

20161

161

13-9

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



LEÓN

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

161 (13-9)

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

LEÓN

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M. 45164-2005

ISBN: 84-7840-608-5

NIPO: 657-05-020-6

Impresión: Trebol Propuesta Gráfica

El Mapa Geológico y Memoria explicativa de la Hoja de León han sido realizados por el Área de Cartografía Geológica de la Dirección de Geología y Geofísica del IGME habiendo intervenido en su realización los siguientes autores:

Mapa y Cortes Geológicos:

A. Suárez Rodríguez, N. Heredia y F. Nozal (IGME)

Mapa y Cortes Geomorfológicos:

A. Suárez Rodríguez y F. Nozal Martín (IGME)

Memoria:

A. Suárez Rodríguez y F. Nozal Martín (IGME)

Estratigrafía:

A. Suárez Rodríguez, A. Herrero y F. Nozal Martín

Asimismo, han colaborado en aspectos temáticos parciales:

Columnas Estratigráficas y Sedimentología de campo : A. Herrero (IGME)
Estudio de láminas delgadas y Sedimentología : I. Armenteros
(Dpto. de Geología, Univ. de Salamanca)

Paleontología :

C. Sesé (Museo de Ciencias Naturales, CSIC)

Mineralogía :

P. Pellitero (Dpto. de Geología, Univ. de Salamanca)

Dirección del Estudio:

L.R. Rodríguez Fernandez y N. Heredia

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes paleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Fichas bibliográficas, álbum de fotografías y demás información.

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN	7
1. ESTRATIGRAFÍA	12
1.1. INTRODUCCIÓN-ANTECEDENTES.....	12
1.2. TERCIARIO. NEÓGENO.....	16
1.2.1. -Conglomerados polimícticos, arenas y limos con concrecciones carbonatadas y niveles de calcretas. "Unidad Polimíctica". (Mioceno: Aragoniense-Vallesiense Inferior) (1)	17
1.2.1.1. -Litofacies Conglomerados de Villarroquel.....	17
1.2.1.2. -Litofacies Lutitas y Arenas de Cimanos.....	21
1.2.1.3. -Unidad Polimíctica s.l.....	22
1.2.2. -Conglomerados silíceos, arenas y limos. Unidad Silícea.....	27
(Mioceno Superior: Vallesiense Inferior-Turolense?) (2).	
1.2.3. -Gravas silíceas y arenas. Aluvial Finineógeno-"Raña".....	31
(Plioceno) (3)	
1.3. CUATERNARIO.....	32
1.3.1. -Gravas y lutitas. Glacis (4).....	35
1.3.2. -Gravas y arenas. Terrazas (5,6,7).....	36
1.3.3. -Limos, arenas y cantos. Fondos de valle (9).....	38
1.3.4. -Limos, arenas y cantos silíceos. Llanuras de inundación (10).....	39
1.3.5. -Cantos, limos y arenas. Conos de deyección y.....	39
abanicos aluviales (11)	
1.3.6. -Arenas y cantos. Coluviones (12).....	39
1.3.7. -Arenas y gravas. Lecho actual (13).....	40

2. TECTÓNICA	40
2.1. TECTÓNICA ALPINA.....	40
3. GEOMORFOLOGÍA	47
3.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.....	47
3.2. ANTECEDENTES.....	50
3.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	50
3.3.1. -Estudio morfoestructural.....	50
3.3.2. -Estudio del modelado y Formaciones superficiales.....	52
-Formas estructurales (1,2).....	52
-Formas de laderas (3).....	52
-Formas fluviales (4 a 18).....	54
-Formas poligénicas (19 a 23).....	57
-Formas endorreicas/lacustres (24, 25).....	58
-Formas antrópicas (26 a 30).....	59
3.4.- EVOLUCIÓN DINÁMICA (HISTORIA GEOMORFOLÓGICA).....	59
3.5.- LA MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.....	60
4.- HISTORIA GEOLÓGICA	61
5.- GEOLOGÍA ECONÓMICA	63
5.1.- RECURSOS MINERALES. ROCAS INDUSTRIALES.....	63
5.2.- HIDROGEOLOGÍA.....	63
6.- BIBLIOGRAFÍA	70

0. INTRODUCCIÓN

La Hoja de León (Nº 161) se encuentra situada en el margen noroccidental de la Cuenca del Duero, dentro de la Submeseta Septentrional; al Sur de la Cordillera Cantábrica y al Este de los Montes de León.

Administrativamente pertenece a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, ubicada en su totalidad dentro de la provincia de León. Destaca como población más importante León, capital de la provincia y su área metropolitana, junto con San Andrés del Rabanedo; y otros pueblos cercanos como Sariegos, La Virgen del Camino, Santovenia de la Valdoscina, etc. Además existen numerosas localidades situadas a lo largo de los valles que atraviesan la Hoja, como Carrizo de la Ribera, Cimanos del Tejar, Alcoba de la Ribera, Santiago del Molinillo, Villabalter, Villanueva del Arbol, Villaquilambre, Onzonilla, Vilecha, etc. Otros núcleos de población están situados en la zona del Páramo Leonés donde existe un sistema consolidado de regadío: Villadangos del Páramo, Celadilla del Páramo, Velilla de la Reina, etc.

La red fluvial, se encuentra bien desarrollada, está constituida por dos arterias principales con sus afluentes y otros secundarios: al oeste, el río Órbigo formado a partir de sus tributarios el río Omaña y el Luna que confluyen cerca de Secarejo, en la esquina NO de la Hoja; y al este el río Bernesga junto con el río Torío que se une al anterior al sur de la ciudad de León. Todos ellos son tributarios del río Esla, que es el colector principal de gran parte de los ríos de la vertiente sur en el NO del Macizo Hespérico, el cuál aporta a su vez sus aguas al río Duero.

El relieve es suave en general, con altitudes que van desde los 1.100-1.086 m a los 800-790m del valle del río Bernesga, destacando en la parte más septentrional de la Hoja elevaciones alomadas por encima de los 1.000 m, a veces con una morfología en replanos y pasando hacia el Sur a formas de "relieve plano", en diversas plataformas que corresponden a los distintos niveles de terrazas que ha desarrollado la red fluvial a su paso. En la zona central existen relieves residuales con elevaciones próximos a los 1.000 m, que se conservan como "montes islas" dentro del paisaje alomado que produce la erosión de los materiales del Terciario. En la esquina SO de la Hoja se inicia el Páramo Leonés, una extensa plataforma, producto asimismo de los depósitos fluviales aterrazados del río Órbigo.

