia de estos niveles transicionales no es constante, ni alcanzan la relevancia en el tramo inferior. La implantación de facies marinas es pues más rápida en estos sectores.

Entre las litologías calcáreas se distinguen bancos de 1 a 2,5 m de calizas arenosas y nodulosas, muy bioturbadas, y bancos de 0,5 a 1,5 m de calizas arenosas y calcarenitas con base plana y techo ondulado. Estos últimos niveles tienen base neta, fragmentos de carbón estratificación cruzada tangencial en la base, estratificación *hummocky* y *swaley*, y *ripples* de oleaje. Presentan texturas *packstone-grainstone* con cemento esparítico. Los aloquímicos son muy abundantes, dominan los bioclastos y son muy frecuentes los granos de cuarzo y glauconita, observándose también intraclastos, peloides y fragmentos carbonosos.

Otra litofacies de la unidad está formada por una alternancia centimétrica entre margas y calizas margosas. Estas últimas presentan *ripples* de oleaje y estratificación *hummocky* de pequeña longitud de onda. Textualmente son *wackestones*, con láminas de acumulación de ostrácodos por corrientes.

Hay dos tipos de sedimentos finos en este tramo superior. En la base predominan los limos, lutitas y margas laminadas en niveles decimétricos a métricos. El laminado interno es de origen tractivo. Esta organización interna puede borrarse por bioturbación. Entre estos niveles métricos a decamétricos pueden intercalarse acumulaciones centimétricas a decimétricas de ostreidos sin cementar. En la parte media y alta del tramo se observan niveles centimétricos a decimétricos de margas grises y calizas margosas, depositadas en zonas de baja energía, por debajo de la influencia de mareas.

La asociación basal de facies margo-lutítico-limosas y areniscosas se enmarca en un contexto intermareal-submareal asociado a un complejo estuarino. El resto del tramo se deposita en condiciones que gradualmente van adquiriendo características de mar abierto. Las facies de calizas arenosas y calcarenitas se sitúan en un ambiente submareal a *off-shore* en el que dominan los procesos generados por tormentas y oleaje. Los bancos

calcáreos más altos estratigráficamente tienen características de barras y son precursores de los *shoals* amalgamados que constituyen la unidad cartográfica suprayacente.

Los restos faunísticos son abundantes en los términos calcáreos y margosos. Se encuentran equinidos, ostreidos (*Ostraea*, *Gryphaea* y *Exogyra*) y otros bivalvos.

Este tramo superior tiene una potencia comprendida entre los 20 y los 60 m. El intervalo temporal ocupado va desde el límite Albiense-Cenomaniense, en la base, al Turoniense inferior, aunque en algunas zonas, por cambio lateral de facies con la unidad cartográfica suprayacente, puede llegar al Coniaciense.

Según datos macropaleontológicos entre el Cenomaniense y el Turoniense debe existir un hiato estratigráfico que afecta al Cenomaniense superior, como ha sido señalado anteriormente por RAMIREZ DEL POZO (1971) para toda la región nor-burgalesa.

Para esta unidad cartográfica se han realizado determinaciones micropaleontológicas en muestras procedentes del E de Montorio y del N de Quintana del Pino, ambas localidades situadas al N de la Falla del Urbel.

En la parte inferior del corte de Montorio, las margas contienen ostreidos (*Exogyra*) y una asociación de foraminíferos y ostrácodos constituida por abundantes especies típicas del Cenomaniense. Entre los foraminíferos destacamos la presencia de *Orbitolina* (*Orbitolina*) *concava concava* LAM. *Daxia cenomana* CUV. y SZAK., *Flabellamina alexanderi* CUSHM, *Haploghagnium* (*Buccicrenata*) *suboodlandensis* VANDERP., *Triplasia* cf. *acutocarinata* ALEX. y SMITH y *Ammobaculites stephensoni*. CUSHM. Las especies de ostrácodos más características son *Dordoniella strangulata* APOST., *Protocythere tenera* DAMOTTE, *Doloccytheridea* cf. *bosquetiana* JONES e HINDE, *Centrocyclythere* cf. *denticulata* MERTENS, *Cythereis dordoniensis* DAMOTTE, *Cythereis* cf. *luermnnae* TRIEBEL, *Cythereis praetexta* DAMOTE y *Parexophtalmocythere certlii* BABINOT.

En la parte superior del corte de Quintanilla del Pino, las margas se presentan biturbadas y contienen también ostréidos de pequeño tamaño (*Exogyra*, *Plicatula*, y *Pycnodonta*), briozoos, radiolas y artejos de Equinodermos, y una asociación con numerosas especies de foraminíferos y, sobre todo, de ostrácodos del Turoniense inferior. Entre los foraminíferos hay un predominio de los de concha arenácea o aglutinada: *Pseudoclavulina brayi* COLOM, *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Hyperammina* sp., *Spiroplectammina* sp., *Cyclammina* sp., y *Lenticulina* sp. Los ostrácodos más típicos son *Cythereis reticulata* JONES e HINDE, *Cythereis grekovi* DAMOTTE, *Cythereis praetexta* DAMOTTE, *Cythereis cuvillieri* DAMOTTE, *Dordoniella turonensis* DAMOTTE, *Pterigocythere allinensis* GEKOFF y DEROO y *Cytherella ovala* ROEMER.

Los tramos calizos intercalados entre las margas suelen ser calcareníticos, con los bioclastos a veces orientados, y contienen oolitos e intraclastos, y cemento esparítico (barras de alta energía) y, en general, glauconita. Estas microfacies suelen contener abundantes algas (*Bouëina pygmaea* PIA, *Aciculari*, *Neomeris pfenderae* KON y EPIS y *Archaeolithothamnium*) junto a fragmentos de macrofósiles (briozoos, ostreidos, lamebránquios, equinodermos...)

1.4.2.2. *Calizas y dolomías blancas (11). Turoniense medio-Santoniense inferior*

Esta unidad cartográfica destaca vigorosamente en el relieve, al constituir el primer o más bajo resalte topográfico de las características mesas, loras o muelas de la región. Está constituida típicamente por un potente conjunto de calizas microcristalinas, calcarenitas bioclásticas, calcirruditas, calizas dolomíticas y dolomías, estratificadas en gruesos bancos, en general de más de 1 m. Predominan las calizas microcristalinas (biomicritas, intrabiomicritas y biopelmicritas) en la base de la serie, y las calizas dolomíticas y dolomías (micritas dolomitizadas, dolomías cristalinas y dolosparitas) en el techo, aunque en ocasiones la dolomitización es muy intensa en todo el conjunto. En muchas zonas hay un delgado tramo margoso de espesor decamétrico casi a techo.

Su posición estratigráfica más típica es a techo del tramo superior de la unidad cartográfica anterior (10), que gradualmente va adquiriendo las características propias de (11), fundamentalmente calco-dolomíticas. Sin embargo, en algunas zonas de la región, puede disponerse directamente sobre las Facies Utrillas, es decir, sobre un alto sedimentario previo, cuyo origen parece estar en la actuación final del sistema de fracturas Ventaniella. Asimismo, en otras zonas puede estar ausente o casi ausente, ocupando su posición estratigráfica y temporal, términos propios del tramo superior de la unidad cartográfica anterior (10).

La litología típica predominante son las calizas, que se dolomitizan total o parcialmente. Están organizadas en ciclos negativos de potencia métrica. En la parte baja de las secuencias se encuentran calizas nodulosas en capas decimétricas y con contactos ondulados en la base. En la vertical pasan a bancos masivos decimétricos a métricos de calizas de miliólidos, con estratificaciones cruzadas de media y gran escala. La textura de las calizas nodulosas es del tipo *wackestone*, bioclástica y con abundantes intraclastos y *pellets*. Los términos superiores de los ciclos están formados por calizas de textura *grainstone-packstone* con cemento esparítico, siendo los miliólidos los componentes principales. El aspecto noduloso está producido por un elevado grado de bioturbación. La estratificación ondulada se asocia a estructuras producidas por tormentas, y en los términos superiores pueden preservarse morfologías de barras amalgamadas. A techo de los ciclos se desarrollan superficies ferruginosas. En determinadas zonas se desarrollan niveles bioconstruidos de rudistas.

El techo de la unidad está marcado por el desarrollo de una importante interrupción en la sedimentación, que se manifiesta por repetidas superficies de *hard-ground* a techo de las capas superiores de la unidad, y por el desarrollo, en algunas áreas, de sedimentación condensada. Los niveles formados durante esta ralentización deposicional son capas centimétricas a decimétricas de calizas arenosas, muy bioclásticas y bastante ferruginosas. Están con frecuencia dolomitizadas, total o parcialmente. Su textura es *packestone-grainstone* con cemento esparítico. Contienen intraclastos y pleoides, granos de cuarzo dispersos, y los restos fósiles pertenecen a equínidos, briozoos, ostreidos, corales, miliólidos y gasterópodos. La potencia normal de este tramo culminante de la unidad es de 2 a 6 m.

Los ciclos negativos se interpretan como secuencias de somerización características de barras submareales o *shoals*. La unidad cartográfica infrayacente (10) evoluciona gradualmente de condiciones estuarinas a las de plataforma somera de mar abierto propias de ésta. El techo de la unidad está marcado por la presencia del tramo de calizas arenosas, que indican la persistencia (debida a la disminución de la subsidencia) de medios litorales más energéticos. Este cambio ambiental, el carácter ferruginoso de estos materiales culminantes y el desarrollo de superficies de interrupción de la sedimentación, indican la existencia de una ruptura sedimentaria que separa esta unidad del tramo cartográfico suprayacente, de carácter predominantemente margoso.

El espesor de esta unidad es muy variable, entre 70 y 125 m, con máximos de hasta 150 m. Probablemente por las razones apuntadas antes (disposición a veces en alto sedimentario sobre facies Utrillas, y cambio lateral con la unidad cartográfica infrayacente), la edad adjudicada a esta unidad, en Hojas de la región realizadas con anterioridad, es sumamente variable: Cenomaniense a Coniaciense. Pero la edad más probable, teniendo en cuenta todo lo indicado, y los datos micropaleontológicos, oscila entre el Turoniense medio-superior y el Coniaciense-Santonense inferior. No obstante, una laguna o hiato, de carácter regional, y que afecta al Turoniense superior y Coniaciense inferior, se localiza en la base del tramo (RAMIREZ DEL POZO, 1971).

En las columnas estratigráficas levantadas 0,5 km al SE. de Nidáguila (N de la Hoja) en esta unidad, se han realizado determinaciones micropaleontológicas en diversos niveles de la serie.

Las calizas de esta unidad presentan microfacies de biomicritas con intraclastos y biointramicritas, a veces son zonas más calcareníticas con cemento esparítico y que hacia la parte superior se presentan en avanzada dolomitización. Son muy fosilíferas, conteniendo rudistas, briozoos, ostreidos, restos de equinodermos, algas (*Archaeolithothamnium* y *Aeolisaccus kotori* RADOICIC) y, sobre todo, foraminíferos, entre los que cabe destacar *Pseudocyclammina sphaeroidea* GENDROT, *Choffatella rugoretis* GENDROT, *Cuneolina pavonia* d'ORB., *Valvulamina* cf. *parelloides* MAGNE y SIGAL, *Dicyolina schlumbergeri* MUN-CHALM., *Scandonea samnitica* DE CASTRO, *Pararotalia tuberculifera* REUS, *Stensiöina surgentina* TORRE, *Paleodictyoconus senonicus* GENDROT, *Pseudolituonella marias* GENDROT, *Monouxia lobata* GENDROT, *M. conica* GENDROT, *Moncharmontia apenninica* DE CASTRO y *Archiaciana munieri* MARIE. Este amplio conjunto de especies de foraminíferos data al tramo calizo como Coniaciense superior a Santoniense inferior y es típico de un medio de plataforma carbonática somera.

1.4.2.3. *Margas amarillentas (12). Coniaciense superior-Santonense medio*

Sobre la unidad anterior (y, en parte, en cambio lateral de facies con ella) se dispone una unidad predominantemente margosa, de unos 70 m de espesor máximo. Su carácter blando y fácilmente erosionable origina una depresión entre la primera (unidad cartográfica anterior: 11) y la siguiente (13) barras calcáreas del Cretácico.

Litológicamente se trata de margas calcáreas (gris-verdosas en fresco, amarillentas por meteorización y a veces oscuras), nodulosas y en otras ocasiones hojosas. Característicamente contienen abundantes geodas centi-decimétricas de calcita y pequeños *Gryphaeidae*, briozoos ramificados y espículas de equínodos. En la base puede haber niveles con glauconita diseminada. Las intercalaciones de arenas silíceas poco cementadas tampoco son raras. Se observan también niveles decimétricos de calizas margosas y calcarenitas con restos de briozoos, ostreidos, bivalvos, equínidos, corales, braquiópodos, gasterópodos y foraminíferos.

Con respecto al techo de la unidad infrayacente (11), marcado por una interrupción sedimentaria, el depósito de esta unidad supone una relativa profundización.

El medio de depósito se sitúa en un contexto de plataforma abierta que experimenta, en la vertical, una disminución de la energía por profundización. La parte baja incluye abundantes niveles calcareníticos semejantes a capas de tormentas. Los términos superiores se encuentran por debajo del límite de las tormentas. El contacto superior de la unidad margosa suele ser neto, pasando sin transición a condiciones plenamente marinas, en donde se deposita una nueva unidad calcárea (13).

La edad de este nivel cartográfico margoso es problemática; parece como más probable una edad Coniaciense superior-Santonense medio.

En las columnas estratigráficas levantadas 0,5 km al E de Nidáguila (N de la Hoja), en esta unidad, se han realizado determinaciones micropaleontológicas en diversos niveles de la serie.

En las facies más margosas y, entre los foraminíferos, cabe destacar la presencia de *Ammobaculites lagenalis* ROEMER, *Gaudryina laevigata* FRANKE, *Verneuilina limbata* CUSHM., *Clavulinoides aspera* CUSHM., *Spiroplectinata jaekeli* FRANKE, *Triplasia* cf. *acutocarinata* ALEX y SMITH, *Choffatella rugoretis* GENDROT, *Nummofallotia cretacea* SCHLUMB., *Pseudovalvulineria* cf. *costata* BROTZ., *Pararotalia tuberculifera* REUSS y *Rotalia* cf. *reicheli* HOTT., Los ostrácodos más característicos son *Asciocythere* cf. *leia* DAMOTTE *Sphaeroleberis* cf. *imperfecta* DAMOTTE, *Krithe* cf. *polita* DAMOTTE, y otros no identificados específicamente pertenecientes a los géneros *Bairdoppilata*, *Cytherella* y *Pterigocythere*.

Las intercalaciones más calcáreas presentan los siguientes foraminíferos: *Tritaxia*, *Marssonella*, *Spiroplectamina*, *Marginulina*, *Pararotalia tuberculifera* REUSS, *Rotalia* cf. *reicheli* HOTT, y *Minouxia lobata* GENDROT.

De las amplias listas de especies de foraminíferos y ostrácodos que se dan en esta unidad, se deduce una edad Santonense para la misma. Es interesante señalar la ausencia absoluta de formas planctónicas, lo que podría indicar una cierta desconexión con el mar abierto.

1.4.2.4. *Calizas y calcarenitas bioclásticas con Lacazinas y Miliólidos (13). Santoniense medio-superior*

Sobre el conjunto margoso anteriormente descrito se encuentra un tramo calizo compacto, formado por calcarenitas bioclásticas de tonos beige-rojizos, caracterizado por la presencia de *Lacazina elongata* MUNCH CHALM, con abundante fauna de Miliólidos; las calizas son lajosas, de color crema a gris-blancuecino, y con estratificación cruzada en surco y planar de media escala. Muestran, en determinadas zonas, colonias de rudistas, algunas silicificaciones pequeñas (decimétricas) y pueden contener pequeños *Gryphaeidae*. A veces están dolomitizadas. La unidad, de unos 80 m de espesor, aparece de forma neta y brusca sobre la unidad infrayacente, aunque aparentemente en continuidad sedimentaria. En los últimos metros se vuelve más margosa.

Es una unidad relativamente rica en fósiles, principalmente briozoos, rudistas, ostreídos, equinodermos, conductos de anélidos, algas (*Archaeolithothamnium* y *Aeolisaccus Kotori* RADOICIC, ostrácodos y foraminíferos).

Los lechos con estratificación cruzada alternan con tramos que presentan estratificación horizontal, igualmente calcareníticos. Se observan capas decimétricas de calizas nodulosas y con contactos ondulados, que se sitúan en la base de ciclos negativos, cuyos términos superiores están representados por bancos masivos, decimétricos a métricos, de calizas bioclásticas (microfacies de biopelmicritas y biointrasparitas). La potencia de estas secuencias es métrica a decamétrica. Los términos nodulosos presentan texturas *wackestone* con abundantes intraclastos y miliólidos; los niveles bioclásticos superiores son *packstones-grainstones*, bastante recrystalizados, con fragmentos de bivalvos y abundantes miliólidos.

El ambiente de depósito se enmarca en un complejo de bancos marginales formado por *shoals* en el borde de la plataforma interna, constituyendo un episodio transgresivo con relación a la unidad infrayacente. En algunas áreas se forman niveles bioconstruidos de rudistas. Las secuencias negativas culminan con pequeñas interrupciones sedimentarias, que se manifiestan en forma de *hard-grounds* y superficies de ferruginización.

Su edad más probable, en parte por la presencia de *Lacazina*, es Santoniense medio-superior.

En las columnas estratigráficas levantadas 0,5-1 km al E de Nidáguila (N de la Hoja), en esta unidad, se han realizado determinaciones micropaleontológicas en diversos niveles de la serie.

Entre los foraminíferos, las especies más frecuentes son *Tritaxia cf. tricarinata* REUSS, *Ammobaculites cf. lagenalis* ROEMER, *Rotalia reicheli* HOTT., *R. cf. saxorum* d'ORB., *Pararotalia tuberculifera* REUSS, *Nummofallotia cretacea* SCHLUMB. N. *apula* L. SINNI, *Idalina antiqua* d'ORB., *Choffatella rugoretis* GENDROT y *Peneroplis giganteus* GENDROT.

Hacia el techo del tramo, las calcarenitas más gruesas y arenosas con cemento cristalino (intrabioesparitas), contienen, además, *Lacazina elongata* MUN-CHALM., *Monolepidorbis dordoniensis* (HOFKER), *Accordiella conica* FARINACCI, *Orbitokathina vonderschmitii* HOTT., *Sulcoperculina* aff. *cubensis* PALMER, *Broekinella neumannae* GENDROT y *Diotyopsella kiliani* SCHLUMB., asociación que marca el Santoniense superior (techo), incluso en paso al Campaniense.

1.4.2.5. *Margas gris verdosas (14). Santoniense superior*

Sobre la barra calcarenítica anteriormente descrita se deposita un tramo de margas plásticas hojosas con finas pasadas de calizas arcillosas (biomicritas), de aspecto brechoide, y calcarenitas con restos de briozoos, ostreidos, equínidos, corales y foraminíferos. Su espesor máximo es del orden de 20 m y sólo se han diferenciado en cartografía en la parte septentrional de la Hoja. Su edad más probable es Santoniense superior y su depósito tiene lugar en un contexto de plataforma interna, somera y protegida.

1.4.2.6. *Dolomías (15). Santoniense superior-Campaniense*

Constituyen la unidad más alta de la serie cretácica en la Hoja, alcanzado unos 50 m de espesor máximo.

Está constituida por dolomías oquerosas o laminadas, rojizas o amarillentas, arenosas a veces, y bien estratificadas en bancos de potencia decimétrica. En el paisaje, sus afloramientos de color pardo y aspecto rugoso destacan bien de los grises y estratificados de las calizas de muro.

Parte de las dolomías son secundarias. Cuando es posible reconocer las calizas originales, éstas muestran una textura de *wackestone* a *packstone-grainstone*, con una organización negativa de potencia métrica. Los intraclastos y peloides son abundantes, así como el cemento esparítico. Son frecuentes los restos de briozoos, corales, ostreidos y otros bivalvos, equínidos, gasterópodos y foraminíferos, entre los que destaca la presencia de *Lacazinas*.

El medio de depósito de la unidad evoluciona desde una plataforma interna somera y protegida, a mar abierto, en donde se organizan barras submareales por procesos de tormenta y oleaje. Los procesos de somerización son frecuentes, desarrollándose superficies de ferruginización, dolomitizaciones y *hard-grounds*.

Su edad más probable es Santoniense-Campaniense, según datos y correlaciones regionales.

1.5. Terciario de la Cuenca del Duero

1.5.1. Geología regional de la Cuenca

La Cuenca del Duero es una amplia depresión terciaria rellena de materiales depositados en ambientes continentales y recubiertos en parte por sedimentos cuaternarios. El Terciario de la Hoja de Montorio comprende al de la parte oriental del borde norte de dicha cuenca. El Paleógeno aflora de forma discontinua adosado a dicho borde, localizándose preferentemente sus afloramientos al norte de la provincia de Palencia. El

Neógeno rellena la depresión en todo este sector, apoyándose en los bordes de la cuenca bien sobre los materiales mesozoicos o sobre los paleógenos.

La construcción y relleno de toda la cuenca se inicia probablemente a principios del Terciario (Eoceno), sistemas de abanicos aluviales, más o menos desarrollados, que instalan, para la región, su ápices en el borde septentrional de la Orla Cantábrica, dando lugar a su vez a distintos ambientes sedimentario que vienen caracterizados por sus facies. Este relleno a lo largo de todo el Terciario no es continuo sino que aparece interrumpido o marcado por una serie de discontinuidades o rupturas de carácter estratigráfico, originadas como consecuencia de la actividad en los márgenes o bordes de cuenca, condicionada por una actividad diastrófica y/o cambio climático como principales factores alocíclicos.

La sedimentación en el Paleógeno en el borde norte y en el sector de Palencia se inicia por el denominado Complejo de Vegaquemada. COLMENERO *et al.* (1982) diferencian en él dos tramos: el inferior, que es equivalente a la Facies Garum (Cretácico terminal); y el superior, formado por secuencias aluviales granodecrecientes. Por encima, se desarrolla una segunda unidad, Complejo Cuevas, equivalente a las Facies de las Cuevas de MABESOONE (1959 y 1961).

En cuanto al Neógeno, los materiales más antiguos datados son de edad Ageniense-Orleaniense superior, correspondiendo a la denominada Facies Dueñas aflorantes al norte de Valladolid. Los más modernos se datan como Mioceno superior y forman los términos calcáreos más superiores (Calizas de los Páramos).

El intento de correlación de las facies y/o las distintas unidades a nivel de cuenca y de norte a sur, se lleva a cabo por primera vez por PORTERO *et al.* (1979). Posteriores trabajos toman como punto de partida dichos documentos. Durante la ejecución de las hojas MAGNA en la Cuenca del Duero se definen nuevas facies y se establecen correlaciones entre las distintas unidades y los sistemas deposicionales que las han originado, situándose isocronas en los paneles de correlación. Recientemente, los trabajos de MEDIAVILLA (1985) y MEDIAVILLA y DABRIO (1989) aportan nuevos datos sobre la compleja estratigrafía de los materiales del sector.

A continuación se pasa a una descripción de las unidades o facies representativas que aparecen en la zona septentrional y nororiental de la Cuenca del Duero, desde el meridiano de Guardo hasta el de Burgos, para familiarizar al lector con la terminología vigente o más comúnmente empleada.

Complejo Vegaquemada.- Bajo este nombre denominan GARCIA RAMOS *et al.*, (1982) el «Gres de Les Bodes» en Boñar (León) de CIRY (1940) y la Facies de las Cuevas de MABESOONE (1959, 1961). Se incluyen en esta terminología los conglomerados masivos del Complejo del Arroyo de las Cuevas, suprayacentes a las facies descritas por este autor. Se trata de una unidad caracterizada por dos tramos. El inferior es de carácter más arcilloso y equivale en parte a la Facies Garum: el superior está formado por una potente sucesión de conglomerados poligénicos, areniscas y lutitas rojas, organizado en secuencias granodecrecientes.

Complejo Cuevas.- Denominado por MABESOONE (1959, 1961), en la Hoja de Guardo Facies de las Cuevas y posteriormente Complejo Cuevas por GARCIA RAMOS *et al.* (1982). Formado por conglomerados calcáreos y lutitas rojas, se apoya de forma gradual sobre la unidad anterior. La parte alta de este complejo se interdigita en parte con los Conglomerados de Aviñante (ver a continuación). Las direcciones de aporte en esta unidad, aunque dispersas, apuntan hacia el sur y sur-suroeste.

Abanico de Aviñante.- Equivalente a la Facies de Vega de Riacos de MABESOONE (1959, 1961), está formado por conglomerados poligénicos de calizas, pizarras, cuarzo y cuarcita, y fangos rojos. PORTERO *et al.* (1983) lo hacen equivalente en parte a las facies Tierra de Campos.

Conglomerados de Alar del Rey.- Equivalentes a la Facies de Vega de Riacos-Alar del Rey de AEROSERVICE (1967) e IGME (1970), así como al tramo conglomerático de MANJON (1969). Se sitúan discordantes sobre la orla mesozoica del borde nororiental de la Depresión del Duero, entre Prádanos de Ojeda-Alar del Rey, en la Provincia de Palencia, prolongándose hasta el borde norte de Burgos. Estos conglomerados son poligénicos y están formados por cantos de calizas mesozoicas, cuarzo y cuarcita, que intercalan a veces niveles de lutitas rojas. Resultarían equivalentes a los conglomerados del Abanico Poligénico de Aviñante.

Facies Grijalba-Villadiego.- Definida por AEROSERVICE (1967), está formada por lutitas rojas con intercalaciones de conglomerados poligénicos y areniscas cementadas. Resultaría similar a las facies medias y distales del Abanico poligénico de Aviñante. También sería equivalente al Tramo arcilloso, Facies de Herrera- Zorita y Sotobañado - Priorato, de MANJON (1969). La distribución geográfica de esta facies es bastante extensa en todo el norte de la provincia de Palencia, desde las proximidades de Guardo (Aviñante) hasta la zona de Villadiego (Burgos). Hacia el Sur parece interrelacionarse con la Facies Tierra de Campos.

Facies Tierra de Campos.- Definida por HERNANDEZ PACHECHO (1915) en la zona de Palencia-Valladolid, resulta una de las unidades más características de la Cuenca del Duero. Esta facies se extiende en la parte central de la Cuenca y en principio resultaría equivalente de la Facies de Grijalba-Villadiego.

Facies Dueñas.- Definida por DEL OLMO *et al.* (1982), está constituida por una unidad detrítico-carbonatada formada por margas y arcillas calcáreas grises con intercalaciones de calizas ricas en gasterópodos, ostrácodos y caráceas. Se extiende a lo largo del Valle del Pisuega, al norte de Valladolid y en la provincia de Burgos, donde adquiere una gran representatividad. Algunos autores la han considerado en parte como cambio lateral de Tierra de Campos y de la Unidad de Pedrajas de Portillo, situada mucho más al sur de nuestro sector.

Abanicos de Guardo y Cantoral.- Descritos por MANJON *et al.*, (1979), se extienden al norte de la provincia de Palencia y están formados por depósitos conglomeráticos de cantos cuarcíticos y cuarzo, fundamentalmente, así como algunos de pizarras paleozoicas, intercalados entre fangos ocreos, que hacia el sur se hacen más potentes y donde se observa una organización fluvial de tipo braided.

Facies de la Serna.- Equivale a la Facies Relea y Carrión de MABESOONE (1961). Ha sido descrita por ARAGONES (1978) Y CARRERAS (1978) y se extiende por la parte central de la provincia de Palencia. Corresponde a sedimentos detríticos formados fundamentalmente por lutitas (fangos) ocreos donde se intercalan cuerpos arenosos y a veces calizas palustres. Son frecuentes las edafizaciones, intercalándose a veces suelos calcimorfos. Los canales están formados por arenas y gravillas con direcciones de aporte hacia el Sur y Suroeste. Se la considera equivalente a los abanicos de Cantoral y Guardo. Hacia el centro de la cuenca (Palencia-Valladolid-Burgos) se ha supuesto que pasa a la Facies Cuestas.

Facies de las Cuestas.- Definida inicialmente por HERNANDEZ-PACHECO (1915), ha sido objeto de estudios posteriores por numerosos autores (ROYO GOMEZ, 1926); los trabajos más recientes corresponden principalmente a SANCHEZ DE LA TORRE (1979), PORTERO *et al.* (1983), MEDIAVILLA (1985) y MEDIAVILLA y DABRIO (1989). Litológicamente, está caracterizada por arcillas, arcillas carbonosas, yesos, margas yesíferas y calizas margosas. Morfológicamente, esta unidad destaca en el paisaje al encontrarse coronada por las Calizas de los Páramos. Es de resaltar el alto contenido faunístico (micromamíferos) que presenta esta facies, localizándose en ella numerosos yacimientos distribuidos de forma irregular en toda la cuenca y que permiten su control estratigráfico.

Calizas de los Páramos.- Coronando las series miocénicas, HERNANDEZ-PACHECO (1915) define así a las calizas que constituyen el último resalte morfológico donde se construye la superficie del páramo. En los últimos años han sido estudiadas y descritas por DEL OLMO *et al.* (1989), PORTERO *et al.* (1978, 1979), MEDIAVILLA Y DABRIO (1986 y 1989). En numerosos puntos se observan dos paquetes perfectamente individualizados y que se hacen corresponder con las denominadas «Calizas inferiores y superiores de la superficie del Páramo». Los eventos y procesos sedimentarios que separan a ambos coinciden con los definidos por AGUIRRE *et al.*, (1976) y PEREZ-GONZALEZ (1979, 1982) en la submeseta meridional durante el Plioceno. Recientemente, MEDIAVILLA y DABRIO (1989), encuentran ambos niveles separados por un episodio detrítico de génesis fluvial, por los que podrían representar dos unidades tectosedimentarias diferentes, separadas entre sí por una importante discontinuidad.

1:5.2. Facies y litologías de la Hoja

De todas las facies o unidades descritas anteriormente para el Terciario de la Cuenca del Duero, en la Hoja de Montorio aparecen representadas las siguientes (el Terciario de la Cuenca del Duero ocupa sólo la parte Suroeste de la Hoja):

- Facies Cuevas (probablemente) (16 en el mapa geológico)
- Facies Dueñas (17, 18 y 19).
- Conglomerados de Alar del Rey (21).
- Facies Tierra de Campos (20), con una caliza suprayacente (22) en alguna zona concreta.
- Facies Cuestas (23 y 24).
- Calizas del Páramo inferior (o, Calizas «terminales» de Cuestas) (25).

Los conglomerados oligomiocenos (facies Cuevas probable: 16 en el mapa) se presentan adosados al Mesozoico (y ocasionalmente fallados contra éste) a lo largo de una franja de 4,5 km de largo en los alrededores de Huérmeces (Valle del río Urbel). El carácter expansivo de las facies superiores (Dueñas, 17, y Alar del Rey, 21) ocultan sus prolongaciones hacia el SE y NO, respectivamente.

La Facies Dueñas (17) finaliza a techo con un delgado tramo calcáreo notablemente continuo, sobre el que se dispone la facies detrítica ocre de Tierra de Campos (20) y los conglomerados de Alar del Rey (21). Así pues, estas dos facies son aproximadamente contemporáneas, aunque no hay ningún afloramiento claro que permita conocer con precisión la naturaleza de sus relaciones. Ocasionalmente (1,5 km al NO de Huérmeces y 3,5 km al E de la carretera de Burgos-Aguilar de Campoó, en el borde Sur de la Hoja) parece no haber contacto físico entre ambas, disponiéndose la facies Cuestas sobre la facies Dueñas.

Los conglomerados de Alar del Rey (21) forman una banda de unos 2-0,8 km de anchura y desarrollo hacia el Sur máximos, también adosada al Mesozoico, y más discontinua cuanto más al SE, al haber desaparecido por erosión.

La Facies Tierra de Campos (20) prosigue hacia el Sur, penetrando en la Hoja de Burgos. A techo (y localmente) puede comportar un delgado nivel calcáreo (22).

La Facies Cuestas (23), muy uniforme en sus características en el ámbito de la Hoja, se dispone encima de facies diversas (Alar del Rey, Tierra de Campos y/o su nivel calcáreo suprayacente, e incluso probable y como ha sido anteriormente, sobre la Facies Dueñas). En la vecina (al oeste) Hoja de Villadiego, su carácter expansivo hacia el norte la hace rebasar el límite septentrional de la facies Alar del Rey. Es por todas estas razones que, en las zonas más cercanas al Mesozoico, su base se ha marcado con un contacto discordante.

Hacia techo, la facies Cuestas intercala y culmina con calizas (Calizas del Páramo inferior o Calizas «terminales» del ciclo Cuestas, 25) que son los sedimentos terciarios más recientes conservados en la Hoja.

No existen en la Hoja litologías y materiales (detríticos asociados a «terra rossa», y calizas suprayacentes) que indiquen la existencia de calizas del Páramo superior o Ciclo Páramo propiamente dicho.

En cuanto a los ciclos sedimentarios identificables en la sucesión terciaria presentada se deducen los siguientes:

- I. Oligoceno- Mioceno inferior conglomerático (16)
- II. Facies Dueñas: margas (17) que culminan con calizas (19) (quizá parte del Ageniense y Aragoniense: Orleaniense superior - Astaraciense inferior, probablemente).
- III. Conjunto detrítico Alar del rey (21) - Tierra de Campos (20) (Astaraciense), que finaliza con una caliza (22) y con el desarrollo de una probable superficie de erosión (vease también apdo. de Geomorfología).
- IV. Facies Cuestas-Páramo inferior (Astaraciense terminal - Vallesiense): margas (23) que culminan con calizas (25).

Los ciclos II y III bien podrían constituir uno sólo si se considera a Tierra de Campos progradante por encima de Dueñas (como ha sido admitido por algunos autores para la región de Valladolid -Palencia). Sin embargo, en la vecina Hoja de Burgos, las calizas culminantes o «terminales» de Dueñas muestran un karst desarrollado muy probablemente antes del depósito de las facies detríticas suprayacentes (atribuibles a Tierra de Campos y otras). Lo cual indica, más bien, la presencia de dos ciclos diferentes.

A continuación se describen con más detalle las distintas diferenciaciones cartográficas efectuadas en el Terciario de la Cuenca del Duero.

1.5.2.1. *Conglomerados calcáreos (16). Oligoceno-Mioceno inferior*

Están situados en el sector SO de la Hoja, adosados a los materiales mesozoicos de la Sierra de Ubierna (Banda o Franja plegada de Montorio).

Son materiales de característico color rojo-anaranjado. Los conglomerados pueden contener cantos calizos de hasta 1 m³ de volumen y en general son subredondeados; también existen cantos de cuarzo y cuarcita de menor tamaño y cuantía; son redondeados y heredados de las facies detríticas mesozoicas más próximas. Los conglomerados dominan sobre las arcillas. Son materiales depositados en ambiente fluvial, originados por procesos de corrientes tractivas acuosas, o bien mecanismos de transporte en masa como coladas de derrubios (*debris-flow*) y coladas de fangos (*mud-flow*) de zonas proximales de abanicos aluviales. Las arcillas contienen niveles de nódulos calcáreos de origen pedogenético.

La potencia de la serie no se puede conocer con precisión dado el carácter de discordancia, probablemente progresiva, para su base, y que su techo debe de estar erosionado antes del depósito de la Facies Dueñas. Cabe suponer, no obstante que, alcanzará un gran espesor hacia el Sur, en el subsuelo, y que los niveles arcillosos predominarán en esa dirección, conforme se verifique un alejamiento del área madre mesozoica.

La edad atribuida a estos materiales, Oligoceno-Mioceno inferior, lo es por posición y correlación estratigráfica regionales, puesto que no han suministrado fósiles.

1.5.2.2. *Margas blancas (17). Facies Dueñas. Ageniense-Orleaniense*

Se localiza también en la esquina SO de la Hoja.

Presentan un color blanco de alteración y forman una alternancia de capas centimétricas y decimétricas de color blancuzco y gris verdoso. En algunos puntos contienen gran cantidad de ostrácodos, visibles a simple vista. Hacia el sur, en la mitad meridional de la vecina Hoja de Burgos, contienen yesos (diagenéticos y en capas).

Son depósitos lacustres organizados en ciclos de somerización cuya potencia oscila entre 1 y 5 m. Los términos inferiores están constituidos por margas grises y verdosas a veces con aspecto varvado motivado por láminas de acumulación de ostrácodos o bien de restos carbonosos. Los términos superiores están formados por margas calcáreas en ocasiones tableadas producto de un incremento del carbonato del agua por descenso

del nivel del lago. A techo pueden desarrollarse superficies de oxidación, y perforaciones por raíces reflejando estadios cercanos a la exposición subaérea.

Su potencia mínima visible es del orden de 50-75 m.

Es atribuible una edad Ageniense-Orleaniense, por correlación con zonas más centrales de la Cuenca del Duero y por datos paleontológicos (de vertebrados) obtenidos en facies suprayacentes (Hoja de Burgos N° 200: PINEDA Y ARCE, 1990).

1.5.2.3. *Areniscas y conglomerados (18). Orleaniense*

Forman una intercalación local, de espesor métrico y color blanco, en las margas de Dueñas, cerca del borde sur del centro de la Hoja. Los componentes detríticos, silíceos, son de tamaño máximo centimétrico. Deben representar pequeños *debris-flow* procedentes de la Facies Utrillas (Cretácico) cercanas, que entran en la Facies Dueñas lacustre.

1.5.2.4. *Calizas (19). Calizas «terminales» de, o intercalaciones en la Facies Dueñas. Orleaniense superior*

Las margas de Dueñas suelen culminar con un tramo calcáreo (de espesor métrico-decamétrico), generalmente compuesto por bancos de 10-25 cm de potencia, separados entre sí por finas capas de margas blancas, aunque otras veces se presentan bancos de caliza, de potencia métrica, con estromatolitos (Hoja de Burgos n° 200). Las calizas suelen ser micríticas, de color crema y más o menos oquerosas, con frecuentes moldes de gasterópodos centimétricos disueltos.

Intercalaciones semejantes se presentan a más baja altura de la serie, en la ladera derecha del valle del Urbel, al SO de Huérmeces.

En lámina delgada, estas rocas carbonatadas consisten en micritas (*mudstone*) y biomicritas (*wackestone*), con gasterópodos, ostrácodos y charáceas, y bioturbaciones (generalmente por raíces) y fracturas ocasionales con relleno vadoso.

El medio de depósito es lacustre en el paso a palustre, y de energía muy baja, representando estadios retractivos terminales del ciclo lacustre de la Facies «Dueñas».

La edad de este tramo calcáreo debe ser Orleaniense Superior, según datos de las Formaciones superiores (Hoja de Burgos n° 200), posición estratigráfica y correlación con las partes centrales de la Cuenca.

1.5.2.5. *Arcillas ocreas y arenas (20). Facies Tierra de Campos. Astaraciense*

Esta unidad, muy conspicua y omnipresente en toda la Cuenca del Duero, aflora en el SO de la Hoja.

Litológicamente, se trata de una unidad caracterizada por la presencia de arcillas y limos de tonos ocreas, con intercalaciones discontinuas de suelos calcimorfos desarrolla-

dos sobre dichos fangos (paleosuelos), y a veces de canales arenosos. Su potencia máxima es del orden de 20-25 m.

Los niveles arenosos más potentes se presentan en secuencias de relleno de canales fluviales. El tamaño de grano oscila entre medio y muy fino. Del análisis sedimentológico se deducen dos tipos de configuración para los paleocauces:

Tramos de canales rectos.- Están constituidos por un solo *set* o *coset* de estratificación cruzada.

Canales meandriformes.- Se reconocen superficies de acreción lateral y *cosets* de estratificación cruzada en surco, perpendicular al sentido de la acreción. Los términos superiores incluyen *cosets* de *climbing ripples*.

Los canales suelen ser pequeños, con sedimentos de potencia métrica, y pueden haber sufrido procesos de edafización posteriores. Suelen incorporar cantos blandos y cantos calcáreos poco redondeados, procedentes del desmantelamiento de suelos calcimorfos de la propia unidad.

Las lutitas son los materiales más representativos que, con sus tonos ocres y a veces rojizos, debidos a procesos de edafización, imprimen la características más dominante de esta unidad cartográfica. Las arcillas presentan distintos contenidos en limo e intercalan delgados niveles tabulares de arena fina muy edafizados que se interpretan como lóbulos de desbordamiento (*crevasse-splay*).

En otros lugares de la Cuenca del Duero, el estudio de la fracción arcillosa mediante difracción de R-X muestra en estos materiales arcillosos una composición mineralógica global de cuarzo comprendida entre el 14%-23%, calcita entre 4-18%, y filosilicatos entre el 64-80%. En estos últimos componentes aparecen illita, caolinita, clorita, esmectita e interestratificados, tipo illita-esmectita, generalmente en muy baja proporción. La illita se presenta en porcentajes comprendidos entre el 48% y el 70%, la caolinita entre el 12% y 20%, la clorita entre el 22% y 26%, y la esmectita está generalmente ausente, aunque cuando aparece se presenta en torno al 17%. En conjunto, se puede decir que la illita es el componente mayoritario y que estas arcillas presentan niveles de carbonatación bajos, aunque los afloramientos asociados a los suelos calcimorfos pueden tener un mayor contenido, precisamente por su relación con los procesos edáficos.

Los suelos calcimorfos, discontinuos, suelen tener espesores decimétricos, bioturbación por raíces y estructura prismática (correspondiente a suelos marmorizados tipo *pseudogley*).

Desde el punto de vista sedimentológico, la unidad corresponde a vastas llanuras de lodos en zonas de poco drenaje o drenaje deficiente. En estas llanuras tendrían lugar procesos de edafización con desarrollo discontinuo de suelos calcimorfos. En ocasiones éstas se verían cortadas por canales de pequeña envergadura que, con un trazado discontinuo y efímero, desmantelarían parte de algunos de los suelos desarrollados. Se le

atribuye procedencia noroeste y oeste, es decir, de áreas predominantemente pizarrosas del Macizo Ibérico.

Tradicionalmente, y desde HERNANDEZ-PACHECO (1915), se asigna una edad de Mioceno medio. Recientemente PORTERO *et al.* (1979) y MEDIAVILLA (1987), le asigna una edad Astaraciense, es decir Aragoniense superior. Datos paleontológicos recientes obtenidos en la vecina Hoja de Burgos (nº 200) confirman dicha edad (ver PINEDA y ARCE, 1990).

1.5.2.6. ***Conglomerados calcáreos y arcillas rojas (21). Facies Alar del Rey. Astaraciense.***

Litológica y sedimentológicamente es una facies muy parecida a (16), aunque los cantos no alcanzan tan grandes tamaños y las arcillas son más frecuentes. Estas últimas son tanto más abundantes cuanto más al Sur, y pueden intercalar horizontes de nódulos carbonatados (caliche) y niveles arenosos.

Se interpreta como un sistema de abanicos aluviales. Los depósitos conglomeráticos, corresponden a mecanismos de transporte en masa (*debris-flow*) y caracterizan la zona media de los abanicos. Los niveles arenosos muestran geometría canalizada y localmente incluyen estratificación cruzada. Se enmarcan en un contexto proximal con encajamiento de canales de baja sinuosidad. Las lutitas poseen una tonalidad rojiza y adquieren mayor representación en el frente de los abanicos. Los procesos edáficos son muy frecuentes, reconociéndose suelos calcimorfos y costras calcáreas.

Su potencia máxima deducible para la Hoja es del orden de 70 m. Por su interrelación con la Facies Tierra de Campos (y Grijalba Villadiego, en la vecina Hoja de Villadiego) se les asigna edad Astaraciense.

1.5.2.7. ***Calizas margosas de gasterópodos (22). Astaraciense***

Es un nivel calcáreo algo margoso de color marrón y potencia métrica, situado a techo de Tierra de Campos y de Alar del Rey, y de desarrollo muy local (aprox. 1 km de extensión NO-SE y 0,5 NE-SO), localizado cerca del borde sur (centro) de la Hoja. Su morfología es, pues, lenticular.

Por posición estratigráfica y litología, es perfectamente comparable a un nivel idéntico, existente en la parte NE de la Hoja de Burgos. Allí contiene también pelecípodos, siendo, por tanto, de origen lacustre.

Por su situación estratigráfica, a techo de la Facies Tierra de Campos y a muro de la Facies Cuestas, le es atribuible una edad Astaraciense superior.

1.5.2.8. ***Margas blancas (23) y calizas (24). Facies Cuestas. Vallesiense***

Las margas blancas (Facies Cuestas) son materiales blandos, con coloración externa blanca, aunque en fresco son grisáceos. Pueden contener niveles más oscuros y ricos en

materia orgánica. La estratificación es decimétrica. Su espesor máximo es del orden de los 30 m.

La Facies Cuestas contiene, (en la Cuenca del Duero), evaporitas (yesos). En los afloramientos de la Hoja de Montorio, las escasas evaporitas están actualmente sustituidas por carbonatos pseudomórficos de yesos.

En la vecina Hoja de Burgos se han realizado varios estudios mediante difracción de R-X para la determinación de la composición mineralógica de las arcillas. Globalmente la composición mineralógica da un contenido en cuarzo de 3,2%; de calcita de 0 a 95%; de dolomita de 0 a 64%, el yeso oscila entre 0 y 6%. Los filosilicatos están contenidos en un intervalo del 5 al 85%; de éstos el componente mayoritario es la illita, que alcanza hasta un 100%, luego es la esmectita con un 56% y en menor cuantía la caolinita que llega hasta el 10%.

La unidad cartográfica (24) se trata de una intercalación local, de potencia métrica, en la Facies Cuestas. Se localiza 2 km al NE de Huérmeces y su litología es similar a la de las Calizas «terminales» de Cuestas, que se describen a continuación.

En conjunto, la Facies Cuestas se enmarcan en un contexto lacustre o palustre. Las pelitas oscuras, ricas en materia orgánica, se asocian con margas bioclásticas y se sitúan en un ambiente lacustre marginal en el que se desarrollan fondos cenagosos y depósitos de media energía. Las facies margosas representan los ambientes más lacustres. Las oscilaciones de la columna de agua en el lago están reflejadas por ciclos de somerización cuyos términos superiores evidencian un enriquecimiento progresivo en carbonato y esporádicamente dan paso a condiciones oxidantes puestas de manifiesto por la presencia de horizontes enrojecidos. Los niveles calcáreos intercalados en las margas de la Faies Cuestas reflejan episodios retractivos que individualizan subciclos dentro de la sedimentación de la unidad.

Desde el punto de vista paleontológico la Facies Cuestas es muy fosilífera, con abundantes ostrácodos, charáceas, gasterópodos y foraminíferos, que generalmente no son determinantes en cuanto a edad. Esta está bien establecida en los yacimientos de vertebrados de Miranda 1 y Autillo (área de Palencia) situadas al SO, fuera de la Hoja: la edad estaría comprendida entre el Astaraciense superior y parte del Vallesiense inferior.

1.5.2.9. Calizas y margas (25). Calizas «terminales» de Cuestas, o Calizas del Páramo inferior. Vallesiense

La Facies Cuestas intercala a techo bancos calcáreos, más frecuentes y abundantes hacia el N, donde la serie calcomargosa puede alcanzar 15-20 m de potencia. Hacia el S y E en la vecina Hoja de Burgos, va perdiendo potencia paulatinamente, resolviéndose en un tramo de 4-5 m de espesor. Estas calizas constituyen, pues, el nivel calcáreo superior de la serie terciaria en la zona, originando una extensa superficie morfológica que prosigue hacia el Sur, y que constituye el llamado Páramo inferior.

Las calizas son micríticas, de color gris crema, en bancos decimétricos. Corresponden a *wackestones* y en menor proporción *mudstones*. Los intraclastos y bioclastos se encuen-

tran en proporción variable, e incluyen gasterópodos, algas, charáceas y ostrácodos. Las perforaciones por raíces son frecuentes, así como los intervalos nodulosos que corresponden a fenómenos de retracción lacustre hacia medios palustres.

Las calizas del Páramo inferior evidencian pues los estadios terminales del área lacustre, correspondiendo a ambientes marginales y palustres.

La edad atribuible es Vallesiense, probablemente superior.

1.6. Terciario de la Depresión de la Bureba

1.6.1. Geología regional de la Depresión

En la Hoja de Montorio se encuentran los límites norte (la plataforma estructural de los «Páramos mesozoicos» o Plataforma burgalesa), sur (la Banda plegada de Montorio, constituida aquí por la Sierra de Ubierna) y oeste (la unión de ambas) de la Depresión terciaria de La Bureba que, hacia el este, pasa al Terciario de la Cuenca del Ebro. A su vez, el Terciario del Ebro-Bureba enlaza cartográficamente con el de la Cuenca del Duero, rodeando la terminación oriental de la Sierra de Ubierna a través de las vecinas Hojas de Briviesca, Belorado y Burgos.

Al este de nuestra zona, en La Rioja, el Terciario del Ebro representa una amplia depresión muy subsidente (Surco Terciario del Ebro) durante el Oligoceno y Mioceno (la geofísica sísmica ha revelado espesores de Terciario del orden de los 4.000 m) limitada por dos bordes activos con importantes frentes de cabalgamiento: el de los Montes Obarenses-Sierra de Cantabria, septentrional y vergente al Sur, y el de las Sierras de Demanda y Cameros, meridional y vergente al Norte.

En la Hoja de Montorio, la Plataforma burgalesa constituye un borde pasivo, en el que el Mesozoico se hunde bajo el Terciario de La Bureba. Por el contrario, la Sierra de Ubierna, y en concreto la falla del mismo nombre (también llamada de Urbel), se presenta como borde más activo, existiendo varios ejemplos de Terciario de La Bureba fracturados contra el Mesozoico y desplazados hacia el NO, testimoniando en líneas generales el juego dextral de dicha falla (ver aptdo. de Tectónica). En comparación al borde norte, el borde sur de la Sierra de Ubierna parece haberse comportado más pasivamente durante el depósito de las facies del Terciario del Duero (ver también más adelante, al hablar de las edades del Terciario de La Bureba).

Así pues, el Terciario de La Bureba-Rioja se ha depositado en ambiente continental, mediante un dispositivo de abanicos aluviales en los bordes, que pasan hacia el centro de la depresión a áreas endorreicas, son sedimentos finos o evaporítico/carbonatados.

En La Rioja y Bureba afloran, de Este a Oeste, las siguientes unidades litoestratigráficas o facies (RIBA 1954, 1956 y 1957):

Facies de Nájera.- Se sitúa bajo la Facies de Haro, al este de la zona, y cambia lateralmente a la Facies de Pancorbo. Se caracteriza por el colorido rojo vinoso de las arcillas, areniscas y conglomerados que la constituyen.

Facies de Haro.- Areniscas y arcillas de tonos ocre y amarillentos, que posiblemente y en parte cambian a Facies de Pancorbo; y en su techo, mediante una facies de transición, a las arcillas y margas grises de la facies de Altable.

Facies de Altable.- Constituida por margas y arcillas grises con intercalaciones de arenas. Hacia el Oeste se va cargando progresivamente en yeso pasando a la unidad que describimos a continuación mediante una facies de transición o Facies de Grisaleña.