Como vértices geodésicos más importantes podemos citar entre otros: Los Llanos (1.070m), Monteo (1.007), Velilla (1.006 m), San Isidro (932m), Valenciano (937m), Alcantarillón (901m), Catedral de León (841m), etc.

El régimen climático es continental, propio de la Meseta Septentrional, pero influenciado por la proximidad a la Cordillera Cantábrica. Está comprendido entre un clima mediterráneo templado fresco a mediterráneo seco, con un régimen de precipitaciones entre 500 y 750 mm anuales y una temperatura media anual entre 8 y 10°.

La vegetación autóctona se encuentra bastante degradada, situándose por lo general en las laderas de los interfluvios, constituida por matorral con y sin arbolado (robles, rebollares y encinares). En la zona septentrional de la Hoja (Camposagrado-El Ferral) se encuentra una superficie importante repoblada con coníferas, al igual que en la zona de la Candamia muy próxima a la ciudad de León, así mismo en las riberas de los ríos existen importantes plantaciones de choperas.

En las vegas de los ríos así como en la Zona Agroclimática del Páramo existen importantes cultivos de regadío (remolacha, maíz, alubia, lúpulo, trigo, algunas plantaciones de frutales...) y en el resto cultivos de secano de menor importancia (cebada centeno...), además de praderas naturales. Estos datos se han obtenido de los mapas de Vegetación y de Unidades Fisionómicas de Vegetación que presentan PENAS *et al.* (in litt.) en el Atlas del Medio Natural de la Provincia de León.

Desde el punto de vista geológico la Hoja de León se sitúa dentro de la Cuenca del Duero y en ella afloran materiales pertenecientes al Terciario y al Cuaternario. Esta Hoja se encuentra al este de la Zona Asturoccidental Leonesa (LOTZE, 1945) y al sur de la Zona Cantábrica (LOTZE, 1945; JULIVERT *et al.* 1972), zonas que constituyen parte de la Cordillera Herciniana en el NO de la Península Ibérica, formando el basamento de la citada Hoja (Figs. 1, 2). El Terciario ocupa menos del 50% de la superficie de la Hoja; el resto son recubrimientos del Cuaternario, que se extienden desde la Cordillera Cantábrica y Montes de León hacia el centro de la Cuenca.

La Cuenca del Duero durante el Terciario se configura como una cuenca de antepaís asimétrica (ALONSO *et al.* 1996), cuya geometría y relleno continental está controlado por los relieves alpinos que la circundan. En relación con los frentes montañosos de la Cordillera Cantábrica se desarrollan grandes abanicos aluviales progradantes, que con diferentes desarrollos y composición litológica se solapan y superponen desde el Paleógeno inferior al Pleistoceno inferior (COLMENERO *et al.* 1982; GARCÍA-RAMOS *et al.* 1982; MANJÓN *et al.* 1982).

El proceso de sedimentación y relleno de la cuenca no es continuo sino que presenta interrupciones de carácter estratigráfico y discordancias sintectónicas como consecuencia de la actividad diástrófica de este borde sur de la Cordillera. Dichas discontinuidades o discordancias sintectónicas en la sucesión terciaria ya citadas por GARCÍA-RAMOS *et al.* (1982) en el margen norte de la cuenca, han sido estudiadas recientemente por ALONSO *et al.* (1994, 1996) y ESPINA *et al.* (1994), cuya geometría explican, en función de las variaciones laterales de la estructura del frente tectónico de la Cordillera Cantábrica. Además la parte más subsidente y activa de la Cuenca de antepaís se sitúa al N y E donde han llegado a acumularse puntualmente hasta 2.500 m de sedimentos (ALONSO *et al.* 1996).

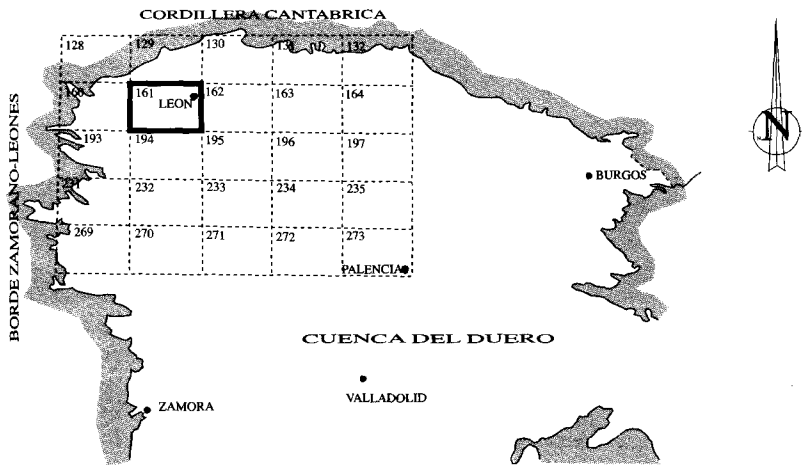


Fig. 1.- Situación de la Hoja Nº 161 (León) en el ámbito de la Cuenca del Duero.



Fig. 2.- Situación de la Hoja Nº 161 (León) en la Cuenca del Duero con respecto a las zonas del Macizo Hespérico.

Durante el Cuaternario toda la Cuenca del Duero, y por tanto esta Hoja, ha sufrido un proceso de erosión importante, dando como resultado grandes extensiones de formaciones superficiales de origen fluvial como son las terrazas. Además también se producen otros depósitos como son los glaciares, fondos de valle, de ladera, etc.

Los materiales de edades terciaria y cuaternaria presentan una naturaleza litológica homogénea y una disposición estructural simple, apareciendo prácticamente indeformados (horizontales), excepto en las cercanías de los afloramientos paleozoicos (fuera de la Hoja de León), donde su estructura tectónica muestra alguna complejidad.

Las publicaciones geológicas generales sobre el área que ocupa ésta Hoja no son muy abundantes, ya que los trabajos antiguos hacen referencia sobretodo a amplias zonas de la parte occidental de la provincia de León; siendo una de las primeras, la Hoja Geológica de León realizada por HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.* (1932), además de otras hojas colindantes como la de Santa M^o del Páramo (194) por HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.* (1928), y la Hoja de Astorga (193) por HERNÁNDEZ SAMPELAYO y HDEZ. SAMPELAYO (1934).

Posteriormente, la región encuadrada entre la Cordillera Cantábrica y las plataformas calcáreas de los Páramos ha sido objeto de numerosos estudios, básicamente desde el punto de vista sedimentológico. Así podemos citar a HERNÁNDEZ PACHECO (1915, 1930, 1957) y CIRY (1939); BATALLER y HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1944) dan una serie tipo del terciario para la región leonesa. MABESONE (1959) define una serie de facies para el borde palentino y EVERS (1967) estudia los niveles inferiores de la serie terciaria a los que denomina Formación Vegaquemada (Paleógeno). PASTOR GOMEZ (1963, 1969) estudia los depósitos paleógenos y neógenos discordantes de las hojas de La Robla (129) y de Benavides (160). STAALDUINEN (1973) realiza un estudio parcial en el entorno de La Robla en el contacto entre la Cuenca del Duero y la Cordillera Cantábrica.

Otros de índole regional son los de AEROSERVICE (1967), MANJÓN (1969), y HOCQUARD (1975) que trabaja en los sedimentos rojos del borde NO de la Cuenca. Todos los trabajos anteriores sientan las bases del conocimiento estratigráfico y sedimentológico en los materiales meso-cenozoicos.

El IGME (1970) realiza la Síntesis escala 1:200.000 de la cartografía existente correspondiente a la Hoja de León (19).

Más recientemente se realizan diversos estudios sedimentológicos, entre los que destacan los de PÉREZ GARCÍA (1977) define varias facies sedimentarias incluyendo la parte noroeste de esta Hoja. Dichas facies son correlacionadas por VARGAS *et al.* (1984) con los sistemas de abanicos más orientales descritos en la Hoja de Benavides (160): Sistema de Forcadas-Ferreras y Sistema de Carrizo-Benavides).

También destacan PORTERO *et al.* (1978), SANCHEZ DE LA TORRE (1982), CORRALES *et al.* (1978, 1986), PORTERO *et al.* (1982, 1983) los cuales realizan un intento de correlación de facies y de las distintas unidades a nivel de la Cuenca de norte a sur. Además de los trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO (1986) y MARTÍN-SERRANO (1988, 1989).

Por otro lado a lo largo de los años se han confeccionado abundantes Hojas geológicas del Plan MAGNA, entre las que citamos por su proximidad y relación con la presente las que limitan al N y O (Fig. 1): la de Vegas del Condado (130) por MANJÓN *et al.* (1982); la de La Robla (129) por LEYVA *et al.* (1984); Benavides (160), Astorga (193) y La Bañeza (231) por VARGAS *et al.* (1984a, b, c); la de Riello (128) por MARTÍN PARRA (1989) y las de Benavente (270) y Valderas (271) por BARBA MARTÍN (1981a, b), las cuales constituyen las aportaciones más notables para el conocimiento de la zona.

Sobre los sedimentos de la unidad descrita regionalmente como "Raña" se encuentran los trabajos de PÉREZ GONZÁLEZ (1979), PÉREZ GARCÍA (1977), VARGAS *et al.* (1984), HERAIL (1984), MARTÍN SERRANO (1986, 1988b, 1991), entre otros.

Los materiales del Cuaternario han sido estudiados parcial o puntualmente por autores como RAYNAL & NONN (1968), PÉREZ-GONZÁLEZ y RODRÍGUEZ FERNANDEZ en CASTELLANOS (1986), LEGUEY y RODRÍGUEZ (1970), TORRENT (1976), PÉREZ GARCÍA (1977), BARBA MARTÍN (1981a y b), ESTEVEZ y ARCE (1981), GONZÁLEZ *et al.* (1981), VARGAS (1984 a,b,c), BARDAJI (1989) aportan datos relativos a los depósitos cuaternarios al N, S y O de la Hoja que tratamos.

Recientemente LOPEZ BENITO *et al.* (1991) han realizado el Mapa Geotécnico y de Peligrosidad Natural del área metropolitana de la ciudad de León.

Dentro del Atlas del Medio Natural de la Provincia de León ALONSO HERRERO (in litt.) realiza una síntesis, a escala 1:400.000, de los rasgos geomorfológicos de la provincia.

Se deben mencionar, por último, los trabajos de ALONSO *et al.* (1994, 1996), que a partir de datos previos y otros nuevos, realizan una novedosa reinterpretación sobre la estructura alpina de la Zona Cantábrica y de los depósitos terciarios sinorogénicos en el borde N de la Cuenca del Duero. También se encuentra el Mapa Geológico a E. 1:200.000 de la Provincia de León (SUÁREZ RODRÍGUEZ *et al.* 1994), que incorpora datos del MAGNA en realización (SUÁREZ RODRÍGUEZ *et al.* (in litt.b,c), NOZAL *et al.* (in litt,a,b) y ESPINA *et al.* (in litt.a)), así como las notas de HERRERO *et al.* (1994) y NOZAL y ESPINA (1994), fruto también de dichos trabajos, que constituyen las últimas aportaciones a la zona de estudio.

1. ESTRATIGRAFÍA.

1.1. INTRODUCCIÓN-ANTECEDENTES

Estratigráficamente la Hoja de León se caracteriza por la presencia de sedimentos neógenos y cuaternarios pertenecientes a la Cuenca del Duero. Los materiales que afloran en la misma se pueden asignar a dos grandes conjuntos pertenecientes a ciclos sedimentarios con distinto significado. Por un lado los sedimentos terciarios correspondientes al relleno continental de una cuenca de antepaís, y por otro, los sedimentos cuaternarios aparecen asociados al proceso de erosión y vaciado de dicha Cuenca al ser capturada por el Río Duero.

Entre los primeros trabajos que realizan estudios estratigráficos parciales destacan los de HERNÁNDEZ PACHECO (1915), HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.* (1932), CIRY (1939), MABESO-

ONE (1959 y 1961), EVERS (1967) y DE JONG (1971). Más recientemente, han sentado las bases litoestratigráficas: COLMENERO *et al.* (1982 a y b), GARCÍA RAMOS *et al.* (1982 a y b) y MANJÓN *et al.* (1982 a y b). Por otro lado, PÉREZ GARCÍA (1977) define parte de la estratigrafía de los materiales, en la zona noroeste del borde norte de la Cuenca. Este autor divide los materiales en facies, asignándoles edades y ambientes sedimentarios, y establece una correlación con unidades anteriormente diferenciadas, en otras partes del borde norte de la Cuenca del Duero. De todos estos trabajos, HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.* (1932) describen los sedimentos de esta misma Hoja y PÉREZ GARCÍA (op cit.), sólo de la zona más occidental de la misma.