Facies de Cerezo.- Es cambio lateral de la Facies de Altable y La Bureba. En ella dominan los yesos de variada naturaleza, que siempre tienen tonalidades grises.

Facies de Pancorbo.- Arcillas margosas rojas, con calizas en la base y conglomerados (conglomerados marginales, masivos y dispersos). Cambia lateralmente en su techo a la Facies de Altable y de La Bureba. Su equivalente meridional es la Facies de Vitoria, de idéntica litología.

Facies de La Bureba.- Areniscas y arenas en ocasiones conglomeráticas, en canales, y arcillas más o menos margosas, rojizas y ocre. Pasa lateralmente a la Facies de Cerezo mediante la Facies de Cameno, con areniscas yesíferas y arcillas rojas. También cambia lateralmente a Altable y Pancorbo. En los bordes de los macizos mesozoicos presenta facies de conglomerados marginales masivos y de conglomerados (brechas) dispersos y arcillas rojas (Facies de San Pedro de la Hoz).

Facies gris-blanca.- Definida por una alternancia de margas más o menos arcillosas y calizas lacustres. Pasa lateralmente a la Facies de La Bureba mediante una facies de transición o Facies de Carcedo, y a las de Altable y Cerezo a través de la Facies de Briviesca. También cambia lateralmente en parte a la de Cerezo. Puede presentar conglomerados marginales en los bordes de los relieves mesozoicos.

1.6.2. Facies y litologías en la Hoja

En la Hoja de Montorio afloran las siguientes facies: Conglomerados calcáreos (y arcillas rojas) marginales de la Facies Bureba, Facies Bureba propiamente dicha, Facies Carcedo y Facies Gris-Blanca. En este mismo sentido se refleja una evolución sedimentaria, lateral y a la vez hacia techo, desde las áreas fuente y hacia zonas cada vez más centrales y endorreicas (lacustres). Las dos primeras facies rellenan un paleorrelieve, hecho bien patente en las áreas cento-septentrionales de la Hoja. La Facies Gris-Blanca es, pues, la más alta estratigráficamente en el ámbito de la Hoja y suele culminar con un replano calcáreo. Se ha seguido lateralmente este replano calcáreo (controlando fotogeológicamente y con cotas topográficas sus distintos afloramientos) a través de las vecinas Hojas de Briviesca y Belorado, encontrando que equivalen a las Calizas «terminales» de Dueñas, del Terciario del Duero en la vecina Hoja de Burgos. Este hecho tiene incidencia en cuanto a las edades atribuibles al Terciario de La Bureba y a la diferente historia de relleno a ambos lados (Duero y Bureba) de la Sierra de Ubierna.

En principio, las cuatro facies aflorantes en la Hoja parecen corresponder a una única unidad tectosedimentaria. No obstante, los denominados conglomerados calcáreos

marginales de la Facies Bureba podrían comprender también otras más bajas estratigráficamente (equivalentes de las marginales de la Facies Pancorbo, por ejemplo). Esta posibilidad ha sido admitida en la cartografía y leyenda de la Hoja, y es más lógica con la implicación tectónica de esta facies en la zona de la Falla del Urbel.

1.6.2.1. ***Conglomerados calcáreos (y arcillas rojas) marginales de la Facies Bureba (26). Oligoceno-Mioceno inferior***

Afloran adosados a los bordes mesozoicos, y discordantes sobre ellos. En el NE de la Hoja pueden alcanzar potencias próximas a los 500 m.

Están compuestos de cantos redondeados de calizas y dolomías mesozoicas (y alguno de cuarzo) de hasta 30 cm de diámetro, con matriz arenosa y cemento calcáreo de tonos rojizos. Se disponen en varios bancos masivos de hasta 20 metros de potencia, entre los que se intercalan limos arenosos y rojizos, y areniscas sueltas, rojizas u ocre. Las areniscas tienen de un 40 a 60% de cuarzo, 10% de feldespato potásico, 15-20% de fragmentos de rocas carbonatadas, y cemento calcáreo.

Los niveles conglomeráticos presentan geometrías canaliformes. Es muy frecuente la estratificación cruzada de tipo planar y abundan las cicatrices internas correspondientes a fenómenos de incisión de canales menores. Se interpretan como cursos *braided* con desarrollo de barras de gravas. Los términos arcillosos presentan frecuentes niveles de suelos calcimorfos. Son muy abundantes los niveles tabulares de arena fina debido a procesos de *crevasse-splay*. Un dato destacable es la presencia de intervalos métricos de arena fina, con evidencias edáficas y base canalizada, que corresponden a canales efímeros conectados intermitentemente con las redes principales de drenaje.

En conjunto estos conglomerados se enmarcan en el frente proximal a medio de un sistema de abanicos fluviales.

Como se ha indicado anteriormente, y particularmente para áreas centro-occidentales de la Hoja, próximos a la Falla de Urbel, podrían comprender también conglomerados similares, pero más bajos estratigráficamente. Por tanto, y dado que no ha proporcionado restos fósiles, le asignaremos una edad provisional Oligoceno-Mioceno inferior.

1.6.2.2. ***Arcillas rojas con canales de arenas, areniscas y conglomerados. Facies Bureba (27). Ageniense superior-Orleaniense medio***

Es un cambio lateral de la facies anterior, con la que se indenta. En algunas áreas centro-septentrionales de la Hoja, donde el Terciario rellena un paleorrelieve, puede disponerse directamente encima del Mesozoico.

Esta facies está constituida por paleocanales de areniscas ocre y rojizas, ocasionalmente conglomeráticas, intercalados con limos, limos arenosos y arcillas de tonos rojizos. Con frecuencia se intercalan bancos de areniscas calcáreas y caliches.

Las areniscas de la Facies Bureba están compuestas por granos de cuarzo y de rocas carbonatadas, y cemento calcáreo; son frecuentes los feldespatos potásicos y, como mine-

rales pesados, turmalina y circón. Los niveles conglomeráticos incluidos en las areniscas forman lentejones de gravillas (hasta 5 cm de diámetro) de calizas mesozoicas y algún cuarzo proveniente de la Formación Arenas de Utrillas. La morfología de los granos de las areniscas va de subangulosas a subredondeada. La estratificación es a menudo cruzada, con *megaripples*. Son frecuentes los cantos blandos de limos y arcillas.

Las variaciones más importantes son debidas a la granulometría, observándose un progresivo aumento tanto en la proporción de los bancos gruesos sobre los finos, como en el tamaño de los elementos, de E a O. Los terrenos situados en las proximidades de los relieves mesozoicos contienen un mayor porcentaje de areniscas y lentejones de gravas.

Sedimentológicamente se sitúan en el frente distal de un sistema de abanicos fluviales. La configuración de los canales corresponde a formas de baja sinuosidad. Dominan los tramos rectos de canales, y los cauces de tipo *braided* se reconocen por la incisión de canales menores sobre barras y formas complejas que constituyen las secuencias de relieve. Son muy abundantes los depósitos de desbordamiento que se intercalan en los tramos edáficos presentes tanto a techo de los paleocanales como en los intervalos arcillosos. La gran profusión de lutitas constituye un elemento característico del frente distal de los abanicos húmedos y se relaciona con inundaciones a escala de todo el sistema.

Los levigados han proporcionado: *Candona praxos* STRAUB., *Haplocytheridea* aff. *helvetica* LIENENKL, *Eocytheropteron* sp. gasterópodos, ostrácodos y tallos y oogonios de charáceas (en la vecina Hoja de Briviesca, nº 168).

El espesor total de esta facies debe exceder los 350 m.

Al este de la Hoja (y al este de Briviesca), facies equivalentes lateralmente (Facies de Cameno, constituida por una alternancia de areniscas rojas con cemento yesífero, cuyas gravas tienen idéntica composición y morfología que las de la Facies de La Bureba, y arcillas y margas rojizas con niveles de yeso) han proporcionado restos de mamíferos (*Chilotherium* sp.) para los que se ha atribuido una edad Vindoboniense? (Astaraciense inferior?) (CRUSAFONT *et al.*, 1966). Sin embargo, en esta Hoja, y dado que la Facies Gris-Blanca (paso lateral y suprayacente a ésta) debe ser Orleaniense, adjudicaremos provisionalmente una edad Mioceno inferior (Ageniense alto-Orleaniense medio-bajo) para la Facies Bureba.

1.6.2.3. Alternancia de arcillas rojas (con canales de arena), calizas, margas (lacustres) y caliches. Facies Carcedo (28). Ageniense superior-Orleaniense.

Constituyen esta facies los depósitos de tránsito entre la Facies Bureba y la Facies Gris-Blanca, que afloran en el este de la Hoja.

Se trata de una alternancia de arenas y areniscas calcáreas rojizas y gris amarillentas, en capas de 0,2 a 3 m, limos y limos arenosos rojizos, arcillas rojas y margas grises y blanquecinas, con niveles de 0,2 a 5 m de calizas más o menos arcillosas o arenosas. En las areniscas predominan los granos de cuarzo y caliza subangulosos, y, en menor proporción, hay feldespatos potásicos. Como accesorios aparecen láminas de moscovita. Cuando existe, el cemento es calcáreo.

Estudios granulométricos realizados en un canal arenoso de esta Facies, situado a un km al NE de Tobes y Ratiedo (SE Hoja) muestran que el 87,4% es material tamaño arena (estando la mayor parte comprendida entre 0,75 y 0,125 mm) el 11,21% es fino (sobre todo < 0,060 mm) y el 1,36% es microconglomerado (>2 mm). La fracción ligera (0,25-0,50 mm) presenta fragmentos de rocas sedimentarias (52,9% carbonatos), feldespato potásico (16,9%) y cuarzo (16%) estando ausentes los fragmentos de rocas plutónicas, volcánicas y autóctonas. En la fracción 0,16-0,060 m, el porcentaje de minerales pesados es muy pequeño (0,61%), siendo el más importante la turmalina (35,1%) y estando en menor proporción la andalucita, estaulolita y circón.

Las arcillas rojas procedentes de 0,5 km al NE de Tobes y Rahedo presentan la siguiente composición mineralógica: fisilicatos (45%), cuarzo (23%) y calcita (32%). Los filosilicatos son: illita (68%), caolinita (20%) y esmectita (12%).

Las calizas son dismicritas, en ocasiones algales, con ostrácodos. Otras veces son costras calcáreas.

Los depósitos canalizados son relativamente escasos, correspondiendo a cursos de duración efímera. Los procesos edáficos son frecuentes en la facies arcillosa y corresponden a suelos rojos, caliches y encostramientos calcáreos. Los intervalos de margas y calizas aparecen de forma esporádica en la sucesión. Presentan fuerte bioturbación y se relacionan con encharcamientos de reducida extensión y ambiente palustre-lacustre muy marginales. En conjunto, estos depósitos se enmarcan en el frente muy distal del sistema de abanicos, interdigitándose con la franja perilacustre.

Los levigados han proporcionado gasterópodos: *Hydrobia* sp, *Planorbis* sp, y *Limnea* sp, así como ostrácodos inclasificables (en la vecina Hoja de Briviesca, nº 168).

La potencia total no sobrepasa los 200 metros.

Provisionalmente, le asignaremos una edad Mioceno inferior (Ageniense alto-Orleaniense), por sus relaciones de cambio lateral de facies con unidades cartográficas anteriormente descritas, para las que se argumentó dicha edad.

1.6.2.4. **Calizas y margas blancas y grises (lacustres). Facies Gris-Blanca (29). Orleaniense**

Se trata de una unidad (*onlap*) sobre el resto del Terciario continental (y el Mesozoico en Hojas próximas, por lo que respecta a sus términos más superiores). La base de la misma se indenta con las facies descritas anteriormente, y, fuera de la Hoja, con las de Cerezo y Biviesca.

Se compone de margas grises y blancas, con niveles decimétricos a métricos de calizas más o menos margosas, intercaladas. Predominan las margas, con algunos niveles de arcillas grises intercalados. Las calizas pueden formar bancos de hasta 5 metros y contener abundantes gasterópodos (*Hydrobia*, *Limnaea*, *Planorbis*). Son normalmente dismi-

critas más o menos arcillosas con un replano calcáreo, equivalente, según se indicó anteriormente, a las Calizas «terminales» de Dueñas de la Hoja de Burgos (Cuenca del Duero).

Las margas blancas (según estudios realizados en muestras procedentes del NE de Tobes y Rahedo) presentan la siguiente composición mineralógica: fisilicatos (55-67%), carbonato cálcico (29-37%) y cuarzo (4-8%). Los filosilicatos son illita (42-64%), caolinita (7-10%), esmectita (0-48%) y palygorskita (0-29%).

Esta unidad se generó en un medio palustre-lacustre marginal de baja energía. Los rasgos pedogénicos son muy frecuentes en las calizas y están evidenciados por huellas de raíces y procesos de nodulización. Los intervalos margoarcillosos presentan horizontes de arcillas rojas bioturbadas que se asocian a fenómenos de oxidación en régimen prácticamente subaéreo. Esporádicamente se desarrollan depósitos de fondo cenagoso. Este cortejo de asociaciones de facies es característico de márgenes lacustres intermitentemente vegetados.

Su potencia puede superar los 100 m, interpretándose como correspondiente a depósitos lacustres.

Por su equivalencia con la parte alta de la Facies Dueñas de la Cuenca del Duero, asignaremos una edad Orleaniense a esta facies, edad que ha sido corroborada por determinaciones micropaleontológicas (ver Documentación complementaria de la Hoja); se han citado: *Nitellopsis (Tectochara) meriani* L. y N. GRAMB, *Sphaerochara cf. inconspicua* (al. *bram* ex. unger) FEIST-CASTEL, *Candonia procera* STAUB, además de moluscos fragmentados.

En la vecina Hoja de Briviesca, y en la misma facies, los levigados contienen: *Cypria curvata* LIEN., *Haplocytheridea* aff. *helvetica* LIENENKL., *Cypridopsis kinkelini* LIENENKL., *Candona praecox* STRAUB., *C. recta* LIENENKL., *Elkocythereis* aff. *Bramletti* DICK y SWAIN, *Sphaerochara minutissima* GRAMB., *S.hirmeri* var. *longiuscula* GRAMB, *Chara notata* GRAMB y *Planorbis* sp.

1.7. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios suelen ser poco importantes en extensión.

1.7.1. Grava, arenas y arcillas (30). (Conos de deyección). Cuaternario s.s

Son siempre de extensión pequeña (inferior a 1 km²), y edad cuaternaria en sentido amplio.

Se localizan a la salida de pequeños barrancos, desarrollándose sobre la llanura de inundación o sobre alguna terraza fluvial. Los espesores de estos depósitos son muy variables, pero por lo general de carácter métrico. La composición litológica es muy heterogénea, con predominio de finos (lutitas) y cantos de naturaleza diversa, fundamentalmente cuarcíticos. También hay restos de suelos calcimorfos, areniscas y otros.

1.7.2. Gravas y cantos poligénicos, arenas y arcillas. (31). Terrazas bajas del río Urbel (red hidrográfica del Duero). Pleistoceno

Son depósitos de escaso espesor (métrico), areno-arcillosos, con cantos cuarcíticos predominantes, y calcáreos en proporción minoritaria.

Su edad es pleistocena, sin más precisiones, en tanto no se obtengan dataciones.

1.7.3. Gravas y cantos poligénicos, arenas, arcillas, travertinos y margas blancas. (32) y (33). Terrazas medias y bajas de la red hidrográfica del Ebro en La Bureba. Pleistoceno-Holoceno

Son depósitos similares a los anteriores, pero con travertinos y margas blancas muy frecuentes.

Las margas blancas se asocian a los travertinos y predominan sobre ellos. Suelen contener abundantes gasterópodos de pequeño tamaño. Los travertinos muestran los típicos moldes vegetales cilíndricos soldados entre sí por carbonato. Los tramos travertínico-margosos alcanzan potencias métricas y se asocian también a muro o techo a niveles de espesor decimétricos de arcillas oscuras en tránsito a turbas.

Las terrazas medias deben tener una edad pleistocena, las bajas pueden llegar incluso al Holoceno, dada la rapidez de encajamiento de la red fluvial del Ebro en La Bureba (ver también aptdo. de Geomorfología).

1.7.4. Gravas y cantos poligénicos, arenas y arcillas. Travertinos y margas blancas en La Bureba. (34). Cauce actual y fondos de valle. Cuaternario s.s.

Son depósitos similares a los descritos como terrazas.

En el NE de la Hoja, en el río Bárcena, los travertinos y margas blancas pueden alcanzar espesor decamétrico.

2. TECTONICA

2.1. TECTONICA ALPINA

En la región han actuado diversas fases o pulsaciones tectónicas desde el fin de la orogénia Hercínica (materializada ésta por la discordancia basal del Trías, no observable en la Hoja).

Las primeras etapas tectónicas alpinas son las fases neokimméricas (durante el Jurásico superior y el Cretácico inferior), causantes de la discordancia basal de la Facies Purbek, y que dieron lugar a un sistema de desgarres dextrales ONO-ESE, atribuido al comienzo de la apertura del Golfo de Vizcaya. A continuación viene una etapa de mayor tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albense inferior. Después hay un nuevo rejuvenecimiento de los relieves, atribuibles a la Fase Austrica, responsable de la discordancia basal de la Facies Utrillas.

Las primeras fases alpinas propiamente dichas comienzan en el Cretácico superior (con aparición de hiatos en el Turoniense y Coniaciense) y prosiguen en el Paleoceno (con importante extrusión diapírica de Keuper en regiones más septentrionales) y Eoceno. A finales del Eoceno y hasta el Oligoceno se produce el plegamiento principal (Fase Pirenaica), comenzando a individualizarse en esa época las Cuencas del Duero y Ebro-Bureba.

La Fase Pirenaica, compresiva, rejuega los accidentes formados con anterioridad y está marcada por la existencia de desgarres dextrales ONO-ESE (Falla de Urbel, etc., y cabalgamientos NE-SO asociados), siendo atribuible todo ello a un desplazamiento relativo hacia el NO de la Placa Ibérica durante el Terciario (CAMARA, 1989).

En la Hoja, las últimas manifestaciones tectónicas detectadas afectan a los materiales terciarios.

En la porción de la Cuenca del Duero que entra en la Hoja, la discordancia que muestran las margas de Dueñas (17) sobre los conglomerados calcáreos oligomiocenos (16), pueden ser un reflejo de la Fase Sávica; y la progradación generalizada que suponen los Conglomerados de Alar del Rey (21) sobre las margas anteriores (17), de la Stayrica, momento en que se configura la cuenca definitivamente. No se han detectado en esta Hoja accidentes o movimientos tectónicos más recientes, pero sí en Hojas vecinas, tratándose de fracturas ONO-ESE que afectan a la F. Alar del Rey y F. Grijalba-Villadiego (Astaraciense) (en la Hoja de Villadiego, nº 166) y pliegues de amplio radio que afectan a las calizas «terminales» de Dueñas (Orleaniense) (en la Hoja de Burgos, nº 200).

En la Depresión de La Bureba, las capas terciarias (de edad Oligoceno-Mioceno inferior) se disponen discordantes sobre el Mesozoico (Fase Pirenaica) y generalmente subhorizontales, salvo en las proximidades del Mesozoico y en el ámbito de influencia de determinadas flexuras (probablemente de la Fase Sávica).

2.1.1. Descripción de las unidades estructurales presentes en la Hoja.

En la Hoja de Montorio se encuentran las siguientes unidades estructurales (fig. 2):

Plataforma estructural de los páramos (mesozoicos) de La Lora (también denominada Plataforma Burgalesa).

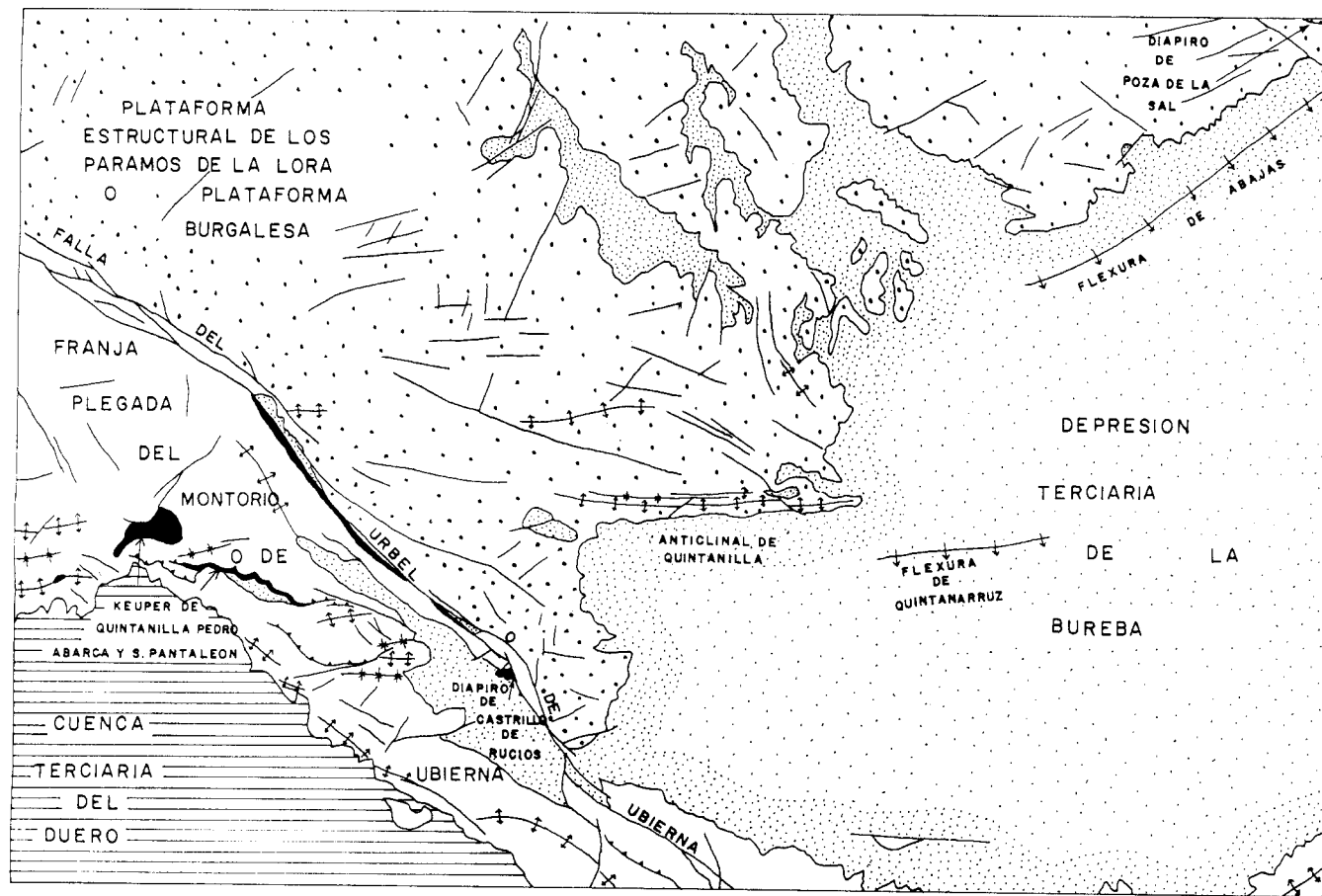


Fig. 2.- Unidades tectónicas y principales accidentes y estructuras en la Hoja de Montorio.

Franja o Banda plegada de Montorio o de Ubierna (también denominada de Rojas-Santa Casilda en Hojas más surorientales: Belorado y Briviesca).

Cuenca Terciaria del Duero.

Depresión Terciaria de La Bureba.

Las dos primeras suelen estar separadas por la Falla de Urbel o Ubierna, y corresponden a dominios de la Orla Mesozoica Vasco-Cantábrica del Macizo Hespérico (JULIVERT *et al.* 1974) o más particularmente, del Periasturiano (SERRANO OÑATE *et al.* 1990). Ambas y la Falla del Urbel están afectadas por diapirismo del Keuper (Triásico superior plástico).

A continuación, se ofrece una descripción individualizada de estas unidades, accidentes, y fenómenos tectónicos.

2.1.1.1. *Plataforma estructural de los páramos (mesozoicos) de la Lora o Plataforma Burgalesa.*

Corresponde a una amplia zona sinclinal, casi subhorizontal, de unos 50x25 km² (según las direcciones ONO-ESE x NE-SO, respectivamente), situada entre las franjas plegadas de Montorio (al SO) y de los Montes Obarenes (al NE), y que está constituida por materiales calcáreos, predominantes, del Cretácico superior.

En la Hoja de Montorio aflora solamente su porción más suroriental. La Falla del Urbel o Ubierna le sirve de límite (en la parte sur y suroeste) con la franja de Montorio-Ubierna. Hacia el este y sureste queda oculta de forma compleja por los materiales terciarios de La Bureba.

En la Hoja de Montorio se presenta como una unidad monoclinal con buzamientos débiles (5°-12°) hacia el norte o nor-noreste, que se tornan más fuertes (20°-60°) en las proximidades de la Falla del Urbel. Esta sencilla disposición estructural tan sólo se ve alterada en la parte central de la Hoja por la presencia de algunas fracturas (E-O y NO-SE) desflechadas de la de Ubierna, y pliegues de dirección E-O (anticlinal de Quintanilla y otros) o, más rara, NO-SE. En la parte centro-norte de la Hoja, el Terciario de La Bureba penetra irregularmente sobre la plataforma, disponiéndose en las partes bajas de paleorrelieves condicionados por fracturas NO-SE y NNE-SSO. Salvo en esta zona, en las demás el Mesozoico de la Plataforma se suele hundir concordantemente bajo el Terciario de La Bureba, hundimiento que es resaltado a veces por estructuras próximas en el Mesozoico (anticlinal de Quintanilla) o en el Terciario (flexura de Abajas).

El anticlinal de Quintanilla es una estructura de unos 6,5 km de largo y 0,5-1 km de ancho, relativamente apretada (flancos de buzamiento variable entre 30° y 90°), que sirve de límite local con el Terciario de La Bureba, y hacia el oeste pasa a fractura (probablemente con cierta componente inversa, no expresada en cartografía), mientras que al este, su eje se sumerge bajo los depósitos terciarios de La Bureba; La flexura de Quintanarruz, ya en pleno Terciario podría ser una estructura en relevo del mencionado anticlinal.

Unos 3 km al norte del anticlinal de Quintanilla hay otro eje anticlinal, muy laxo (flancos de 5-10°), desarrollado en las calizas y dolomías del Turoniense-Coniaciense (11). Estos débiles buzamientos prosiguen hacia el Norte (dando lugar a la característica disposición monoclinal de la Plataforma), y también hacia el sur, hasta las inmediaciones del anticlinal de Quintanilla, donde existe un núcleo sinclinal asimétrico (C^a. Burgos-Santander) o una asociación más compleja de anticlinales y sinclinales (más hacia el este).

En el centro de la Hoja existe otra estructura anticlinal local en la Plataforma, a unos 2 km al SE de las Casas de La Cabañuela. Es de dirección NO-SE a NNO-SSE y está asociada a fracturas del mismo rumbo. Su longitud es de unos 1,5-2 km, su amplitud o anchura, hectométrica, y los flancos de 60° de buzamiento máximo. Su núcleo lo constituyen las margas, calcarenitas y calizas del Albiense-Turoniense (10).

Por lo demás, la Plataforma estructural de los Páramos (mesozoicos) de La Lora está afectada por fracturación y diaclasado (bien patente en las superficies estructurales desarrolladas sobre capas calcáreas) y por la perforación diapírica de Poza de la Sal, en la esquina noreste de la Hoja (ver más adelante).

2.1.1.2. *Franja o Banda plegada de Montorio-Ubierna*

A nivel regional, es una franja alargada ONO-ESE de unos 80 km de longitud y 10-7 km de anchura, adosada al SO de la Plataforma Estructural de los Páramos de la Lora, y que forma el borde nororiental de la Cuenca del Duero. Su extremo ONO contacta con el Paleozoico del SE del Macizo Asturiano (en la provincia de Palencia), mientras que en su terminación ESE sufre un incurvamiento hasta tomar la dirección NE-SO (paralela a la del corredor terciario de La Bureba); este corredor la separa de las sierras de Atapuerca y Demanda (Cordillera Ibérica).

Es, sin duda, la Unidad estructural más compleja de toda la Hoja, ya que muestra una coexistencia de distintas direcciones de ejes de plegamiento y una superposición de las fases Pirenaica y Neokimmérica.

En la Hoja, su límite norte suele coincidir con el trazado de la Falla de Urbel o Ubierna, que la separa de la Plataforma estructural de los Páramos. Cerca del borde sur de la Hoja, su límite norte es el Terciario de La Bureba pues la mencionada falla penetra en la franja plegada. Su límite sur es el Terciario de la Cuenca del Duero.

Respecto a la vecina (al oeste) Hoja de Villadiego n° 166, la Franja plegada muestra una menor anchura (unos 4 km). El origen de este estrechamiento (perfectamente visible en la Hoja de Montorio) es debido a una inflexión local (NE-SO) del borde terciario del Duero (generalmente NO-SE). La terminación de la inflexión coincide con el desarrollo de una fractura NO/NNO-SE/SSE en el Mesozoico.

La Franja plegada, en la Hoja de Montorio, muestra una coexistencia de pliegues y cabalgamientos de dirección E-O, con otros NO-SE. Los primeros suelen situarse en las partes centrales de la banda, mientras que los segundos lo hacen en los bordes, particu-

laramente cerca de la Falla del Urbel. Hay que indicar también que una parte de la Franja, cercana a esta Falla, se muestra recubierta por depósitos terciarios de La Bureba.

Los pliegues presentan longitudes de 2-7 km y anchuras de 0,5-2 km y suelen formar un característico relieve invertido (con núcleos anticlinales de Weald-Utrillas, arenosos y topográficamente bajos, y sinclinales de calizas del Cretácico superior). Presentan vergencia al S o SO, siendo deducibles inclinaciones máximas de 45-35°/N-NE, para sus planos axiales.

Los cabalgamientos y fallas inversas presentan longitudinales similares, y la misma vergencia. En el área de San Pantaleón del Páramo, el Keuper es la base plástica, cabalgante, de uno de ellos. En los demás (menos importantes) suelen ser las Facies Utrillas (9). Ambos niveles estratigráficos son los más incompetentes tectónicamente de toda la columna mesozoica y, por tanto, los más favorables para el despegue de materiales.

En los alrededores y al SO de Quintanilla Pedro Abarca aflora Keuper arcilloso en núcleos anticlinales cartográficamente equidimensionales, lo que podría indicar una cierta tendencia diapírica de dicha litología.

Como se verá más adelante, esta coexistencia de distintas direcciones de plegamiento en la Franja puede explicarse suponiendo que las fallas que la limitan longitudinalmente (y la del Urbel en particular) representan desgarres dextrales.

2.1.1.3. Falla del Urbel o Ubierna

Es un accidente complejo, muy probablemente correspondiente a un desgarre dextral, como se verá en la interpretación tectónica de conjunto. En la Hoja de Montorio pueden diferenciarse tres tramos.

El tramo occidental muestra dirección NO-SE, que prosigue en la vecina Hoja de Villadiego. Está realmente constituido por varias fracturas anastomosadas y en relevo. Limita netamente la Franja plegada, de la Plataforma estructural de los Páramos (con típica estructura monocinal). En ésta, y próxima a la Falla, afloran núcleos jurásicos (1 km al N, NO, y NE. de La Nuez de Arriba), muy probablemente a favor de fracturas distensivas NNO-SSE en relación con el carácter dextral de la Falla.

El tramo central presenta una dirección más nortada (NNO-SSE), abundantes afloramientos del Keuper y retazos de Terciario de la Bureba. La Plataforma al norte de la fractura se muestra tectónicamente más compleja que en el tramo anterior.

El tramo oriental se sitúa cerca del borde sur de la Hoja, localizándose totalmente en la Franja Plegada. Su dirección es nuevamente NO-SE, como en el tramo occidental. Es prácticamente una única fractura que limita también retazos de Terciario de La Bureba. En su prolongación en la Hoja de Burgos contiene un afloramiento (bloque) de ofitas triásicas, tectónicamente extruido.

En la parte central de la Hoja, la Falla de Urbel se «desfleca» en varias fracturas E-O a NO-SE (una de las cuales prosigue en el anticlinal de Quintanilla), prácticamente a partir de la unión entre los tramos occidental y central.

2.1.1.4. *Diapirismo del Keuper*

Como se ha indicado anteriormente, existe Keuper a lo largo del tramo central (en la Hoja) de la Falla del Urbel. El carácter diapírico de este Keuper está bien mostrado en el pequeño diapiro de Castrillo de Rucios (fig. 2), sobre la fractura; aquí, el Keuper intruye en calizas y dolomías del Cretácico superior, no pudiendo decir (por la mala calidad de los afloramientos) si el Terciario está instruido también o es discordante sobre él. En la interpretación tectónica de conjunto (ver más adelante) se dará una explicación para la existencia de Keuper diapírico sólo en el tramo central de la Falla del Urbel en la Hoja.

En la esquina NE de la Hoja aflora el borde meridional del diapiro de Poza de la Sal. Constituye una perfecta chimenea diapírica circular, de 1 km de diámetro, con un pitón o bloque central de ofitas. Un sistema típico de fallas radiales y circulares acompaña a la penetración diapírica, afectando al Jurásico y Cretácico que, también con tendencias extrusivas, le acompañan.

Junto al borde oeste de la Hoja, en Quintanilla Pedro Abarca y al SO de esta población, aflora Keuper en el núcleo de anticlinales jurásicos. Por su disposición cartográfica equidimensional, este Keuper podría tener (o haber tenido) tendencias diapíricas. Ambos afloramientos se alinean según la dirección NE-SO (coincidente ahí con la inflexión que presenta el borde del Terciario del Duero), alineación que podría prolongarse (a grandes rasgos, según el límite Plataforma de Los Páramos - Depresión de La Bureba) hasta el diapiro de Poza de la Sal. Esta alineación NE-SO de diapiros es típica del área vasco-navarra y norte-burgalesa, y probablemente refleja accidentes de zócalo.

2.1.1.5. *Terciario del Duero*

Se dispone discordantemente sobre el Mesozoico de la Franja plegada, con un muy débil buzamiento hacia el SO, hacia el centro de la depresión. El buzamiento es más acusado en los bordes (aunque nunca se sobrepasan los 5-15°). Las distintas secuencias y discordancias sedimentarias observables son reflejo de las diferentes etapas de configuración de la Cuenca (y de reactivación de sus bordes) (ver primera parte del apartado 2.1). No se destacan, en la Hoja de Montorio, movimientos posteriores que alteren o modifiquen esta sencilla disposición estructural, aunque sí en las de Villadiego y Burgos (ver 2.1).

2.1.1.6. *Depresión de La Bureba*

La Depresión de La Bureba es el extremo occidental de la cuenca terciaria del Ebro y forma parte, estructuralmente, de un área compleja, encrucijada donde finalizan la Cordillera Ibérica y la Franja plegada de Montorio-Ubierna (Orla mesozoica vasco-canábica), y donde se unen, cartográficamente, las depresiones terciarias del Duero y del

Ebro. La Hoja de Montorio contiene la terminación occidental de la Depresión de La Bureba. Esta terminación tiene cartográficamente forma de cuña hacia el Oeste.

El borde norte de la Depresión lo constituye la Plataforma estructural de los Páramos. Es un contacto irregular según el cual el Mesozoico se suele hundir concordantemente bajo el Terciario, hundimiento que es resaltado a veces por estructuras próximas en el Mesozoico (anticlinal de Quintanilla) o en el Terciario (flexura de Abajas). En la parte centro-norte de la Hoja, el Terciario de La Bureba penetra irregularmente sobre el Mesozoico, disponiéndose en zonas bajas de paleorrelieves condicionados por fracturas NO-SE y NNE-SSO.

El borde sur de la Depresión, constituido por la Franja plegada de Montorio-Ubierna, es, estructural y cartográficamente, mucho más sencillo, hundiéndose el Mesozoico (en este caso las calizas con Lacazinas de Santiense subparalelamente bajo los conglomerados del borde de la Depresión.

Al oeste de la Falla del Urbel (y en la propia Falla) hay retazos discordantes del Terciario de la Depresión, sobre la Franja plegada. Su posición actual, en líneas generales, más noroccidental que la terminación de la Depresión al este de la Falla, testimonia el juego dextral de ésta. Estos retazos terciarios se encuentran contenidos en sinclinales (o monoclinales) a veces cabalgados por Mesozoico.

Como fue indicado en apartados anteriores, la Depresión de La Bureba ha sido rellenada por sedimentos continentales de edad Oligoceno-Mioceno inferior (no más alta que el Orleaniense), conglomeráticos en los bordes y lacustres hacia el centro. Estos sedimentos se disponen subhorizontales (o con débil buzamiento original hacia el centro de la depresión) salvo en tres zonas concretas:

- Una parte del borde norte de la depresión (en la esquina NE de la Hoja), donde la flexura de Abajas (que afecta también al Mesozoico contiguo), de dirección NE-SO, ha inclinado la Facies Bureba (27) y sus conglomerados marginales (26) hasta 25°-40° SE. Esta flexura tiene unos 8 km de longitud y 3 m de anchura máxima y hacia el SE se amortigua en la Facies Carcedo (28) (8°-10° SE).
- El borde sur en contacto con la franja plegada, donde los conglomerados marginales de la Facies Bureba (26) buzcan hasta 40° NE.
- La flexura de Quintanarroz (5 km de longitud y 0,5-1 km de anchura) de dirección E-O, donde la F. Bureba (27) se inclina un máximo de 18° S. Esta flexura podría ser una estructura en relevo respecto del vecino anticlinal de Quintanilla (en Mesozoico y en el centro de la Hoja).

Además, cerca del borde sur de la Hoja (en las cercanías de la población de La Molina de Ubierna) la Facies Bureba (27) está afectada por una posible falla E-O), de labio hundido norte, a favor de la cual aflora localmente el sustrato mesozoico y se ha encajado la red hidrográfica.

2.2. INTERPRETACION TECTONICA DE CONJUNTO

Una interpretación factible para todos los rasgos estructurales que muestra la Franja plegada de Montorio en la Hoja, es suponer la Falla del Urbel como reflejo superficial de fracturas de dirección, de zócalo, dextrales (S) (fig. 3). Los pliegues y cabalgamientos NE-SO y E-O habrían sido efecto de las compresiones producidas por los esfuerzos N-S (c. fig. 3) en que pueden descomponerse los propios desgarres. Y la fracturación casi N-S distensiva asociada, está bien ejemplificada, por lo demás, en las numerosas fracturas (d. fig. 3) que, con esa dirección, surcan la Franja. Lo mismo es válido para los accidentes y pliegues presentes en la Plataforma estructural de La Lora (menores pero similares a los de la Franja). Desde esta óptica, la dirección NE-SO con que finaliza la Sierra de Ubierna (denominada Franja plegada de Rojas-Santa Casilda en las vecinas Hojas de Briviesca y Belorado) al SE, puede explicarse también como un efecto directo de los desgarres dextrales (PINEDA y ARCE, 1990; PINEDA, 1990).

Todo esto es una interpretación estructural de conjunto idéntica a la propuesta por CAMARA (1988) para todo el área vasco-cantábrica. Este autor supone toda esta tectónica debida a un desplazamiento relativo de la placa ibérica hacia el NO durante el Terciario.

A los desgarres mayores se les suelen asociar desgarres secundarios (*riedels*), del mismo sentido y que forman un pequeño ángulo con ellos. En esta Hoja se ha interpretado el tramo central de la Falla del Urbel como un *riedel* (R) que conecta dos desgarres mayores y principales en relevo. La extrusión diapírica de Keuper en este tramo central se ve así favorecida, además, por la propia dinámica de esos desgarres mayores (fig. 3).

Teniendo en cuenta las edades atribuibles a los materiales afectados, toda esta tectónica de desgarres y su consecuente habría ocurrido principalmente durante la Fase Pirenaica (Oligoceno), existiendo movimientos tardíos probablemente de idéntico origen (flexuras de Abajas y Quintanaruz) correspondientes a la Fase Sávica. No obstante, la actuación terciaria de estos desgarres, habrían sido rejuego de otros, creados en la Fase Neokimmérica (límite Jurásico-Cretácico), en relación con la apertura del Golfo de Vizcaya (ver 2.1, 1.3, 1.4.1.1, 1.4.1.2).

Aunque tanto la Depresión de La Bureba como la del Duero pudieron haberse configurado aproximadamente en la misma época (Eoceno-Oligoceno), la historia miocena de su relleno ha sido diferente, deteniéndose aproximadamente en el límite Mioceno inferior-medio en la primera (como se deduce también de datos estratigráficos obtenidos en la Hoja de Burgos: adelgazamiento y desaparición hacia el NE de las Facies Cuestas) y prosiguiendo hasta el Mioceno superior-Plioceno en la segunda. El carácter expansivo de la sedimentación miocena superior en la Depresión del Duero y su alto grado de conservación actual (no erosionada aún) hace que probablemente oculte una buena parte de la Franja Plegada y, sin duda, el borde meridional de ésta. Esto es particularmente cierto para la Hoja de Montorio donde la Franja Plegada de Montorio-Ubierna aparece como una pequeña cadena montañosa de bordes marcadamente asimétricos, (ver 1.6.1 y 1.6.2).

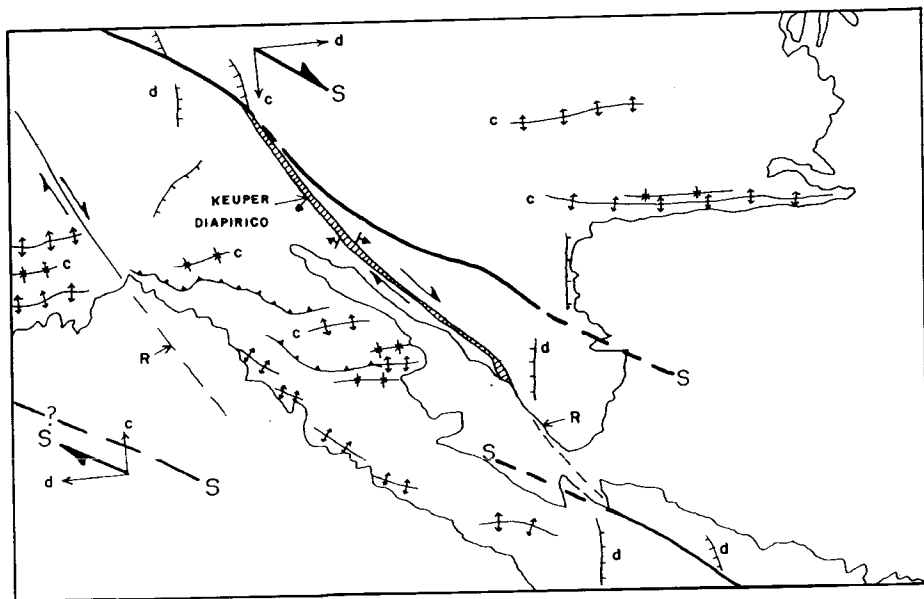
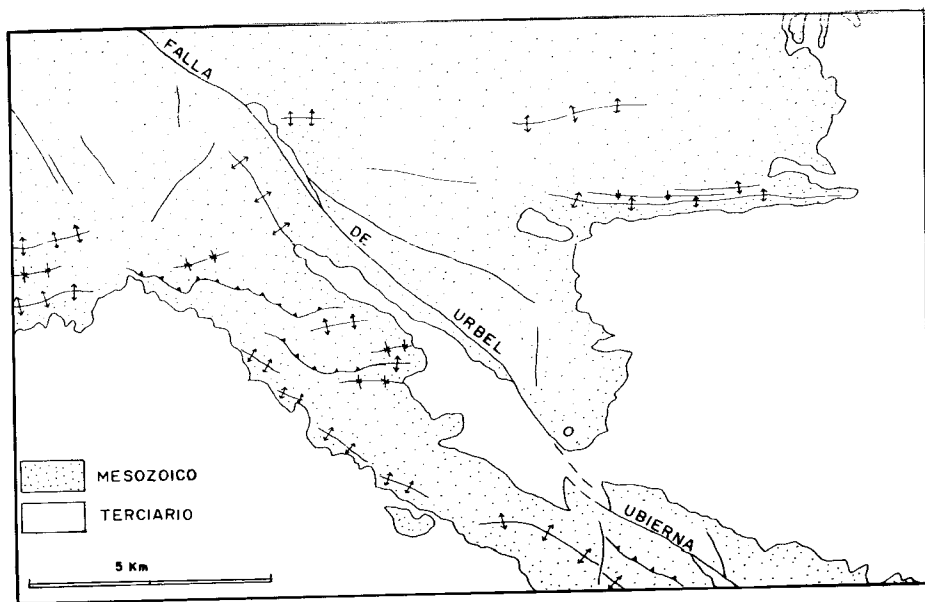


Fig. 3.- Interpretación tectónica para la franja plegada de Montorio-Ubierna, y áreas vecinas, en la parte suroeste de la Hoja de Montorio.

2.3. NEOTECTONICA

En función de la normativa establecida, los materiales considerables como postorogénicos-preneotectónicos son terciarios y se localizan en la Depresión de La Bureba (diferenciaciones cartográficas nº 26-29) y en la del Duero (16-22). Los sedimentos neotectónicos corresponden al Mioceno superior (23-25, presentes sólo en la Depresión del Duero), y al Cuaternario (como se vió en el apartado correspondiente, de escasa representación en la Hoja).

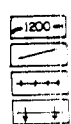
No se han detectado, de forma directa, accidentes tectónicos (pliegues, fallas, etc.) que hayan afectado los materiales neotectónicos. Los materiales postorogénicos y preneotectónicos (Terciario de la Bureba) están afectados por las flexuras de Abajas y Quintanarruz, probable efecto terminal de la tectónica alpina, como se vio antes; no es posible, sin embargo, conocer el carácter neotectónico de estos accidentes por faltar en el área los sedimentos (terciarios) de la edad apropiada.

Así pues, la neotectónica ha de deducirse por criterios y anomalías geomorfológicas. En la Hoja de Montorio se han seguido dos líneas de actuación:

- El estudio de la disposición de las isohypsas de la superficie de erosión S_2 (la de mayor distribución en la Hoja).
- Las anomalías geomorfológicas en la red fluvial.

En el primer aspecto no se han obtenido grandes resultados dado que esta superficie está demasiado fragmentada en retazos desconectados entre sí, sobre todo, dado también su carácter erosivo en la mayor parte de la Hoja, que hace que algunos altos deducibles puedan deberse, por ejemplo, no a deformaciones tectónicas posteriores, sino a que representan restos de relieves residuales (esta incertidumbre no existe cuando la mencionada superficie es, en parte, de depósito en la Cuenca del Duero). Aún así, y teniendo en cuenta lo anteriormente apuntado, la falta de correspondencia entre las isohypsas de la parte meridional de la Hoja, a ambos lados de la Falla del Urbel, podría deberse a débiles rejuegos neotectónicos de este accidente (Fig. 4). Este es el único dato extraíble del estudio morfológico de isohypsas.

Posibles anomalías en la red hidrográfica se detectan en las redes del Ebro y del Duero en La Bureba. Las anomalías corresponden a encajamientos bruscos de los cursos fluviales (que en algún caso podrían deberse a la existencia de capas duras subyacentes; la premura de tiempo ha impedido la comprobación precisa de todos los puntos marcados) relacionados muchas veces con travertinos, y a inflexiones en el perfil longitudinal de los ríos (Fig. 4). Estas anomalías detectadas, sólo se han marcado en el mapa cuando en su entorno se detectaron también, fotogeológicamente, posibles fracturas (alineaciones, zonas húmedas rectilíneas etc.), cuya traza se representó en el mapa mediante líneas. Las probables fracturas asociadas a estas anomalías, se distribuyen según tres sistemas direccionales:



Isohypsas de la superficie de erosión/deposito finiterciaria S₂
 Fallas en materiales preneotectónicos
 Pliegues en materiales preneotectónicos
 Flexuras en materiales preneotectónicos



Encajamientos bruscos de los cursos fluviales
 Inflexiones bruscas en el perfil longitudinal de los fondos de valles
 Posibles fracturas neotectónicas

Fig. 4.- Neotectónica en la Hoja de Montorio.

NE-SO es el más frecuente. Ha sido observado también en la Cuenca del Duero, donde existen trazas rectilíneas de ríos importantes (Arlanzón, por ejemplo) o desconexiones en la superficie de los páramos terciarios y sus isohypsas con estas direcciones (Hoja de Burgos, nº 200): PINEDA y ARCE, 1990), que han sido interpretadas como fracturas de zócalo.

NNO-SSE es una dirección propia de La Bureba, que ha sido también detectada en la vecina Hoja de Briviesca (ENRESA, 1989). Su interpretación es, hasta el momento problemática (*riedels* o fracturas distensivas en relación con la tectónica de desgarre?, en el supuesto de que ésta sea activa aún).

E-O es una dirección muy local, en el borde Sur de la Hoja, a favor de la cual se encajan dos cursos fluviales diferentes y aflora localmente una porción del sustrato mesozoico. Puede ser un rejuego póstumo del algún tipo de accidentes que contribuyeron a la individualización de la Depresión de La Bureba, al norte de la sierra mesozoica de Ubierna.

Finalmente, solo señalar la alineación que las anomalías detectadas en el cauce del Ubierna (centro de la Hoja) podrían presentar con la posible prolongación hacia el O-SO de la flexura de Quintanarruz, lo cual podría indicar un débil rejuego o actividad neotectónica para ésta.

En cuanto a sismicidad, el área en la que se sitúa la Hoja tiene una peligrosidad sísmica comprendida entre los grados III y VI de la escala M.K.S.

Se tiene noticia de un único sismo acaecido (23 de Mayo de 1979), en la Hoja, y cuyo epicentro se sitúa 1km al SO de la población de Masa (N de la Hoja), con 07 RMS y 3,0 MAG. Geologicamente se localiza en Cretácico superior y sobre una fractura NNE-SSO.

3. GEOMORFOLOGIA

3.1. ANTECEDENTES

Los estudios y trabajos geomorfológicos específicos sobre la zona que comprende la Hoja no son muy abundantes, destacando tan sólo el de GRACIA *et al.* (1990), sobre todo el borde noreste de la Cuenca del Duero y su enlace con la Cordillera Vasco-cantábrica.

En cuanto a la Cuenca del Duero, en general, los primeros estudios prácticamente se inician con los trabajos de F. HERNANDEZ-PACHECO (1930 y 1932, en la zona de Valladolid), prosiguiendo luego con los de SCHWENZNER (1943, en el borde sur de la Cuenca), y SOLE SABARIS (1952 y 1983, en el conjunto de España). Las dos últimas décadas suponen un gran avance en el conocimiento geomorfológico de los diversos bordes (y zonas de enlace con la cuenca), sobre todo de los bordes occidental (MOLINA *et al.* 1987; MARTIN-SERRANO, 1988) y meridional (PEDRAZA, 1978; GARZON *et al.*, 1982; y PORTERO y AZNAR, 1984).

No se han encontrado trabajos geomorfológicos específicos sobre la Depresión de La Bureba.