De las cartografías de las Hojas colindantes (La Robla y Benavides), se "arrastran" hasta esta hoja varios contactos de unidades litoestratigráficas. Así por el Norte, LEYVA *et al.* (1984), cartografían el Complejo de Vegaquemada, la Formación Candanedo y el complejo de abanicos silíceos (Barrillos, Camposagrado y Villarodrigo de Ordás). Por su parte, VARGAS *et al.* (1984a,b), en el borde oeste, definen los sistemas de Ferreras-Forcadas y Benavides-Carrizo.

Por otro lado CORRALES *et al.* (1986) diferencian otros sistemas de abanicos en la esquina NO de la Cuenca del Duero, a partir de sus características morfológicas, geométricas, modelos fluviales, mecanismos de transporte, litologías, mineralogía y area fuente de la que proceden.

BARBA *et al.* (1994) separan los depósitos del Terciario en tres grandes unidades: en la parte basal el Complejo de Vegaquemada (conglomerados Poligénicos), sobre éste el Complejo de Abanicos Poligénicos Intermedios, en la parte superior el Complejo de Abanicos Cuarcíticos Superiores y sobre ellos la Raña.

Por último, ALONSO *et al.* (1996) describen un nuevo sistema aluvial, el Abanico de La Robla, en un estudio de la zona norte de la Cuenca, próxima al frente montañoso de la Cordillera Cantábrica.

A continuación se realiza una breve descripción de las Unidades y facies más representativas en este sector de la Cuenca descritos en los trabajos anteriormente citados.

Complejo de Vegaquemada.

Sus afloramientos se disponen en el mismo borde de Cuenca inmediatamente al Sur de los relieves paleozoicos. Estos materiales fueron descritos por CIRY (1939) como "Gres de les Bodes" y como "Facies de las Cuevas" por MABESOONE (op. cit.), más tarde EVERS (1967) los denomina "Formación Vegaquemada"(nombre que siguen ALONSO *et al.* (1996)) que dató como Paleogeno y le adjudica un espesor superior a los 400m. En posteriores trabajos se describe como Complejo de Vegaquemada (GARCIA RAMOS, op. cit.; MANJON *et al.* 1982; LEYVA *et al.* 1984, etc) estos últimos autores en la Hoja de la Robla lo prolongan hacia el Sur hasta el borde N de la Hoja de León. En general se ha dividido en dos tramos, el inferior de carácter más arcilloso equivalente a la "Facies Garum" y el superior está formado por una potente sucesión de conglomerados poligénicos, areniscas y lutitas rojas. Verticalmente evoluciona hacia facies más proximales correspondientes a la unidad suprayacente, en la que las secuencias son incompletas, con la sola presencia del término conglomerático.

Abanico de Candanedo

En zonas próximas al borde sur de la Cordillera Cantábrica entre los valles del Bernesga y el Porma estos materiales fueron descritos por CIRY (1939) como "Pudingas verticalizadas" y por EVERS (1967) como "Formación Candanedo" con más de 1000 m. de espesor; esta última denominación la han mantenido autores posteriores como LEYVA *et al.* (1984) para la Hoja de la Robla y otros autores han adoptado el nombre de Abanico de Candanedo, como MANJÓN *et al.* (1982), o Sistema de Candanedo (ALONSO *et al.* 1996) etc. Se sitúa en paso gradual e interdigitado con el Complejo subyacente de Vegaquemada.

Está formado por conglomerados de clastos poligénicos carbonatados y silíceos, muy heterométricos y subredondeados, con matriz areniscosa y microconglomerática y cemento calcáreo; entre ellos existen algunas intercalaciones de finos lentejones de areniscas rojas. Se presentan en coladas superpuestas, soldadas, de más de 5 m. de potencia, con bases erosivas, y a veces con rápidos acuñamientos, alcanzando espesores mayores a los 1.200 m. en las zonas del Norte, pasando hacia el S a niveles de coladas conglomeráticas más individualizados, paulatinamente de menor espesor y separadas por fangos y arenas. Los fangos se encuentran localmente enriquecidos en carbonatos.

Abanico o Sistema de la Robla

ALONSO *et al.* (1996) definen este abanico en el margen noroeste de la Cuenca, entre el valle del río Luna y el Bernesga, lateralmente al Sistema de Candanedo y Fm. Vegaquemada, es decir situado en la parte baja de la sucesión terciaria de este sector. Es un abanico silíceo, con una mayor proporción de arenas que los abanicos silíceos superiores (más ricos en arcillas), con una pendiente deposicional también mayor a la del resto de los abanicos silíceos del entorno. Puede llegar a tener un espesor mayor a 1000 m. Está constituido por conglomerados con clastos silíceos que provienen mayoritariamente de los relieves paleozoicos situados en el NO de dicho margen y de las arenas del Cretácico. Para estos autores las características que presenta este sistema de la Robla sugiere un relleno longitudinal de una parte subsidente paralela al frente montañoso de la Zona Cantábrica.

Facies de las Omañas-Villaroquel, Facies de Cimanés y Facies Ferreras-Vecilla

PÉREZ GARCÍA (1977) define varias facies sedimentarias neógenas, incluyendo la parte noroeste de esta Hoja de León.

La Facies de las Omañas-Villaroquel está formada casi exclusivamente por conglomerados silíceos, que lateralmente pasan a la Facies de Cimanés, la cual está constituida por arenas finas y arcillas, con niveles de arenas gruesas y microconglomerados; y localmente con concrecciones calcáreas en los limos (de edad Tortoniense, Vindoboniense, sin alcanzar el Mioceno terminal). La Facies Ferreras-Vecilla es de composición exclusivamente silícea, con conglomerados en el N que pasan a limos en el S (Vindoboniense-Pontiense). VARGAS *et al.* (1984a,b) correlacionan estas facies con los sistemas Forcadas-Ferreras Carrizo-Benavides.

Sistemas de Abanicos de Ferreras-Forcadas y Benavides-Carrizo.

VARGAS *et al.* (1984a,b) realizan la descripción de los materiales del Terciario (Mioceno Superior) en distintos sistemas deposicionales para las Hojas de Benavides (160) y Astorga (193). El Sistema de Ferreras-Forcadas pasa lateralmente hacia el este al Sistema de Carrizo-Benavides. Se tratan de depósitos aluviales y fluviales, que reposan discordantemente sobre el zócalo hercínico hacia el O y NO. Sus litologías representativas son detríticas (conglomerados, arenas y fangos) con algún nivel carbonatado discontinuo, con espesores visibles del orden de 150m. En el Abanico de Carrizo-Benavides predominan los fangos, limos y arenas respecto a los ortoconglomerados, con tonos amarillentos o amarillentos-rojizos y algunos verdosos, junto a la presencia de suelos calcimorfos, representando todo ello facies distales del abanico, dominada por amplias llanuras de inundación.

CORRALES *et al.* (1986) describen entre otros, a los Sistemas de Ferreras y de Benavides como sistemas no confinados procedentes del NO y NE respecto a la zona que estudian. El primero tiene una geometría de abanico aluvial, no así al de Benavides ya que solo se observan las facies distales con características de un sistema fluvial "braided". El abanico de Ferreras se reúne y coalesce con el abanico de Benavides en la parte oriental de la Hoja de Benavides (160).

Complejo de abanicos silíceos (Abanico de Barrillos, Camposagrado y Villarrodrido de Ordás)

Se disponen discordante y erosivamente sobre todos los sedimentos terciarios anteriores, es decir sobre el Abanico de Candanedo, Abanico de La Robla, etc. Están constituidos por un sistema de abanicos coalescentes que ocupan importantes extensiones al N y E de la Hoja de León, alineados de E a O. LEYVA *et al.* (1982) distinguen estos tres abanicos en la Hoja de la Robla, enraizados directamente en el sustrato paleozoico, siendo el más importante el Abanico de Barrillos, descrito también por otros autores en hojas colindantes (MANJÓN *et al.* 1982). Están formados por paraconglomerados, arenas y fangos de composición silíceas. Los para y ortoconglomerados tienen clastos casi todos de cuarzo-cuarcita y algunos de pizarras, con una matriz arenoso-arcillosa. Hacia los sectores meridionales se observa un cierto ordenamiento interno en las capas de fangos y lutitas alternantes, con granoclasificaciones positivas.

Facies Tierra de Campos

Fue definida por HERNÁNDEZ PACHECO (1915), siendo una de las unidades más características de la Cuenca del Duero. En dicho sector se caracteriza por la presencia de lutitas (fangos) ocreos con niveles discontinuos de suelos calcimorfos y pequeños canales formados por arenas y gravillas.

Se extiende hacia el sur hasta la parte central de la Cuenca y resultaría equivalente a la "Facies" de Grijalba-Villadiego" de AEROSERVICE. Se corresponde también con parte de la Unidad 1 de MEDIAVILLA (1986).

La diferenciación, de un elevado número de abanicos, efectuada en las Hojas situadas al Norte y Oeste de la zona de estudio, aunque es posible por conservarse sus partes proximales y cañones de alimentación, responde más bien a una cartografía de tipo conceptual más que a una cartografía formal. Sin embargo en esta Hoja por las dificultades que entraña el separar, en facies

medias-distales, interdigitaciones de abanicos distintos con las mismas litologías y escasos afloramientos donde medir paleocorrientes. Así pues ante la imposibilidad física de poder cartografiar los distintos abanicos se ha optado por cartografiar dos Unidades dentro del Terciario, que pueden identificarse con bastante facilidad en campo.

La cartografía de estas Unidades con identidad y significado propio ha permitido hacer algunas precisiones al esquema de correlación propuesto por PORTERO *et al.* (1983).

1.2. TERCIARIO. NEÓGENO

Corresponden a esta edad el conjunto de materiales detríticos que constituyen parte del relleno sedimentario de la Cuenca del Duero, abarcando edades comprendida entre el Mioceno Medio (Aragoniense-Vallesiense) y el Plioceno.

Se diferencia tres ciclos de relleno correspondiente a sistemas de abanicos aluviales y fluviales. El primer ciclo tiene una edad Aragoniense-Vallesiense Inferior y a el pertenece la Unidad Polimíctica; la naturaleza de los cantos evidencia un área madre mesozoica predominantemente carbonatada coexistiendo con otra paleozoica sobre todo de carácter silíceo.

Las facies conglomeráticas proximales de orla media corresponden a los Abanicos de Candanedo, La Robla, etc, mientras que las distales corresponderían a las facies de Tierra de Campos s.l.

El segundo ciclo se dispone discordante sobre distintos términos del ciclo anterior. Se situaría en el Mioceno Superior, aunque no existe una datación precisa. Es de naturaleza silíceo correspondiente a un área fuente paleozoica. Las facies conglomeráticas de orla media y frente proximal corresponde a los Abanicos de Barrillos, Camposagrado y Villarodrigo de Ordás, etc.

El tercer ciclo es litológicamente muy similar al anterior. Corresponde al último episodio aluvial fini-neógeno conocido regionalmente como Raña, y se le atribuye una edad Plioceno superior, sin argumentos paleontológicos que lo confirme.

Los altos relieves de la Cordillera Cantábrica al N y los Montes de León por el N, muy próximos al área de estudio, influyen notablemente en la sedimentación. Así la existencia de áreas madres diferentes al Norte y Oeste condicionan la composición litológica de los sedimentos de la Cuenca neógena.

Representando a los dos primeros ciclos, dentro de la Hoja de León, se han diferenciado dos unidades tectosedimentarias que se han reconocido a escala regional y estan separadas por una disconformidad (HERRERO *et al.* 1994): La Unidad Polimíctica, está formada por conglomerados, arenas, limos y niveles carbonatados¹. Los clastos tienen una composición polimíctica y por otra parte la Unidad Silíceo está constituida por conglomerados y arenas de composición silíceo (Fig. 3).

Estas unidades se han estudiado con afloramientos parciales, que están situados a altitudes topográficas muy variadas. Las columnas resultan de pequeño espesor, de manera que no se ha podi-

¹ Con el Término de niveles carbonatados se agrupan aquí los de caliche, horizonte de acumulación de carbonato, suelo calcimorfo, horizonte petrocálcico, calcretas, costras, etc..., que implican todos ellos una sustitución del material original por una precipitación de carbonato.

do realizar un corte en campo, que abarque las unidades cartografiadas.

1.2.1. Conglomerados polimícticos, arenas y limos con concrecciones carbonatadas y niveles de calcretas. "Unidad Polimíctica". (Mioceno: Aragoniense-Vallesiense Inferior) (1).