3.2. DESCRIPCION FISIOGRAFICA

La Hoja de Montorio se ubica en la mitad septentrional de la provincia de Burgos, participando, pues, de la mayor parte de las características físicas y geográficas de la submeseta septentrional de la Península Ibérica. Más precisamente, puede decirse que se encuentran en el borde norte de esa submeseta, comportando tanto características de la zona de enlace entre la cuenca del Duero (Depresión terciaria) y su borde nororiental montañoso (Orla o Cordillera Vasco-Cantábrica), como de las del área de transición entre las Cuencas (terciarias) del Duero y Ebro.

En líneas generales, esta parte de la submeseta se trata de un área de elevadas altiplanicies (700-1300 m), presentes, incluso, sobre buena parte del área montañosa nororiental.

La elevada altitud promedio y el aislamiento de las influencias oceánicas atlánticas mediante dicho macizo montañoso, propician unos ciertos rasgos climáticos de tipo continental (15° C de media actual), con precipitaciones no muy abundantes (500 a 700 mm) en la parte correspondiente a las Cuencas del Duero y Ebro, alcanzándose valores más altos (hasta 1200 mm) en el mencionado macizo.

La vegetación autóctona refleja bien esas características, coexistiendo especies arbóreas propias del bosque atlántico europeo, caducifolio (robles, quejigos y hayas) y del mediterráneo, de hoja perenne (encinas). Las primeras suelen localizarse en las áreas de umbría y las segundas en las de solana del macizo montañoso, encontrándose ambas muy degradadas por efecto del pastoreo abusivo.

La Hoja de Montorio participa plenamente de todas estas características citadas.

La división hidrográfica Duero-Ebro recorre la Hoja aproximadamente en diagonal, de SE a NO. A la Cuenca del Duero (y hacia el sur) fluyen los ríos Urbel y Ubierna, afluentes del Arlanzón (en la vecina Hoja de Burgos, nº200), y cuyas cuencas de recepción ocupan la mayor parte del centro, sur y oeste de la Hoja. A la Cuenca del Ebro fluyen los ríos San Antón (hacia el NO, en la parte noroccidental de la Hoja) y Homino (hacia el NE, generalmente, en la parte oriental de la Hoja), afluente del Oca (en la vecina Hoja de Belorado, nº 201).

Todas las parte norte, oeste y centro-sur de la Hoja se caracterizan por la presencia de extensas altiplanicies (restos de superficies de erosión/depósito de edad finiterciaria) en las que la red hidrográfica se ha encajado no muy profundamente aún (en el norte de la Hoja: Páramos de La Lora y Poza de la Sal, con 1069 y 1151 m de altitud máxima, respectivamente) o a las que ha desconectado entre sí (en la periferia de esos Páramos). En líneas generales, esas planicies descienden ligeramente de NE a SO y O (hasta 1040-1010 m en los bordes S y SO de la Hoja, y 1000 m en la esquina NO). Las más bajas cotas topográficas de estas áreas se localizan en los ríos del borde sur de la Hoja (río Urbel, C. del Duero: 890 m) y en el ángulo NO (río San Antón, C. del Ebro: 830 m).

En la parte oriental de la Hoja domina un paisaje acaravado e intrincado (de unos 800 m de altitud promedio) resultado, como se verá, del activo encajamiento de la red dendriforme del río Homino y afluentes, que ha destruido la totalidad de la antiguas superficies. Es la comarca de La Bureba, cuya más baja cota topográfica en la Hoja se localiza en el borde oriental, en el cauce del Homino (690 m). Esta comarca representa la parte más occidental de la depresión terciaria del Ebro, quedando limitada tanto a norte como a sur por relieves de la Cordillera Vasco-cantábrica (Plataforma estructural de los Páramos de La Lora y Banda plegada de Montorio-Ubierna, respectivamente). Hacia el Este (en la vecinas Hojas de Burgos nº200, Belorado nº201 y Briviesca nº168), el relieve meridional (Banda de Montorio-Ubierna) desaparece, produciéndose así la conexión física entre las Depresiones del Duero y el Ebro.

3.3. UNIDADES Y ELEMENTOS MORFOESTRUCTURALES Y SU MODELADO

A continuación se describe la disposición actual de relieves, paisajes y otros elementos geográficos en la Hoja, agrupados en unidades morfoestructurales. Dentro de cada unidad, se efectuará un análisis de las formas que componen, originadas como consecuencia de la actuación de factores principalmente exógenos sobre la arquitectura litológica.

Como se indicó en el apartado de Fisiografía, la Hoja de Montorio se localiza en la zona de enlace entre la Cuenca del Duero y su borde montañoso nororiental (Orla o Cordillera Vasco-cantábrica) y, a su vez, en la de ambos con la Cuenca del Ebro.

Todas estas unidades, y algunas subdivisiones que en ellas pueden realizarse, están presentes en la Hoja. La Cordillera Vasco-Cantábrica ha sido dividida en dos subunidades: 1) Plataforma estructural de La Lora y 2) Banda plegada de Montorio-Ubierna. La traza de la falla de Urbel o Ubierna separa ambos conjuntos. A su vez, en la Depresión de La Bureba pueden distinguirse dos zonas con distintas características geomorfológicas: una parte occidental (zona de enlace con la Plataforma estructural de La Lora) con dre-

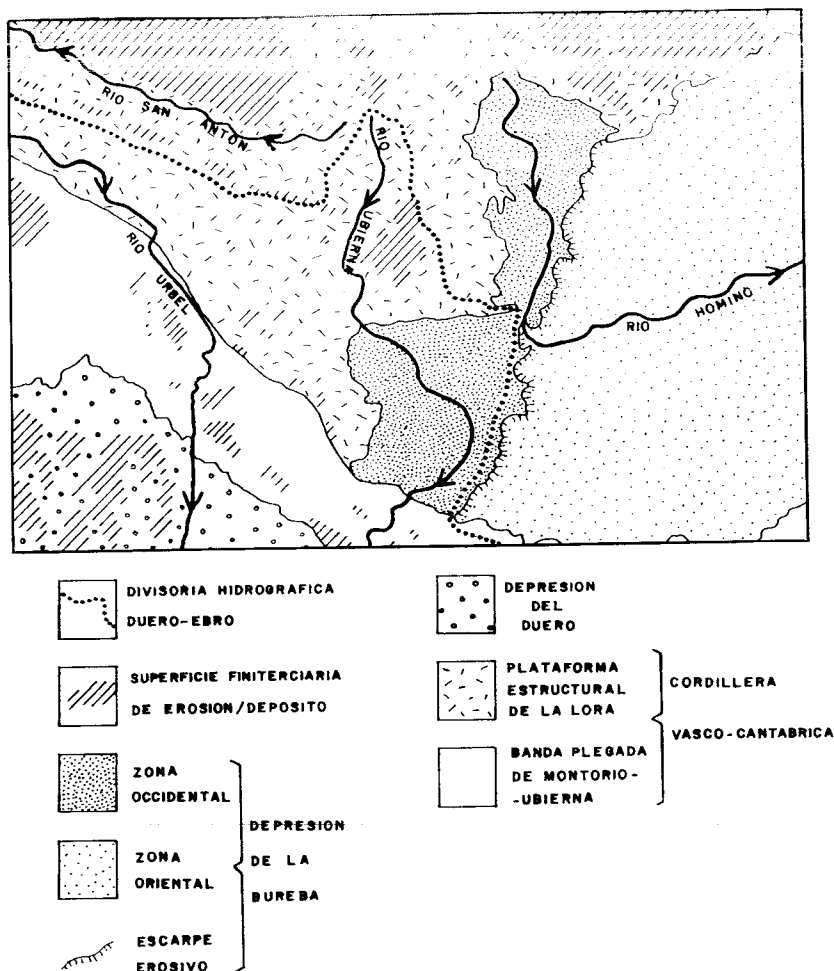


Fig. 5.- Areas morfoestructurales y elementos morfologico-geográficos en la Hoja de Montorio.

naje hacia el SO (en la actualidad o en el pasado reciente hacia el Duero), y otra parte oriental, más baja topográficamente, y con drenaje hacia el NE (Ebro), (Fig. 5).

3.3.1. Plataforma estructural de La Lora

Ocupa la parte norte y centro de La Hoja. El sustrato litológico lo forman materiales blandos (arenas, arcillas y conglomerados) del Cretácico inferior, y duros (calizas y dolomías) del Cretácico superior hay, no obstante, una interrelación margosa de edad santoniense. Todas estas litologías se encuentran subhorizontales, excepto en las cercanías de la Falla del Urbel y en la parte central, donde se alcanzan buzamientos de hasta 40-50° y aparecen algunos pliegues, respectivamente.

Es la unidad morfoestructural que mejor conserva (sobre todo, en el borde septentrional de la Hoja) extensos retazos de la superficie de erosión finiterciaria (S_1) correlacionable

con la «Poligénica de Los Páramos» de la Depresión del Duero. Esta superficie comporta una importante karstificación (dolinas y uvalas). Sus máximas cotas topográficas (1140 m) se alcanzan en la esquina NE de la Hoja (Páramo de Poza de la Sal) desde donde descienden suavemente hacia el O (1020-1000 m en el Páramo de Masa) y el S (1040-1020 m, en las proximidades de la Falla del Urbel: Fig. 4). En la parte centro-norte de la Hoja, los Páramos de Poza de la Sal y de Masa aparecen desconectados por un área de paleo-relieves de edad terciaria que aloja (en las depresiones) retazos de la Facies Bureba (arcillas rojas) y sus conglomerados calcáreos de borde (Oligoceno-Mioceno inferior). Hacia el centro de la Hoja, las superficies se encuentran más aisladas entre sí a consecuencia de un mayor encajamiento o jerarquización de la red hidrográfica.

En este área de antiguas superficies terciarias se localiza la divisoria hidrográfica Duero-Ebro. En sus cabeceras, ambos sistemas muestran aspecto dendriforme y tendencias poco definidas, aunque han comenzado a exhumar las paleodepresiones rellenas del Terciario (cuyo borde ha sido marcado en el mapa como escarpe de origen mixto). Aguas abajo, los cursos fluviales tienden a adaptarse a las directrices tectónicas alpinas (dirección de las capas), adquiriendo sentido ESE-ONO (río San Antón, Cuenca del Ebro) o ONO-ESE (río Urbel, C. del Duero) y profundizando en el sustrato mesozoico. El encajamiento es más divagante, dendriforme y asociado a amplias depresiones topográficas cuando se produce sobre materiales blandos (río Urbel y afluentes, sobre Weald, denominadamente arenoso), donde algunas capas más duras pueden originar crestas de escasa entidad; por el contrario, es más neto y verticalizado cuando se forma sobre materiales duros (calizas y dolomías), excavando gargantas y cañones no muy acentuados y de 70 m de profundidad máxima. El encajamiento sobre estos materiales duros puede, en sus inicios, generar valles asimétricos dada la tendencia generalizada al buzamiento norte de los estratos: el mejor ejemplo lo suministra el río San Antón, con desarrollo de suaves pendientes (con superficies estructurales sobre calizas turonienses) en su margen izquierda, y escarpe o frente de cuesta (con laderas regularizadas aunque hoy endia disectadas y con cárcavas asociadas, sobre las margas santonienses) en la margen derecha.

Por lo demás, dado el carácter actualmente dominante del encajamiento, y que se produce sobre materiales duros, las formas de ladera son escasas, destacando tan solo (como coluviones) las que se desarrollan sobre las capas Utrillas (arenas y arcillas blancas) en la margen izquierda (norte) del valle del Urbel y bajo un frente de cuesta de calizas cenomanienses.

3.3.2. Banda plegada de Montorio-Ubierna

Es un área similar a la anterior, aunque con mayor variedad paisajística derivada de que el sustrato mesozoico está afectado por una tectónica más intensa (pliegues y cabalgamientos E-O y NO-SE, y fracturas asociadas) y el encajamiento de la red hidrográfica (del Duero, exclusivamente) es más pronunciado, dado el carácter periférico de esta zona respecto de la anterior.

Están también presentes los retazos de la superficie de erosión S_2 (con la misma karstificación contemporánea) aunque más desconectados entre sí, por las características

apuntadas anteriormente. Se sitúan a cotas variables entre los 1060-1040 m (al NO) y los 1030-980 m (al SE).

Exclusivamente en esta unidad, y en el borde meridional de la Hoja, se presenta una nueva superficie erosiva (S_3) a más baja cota (100-920) y con mayor pendiente que la anterior. Podría ser correlacionable con la «raña».

Puesto que los materiales blandos (Facies Utrillas y Weald y arcillas del Keuper) afloran en mayor proporción que en la zona anterior, hay una mayor abundancia de formas de ladera (coluviones), que suelen tapizar las formaciones blandas (Utrillas, Keuper) bajo frentes de cuesta. Estos son también más abundantes.

Otra característica exclusiva de esta zona es la sobreimposición de los cursos fluviales mayores (Urbel y Ubierna) que la atraviesan meandriforme y (en líneas generales) perpendicularmente, excavando en algunos tramos gargantas no muy continuas pero de hasta 120-110 m de profundidad. En el caso del Ubierna, la sobreimposición es más patente pues el río, procedente de la parte occidental de la depresión terciaria de la Bureba (a menor cota topográfica) atraviesa el relieve mesozoico (Banda plegada).

3.3.3. Falla de Urbel o Ubierna

Esta estructura limita las dos áreas morfoestructurales descritas.

El impacto morfológico de esta falla de desgarre, predominantemente dextral, es más patente en la parte centro y oeste de la Hoja que en el borde sur. Aparte de la alineación de algunos tramos fluviales (Urbel, por ejemplo), a lo largo de la fractura, y la existencia de crestas (capas duras verticalizadas), discontinuas y paralelas a ella, en sus proximidades, el rasgo morfológico más propio está representado por escarpes verticales planos y de longitud hecto/kilométrica. Se desarrollan sobre capas duras (calizas, dolomías) asociados a planos de falla exhumados por la erosión del labio blando (arcillas del Keuper o arenas de la Facies Utrillas).

3.3.4. Depresión terciaria del Duero

Salvo algunos afloramientos conglomeráticos oligocenos, inclinados y de escasa extensión, adosados al Mesozoico de la Banda plegada, el resto de los materiales de esta zona se encuentran subhorizontales (con muy débil inclinación al SSO) y corresponden a margas, arcillas, calizas y conglomerados de edad miocena. El aspecto tabular y amesetado del relieve es el rasgo más destacable de esta unidad.

La superficie de las mesas viene marcada por una superficie estructural desarrollada por las calizas «terminales» de Cuestas (o del Páramo inferior vallesiense). Según se deduce de datos de las vecinas Hojas de Villadiego y Burgos, esta superficie estructural prácticamente coincide con la «poligénica de los Páramos»: es por ello que ambos símbolos han sido marcados en el mapa. Asciende de cotas de SO (1.000 m) a NE (1020), deduciéndose muy bien su enlace con la S_2 descrita sobre el Mesozoico de la Cordillera

Vasco-Cantábrica. Presenta también una cierta karstificación (dolinas y uvalas de dimensiones deca/hectométricas).

Sobre los conglomerados de Alar del Rey (Mioceno medio) se desarrolla otra superficie (S₁) que hacia el Sur queda fosilizada por las margas de la Facies Cuestas. Muestra una mayor pendiente topográfica que la anterior, variando de 1050 m (al NE) a 980 m (SO). En sus partes más septentrionales es, incluso, erosiva sobre el Mesozoico de la Banda plegada. Es comparable a la S₁ de SCHWENZNER (1937) y ha sido descrita también (con idénticas relaciones sobre materiales comparables) en el borde meridional de la Cuenca del Duero (Sierra de Pradales-Honrubia).

La red hidrográfica sobre la unidad terciaria del Duero en la Hoja de Montorio presenta una profundidad de encajamiento de unos 130 m (máximo) bajo la «superficie poligénica de los Páramos». Presenta escaso desarrollo lateral cuando nace en la misma unidad o en el Mesozoico próximo. Por el contrario, el Urbel, que procede de regiones más septentrionales, posee un perfil transversal de valle más evolucionado, con algunas terrazas bajas. El conjunto de la red principal tiende a fluir de NNE a SSO, dirección prácticamente coincidente con la débil inclinación del Terciario.

Entre el escarpe formado por las «Calizas terminales de Cuestas» o del Páramo inferior y los valles fluviales, existen coluviones de perfil más o menos regularizado cuya excavación posterior ha originado pequeñas cárcavas (muy localizadas) sobre las margas de la Facies Cuestas. Esto es particularmente cierto en los valles occidentales, menos profundos. En los orientales, las capas infrayacentes a Cuestas (calizas «terminales» de la Facies Dueñas, sobre todo), originan escarpes secundarios y en ocasiones pequeñas superficies estructurales, desde las cuales pueden desarrollarse los perfiles de coluviones (margen izquierda del Urbel, por ejemplo).

3.3.5. Depresión de La Bureba. Parte occidental

Es un área de escaso relieve (900 a 960 m de Sur a Norte), situada inmediatamente al Este de la Plataforma de La Lora (con la cual el enlace se realiza paulatinamente), y labrada sobre arcillas y conglomerados calcáreos de la Facies Bureba (Oligoceno-Mioceno inferior).

La red hidrográfica principal fluye hacia el SSO, hacia el Duero, desarrollando anchos valles de escasa pendiente. El río Ubierna atraviesa con esa dirección y sobreimponiéndose, la Banda plegada (que limita por el sur esta unidad morfoestructural), aunque su cuenca media-alta ha sufrido una captura reciente (en la población de Hontomín) por el río Homino (afluente del Ebro). En sus cabeceras, la red hidrográfica está comenzando a exhumar las paleodepresiones rellenas de Terciario, desarrolladas sobre el Mesozoico de la Plataforma de La Lora, quedando algunos *inselbergs* calcáreos como mudos testigos de la denudación.

Por lo demás, sólo destacar la presencia de débiles escarpes originados por niveles conglomeráticos discontinuos.

3.3.6. Depresión terciaria de La Bureba. Parte oriental

Es el área topográficamente más baja (unos 800 m sobre el nivel del mar de promedio) de toda la Hoja.

La red hidrográfica fluye de SO a NE, y vierte al Ebro. El límite con la zona anterior es un espectacular escarpe erosivo (cabecera de cárcavas) en el cual se reconocen capturas (antiguas y recientes) siempre de la red del Duero por la del Ebro (río Homino y afluentes). Así, en el pueblo de Hontomin, el río Homino ha capturado recientemente la parte alta de la Cuenca de Ubierna. Más al sur, el cambio de dirección (de N-S a SO-NE) que experimenta el río de La Molina parece corresponder a otra captura, más antigua (el valle abandonado sería la garganta de Peñahorada, en la Banda plegada).

En la esquina SE de la Hoja algunos cursos fluviales corresponden a afluentes del Oca (C. Ebro). En alguno es posible ver que se encuentra decapitado, debido también a capturas, que determinan una mayor actividad de encajamiento del Homino y afluentes.

Esta alta tasa de encajamiento fluvial y el carácter blando de los materiales terciarios originan un paisaje acaravado e intrincado en el que la red fluvial adopta formas cartográficas típicamente dendriformes. Algunos niveles conglomeráticos o calcáreos, duros, originan escarpes y, en la parte oriental de la Hoja, estos últimos, superficies estructurales culminantes. Muy localmente, bajo los escarpes de estas superficies pueden conservarse coluviones. Las terrazas son escasas pero variadas (ver más adelante).

Los materiales terciarios de la depresión suelen disponerse subhorizontalmente. Sin embargo, en las partes norte y centro-occidental del área están afectados por las flexuras de Abajas y Quintanarruz, respectivamente (30 y 15° de buzamiento máximo); aquí, los niveles conglomeráticos originan, entonces, pequeños frentes de cuesta, a veces con dorso de superficie estructural.

3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

No se han identificado en la Hoja suelos potentes, residuos de alteraciones y otros depósitos superficiales no mencionados anteriormente, cartografiables.

Las únicas formaciones superficies representadas han sido las asociadas a la red fluvial (aluviales/fondos de valle, terrazas bajas y medias y conos de deyección).

En las terrazas se han distinguido las del Urbel (C. Duero) de las de Homino y afluentes (C. Ebro). En el Urbel solo se distinguen terrazas bajas con escasa elevación, aproximadamente 1 m sobre el cauce actual, cerca del borde sur de la Hoja.

En el Homino y afluentes sólo se conservan terrazas (bajas y medias elevadas métrica/decamétricamente sobre el cauce actual) en áreas muy concretas de la red, dado el activo encajamiento y los consiguientes procesos erosivos que éste provoca. Estas terrazas son tanto más recientes y se sitúan a mayor altura sobre el cauce actual más aguas arriba, lo cual testimonia la intensa acción remontante de las cabeceras de

esta red. En el río de La Molina (afluente del Homino) es el propio aluvial el que quedó colgado aguas arriba.

Los conos de deyección se localizan siempre a la salida de pequeños barrancos a la red principal. Son de edad variable ya que se relacionan con terrazas o con aluviales/fondo de valle. Son de pequeñas dimensiones, sobre todo en los cursos correspondientes a la Cuenca del Ebro. Uno de los mayores es el situado junto a la población de Urbel del Castillo (NO de la Hoja) que en la actualidad está siendo erosionado determinando que un aluvial esté encajado en él; su desarrollo creó una pequeña zona endorréica en su borde noroeste (no representada en el mapa), que aún perdura.

Otras formaciones superficiales no cartografiadas, corresponden a los suelos actuales y a los depósitos de carácter residual o de paleoalteración climática relacionados con las superficies poligénicas.

Los suelos actuales son de tipo *entisols*, *inceptisols* y *alfisols*. Los *entisols*, los menos evolucionados, presentan un perfil de tipo A/C, sin horizonte de alteración B, y se localizan sobre llanura de inundación y primera terraza de los ríos y sobre las zonas más abruptas de la unidad mesozoica (aquí con representación de mollisols). Los *inceptisols* tienen un perfil del tipo A/(B)/C y están desarrollados sobre calizas. Los *alfisols* con perfil A/B/C son los más evolucionados, encontrándose generalmente sobre las terrazas más antiguas (D.G.P.A. 1978).

Los depósitos residuales más importantes corresponden a la «terra rossa» asociada con la karstificación que afecta a las superficies de erosión S_1 y S_2 y que está preservada en dolomías.

En relación con la evolución de la superficie poligénica de los páramos (S_2), y sobre calizas del mismo nombre, puede aparecer una costra de potencia decimétrica, correlacionable con la «costra laminar bandeada» que PEREZ-GONZALEZ (1979) cita en la Submeseta Meridional en relación con el fin de la formación de dicha superficie.

3.5. EVOLUCION DINAMICA (HISTORIA GEOMORFOLOGICA)

La reconstrucción de la historia geomorfológica de la zona empieza con la formación de la superficie de erosión S_1 en el Aragoniense (Astaraciense superior; Mioceno medio), tallada sobre calizas cretácicas en la Banda Plegada y desarrollada como sediplano sobre conglomerados astaracienses (Alar del Rey) en el enlace con el Terciario del Duero. La diferencia de cotas que muestra esta superficie sobre ambas litologías (en la vecina Hoja de Villadiego) podría obedecer a que se encuentra ligeramente abombada (e inclinada hacia la Depresión del Duero).

Posteriormente, en el Vallesiense, prosigue la sedimentación endorreica de la Cuenca del Duero, que finaliza en el Turolense-Plioceno con el depósito de las Calizas de los Páramos (y su superficie poligénica). Simultáneamente a este endorreísmo debió acaecer una degradación del relieve en la Cordillera Vasco-Cantábrica, de tal manera que

para el depósito de las mencionadas calizas se había desarrollado una nueva superficie erosiva (S_2 , correlativa con los depósitos culminantes del endorreísmo) sobre el Mesozoico.

Probablemente, el endorreísmo finalizó antes en la Depresión de La Bureba, dado que los sedimentos más recientes son equivalentes a la calizas terminales de Dueñas, y la Facies Cuestas parece desaparecer hasta el NE (datos Hoja de Burgos). En este supuesto, La Bureba puede haberse comportado bien como un área de no depósito, o bien sometida a la erosión de S_2 .

La siguiente fase erosiva está representada por la superficie S_3 , posiblemente correlativa con los depósitos de «raña» (piedemonte pliocuaternario) de otras zonas. Lógicamente, esta superficie está encajada en la erosiva S_2 tallada sobre el Mesozoico. Es posible que esta fase no sea tan generalizada como se piensa y corresponda solamente a áreas de cabecera de la red hidrográfica atlántica (Duero) que para esta época (Pleistoceno inferior) habría ya comenzado a «vaciar» el Terciario de La Bureba occidental («Paleobureba»), y a sobreimponerse a la Banda Plegada de Montorio-Ubierna.

Probablemente, las cabeceras de la red del Duero llegaron antes que las del Ebro (río San Antón) a las superficies S_2 (páramos de Masa y Poza de la Sal), dada la mayor degradación de estas hacia el Sur.

No se cabe tampoco si contemporánea o posteriormente a esta fase erosiva S_3 , el río Oca (C. Ebro) terminó su acción remontante a través de la Sierra de Oña-Montes Obarenes (límite norte de La Bureba) comenzando a vaciar el Terciario de esta depresión. Pero sí parece que la velocidad de excavación y vaciado por dicho río, el Homino y afluentes, creando la «Neobureba», ha sido muy superior a la del Ubierna y ríos similares hoy desaparecidos (testigos de cuya existencia son los valles fluviales «decapitados» de la Sierra de Ubierna): el resultado ha sido una expansión hacia el Oeste (hacia el Sur ha quedado detenida por la sierra calcárea de Ubierna) de la «Neobureba» a expensas de la «Paleobureba». Este proceso es muy activo en la actualidad.

Simultáneamente a estos grandes cambios en la parte oriental de la Hoja, en la parte occidental los cambios morfológicos más patentes han debido consistir en un encajamiento paulatino de la red hidrográfica tanto del Duero (Urbel) como del Ebro (río San Antón).