Esta Unidad corresponde a los materiales estratigráficamente más bajos de la Hoja, cartográficamente ocupa la mayoría del sustrato terciario, disponiéndose los afloramientos a lo largo de los amplios valles fluviales, por debajo de la cota de 1000 m.

Los mejores cortes y puntos de observación de esta Unidad se encuentran en la esquina NO y en el sector más oriental de la Hoja, en los escarpes de las márgenes izquierda de los ríos Torío y Orbigo. Las capas se presenta subhorizontales, con inclinaciones deposicionales de 2-4 ° hacia el sur; los desniveles producidos por la incisión fluvial solo permiten la observación de los 100-200 m superiores de esta Unidad. Sin embargo en las hojas situadas al N, al disponerse las capas en abanico, configurando una discordancia sintectónica (ALONSO *et al.* 1996) las potencias aflorantes superan los 1.000m de espesor.

Las diferencias encontradas a lo largo de la Hoja permiten dividir esta unidad, en tres litofacies.

- a)- Litofacies Conglomerados de Villarroquel
- b)- Litofacies Lutitas y Arenas de Cimanés
- c)- Unidad Polimíctica s. l.

La litofacies Conglomerados de Villarroquel, aflora en la parte noroccidental, son conglomerados rojos, de naturaleza silíceas que se reconocen hasta el centro de la Hoja. Al SO aparece la litofacies Lutitas y Arenas de Cimanés, compuesta por limos y arenas, de color gris-verdoso, muy característico, con una extensión muy reducida.

La Unidad Polimíctica en sentido amplio, aparece en el resto de la Hoja, constituida por arenas, limos, niveles carbonatados y con escasa representación de conglomerados polimícticos, cementados por carbonato (Fig. 4). Con un color variable: rojo, amarillo-ocre.

Estos conjuntos están relacionados en el espacio, y corresponden a subambientes sedimentarios, conectados lateralmente. El límite entre ellos es impreciso, debido a la ausencia de buenos afloramientos, si bien, en los cortes de la margen izquierda del río Orbigo, se puede seguir el paso lateral entre las dos primeras litofacies (Fig. 5).

1.2.1.1. Litofacies Conglomerados de Villarroquel

Se sitúa en esquina NO de la Hoja, en la margen izquierda del río Orbigo y está constituida por gravas y arenas de color rojo y ocre, desde tonos anaranjados (entre 10R6/6 y 10R4/6) a tonos marronáceos (5YR5/6); con una composición silícea dominante en los clastos. No presentan cementación de carbonato cálcico.

En los cortes realizados al Norte de la Hoja, las columnas están formadas por secuencias grano-decrecientes, que pueden llegar a tener un espesor cercano a 10 m, y casi exclusivamente for-

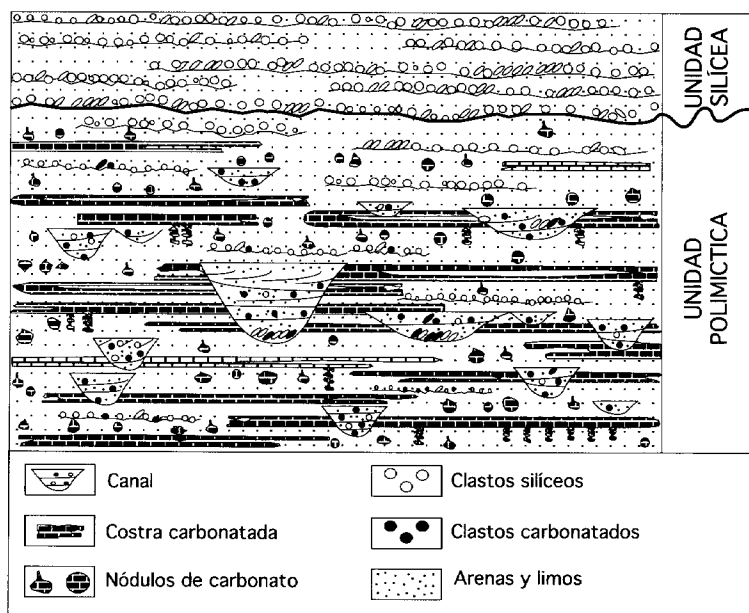


Fig. 3.- Esquema estratigráfico mostrando las características de las dos unidades diferenciadas.

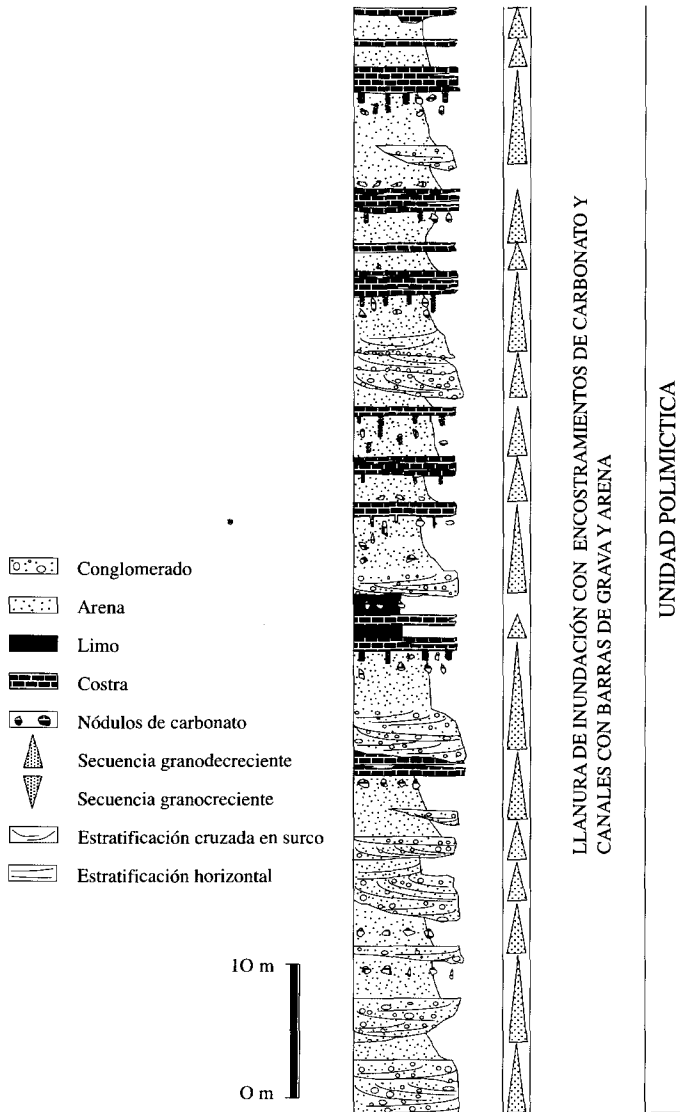


Fig. 4.- Columna estratigráfica de la Unidad Polimíctica (1) en la localidad de Villaobispo de las Regueras.

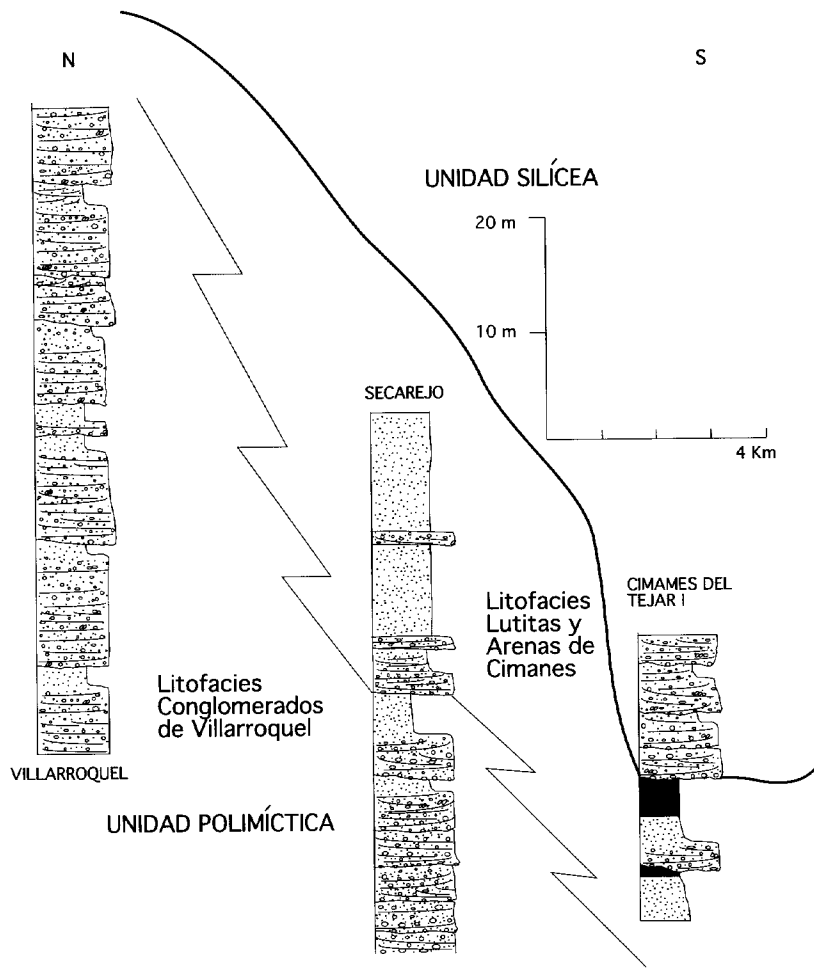


Fig. 5.- Correlación entre diversas secciones estratigráficas de la Hoja de León.

madras por conglomerados (Corte de Villarroquel, Fig. 5). En la base de estas secuencias aparecen ortoconglomerados con matriz muy gruesa. El tamaño máximo observado en los clastos es de 40 cm. Los clastos tienen una composición de cuarcita, arenisca, conglomerado, pizarra y cuarzo. La forma es subredondeada a redondeada, si bien, los de pizarra pueden ser subangulares, estando estos muy alterados. Se presentan masivos, o bien, con estratificación cruzada de láminas muy tendidas, con abundantes imbricaciones. Las paleocorrientes marcan direcciones dominantes hacia SSE ySSO.

Cuando las secuencias no están truncadas, estos conglomerados pasan a arenas masivas de grano medio. El espesor de estas arenas es pequeño y pueden resultar erosionadas por los conglomerados de la siguiente secuencia. De este modo, se puede observar como los conglomerados se ponen en contacto unos a otros, a través de superficies erosivas.

La matriz arenosa analizada en lámina delgada resulta, a veces (Corte de Villarroquel fig.5), una litarenita con abundantes granos de rocas metamórficas (pizarras, cuarcitas) y sedimentarias, destacando asimismo la presencia de micas. Existe además un alto porcentaje de minerales pesados de óxidos de hierro, relacionado con la presencia de impregnaciones y cementaciones locales de oxihidróxidos de Fe. Aparecen también lutitas arenosas donde la matriz es limoso-arcillosa con impregnaciones de óxidos de Fe, ordenación incipiente de arcillas en moteado y edaforragos (hipo y cuasi revestimientos de porosidad en canal), en ocasiones las laminaciones originales en las arenas están desfiguradas por bioturbación.

Otras muestras, analizadas dentro de la fracción ligera de esta litofacies, presentan como minerales principales el cuarzo, plagioclasas, trazas de feldespatos potásicos y un contenido medio-bajo en la fracción arcilla (caolin, mica); Además contienen porcentajes medios-bajos en minerales pesados (dentro de la fracción de mayor variación mineralógica comprendida entre 0,075-0,05 mm.) como óxidos de hierro, circón, ilmenita y otros accesorios como el oro, biotitas, granates y rutilo.

El medio de depósito invocado para estos materiales es de migración de barras de gravas de diferentes tipos. (No se descarta la presencia de depósitos de debris-flow, debido a la inexistencia en algunos de los conglomerados de estructuras sedimentarias).

PÉREZ-GARCÍA (1977) correlaciona estos sedimentos con la Facies Omañas-Villarroquel que, con un espesor de 140 m, se extienden al O de esta Hoja. Por otro lado, VARGAS *et al.* (1984a) definen el sistema aluvial de Ferreras-Forcadas, con facies similares a ésta; de la misma forma, equivale al sistema de Ferreras de CORRALES *et al.* (1986). También, podría equivaler a los depósitos proximales del Abanico de La Robla (ALONSO *et al.* 1996).

En todo caso se trata de sistemas aluviales que proceden de áreas madres silíceas y metamórficas de la Zona Asturoccidental-Leonesa, que forma parte del Macizo Hercínico circundante.