3.6. MORFODINAMICA ACTUAL

Como ha sido indicado en el apartado anterior, la Morfodinámica actual que se detecta en la Hoja de Montorio consiste en un encajamiento progresivo de la red fluvial. En líneas generales, este encajamiento tenderá a originar mayor diferencia de cotas, y un relieve más abrupto, en las unidades mesozoicas, por erosión diferencial más rápida en los materiales blandos (Keuper, Utrillas, Weald) y profundización de los cañones y gargantas en los duros (calizas). Las mesetas del SO de la Hoja (páramos del Terciario del Duero) verán reducida su extensión culminante, conforme la red hidrográfica vaya excavando valles más amplios a favor de los materiales blandos, bajos.

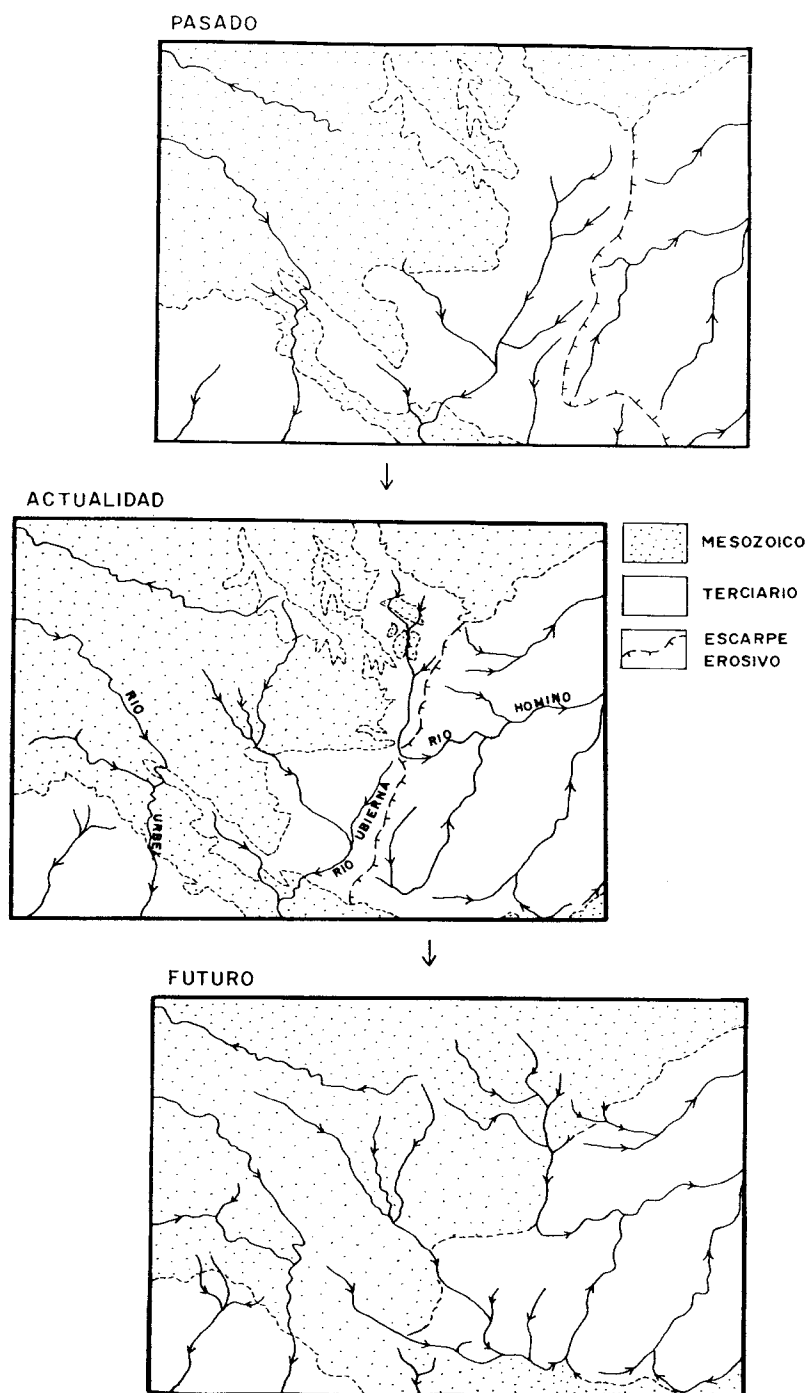


Fig. 6.- Evolución Geomorfológica de la Hoja de Montorio.

Pero los cambios más drásticos ocurrirán en la Depresión Terciaria de La Bureba, donde el retroceso de la «Paleobureba» (C. Duero) a favor de la «Neobureba» (C. Ebro) continuará hacia el Oeste hasta que el frente o escarpe erosivo que separa ambas se sitúe sobre el Mesozoico. El proceso supondrá una exhumación parcial de éste y una nueva y total captura del Ubierna y sus afluentes (fig. 6); la actual sobreimposición de este río sobre la sierra del mismo nombre quedará como garganta no funcional, decapitada, similar a la actual de Peñahorada.

En el norte de la Hoja, la divisoria Duero-Ebro permanecerá más estable, aunque la aparente mayor velocidad de encajamiento del río San Antón (Ebro) respecto de la red del Urbel (Duero) quizá implique alguna ligera traslación hacia el sur de dicha divisoria.

4. HISTORIA GEOLOGICA

La Historia Geológica deducible en la Hoja comienza en el Triásico superior (Keuper). No obstante, para la descripción de este capítulo, y según datos de Hojas próximas y bibliografía regional, situaremos el punto de partida en el comienzo del Mesozoico, tras la actuación de la Orogenia Hercínica.

4.1. MESOZOICO

Desde el final de la Orogenia Hercínica hasta la transgresión triásica, el área se vio afectada por una peneplanización incompleta. Por ello, la sedimentación paleozoica post-hercínica (Pérmico), y en parte la del Buntsandstein, se depositó en zonas deprimidas, rellenándolas, siendo posteriormente solapada por la probable transgresión del Keuper arcilloso evaporítico, cuya deposición fue simultánea con la efusión de materiales volcánicos de magmatismo básico (ofitas). La salinidad del medio fue muy elevada, dominando una sedimentación epicontinental. La presencia de ofitas indica un proceso distensivo de adelgazamiento cortical.

A finales del Triásico se produjo un hundimiento general del fondo de la cuenca, depositándose la serie calco-dolomítica del Rethiense y Lías inferior en facies costera, de plataforma marina. Durante todo el Jurásico existió una cuenca marina con salinidad normal y subsidencia bastante uniforme, aunque había surcos y umbrales (para algunos autores efecto de la halocinesis prematura y diferencial del Triás arcilloso-evaporítico infrayacente). Durante el Jurásico se generaron, no obstante, tres grandes secuencias deposicionales (en el Lías, Dogger y Malm) de plataforma marina carbonatada-margosa.

Antes de finalizar el Malm se produce una reactivación tectónica (primeras fases neokimméricas) que da lugar a una retirada del mar y al inicio de la sedimentación continental (lacustre-fluvial) del Purbeck-Weald en grandes cuencas muy subsidentes controladas por la actuación de fracturas de desgarre (del sistema de la Falla de Ventaniella: ONO-ESE) que formarían cuencas de tipo *pull-apart*. El origen de esta tectónica parece ser la apertura oceánica del Golfo de Vizcaya.

La Facies Purbeck produce la colmatación de dichas cuencas. Posteriormente la actuación tectónica debe terminar por levantar la Meseta Castellana y el Macizo Asturiano, cuya activa erosión origina la Facies Weald, fluvial y discordante, en nuestra Hoja. Esto motivó el desplazamiento hacia el Oeste del borde de la cuenca de sedimentación Wealdense, por lo que estas facies son extensivas sobre el borde oriental del Macizo Asturiano.

Durante el Albiense se produce un rejuvenecimiento de los macizos emergidos (Fase Aústrica), depositándose en el interior de la cuenca una importante serie terrígena (areniscas, microconglomerados y arcillas de la Formación Utrillas), en una amplia zona baja de tipo marisma, con desarrollo de ríos, canales y llanuras aluviales.

Finalizado el episodio de sedimentación continental durante el que se depositan la Formación Utrillas, y que constituye la primera etapa deposicional posterior a la actividad tectónica aústrica, se produce una gradual profundización de la cuenca sedimenta-

ria. Esta progresiva implantación de las condiciones de sedimentación marina somera a muy somera, origina el depósito de las unidades del Cretácico superior. Las facies sedimentarias producidas por estos medios marinos son muy parecidas durante el depósito de este gran ciclo que llega hasta finales del Campaniense.

La fracturación NO-SE del sistema Ventaniella que tanto ha influido durante la sedimentación de los ciclos purbeckiense y wealdico todavía muestra débiles indicios de actividad en el Cretácico superior. La subsidencia diferencial inducida por estos accidentes se pone de manifiesto por una cierta variación de las sucesiones cretácicas en una dirección NE-SO, transversal a estas estructuras. Las transgresiones marinas vienen del N-NE y E, mientras que la línea de costa estaba situada al NO.

Para la sedimentación marina del Cretácico superior, pueden deducirse tres ciclos evolutivos o secuencias deposicionales delimitadas por hiatos (Cenomaniense: transgresiva; Cenomaniense superior-Turonense: transgresiva-regresiva; y Senoniense: regresiva).

Después tiene lugar la Fase Larámica (Orogenia Alpina p.d.) que hace emerger y pliega los materiales cretácicos, iniciándose la configuración de las futuras cuencas del Duero y Bureba. Es muy probable que existieran en esta época numerosas subcuencas independientes separadas por umbrales, que pueden haber evolucionado de forma algo diferente, en los estadios más tempranos.

4.2. Terciario

Las cuencas continentales del Duero y Bureba consolidan su configuración a fines del Eoceno y comienzos del Oligoceno como consecuencia de la Fase Pirenaica.

Los relieves recién creados por las fases tectónicas alpinas empiezan a erosionarse, rellenando las subcuencas mediante un sistema de abanicos aluviales durante el Oligoceno y principios del Neógeno en un clima intertrópico húmedo. De forma amplia, y a falta de una datación cronológica precisa, se podrían hacer corresponder a esta época los depósitos conglomeráticos (16 y 26) de borde del Mesozoico. No obstante, la actividad tectónica debe proseguir con pulsaciones, manifestadas en La Bureba por la presencia de flexuras y fracturas.

La sedimentación continental neógena se detiene aproximadamente en el límite Mioceno inferior-medio en La Bureba, pero prosigue en el Duero.

Recordemos que en el Mioceno del Duero se han diferenciado cuatro grandes unidades que se han denominado: 1) Facies Dueñas, 2) Facies Tierra de Campos (y conglomerados de Alar del Rey, aproximadamente contemporáneos), 3) Facies Cuestas y Calizas del Páramo inferior o Calizas terminales de Cuestas, y 4) Páramo superior.

La primera unidad, común a las Cuencas del Duero y Bureba, es lacustre y probablemente contemporánea con una peneplanización del borde mesozoico.

La segunda unidad se corresponde con una reactivación del borde de la cuenca, patentizándose por la facies conglomerática de Alar del Rey (procedente de la Franja de

Montorio) y la Facies Tierra de Campos (probablemente del Oeste). Se han depositado mediante abanicos aluviales cuyas facies distales ocupan gran parte de la cuenca. Posteriormente a su depósito deben tener lugar los últimos movimientos de elevación del borde mesozoico, manifestándose por fracturas, no muy importantes, NO-SE y ONO-ESE (en la Hoja de Villadiego). Finaliza el ciclo con el desarrollo de una superficie de erosión (pre-Cuestas) que decapita esas últimas manifestaciones de origen tectónico.

Después comienza a depositarse la tercera unidad (Facies Cuestas), expansiva a partir del Astaraciense superior y hasta el Vallesiense, originándose ambientes de *playa-lake* más o menos salinos con etapas generalizadas de ambientes lacustres y facies de ciénaga en la base, que muy probablemente coinciden con una etapa de aridez que facilita la creación de caliches y silicificaciones; finaliza este ciclo con el depósito de las calizas del Páramo inferior o Calizas terminales de Cuestas.

A continuación, el inicio del tercer ciclo sedimentario o cuarta unidad (Páramo superior, en zonas más centrales de la Cuenca del Duero) viene marcado por una ruptura sedimentaria, procesos karsticos y la instalación de un pequeño sistema fluvial que quizá corresponda con una ligera elevación de alguna zona del borde de la Cuenca, de localización aún no bien precisada. Pero enseguida se vuelve a generalizar el ambiente lacustre (facies carbonatadas con carácter expansivo) en el Turolense (Mioceno Terminal)-Plioceno.

Con la finalización del depósito de las Calizas del Páramo superior se acepta termina el relleno endorréico de la Cuenca del Duero. Para esta época, la erosión del borde Mesozoico de la Hoja había llegado a su grado máximo, habiéndose desarrollado sobre él una extensa superficie de erosión que enrasaba con la superficie calcárea del Páramo, y en La Bureba con las calizas culminantes de la Facies Gris-Blanca (equivalentes a las terminales de Dueñas). Aproximadamente en el Plioceno, la red atlántica, con más bajo nivel de base, contacta con la Cuenca del Duero iniciando su vaciado erosivo (ver también apartado de Geomorfología).

4.3. CUATERNARIO

Ya en el Pleistoceno inferior, las cabeceras de la red del Duero debieron haber sobrepasado hacia el norte la Franja plegada, instalándose sobre la Depresión de La Bureba.

Pero probablemente, en una época aproximadamente contemporánea o quizá algo posterior, el río Oca (afluente derecho del Ebro) finaliza su erosión remontante a través del Mesozoico de la Sierra de Oña-Montes Obarenes, que es el límite norte de la Depresión de La Bureba, comenzando también el vaciado erosivo de ésta por el Norte. Este vaciado, dado el menor nivel de base del Ebro, es más activo que el del Duero, dando lugar al activo proceso de capturas observables hoy en día en esta depresión y que determina una expansión de la red del Ebro hacia el oeste (río Homino y otros afluentes del Oca) y suroeste (Oca y afluentes) (ver también apartado de Geomorfología).

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

5.1.1. Minerales energéticos

5.1.1.1. Aspectos generales e historia minera

En la hoja estudiada se encuentra un yacimiento de hidrocarburos líquidos, investigado en los años 60-70, habiéndose perforado un total de seis pozos cuyo emplazamiento se indica en la cartografía. Todos ellos fueron abandonados dado el escaso rendimiento obtenido en las pruebas de producción.

En el verano de 1.990 una pequeña compañía privada ha recuperado el pozo Hontomin 2, instalando una bomba de balancín y procediendo a realizar una serie de ensayos de producción. La extracción se ve dificultada por la invasión de agua en el pozo, siendo necesarios períodos de recuperación de varios días. En la actualidad se está estudiando la rentabilidad de una extracción intermitente para solicitar una concesión definitiva.

5.1.1.2. Tipo de mineralización

Este yacimiento de hidrocarburos líquidos está emplazado sobre el Cretácico de la Plataforma Estructural de los Páramos de la Lora (en su borde oriental). Se trata de un yacimiento similar al del campo de Sedano, situado a pocos kilómetros al NO, y que actualmente se explota en Sargentos de Lora y Valdeajos. Como él, consiste en una trampa estratigráfica-estructural donde la roca madre es el Jurásico y la roca almacén los sedimentos detríticos de la Facies Weald.

5.1.2. Rocas industriales

5.1.2.1. Aspectos generales e históricos

En la Hoja estudiada han sido objeto de explotación cinco tipos distintos de rocas industriales: arenas silíceas para usos industriales, tobas calcáreas para obtener carbonato cálcico, yeso como aglomerante, calizas y calcarenitas para mampostería y zahorras para áridos naturales.

Las áreas silíceas se explotan desde hace más de 20 años en la zona de Montorio. Actualmente existen seis explotaciones activas, una intermitente y dos abandonadas. Todas ellas son a cielo abierto.

La principal compañía explotadora es Arenas Industriales de Montorio, S.A. (AIMSA), que cuenta con cinco explotaciones y un moderno lavadero, situado en las proximidades de Montorio. (Indicio nº 9).

El depósito de carbonato cálcico se extiende por las orillas del río de Barcena, en las proximidades de Bárcena de Bureba. Su explotación se remonta a los últimos cinco años, efectuándose a cielo abierto. Existe una planta de molienda y envasado en la localidad de Bárcena de Bureba.

De yeso se conoce una sola explotación, situada a la altura del km 32 de la carretera de Burgos a Aguilar de Campoó. Actualmente está abandonada y enmascarada por las obras de remodelación de la carretera.

En cuanto a caliza y calcarenitas, se han localizado tres pequeñas explotaciones, actualmente inactivas, que explotaban niveles del Cretácico superior. La nº 13 obtenía losas naturales, mientras que las nº 14 y 15 corresponden a las canteras de Buseo, explotadas para la obtención de los bloques de mampostería, utilizados en la construcción tradicional de la zona, y que actualmente están inactivas.

Por último existe una pequeña explotación inactiva de zahorras que se aprovecha como áridos naturales.

5.1.2.2. *Tipos de mineralización*

a) **Áreas silíceas**

Los indicios de arenas silíceas se sitúan en la corrida de facies Weald y tránsito a F. Utrillas que, con orientación general NO-SE, cruza diagonalmente la hoja. Se trata de una serie monoclinal con buzamientos al NE entre 10 y 20°. Dentro del paquete de materiales de esta facies se encuentran niveles lentejonares, de potencia y extensión muy variable, en los que las arenas silíceas se presentan con un elevado índice de blancura y pureza.

Estos niveles alternan con otros detríticos, pero en los que el contenido en materiales pelíticos aumenta y en los que la fracción arenosa presenta coloraciones causadas por la presencia de impurezas (óxidos de hierro, titanio y manganeso).

Dado el origen de esta unidad, ligada a la dinámica fluvial, la distribución espacial y la morfología de los niveles productivos es muy irregular, variando mucho tanto su potencia y extensión, como la composición mineralógica y química de los mismos. Cabe destacar por su entidad el nivel arenoso de unos 20 m de potencia, que con orientación NO-SE y buzamiento de 20° al NE, se extiende desde el punto kilométrico 94 de la carretera local de Poza de la Sal a Villadiego, hasta el río Pequeño, al sur de Montorio, con una corrida de unos 3 km y donde se concentran la mayor parte de las explotaciones. Un análisis químico, realizado en 1976 por IGME, da los siguientes resultados:

$\text{SiO}_2 = 83,58\%$	$\text{Al}_2\text{O}_3 = 8,92\%$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,28$	$\text{TiO}_2 = 0,26\%$
$\text{CaO} = 0,09\%$	$\text{MgO} = 0,03\%$
$\text{K}_2\text{O} = 2,41\%$	$\text{Na}_2\text{O} = 0,20\%$
$\text{SO}_3 = \text{—}$	p.p.c. = 3,23%

b) **Tobas calcáreas**

El yacimiento de carbonato cálcico consiste en un depósito de tobas calcáreas de edad cuaternaria que se extiende a lo largo de unos 2 km por las orillas del río Bárcena, en las proximidades de Bárcena de Bureba. La potencia máxima observada es de 10-12m.

c) **Yeso**

Se trata de niveles de yeso masivo de potencia centimétrica distribuidos irregularmente en la unidad de margas del Keuper. Se aprovecharon para su uso local como aglomerantes de construcción.

d) Calizas y calcarenitas

De los tres indicios existentes, el n° 13 explotó calizas del Cenomaniense-Turonense para la obtención de losas naturales usadas en construcción. Los otros corresponden a niveles de calcarenitas del Turonense, explotados para la obtención de bloques de mampostería.

e) Zahorras

El único indicio existente explotó niveles detríticos groseros del Mioceno, para su uso como áridos naturales.

MINERALES ENERGÉTICOS

Nº	Coordenadas	Sustancia	Término Municipal	Observaciones
1	446,8-4717,1	Petróleo	Merindad del río Ubierna (Burgos)	Ensayos de producción

ROCAS INDUSTRIALES

Nº	Nº en Mapa Rocas Indus.	Coordenadas	Sustancia	Término Municipal	Observaciones
2	-	431,4-4719,7	Arenas silíceas	Urbiel del Castillo (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
3	-	435,2-4717,6	Arenas silíceas	Urbiel del Castillo (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
4	49	435,4-4717,4	Arenas silíceas	Montorio (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
5	53	435,9-4716,7	Arenas silíceas	Montorio (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
6	-	436,1-4716,3	Arenas silíceas	Montorio (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
7	54	436,2-4716,2	Arenas silíceas	Montorio (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
8	-	435,9-4715,8	Arenas silíceas	Montorio (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
9	55	435,9-4715,6	Arenas silíceas	Montorio (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
10	-	440,9-4709,7	Arenas silíceas	Merindad del río Ubierna (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
11	-	454,6-4718,6	Toba calcárea	Abajas (Burgos)	Usos industriales. Explotación intermitente.
12	59	437,1-4713,5	Yesos	Montorio (Burgos)	Agglomerantes. Explotación abandonada.
13	-	440,3-4715,3	Caliza	Merindad del río Ubierna (Burgos)	Materiales de construcción. Explotación inactiva.
14	-	445,8-4715,2	Calcarenitas	Merindad del río Ubierna (Burgos)	Materiales de construcción. Explotación inactiva.
15	-	446,1-4715,1	Calcarenitas	Merindad del río Ubierna (Burgos)	Material de construcción. Explotación inactiva.
16	-	449,2-4712,8	Zahorra	Merindad del río Ubierna (Burgos)	Aridos naturales. Explotación inactiva.

5.2. HIDROGEOLOGIA

5.2.1. Hidrología

Desde un punto de vista hidrográfico, la Hoja comprende dos zonas diferentes: la zona suroccidental, que corresponde a la Cuenca del Duero y la zona suroriental que pertenece a la Cuenca del Ebro.

A la primera (Cuenca del Duero) vierten sus aguas los ríos Urbel y Ubierna, mientras que el río San Antón y el río Homino son tributarios de la Cuenca del Ebro.

Los respectivos Planes Hidrológicos de Cuenca dividen a cada una de ellas en una serie de Zonas Hidrológicas. Así el sector de la Cuenca del Duero que queda dentro de la Hoja comprende parte de la Zona Hidrológica II de dicha cuenca y, concretamente, de la subcuenca 14₃ (ver figura nº 7).

Esta subcuenca tiene una aportación media anual de 351 Hm³. La demanda para su uso urbano es de 22,84 Hm³/a y de 40,62 Hm³/a para uso agrícola. Esta demanda se satisface en un 98% con aguas superficiales.

En la parte correspondiente a la Cuenca del Ebro, el Plan Hidrológico de Cuenca divide a ésta en subcuencas, encontrándose el sector correspondiente a esta Cuenca en la Hoja, en la Zona Hidrológica denominada A-Ebro Alto.

5.2.2. Hidrogeología

Hidrogeológicamente, la Hoja de Montorio participa de tres sistemas acuíferos, dos de los cuales se sitúan en la Cuenca del Duero, y el tercero pertenece prácticamente a la Cuenca del Ebro.

Dentro de la Cuenca del Duero, encontramos dos sistemas acuíferos: El S.A. nº 8 ó Terciario Detrítico y el S.A. nº 9 -Unidad Kárstica del NE de Burgos. A la Cuenca del Ebro pertenece el S.A. nº 64 -Cretácico de Villarcayo-La Lora.

S.A. Nº 8:

Litológicamente esta formado por materiales terciarios continentales, en donde destacan los detríticos (arenas y gravas englobadas en arcillas) que culminan en paquetes calcáreos. Estos pueden constituir acuíferos locales por permeabilidad debida a la karsificación, mientras que los materiales detríticos presentan unas permeabilidades variables (en función de la proporción de detríticos más gruesos) debido a la porosidad intergranular.

En la presente Hoja, este conjunto de materiales terciarios se apoya sobre calizas mesozoicas del S.A. nº 9, con las cuales está conectado hidráulicamente.

S.A. Nº 9:

Está constituido por la banda de calizas mesozoicas que corre por la mitad septentrional de la Hoja (ver fig. nº 8).

De este Sistema Acuífero, en la Hoja, se encuentran las siguientes subunidades:

- Subunidad de Quintanilla-Pedro Abarca, cuyos niveles acuíferos son los niveles de calizas y dolomías del Turoniense-Coniaciense y las calizas del Santoniense. (acuíferos por fracturación y karstificación).

Se pueden considerar como dos tramos acuíferos desconectados entre sí por un paquete margoso del Santoniense.

El resto de los materiales se comportan como sus acuitardos, con una permeabilidad baja a muy baja.

- Subunidad de Gredilla-La Polera: constituida, principalmente, por materiales calcáreos del Santoniense, que funcionan en régimen de acuífero kárstico.
- Subunidad de Peñahorada: su nivel acuífero más importante son las calizas y dolomías del Turoniense-Coniaciense, permeables por karstificación.

La recarga de agua del conjunto del S.A. nº 9 se realiza a partir de infiltración de agua de lluvia que circula en régimen kárstico, hacia las vías de drenaje, principalmente los ríos; así la subunidad de Quintanilla-Pedro Abarca drena al río Urbel y la de Gredilla-La Polera al Ubierna.

S.A. Nº 64

De los materiales cretácicos que componen este sistema, destacan como niveles acuíferos las calizas y dolomías del Turoniense-Coniaciense y las calizas, calcarenitas y dolomías del Santoniense-Campaniense, que poseen una buena permeabilidad, por fracturación y karstificación.

Los demás materiales (Cretácico inferior, principalmente) presentan un acuífero a escala local.

La recarga se efectúa por infiltración de agua de lluvia y la descarga tiene lugar a través de manantiales. Es de destacar el manantial de Hontomín y las descargas hacia el valle del río San Antón.

El nivel piezométrico, deducido a partir de las cotas de los manantiales, oscila entre 840-920 m.s.n.m. en la zona SO y 930-1015 m.s.n.m. en el NE.

Los recursos de este Sistema no presenta apenas explotación.

Respecto a la calidad química de las aguas subterráneas no hay datos directos dentro de la Hoja, aunque los datos referidos a otros puntos del sistema clasifican las aguas como bicarbonatadas-cálcicas en la zona SO y apta para el consumo humano en toda el área del mapa, aunque en casos puntuales, como es el caso del manantial de Hontomín los análisis históricos detectan una fuerte contaminación puntual por residuos industriales (ver figura nº 9).

De los materiales terciarios pertenecientes a la Cuenca del Ebro, aquellos términos más gruesos, adosados a las calizas cretácicas del S.A. nº 64 pueden considerarse hidráulicamente conectados a las mismas, constituyendo una banda por donde se realiza de forma diferida, el drenaje de las calizas cretácicas a través de manantiales hacia el valle del río Homino.

Respecto a los cuaternarios (terrazas y aluviales), presentan una permeabilidad media, aunque por su poca potencia y representatividad en la Hoja sólo resultan interesantes para explotaciones puntuales.

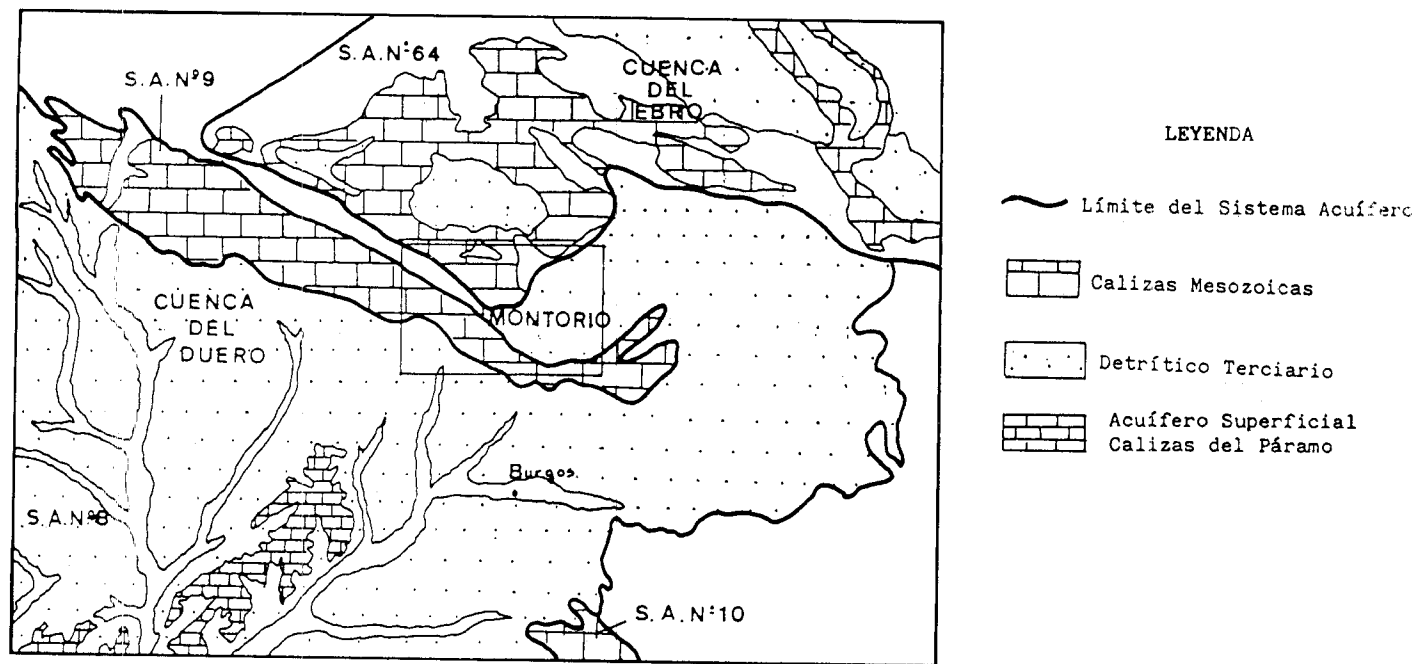


Fig. 8.- Esquema Hidrogeológico Regional.

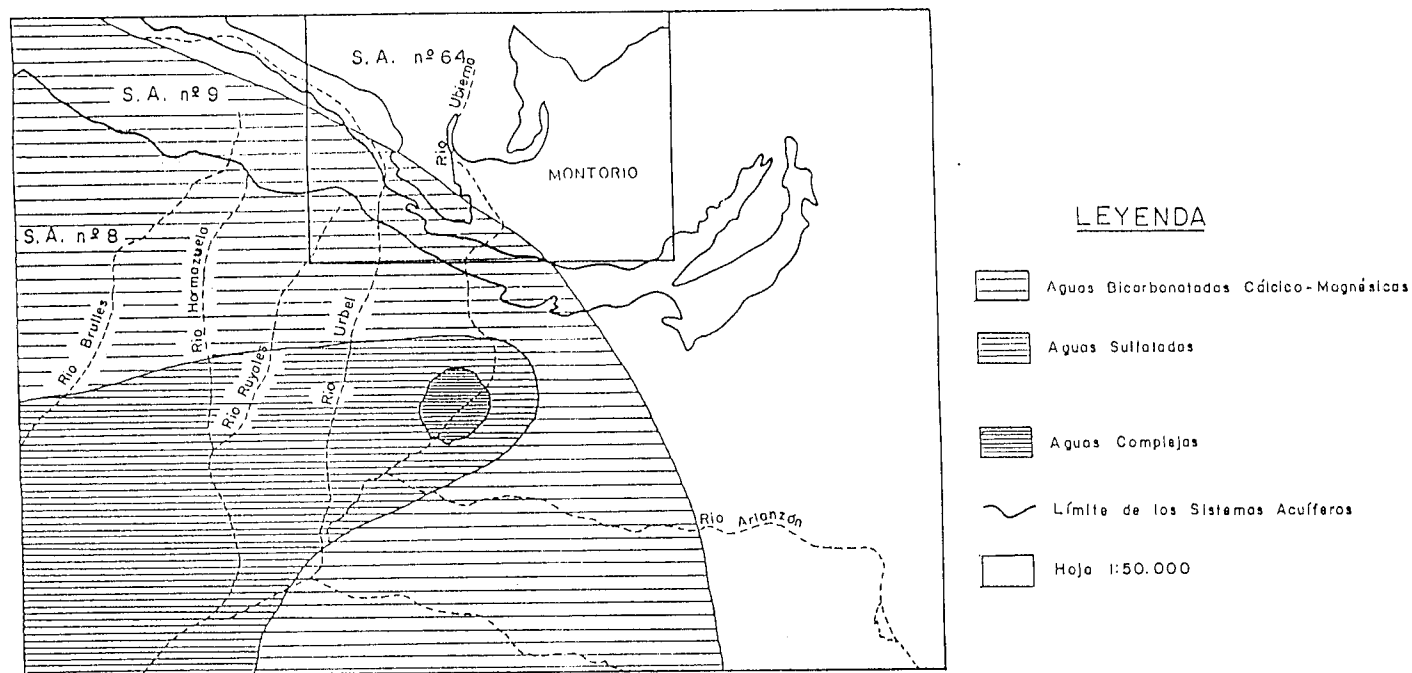


Fig. 9.- Distribución de facies hidroquímicas.

5.3. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS GENERALES

Siguiendo las características geotécnicas de los terrenos de la Hoja en estudio, se ha confeccionado un informe y un plano geotécnico a escala 1:100.000. La sistemática utilizada para su elaboración ha consistido en dividir la superficie en áreas de comportamiento geotécnico similar y posteriormente subdividir cada área en zonas.

Para la determinación de dichas áreas, el criterio utilizado ha sido fundamentalmente geológico, basado en aspectos litológicos, estructurales, morfológicos e hidrológicos, los mismos que se han usado en la confección de la Hoja y que nos refleja para cada zona un comportamiento geotécnico diferente respecto a las posibles obras que se puedan realizar (excavaciones, rellenos, etc.). Para la confección de las zonas nos hemos basado en criterios estrictamente litológicos, por lo que puede haber zonas litológicamente iguales en áreas distintas. (Ejemplo: zona 1, litología calizas y dolomías común en las áreas A1, A2, A3). Se ha hecho la valoración cualitativamente, estimándose una serie de parámetros como son, permeabilidad, drenaje, ripabilidad y riesgos geológicos que pueden afectar a los materiales descritos en la hoja. Con todo esto podemos establecer:

AREAS	ZONAS	LITOLOGIA	UNIDAD CARTOGRAFICA
A1 (Triásico Jurásico Crétacico, R. Volcánicas)	1	Calizas y dolomías	3, 5, 7, 11, 13, 15
	2	Margas y Calizas	5, 10
	3	Arcillas	2, 6
	(3')	Ofitas	1
	4	Margas	4, 12, 14
	7	Arenas	6, 8, 8', 7 (F. Utrillas-Weald)
A2 (Terciario del Duero)	1	Calizas y dolomías	13, 19, 22, 24, 25 (Páramo Inf.)
	3	Arcillas	20
	4	Margas	17, 23 (F. Dueñas)
	5	Conglomerados	16
	6	Conglomerados y arcillas	18, 21 (F. Alar del Rey)
A3 (Terciario de la Buleba)	1	Calizas y dolomías	19 (F. Gris-Blanca)
	2	Alternancias de arcillas y/o margas con caliza-arcillas	
	3	Arcillas	27 (F. Bureba)
	5	Conglomerados	26 (F. Bureba)
A4 (Cuaternario)			
	8	Arcillas, arenas, gravas	30, 31, 32, 33, 34

CARACTERISTICAS DE AREAS Y ZONAS

AREA 1

Agrupamos dentro de este área a todos los depósitos del Mesozoico de la Cantabrica que afloran en la Hoja (Triásico, Jurásico, Cretácico), ocupando aproximadamente su mitad. Son un conjunto de depósitos plegados, con unas direcciones estructurales marcadas (NO-SE) y que forman los relieves más altos de la Hoja.

Zona 1

Características litológicas

Están constituidos por depósitos carbonatados (calizas, dolomías y carniolas) a veces fosilíferas, siendo los más extensos en toda el área. Los materiales más a techo de la zona correspondientes al intervalo Cenomaniense-Turonense forman plataformas estructurales.

Características hidrológicas

Son permeables y su drenaje se realiza por infiltración.

Características geotécnicas

Son duros y poco erosionables.

No son ripables, por lo que será necesario usar explosión en excavación.

El principal riesgo geológico son los desprendimientos de bloques en taludes escarpados y en menor medida todos los deslizamientos relacionados con la estratificación, familias de diaclasas y plegamiento.

Se pueden usar como áridos y préstamos, no obstante las principales canteras que se asientan en el Cenomaniense-Turonense se utilizan como roca ornamental.

Zona 2

Características litológicas

Están constituidas por calizas, calcarenitas y margas, peor representadas que las de la zona 1.

Características hidrológicas

Son materiales de permeabilidad variable dependiendo si son calizas (permeables) o margas (impermeables). Se ha observado en el contacto entre estos materiales surgencias en taludes artificiales (Cenomaniense). El drenaje se realiza por infiltración o escoorrentía superficial.

Características geotécnicas

Son materiales poco erosionables aunque puede haber fenómenos de erosión diferencial (duras/blandas).

No son totalmente ripables debido a la presencia de materiales más duros (calizas) por lo que será necesario usar explosivos en excavación, en algunas áreas.

No presentan riesgos geológicos significativos, algún desprendimiento y asentamientos diferenciales.

En parte se podrían usar como áridos o material de préstamo.

Zonas 3 y 3'

Características litológicas

Están constituidas por arcillas del Keuper (Triásico), y arcillas y arenas con niveles de conglomerados del Malm (Jurásico). Los afloramientos son escasos quedando reducidos a pequeñas manchas al oeste de la Hoja.

Características hidrológicas

Son materiales muy impermeables en general, cuyo drenaje se realiza en escorrentía superficial.

Características geotécnicas

Son generalmente blandas y bastante plásticas, son fácilmente ripables pudiendo efectuarse la excavación por medios mecánicos.

No existe un riesgo geológico significativo, debido a sus escasos afloramientos y presentarse en zonas deprimidas.

Hay que considerar los materiales de origen volcánico clasificados como ofitas (3'), escasamente representados en la hoja pero que tienen mucho interés pues suelen usarse como cantera de balasto para el ferrocarril o como compuesto para la capa de rodadura de las carreteras. En el área de estudio afloran a lo largo del valle del río Urbel y zonas próximas, y que pueden producir en taludes artificiales algún pequeño deslizamiento sobre todo en contacto con los materiales del Keuper.

Zona 4

Características litológicas

Está constituida por materiales margosos, bien los situados sobre las calizas del Jurásico inferior (Lias), o bajo las calizas del Santoniense (Cretácico superior), o sobre ellas (Santoniense superior). Son poco extensos en la Hoja.

Características hidrológicas

Son unos materiales impermeables cuyo drenaje se realiza por escorrentía superficial pudiendo producirse manantiales en las calizas superiores en contacto con las margas del Santoniense.

Características geotécnicas

Estos materiales son erosionables, sobre todo las margas del Santoniense que se llegan a acaravar.

Son ripables pudiéndose efectuar la excavación por medios mecánicos.

Los riesgos geológicos más significativos se producen en las margas amarillentas del Santoniense, los otros materiales por su escasa potencia y afloramiento no se suelen considerar. Estas margas amarillentas están coronadas por las calizas de Lacazinas (Santoniense) formando los típicos paisajes en cuestas con pendientes bastante suaves (30-35°). En ellas se pueden producir aparte de algunos deslizamientos en laderas, desprendimientos de bloques suprayacentes.

Zona 7

Características litológicas

Los materiales agrupados en esta zona están constituidos por arenas, areniscas conglomerados silíceos y arcillas rojas a muro y son las unidades Weald y Utrillas. Presentan una extensión media-baja en la Hoja, aflorando al oeste.

Características hidrogeológicas

Se consideran materiales permeables o semipermeables, con un drenaje por escorrentía superficial o infiltración.

Características geotécnicas

Generalmente son materiales erosionables llegando a veces a formar cárcavas (Facies Utrillas), no obstante existen zonas con arenas y conglomerados (Facies Weald-Utrillas) más compactas. Por lo tanto son materiales ripables aunque localmente pueden presentar zonas con mayor dificultad de excavación.

Presentan unos relieves con pendientes inferiores a 45°, formando los típicos paisajes en frente de cuestas.

El principal riesgo geológico aparte de su erosionabilidad serán los posibles deslizamientos por reptaciones (creep) etc., o por posición estructural de las capas respecto a los taludes.

Las arenas y gravas se pueden utilizar como áridos y material de préstamo.

AREA A2

Corresponden a materiales terciarios de la depresión del Duero. Sus afloramientos se reducen a una mancha en el SO de la Hoja, separada de los terciarios de la Bureba por una banda cretácica. Se disponen horizontales o subhorizontales.

Zona 1

Características litológicas

Son unos materiales compuestos por calizas y dolomías constituyentes del «Páramo inferior». Son los más ampliamente representados en el área.

Características hidrológicas

Pueden tener una permeabilidad variable con un drenaje por infiltración.

Características geotécnicas

Son duros y compactos, por lo tanto no ripables, siendo necesario el uso de explosivos para excavarlos.

Se presentan con formas topográficas planas que dan superficies estructurales que coronan los terciarios.

El principal riesgo geológico son los desprendimientos de bloques.

Pueden ser utilizados como áridos o materiales de escollera.

Zona 3

Características litológicas

Están compuestos por arcillas, arenas y conglomerados, y constituyen la unidad «Tierra de Campos». Están muy poco representados en el área.

Características hidrológicas

Son permeables o semipermeables, con un drenaje por infiltración y escorrentía superficial.

Características geotécnicas

Son generalmente blandas, por lo tanto fácilmente ripables, aunque algún nivel areno-conglomerático (canal) puede ofrecer dificultad al excavarlo.

Se presentan horizontales o subhorizontales formando relieves planos que forman las tierras de labor.

El riesgo geológico más importante es su facilidad para erosionarse y todos los problemas que ello implica. También pueden dar lugar a asientos diferenciales.

Zona 4

Características litológicas

Son materiales compuestos por margas con yesos e intercalaciones calcáreas que constituyen las unidades Cuestas y Dueñas. Tienen una representación media en el área, sobre todo Dueñas.

Características hidrológicas

Se consideran materiales impermeables con drenaje por escorrentía superficial.

Se pueden producir oquedadas o cuevas por disolución del yeso.

Características geotécnicas

Son materiales erosionables, con tendencia al acarreamiento (Facies Dueñas y Cuestas).

Son ripables y su excavación se puede efectuar por medios mecánicos.

Topográficamente presentan relieves suaves formando los típicos paisajes en ladera o cuesta, de donde proviene su nombre, las inclinaciones de los taludes son menores a 45°.

Los riesgos geológicos más importantes serán todos los relacionados con su fácil alterabilidad y los problemas relacionados con los sulfatos, como pueden ser agresividades al hormigón, y los procesos relacionados con disolución (hinchamientos, hundimientos, etc).

Zona 5 y 6

Estas dos zonas describen juntas dada la similitud de caracteres.

Características litológicas

Están compuestos por todos los materiales detríticos groseros que se encuentran en el Terciario del Duero, y son generalmente conglomerados, areniscas y arcillas.

Están poco representados, solamente tienen buenos afloramientos los conglomerados de la unidad Alar del Rey.

Características hidrológicas

Se consideran impermeables o semipermeables realizándose el drenaje por escorrentía superficial.

Características geotécnicas

Son materiales erosionables que a veces se llegan a acarcavar (Facies Alar del Rey).

Son ripables, pudiéndose producir la excavación por medios mecánicos, aunque los niveles conglomeráticos precisarán el empleo frecuente de explosivos.

No presentan riesgos geológicos significativos, a no ser todos los relacionados con su erosionabilidad, asentamientos diferenciales o caídas de cantos y bloques.

AREA A3

Corresponde a materiales pertenecientes al «Terciario de La Bureba». Se sitúan en la Hoja en su parte oeste, ocupando aproximadamente un 30% de ella.

No vamos a hacer una descripción por zonas pues son bastante similares a los terrenos de la «Depresión del Duero» aunque con sus oportunas diferencias, entre las que distinguiremos:

- Está más ampliamente representada que los terciarios de la «Depresión del Duero».
- Están compuestos por arcillas, arenas, conglomerados con algunos bancos calcáreos a techo (Facies Gris-Blanca) aunque en menor proporción que en los terciarios del Duero.

- Son materiales, a excepción de las calizas, muy blandos, fácilmente erosionables, y en cuanto presentan algo de pendiente se acarcavan con mucha facilidad (a excepción de los niveles calcáreos o conglomeráticos). Por lo tanto son ripables, impermeables, y con un drenaje por escorrentía superficial.
- Se disponen estratigráficamente horizontales o subhorizontales aunque en zonas de borde con los Mesozoicos se encuentran flexurados (30°).
- Entre los riesgos geológicos destacamos todos los relacionados con su fácil erosionabilidad, agudizada por la flexura en su zona de borde con los materiales mesozoicos.

AREA A4

Está compuesta por todo el conjunto del Cuaternario, entre los que podemos distinguir, terrazas, conos de deyección, y los fondos de valle, así como depósitos actuales. Se relacionan con materiales terciarios y en menor medida con Mesozoicos.

Características litológicas

Están compuestos por gravas y cantos poligénicos, arenas, arcillas, travertinos y margas, reducidos sus afloramientos a los valles que surcan la hoja, más intensamente representados sobre Terciarios.

Características hidrológicas

Son materiales muy permeables con un drenaje por infiltración.

Características geotécnicas

Son blandos y fácilmente ripables pudiendo efectuarse una excavación por medios mecánicos. Se suelen presentar morfologías planas o suavemente inclinadas.

El principal riesgo geológico son los encharcamientos por inundaciones, y socavaciones en estructuras situadas en los bordes de los ríos, así como presencia de agua en excavación al captar el nivel freático, y asentamientos diferenciales.

Las arenas y las gravas pueden ser utilizados como áridos.

6. PATRIMONIO NATURAL GEOLOGICO

En la Hoja de Montorio se han inventariado y catalogado dieciseis Puntos de Interés Geológico (P.I.G.), habiéndose seleccionado y desarrollado seis de ellos.

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

6.1. RELACION DE PUNTOS INVENTARIADOS

La relación de los puntos inventariados es la siguiente:

- Santoniense de Nidáguila.
- Conglomerados de la F. Bureba, en Abajas.
- Travertinos del Río Bárcena.
- Sección jurásica y meandros del Río Urbel.
- Garganta del Río Urbel.
- Garganta de Peñahorada.
- Mioceno y paleorrelieve en los Cerros.
- Manantial de Fuentona en Abajas.
- Facies Bureba, en Carrera del Cuerno.
- Cenomaniense-Turoniense de los dos Hermanos.
- Extracción de hidrocarburos en Pozo Hontomin-2.
- Arruga anticlinal en Quintanilla-Sobresierra.
- Cabalgamiento y discordancia en San Pantaleón del Páramo.
- Captura de Peñahorada.
- Desfiladero del Río Ubierna.
- Serie miocena de Tobes y Rahedo.

6.2. TESTIFICACION DE LA METODOLOGIA

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

Geomorfológico: 25%

Sedimentológico: 8%

Estratigráfico: 31%

Tectónico: 25%

Hidrogeológico: 6%

Minero: 5%

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

6.3. TIPOS DE INTERÉS

Interés Principal	Denominación del punto
Geomorfológico	Garganta del Río Urbel. Mioceno y paleorrelieve en los Cerros. Captura de Peñahorada. Desfiladero del Río Ubierna.
Sedimentológico	Travertinos del Río Bárcena.
Estratigráfico	Santoniense de Nidáguila. Sección jurásica y meandros del Río Urbel. Facies Bureba y Carrera del Cuerno. Cenomaniense-Turonense de los dos Hermanos. Serie Miocena de Tobes y Rahedo.
Tectónico	Conglomerados de la Facies Bureba en Abajas. Garganta de Peñahorada. Arruga anticlinal en Quintanilla Sobresierra. Cabalgamiento y discordancia en San Pantaleón del Páramo.
Hidrogeológico	Manantial de Fuentona en Abajas.
Minero	Extracción de hidrocarburos en Pozo Hontomín-2.

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

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

7. BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE LTD (1967). «Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000» *Instituto Nacional de Colonización e Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid.
- AGUILAR, M. J. (1975) Sedimentología y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica. *Estudios Geológicos*, 31: 1-213.
- AGUILAR, M. J. (1971). Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica. *Estudios Geológicos*, 27: 325-334.
- AGUIRRE, E.; DIAZ MOLINA, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1976). «Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española». *Trabajos Neógeno-Cuaternario* 6: 7-29.
- ALLEN, P. (1955). Age of the Wealden in Northwestern Europe. *Geological Magazine*, 92: 265-281. Helford.
- ALMELA, A.; LIZAU, J., y MUÑOZ, C. (1952). Reserva Petrolífera de Burgos. *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, 64: 205-207.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M.; y GARRIDO, J. (1945). Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander. *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, 5, 58: 45-228.
- ALONSO GAVILAN, G., ARMENTEROS ARMENTEROS, I., DABRIO GONZALEZ, C. J. y MEDIAVILLA LOPEZ, R. M. 1987.- Depósitos lacustres terciarios de la cuenca del Duero (España). *Studia Geológica Salmantica*, 1: XXIV: 3-47.
- ALONSO-GAVILAN, G; ARMENTEROS, I.; CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A.; DABRIO, C.; JIMENEZ, E.; LOPEZ OLIVE, A. DEL OLMO, P.; C.; PORTERO, J. M. (1983): La depresión del Duero. *Libro Jubilar J. M. Rios. Geología de España. I.G.M.E.*, 2: 487-489.
- ALONSO-MILLAN, A.; FLOQUET, M.; MAS. J. R. y MELENDEZ, A. (1989) Origin and evolution of an epeiric carbonate platform upper Cretaceous. Spain. XII. *Congreso Español de Sedimentología. Simposios y Conferencias*: 21-31.
- ALVAREZ SIERRA, M. A.; GARCIA MORENO, E. y LOPEZ MARTINEZ, N. (1985). Biostratigraphy and paleocological interpretation of Middle-Upper Miocene successions in continental sediments of the Duero basin, Northern Spain. *Abstract VIII Congress of the RCMNS. Budapest*, 1985: 56-57.
- AMIOT M.; FLOQUET M.; MATHEY, B.; PASCAL, A.; RAT. P.; y SALOMON, J. (1982). Evolution de la marge Cantabrique et de son arriere-pays Iberique au Cretacé. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8: 37-63.
- ANTON PACHECO, C.; GARZON, G.; UBANELL, A. C.; VEGAS, R. y ROIZ, J. M. (1983). Evaluation of Mss Landsat Imagery Over Central Spain. *Adv. Space. Res.*, 0-3-2: 41-48.
- ARAGONES, E. (1978). Mapa Geológico de España a E 1:50.000. Memoria de la hoja 16-09 (Saldaña). *IGME. Ministerio de Industria*.

- ARAGONES, E. (1978). Informe sedimentológico sobre las hojas geológicas MAGNA de la transversal Norte-Sur de la Cuenca del Duero. *IGME*. Inédito.
- ARANZAZU, J. M. (1877) Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara, *Bol. Com. Geol. de España*, 4: 39 pp.
- ARCE DUARTE, J. M. (1990). Mapa Geológico de España a E:1:50.000. Memoria de la Hoja 199 (Sasamón). Inédito.
- ARMENTEROS, I. y ALONSO GAVILAN, G. (1984). Génesis y evolución de los caliches miocenos del Sureste de la Depresión del Duero. *Estud. Geol.*, 40: 153-163.
- BATALLER, J. R. (1945). «Bibliografía del Crétacico de España». *Est. Geol.*, 1: 7-10.
- CALDERON, S. (1985). Note sur le Terrain Wealdine du Nord de L'Espagne. *Bull. Soc. Geol. France*, 14: 405-407.
- CAMARA, P. (1989). La Terminación Occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Libro *Homenaje a Rafael Soler*. *Asoc. Geol., y Geof. Esp. Petróleo*: 27-35.
- CAMPSA (1955). Prospecciones petrolíferas realizadas por CAMPSA. *Not., y Com. Inst. Geol. Min. de España*, 35: 35-58.
- CARBALLEIRA, J.; y POL, C. (1986). Características y Evolución de los Sedimentos Lacustres Miocenos de la Región de Tordesillas («Facies de las Cuestas») en el Sector Central de la Cuenca del Duero. *Studia Geológica Salmanticensia*, 22: 213-246.
- CAREZ, L. (1881). Etude des terrains cretacés et tertiaires du Nord de l'Espagne». *Fac. Sciences Paris* (Tesis Doctoral), 323 pp.
- CARRERAS, F. (1978). Mapa Geológico de España E 1:50.000. Memoria de la hoja 16-10 (Carrión de los Condes) IGME. Ministerio de Industria.
- CIRY, R. (1940). Etude Geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 74: 1-513.
- CIRY, R. (1951). L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au Cretacé inférieur. *Inst. Geol. Min. de España Libro Jubilar*, 2: 19-36.
- CIRY, R. (1967). Etude paleogeographique et structurale de la región Basco-Cantabrique. *C.R. Soc. Geol. France*, 9: 391-394.
- COLOM, G. (1952). Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España. *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, 64: 257-344.
- COLMENERO, J. R.; MANJON, M.; GARCIA RAMOS, J. C. y VARGAS, L. (1982) Depósitos aluviales cíclicos en el Paleógeno del borde N. de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros*, IGME 6 (1): 185-196.

- CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO (1988). Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero. (Inédito).
- CORROCHANO, A.; FERNANDEZ, B.; RECIO, C.; BLANCO, J. A.; y VALLADARES, I. (1986). «Modelo sedimentario de los lagos neógenos de la Cuenca del Duero». *Studia Geológica Salmantica*, 22: 93-110.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966). Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja. *Notas y Com. IGME*, 90: 53-76.
- DAHN, H. (1966) Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien). *Tesis Univ. Bonn. Beich. Geol. JB.*, 44: 13-54.
- D.G.P.A. (Dirección General de la Producción Agraria) (1978). Mapa de Cultivos y Aprovechamientos escala 1/50.000. Hoja nº 167 (Montorio).
- ENRESA (1989). Estudio de las Formaciones favorables de la Región del Duero (Proyecto E.R.A.). Inédito.
- EZQUERRA y DEL BAYO, J. (1837). Indicaciones geognósticas sobre las formaciones terciarias del centro de España. *An. de Minas*, T. III.
- FEUILLE, P. (1967). Le Cenomanien des Pyrénées Basques aux Asturies; essai d'analyse Stratigraphique. *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie*, 46 (108): 1-343.
- FUEILLE, P. y NEUMANN, M. (1963). Les facies à Alveolinidés du Cénomanien dans le Nord de l'Espagne. *C.R. Somm. Soc. Geol. France*, 7: 221-223.
- FEUILLE, P. y RAT, P. (1971). Structures et paléogeographies Pyrénéo. Cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. 22 (2-1): 48.
- FLOQUET, M.; ALONSO, A. y MELENDEZ, A. (1982). El Cretácico de España. *Univ. Complutense de Madrid*: 345-353.
- GARCIA DE CORTAZAR, A. y PUJALTE, V. (1982). Litoestratigrafía y facies del Grupo Cabuérniga (Malm-Valanginiense inferior?) al S de Cantabria-NE de Palencia. *Cuad. Geol. Iber.*, 8: 5-21.
- GARCIA DEL CURA, M. A. (1974). Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona Centro-Oriental de la Cuenca del Duero (Aranda de Duero). *Estud. Geol.*, 30: 579-597.
- GARCIA DEL CURA, M. A. (1975). Contribución al conocimiento litoestratigráfico del Terciario continental de la Cuenca del Duero (Zona Oriental). *Actas I Col. Int. Bioestr. Cont. Neóg. Sup. Cuat. Inf.*: 77-82.
- GARCIA DEL CURA, M. A. y ORDOÑEZ, D. S. (1982): Texturas y estructuras en calizas continentales: un ejemplo de heterogeneidad textural: las rocas carbonáticas de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico- Mineros*, 6 (1): 227-252. IGME.

- GARCIA MORENO, E. (1988). The Miocene rodent biostratigraphy of the Duero basin (Spain): a proposition for a new Aragonian/Vallesian limit. *Paleontologia i Evolució*, 22: 103-112.
- GARCIA MONDEJAR, J. (1982). Tectónica sinsedimentaria en el Aptiense y Albiense de la Región Vascocantábrica Occidental. *Cuad. Geol. Iber.*, 8: 23-36.
- GARCIA MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1987). El Jurásico superior y Cretácico inferior de la Región Vasco-Cantábrica. (Parte Occidental). *Libro Guía Jornadas del Campo, 9-12 Septiembre. Grupo Español del Mesozoico. P.I.G.C. Mid Cretaceous Events. Dpto. Geología, Bilbao*, 133 pp.
- GARCIA RAMOS, J. C.; COLMENERO, J. R.; MANJON, M. y VARGAS, I. (1982). Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME*, 6 (1): 275-289.
- GARCIA RAMOS, J. C.; MANJON, M.; COLMENERO, J. R. (1982): Utilización de minerales pesados y espectros litológicos como ayuda en la identificación del área madre y en los diferentes sistemas de abanicos aluviales. Terciario del borde N de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME*, 6(1): 293-304.
- GARZON, M. G.; PEDRAZA, J. y UBANELL, A. G. (1982). Los modelos evolutivos del relieve del Sistema Central Ibérico (Sectores de Gredos y Guadarrama). *Rev. Real Acad. Cienc. Exactas, Físicas y Naturales*, 76 (2): 475-496.
- GONZALEZ, A.; PARDO, G. y VILLENA, J. (1988). El análisis tectosedimentario como instrumento de correlación entre cuencas II. *Congreso de Geología de España. S.G.E. Granada*: 175-184.
- GRACIA PRIETO, J. F.; NOZAL MARTIN, F.; PINEDA VELASCO, A. y WOUTERS DE VRIES, P.F. (1990). Superficies de erosión neógenas y neotectónica en el borde NE de la Cuenca del Duero». *Geogaceta*, 7: 38-40.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1912). Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica. *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient.*, 7.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Memorias de la Comisión de Investigación Paleontológica y Prehistórica, Madrid*, 5: 75 pp.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1930). Sobre la extensión del Neógeno en el Norte de la alta planicie de Castilla la Vieja. *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, 30.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1932). «Síntesis fisiográfica y geológica de España». *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Sec. Geol.*, 38 (1): 5-258 y 38 (2): 259-584.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1930). «Fisiografía, Geología y Paleontología del Territorio de Valladolid». *Com. Invest. Paleont. y Prehist. Mem.*, 37: 5-205.

- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1932). Las terrazas cuaternarias del Duero en su tramo medio. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 32: 479-487.
- IGME (1970). Mapa Geológico de España a E 1:200.000, 1ª serie. Burgos (nº20). Ministerio de Industria.
- IGME (1973). Mapa Metalogenético de España a E 1:200.000. Burgos (nº20). Ministerio de Industria.
- IGME (1976). Mapa de Rocas Industriales a E 1:200.000. Burgos (nº 20). Ministerio de Industria.
- IGME (1981). Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12. (P.I.A.S.). Colección Informe IGME.
- IGME (1982). «Calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos terciarios detríticos de la Cuenca del Duero. (P.I.A.S.). Primer Informe». *Colección Informe IGME*.
- IGME (1987). «Calidad de las aguas subterráneas en los acuíferos terciarios detríticos de la Cuenca del Duero. (P.I.A.S.)» *Colección Informe*. 2º Informe.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J. M.; RIBEIRO, A.; y CONDE, L. (1974).- Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. IGME.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (1986). Estudio de las posibilidades de regadíos a partir de aguas subterráneas en la Comunidad de Castilla-León. (*Inédito*).
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (1986). Inventario de indicios mineros en la provincia de Burgos. (*Inédito*).
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON (1988). Estudio diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas; determinación y previsión de impactos. Propuestas de corrección y red de control. (*Inédito*).
- KARRENBERG, H. (1934). Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen gebietes (Nordwestspanien). *Publ. Extra. Geol. España (C.S.I.C.)*. (Traducción, J. G. Llarena, 1946), 3: 103-225.
- KIND, H. D. (1967). Diapire und Alttertiär im südostlichen Baskenland (Nordspanien). *Bericht Geol. J. B.*, 5, 66, Hannover.
- LAMARE, P. (1923). Sur quelques particularités de la structure du Pays Basque Espagnol. *Bull. Soc. Geol. France*, 4 (23): 185-192.
- LAMARE, P. (1936). Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne. *Mem. Soc. Geol. France*, 12 (27-6): 1-465.
- LARRAZET, M. (1895). Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos. *Bol. Com. Map. Geol. España* 1 (22): 121-143.

- LARRAZET, M. (1896). Recherches géologiques en la région orientale de la province de Burgos et sur quelque points des prov. de Alava et Logroño. *These Fac. Sc. Paris*; p. 310 pp.
- LOPEZ MARTINEZ, N.; GARCIA MORENO, E.; Y ALVAREZ SIERRA, M. A. (1986). Paleontología y Bioestratigrafía (Micromamíferos) del Mioceno medio y superior del sector central de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmantica*, XXII: 191-192.
- LOPEZ MARTINEZ, N. y SANCHIZ, F. de B. (1979). Los primeros microvertebrados de la Cuenca del Duero: listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. 1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca, Temas Geológico Mineros IGME, 6 (1). 341-353.
- LOPEZ MARTINEZ, N.; SESE BENITO, C. y SANZ GARCIA, J. L. (1977). La microfauna (Rodentia, Insectivóra, Lagomorpha y Reptilia) de las fisuras del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria, España). *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 8: 47-73.
- LOTZE, F. (1958). Geologische karte des Pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebietes.
- MABESOONE, J. M. (1959). Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.*, 24: 21-180.
- MABESOONE, J. M. (1961). La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (Provincia de Palencia). *Estudios Geol.*, 17 (2): 101-130.
- MALLADA, L. (1902). Explicación del mapa Geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico. *Bol. Com. Mapa Geol. España*, 4.
- MALLADA, L. (1904). Explicación del mapa Geológico de España. Sistemas Infracretácico y Cretáceo. *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, 5.
- MALLADA, L. (1907). Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno. *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, 6.
- MAGIN, Ph., y FEYSOT, Cl. (1972). Etude Petrologique de quelques ophites de la cote septentrional Espagnole. *Annales scientifiques de l'université de Besaçon (Geologie)*, 3 (17): 39-45.
- MANGIN, Ph. y SAT, P. (1962). «L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Fallot)*, 1: 333-349.
- MANJON RUBIO, M. (1969). El Terciario de Herrera de Pisuergra. *Tesis de Licenciatura (Inédito)*.
- MANJON, M.; COLMENERO, J. R.; G. RAMOS, C. y VARGAS, I. (1979). Génesis y distribución espacial de los abanicos aluviales siliciclásticos del Terciario Superior en el borde

- N de la Cuenca del Duero (León-Palencia), *1ª Reunión Geológica Cuenca del Duero. Temas Geológico Mineros IGME* (1982), 6 (1): 357-370.
- MANJON, M.; RAMOS, L. C.; COLMENERO, J. R. y VARGAS, I. (1979). Procedencia, significado y distribución de diversos sistemas de abanicos aluviales con clastos poligénicos en el Neógeno del borde N. de la Cuenca del Duero. *1ª Reunión Geológica Cuenca del Duero. Temas Geológico Mineros. IGME.* (1982), 6 (1): 373-388.
- MARTIN-SERRANO, A. (1988). El Relieve de la Región Occidental Zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del macizo Herpérico. *Inst. de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo*. Dip. Zamora, 311 pp.
- MEDIAVILLA, R. M. (1985). Estratigrafía y sedimentología del Neógeno de Palencia. *Tesis Licenc. Dpto. Estratigrafía Univ. Salamanca* (Inédita), 135 pp.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1986). La sedimentación continental del Neógeno en el sector centro-septentrional de la Depresión del Duero (Provincia de Palencia». *Stvd. Geol. Salmanticensia*, XXII: 111-132.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. (1988). Controles sedimentarios neógenos en la depresión del Duero (Sector Central). *Rev. de la Soc. Geol. de España*, 1: 187-195.
- MEDIAVILLA, R. M. y DABRIO, C. J. (1989). Las calizas del Páramo en el Sur de la provincia de Palencia. *Studia Geológica Salmanticensia*, 5: 273-291.
- MENGAUD (1920). Recherches geologiques dans la region Cantabrique.. *Liv. Sc. J. Hermann*, 374 pp.
- MOLINA, E. y ARMENTEROS, J. (1986). Los arrasamientos Plioceno y Plio-Pleistoceno en el Sector Sur-Oriental de la Cuenca del Duero. *Stud. Geológica Salmanticensia*, 22: 293-308.
- MOLINA, E.; BLANCO, J. A. y MARTINEZ, F. J. (1979). Esquema morfológico de la fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca). *I Reunión sobre la geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca. *Temas Geológico Mineros, IGME* (1982), 6 (2): 433-450.
- MOLINA, E.; BLANCO, J. A.; PELLITERO, E.; y CANTANO, M. (1987). Weathering processes and morphological evolution of the Spanish Mercynian Massif. In: *GARDINER (Ed.) International Geomorphology. John Willey and Sons: 957-977.*
- MOULLADE, M. (1963). Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inferieur mesogéen. *Colloque Crét. Inf. France, Prétrirage. Lyon.*
- OLIVE DAVO A.; PORTERO GARCIA, J. M.; DEL OLMO ZAMORA, P.; ARAGONES VALLS, E.; CARRERAS SUAREZ, F.; MOLINA E.; GUTIERREZ ELORZA (1982). El sistema de terrazas del río Carrión I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. *Salamanca, 1979. Temas Geológicos Mineros, IGME*, 6 (2): 451-463.

- OLMO, P. del; GUTIERREZ, M.; MOLINA, E. (1982). Mapa Geológico E 1:50.000 de Cigales (343). MAGNA, IGME.
- ORDOÑEZ, S. y GARCIA DEL CURA, M. A. (1976). Estudio de las facies detríticas del Terciario Continental del Sector Oriental de la Cuenca del Duero. *Estudios Geol.*, 32: 179-88.
- PEDRAZA, J. (1978). Estudio geomorfológico de la zona de enlace entre las Sierras de Gredos y Guadarrama (Sistema Central Español). *Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid*. (Inédito), 459 pp.
- PEREZ GONZALEZ, A. (1979). «El Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero y sus principales rasgos geomorfológicos». *I Reunión sobre la geología de la Cuenca del Duero., Salamanca. Temas Geológico Mineros, IGME (1982), 6 (2): 717-740.*
- PEREZ GONZALEZ, A. (1979). «El límite Plioceno-Pleistoceno en la submeseta meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos». *Trabajos Neógeno Cuaternario*, 9: 19-32.
- PINEDA VELASCO, A. (1990). Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 166 (Villadiego). Inédito.
- PINEDA, A.; y ARCE, J. M. (1990). Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 200 (Burgos). Inédito.
- PLANS SANZ DE BREMOND, P. (1967). Estudio fisiográfico de la Tierra de Campos y de sus sectores marginales. *Tesis Univ. Comp. de Madrid*, 289 pp.
- POL, C. y CARBALLEIRA, J. (1983). Características de los depósitos aluviales del Sistema del Río Arlanza (Borde Este de la Cuenca del Duero). *X Congr. Nac. Sedimentología. Menorca. Resumen de Comunicaciones.*
- PORTERO, J. M. y AZNAR, J. M. (1984). Evolución Morfotectónica y Sedimentación Terciaria en el Sistema Central. *I Congr. Español de Geología.*, 3 (3): 253-263.
- PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P. y OLIVE, A. (1983). «El Neógeno de la transversal Norte-Sur de la Cuenca del Duero». *Geología de España. Jub. J.M. RIOS IGME*, 2: 494-501.
- PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; VARGAS, I. y RAMIREZ DEL POZO, I. (1978). «Síntesis geológica previa de la Cuenca del Duero» (Proyecto MAGNA). IGME (Inédito).
- PORTERO GARCIA, J. M.; OLMO ZAMORA, P. del; RAMIREZ DEL POZO, J. y VARGAS ALONSO, I. (1979). Síntesis del Terciario Continental de la Cuenca del Duero. *1ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca. Temas Geológico Mineros, IGME (1982) 6 (1): 11-37.*

- PUJALTE, V. (1979). Control tectónico de la sedimentación «Purbeck-Weald» en las provincias de Santander y N de Burgos. *Acta Geol. Hisp.*, 14: 216-222.
- PUJALTE, V. (1981). Sedimentary succession and palaeoenvironments within a fault-controlled basin: The «Weald of the Santander area, Northern Spain». *Sedimentary Geology*, 28: 293-325.
- PUJALTE, V. (1982). La Evolución Paleogeográfica de la Cuenca Wealdense de Cantabria. *Cuadernos Geología Ibérica*, 8: 65-83.
- PUJALTE, V. (1988). La cuenca lacustre de Aguilar de Campoó (Jurásico Superior) y sus relaciones con la falla transcurrente de Ventaniella II Congr. Geol. España. Granada, *simposios*: 135-144.
- PUJALTE, V. y ROBLES, S. (1988). Evolución tectoestratigráfica de la cuenca lacustre de Aguilar de Campoó (Malm, Palencia y Cantabria). *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España*, Instituto de Estudios Riojanos: 95-114.
- PUJALTE, V.; ROBLES, S. y VALLES, J. C. (1988). El Jurásico marino de las zonas de alto sedimentario relativo del borde sur de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Rebolledo de la Torre, Palencia). *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España*, Instituto de Estudios Riojanos: 85-93.
- QUESADA, S.; PUJALTE, V.; ROBLES, S. y VICENTE, J. C. (1990). Las formaciones espongiolíticas del Dogger de la región Vasco-Cantábrica: Características y posibilidades petrolíferas. *Geogaceta*, 7: 26-28.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1969). Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Resumen). *Acta Geológica Hispánica*, 4 (3): 49-59.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1969). Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España. *Ediciones Ciepsa, S. A.*, 1-68 pp.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971). Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander. *Cuad. Geol. Iber.*, 2: 491-508.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971). Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica). *Mem. Inst. Geol. y Min. de España*: 357 pp.
- RAMIREZ DEL POZO, J. y AGUILAR TOMAS, M. J. (1972). Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos. *Estudios geológicos*, 28: 173-192.
- RAT, P. (1950). Les Pays Crétacés Basco-Cantabriques (Espagne). *Thèse. Fac. Sc. Publ. Univ. Dijon*, XVIII, 525 págs.
- RAT, P. (1959). Les Pays Crétacés Basco-Cantabriques (Espagne). *Publ. Univ. Dijon*, 18: pp. 1-525.

- RAT, P. (1963). Problemes du Crétacé inferieur dans le Pyrénées del l'Espagne. *Sonderd. Geol. Rudschau*, 53: 205-220.
- RAT, P. (1963). A propos du Wealdien Cantabrique: transgressions and regressions marines climatiques. *C. P. Rcad. Sci. París*, 256: 455-457.
- RAT, P. (1982). Factores condicionantes en el Cretácico de España. *Cuad. Geol. Iber.*, 8: 1059-1076.
- RAT, P. (1988). The Basque-Cantabrian basin between the Iberian and European Plates: some facts but still may problems. *Revista de la Soc. Geol. de España*, 1 (3): 327-348.
- RAT, P.; CIRY, R.; FEOULLE, P. & AMIOT, M. (1967). Carta geológica de las Cadenas Cantábricas entre los Pirineos y Asturias. *C.R. Somm. S.G. France*, 9.
- RIAZA, C. (1984). De la importancia de las fallas NNO en la creación del Golfo de Vizcaya. *I. Cong. Español de Geología*, 3: 265-278.
- RIBA, O. (1954). El Terciario continental de la Rioja Alta y de La Bureba. *Ciepsa. (Inédito)*.
- RIBA, O. (1955). Sur le type de sedimentation continental de la partie ouest du basin de l'Ebre. *Souderd. Geol. Rudschau*.
- RIBA, O. (1964). Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro. *Ciepsa (Inédito)*.
- RIOS, J. M. (1956). El Sistema Cretácico en los Pirineos de España. *Mem. Inst. Geol. Min de España*, 57: 128 pp.
- RIOS, J. M. (1974). Diapirismo. *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, 60: 155-232.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A. y GARRIDO, J. (1945). Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander). *Bol. IGME*, 58: 45-228.
- ROBLES, S.; PUJALTE, V. y VALLES, J. C. (1988). Sistemas sedimentarios del Jurásico en la parte occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica. *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España, Instituto de Estudios Riojanos y Cuad. Geol. Iber.*, 13: 185-198.
- ROYO GOMEZ, J. (1922). El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica. *Com. Invest. Paleontol. Prehist., Madrid*, 30 (5): 223 pp.
- ROYO GOMEZ, J. (1926). Terciario continental de Burgos. *XIV Congr. Int. Madrid, 1926. Exc. A-6*, 67 pp.

- ROYO GOMEZ, J. (1929). Nuevo yacimientos de Mamíferos miocenos en la Provincia de Valladolid. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 29: 105-112.
- SAENZ GARCIA, C. (1932). Notas para el estudio de la facies wealdica española. *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- SAENZ GARCIA, C. (1940). Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del país Vasco y NE de la provincia de Burgos. *Las Ciencias*, 5 (1): 53-87.
- SALOMON. J. (1970). Sur la stratigraphie des formations «Wealdienses» de la bordure sud-est du massif asturien. *C. R. somm. S.G.F.*, 3: 75-77.
- SALOMON. J. (1980). *Les formations continentales du Jurassique superieur et du Crétacé inferieur en Espagne du Nord (Chaînes Cantabrique et Iberique)*. Tesis. Universidad. Dijon.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1979). Características de la sedimentación Miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre la Geol. de la Cuenca del Duero. Salamanca, Temas geológico Mineros IGME (1982)*, 6 (1): 701-708.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L.; PAVON MAYORAL, I.; GARCIA ARGUESO, J. M.; MANJON, M.; y COLMENERO, J.R. (1975). Mapa Geológico de España. E 1:50.000. 2ª Serie. Astudillo (núm. 237). IGME. Minist. de Industria.
- SCHRIEL, W. (1945). La Sierra de La Demanda y los Montes Obarenes. Inst. Juan Sebastián Elcano, C.S.I.C. Madrid (Traduc. del alemán por L. García Sáinz y J.G. Llarena).
- SCHWENZNER, J. E. (1937). Zur morphologie des zentralspanischen hochlandes. *Geogr. Abhandl.* 3 ser., 10, 1-128. Trad. al castellano por C. Vidal Box (1943) título: Morfología de la región montañosa central de la Meseta española. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 41 (1-12): 121-147. Madrid.
- SERRANO OÑATE, A.; MARTINEZ DEL OLMO, W.; y CAMARA, P. (1990). Diapirismo del Trias medio en el Dominio Cántabro-Navarro. *Libro Homenaje a Rafael Soler, 1989. Asoc. Geol. y Geof. Esp. del Petróleo*.
- SERVICIO GEOLOGICO OBRAS PUBLICAS (S.G.O.P.) (1988). Estudio de delimitación y síntesis de las Unidades Hidrogeológicas del Territorio Peninsular.
- SOLE SABARIS, L. (1952). España Geografía Física I. Geografía de España y Portugal de M. DE TERAN, Ed. Montaner y Simón, S.A.; 500 pp.
- SOLE SABARIS, L. (1983). Morfología General de la Península Ibérica. *Libro Jubilar de Ríos, IGME*, 2: 589-605.
- TRUYOLS, J. y PORTA, J. (1982): Observaciones sobre los niveles fosilíferos del Mioceno de Castrillo de Val (Burgos). *1.ª Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca 1979. Temas Geológico Mineros IGME* 6 (2): 663-676.

- VALLADARES, I. (1976). Estratigrafía del Cretácico superior calcáreo en el borde occidental de la Cuenca de Cameros (Burgos-Soria). *Studia Geológica, XI*: 93-108.
- VERNEUIL, E. (1852). El terreno Cretáceo en España, 3: 339-471.
- WIEDMANN, J. (1960). Le Cretacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Céphalopodes. *C.R. 84^a Congr. Soc. Savantes Paris et Depart., Dijon 1959, Sect. Sei., Sous-sect. Géol.*, 709-764.
- WIEDMANN, J. (1962). Contribution a la paléogéographie du Cretacé vascogotique et celtibérique septentrional (Espagne). *Livre Mém. Prof. P. Fallot*, 1: 351-366.
- WIEDMANN, J. (1964). Le Cretacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Céphalopodes. *Estudios Geológicos*, 20: 107-148.
- WIEDMANN, J. (1979). Itineraire géologique a traves le Cretacé Moyen des Chaines Vascogotiques et Celtiberiques (Espagne du nord). *Cuad. geol. Iber.*, 5: 127-214.
- ZAZO, C y GOY, J. L. (1977). Geomorphological Study of the Confluence of the Rivers Pisuerga and Arlanza. X. *INQUA CONGR. ABSTRACTS*: 510.