1.2.1.2. Litofacies Lutitas y Arenas de Cimanos

Esta litofacies aflora hacia el sur; las columnas estudiadas presentan conglomerados, que son ya esporádicos y de escasa continuidad lateral. Las secuencias pasan ahora a estar dominadas por materiales

arenosos (con tonos ocres -10YR6/6- 5YR5/6-) y fangosos, con nódulos y costras de carbonato (Fig. 5). Los fangos son masivos con un cortejo importante de rasgos paleoedáficos: superficies de agrietamiento, "slikensides", nodulización, bioturbación, nódulos y niveles de carbonato de tamaño variable. Su coloración es lo más llamativo, ya que son verdes (10Y6/2) y grises.

Las muestras analizadas a techo de una secuencia granodecreciente en el Corte de Cimanes (Fig. 5) están formadas por limolita arenosas dominadas por cuarzo y minerales arcillosos (esmectita, caolín, mica). La presencia de rasgos edáficos, estructura poliédrica y ordenación básica en las arcillas, apoya el origen autigénico de la esmectita sobre horizontes edáficos de suelos aluviales. El estudio mineralógico y análisis de DRX de varias muestras, dentro de la fracción ligera de esta litofacies, nos da a conocer que los minerales más importantes son el cuarzo (blanco, transparente, rojo y amarillo en menor proporción), trazas de plagioclasas, un porcentaje medio-alto de mica y caolín, posible presencia de ópalo, además minerales pesados como óxidos de hierro, circon, ilmenita, turmalina, sulfuros de Fe, rutilo y como accesorio pirita.

PÉREZ GARCÍA (op.cit.), identifica este último tipo de sedimentos con la Facies Cimanes, equivalente distal de las Facies de Villarroquel. Según este autor, son arenas, arcillas arenosas y escasas gravas, con un espesor entorno a 200 m o mayor. En la Hoja de Benavides, VARGAS *et al* (1984a) definen el sistema deposicional de Carrizo-Benavides que se corresponde con la Facies Cimanes del autor anterior. Al mismo tiempo también se correlacionan con el Sistema de Benavides de CORRALES *et al*. (1986). También podrían equivaler a las facies medias-distales del Sistema de la Robla de ALONSO *et al*. (1996).

En general se trata de las partes distales de los sistemas de abanicos aluviales que confluyen en la esquina NO de la Cuenca del Duero, procedentes de la Zona Asturoccidental-Leonesa y del Antiforme del Narcea (Fig. 2).

1.2.1.3. Unidad Polimíctica s. I.

En la parte central y sobretodo en la oriental de la Hoja de León, la Unidad Polimíctica está constituida, por conglomerados, arenas, limos, y niveles carbonatados (Fig. 4). Los sedimentos finos tienen una extensión lateral grande, mientras que, los conglomerados tienen un carácter más localizado, y poco desarrollo lateral. El contacto entre las facies más groseras y los sedimentos finos subyacentes es siempre erosivo, y a veces canalizado, erosionando en ocasiones, hasta 20 m de serie inferior.

Por otro lado, los niveles carbonatados muestran resaltes muy definidos en las laderas, se pueden superponer y formar varios metros de serie, o simplemente constituir niveles centimétricos. Estos materiales se ordenan en secuencias en general granodecrecientes que comienzan por conglomerados polimícticos o arenas y culminan en costras carbonatadas.

Las facies de conglomerados (gravas) son en general ortoconglomerados, en los que la granulometría puede llegar hasta bloque. La matriz es arenosa gruesa a microconglomerática y la cementación, cuando está presente, es de carbonato cálcico. El centil se aproxima a los 20 cm. Los clastos son subredondeados a redondeados y presentan una composición de carácter polimíctico, predominando los de cuarcitas y areniscas paleozoicas, además de calizas carbonífe-

ras y cretácicas, y en menor proporción de conglomerados, cuarzo y lidita (roja y negra); siendo en ocasiones el porcentaje de caliza muy alto (hasta el 40%). En campo, este tipo de facies presenta un color ocre-amarillo (10YR5/4; 10YR6/6; 10YR7/4), o bien, blanco, cuanto mayor es la cementación de carbonato. La mayoría de los conglomerados que presentan esta cementación tienen un porcentaje alto de clastos de caliza.

La matriz de los ortoconglomerados, en distintas proporciones pero de carácter intersticial, estudiada en lámina delgada, suele ser litarenítica, con abundantes fragmentos de rocas sedimentarias (areniscas y lutitas) y de rocas metamórficas. En los espacios intergranulares se aprecia una matriz arcillosa detrítica (illita y caolinita), iluviada, presentando un microlaminado relleno de poros y recubriendo parcialmente los granos ("revestimientos").

Su ordenamiento interno es diverso pueden tener: estratificación horizontal difusa, estratificación cruzada en surco, estratificación cruzada planar o bien, no tener ninguna ordenación. Presentan abundantes imbricaciones, y en la base de las capas, se observan puntualmente marcas de arrastre. Las paleocorrientes medidas en clastos imbricados y estructuras sedimentarias muestran flujos, que en general, se dirigen hacia el SO.

Pueden aparecer dos tipos de geometrías relacionadas con las facies conglomeráticas. En la primera, se observan grandes canales con una relación anchura/profundidad muy baja. En la segunda, las geometrías son erosivas, pero, mucho más planares y extensas lateralmente. En estos últimos, desaparecen casi por completo los clastos de caliza.

Están relacionadas con el relleno de canales y con la migración de barras de gravas de diversos tipos.

Las facies arenosas pueden separarse principalmente en dos tipos.

En el primer tipo incluimos arenas de grano medio a fino, muy homogéneas, con escasa matriz y una extensión lateral importante. Tienen un color ocre-amarillento, aunque pueden aparecer bandas de color rojo (10R4/6; 10YR5/4). El límite superior es transicional hacia otras facies más finas.

Suelen presentar hidromorfía, nódulos de carbonato con tamaños muy variables (redondeados o con formas más alargadas) y otros rasgos edáficos como rizocreaciones, nódulos de oxihidróxidos de hierro y argilanes. No se observan estructuras sedimentarias, ya que probablemente la edafización las ha borrado. Puntualmente, se observan restos de gasterópodos de tipo continental.

El segundo tipo, está constituido por aquellas facies arenosas que están ligadas a las facies conglomeráticas. En este caso el límite inferior es gradual. Son de grano grueso a medio, y están cementadas por carbonato cálcico, su color es ocre-amarillento o blanco. Presentan ordenamiento interno variado, pudiendo aparecer masivas, con estratificación cruzada en surco, o bien, con laminación paralela.

El primer tipo de facies arenosas está ligado a la sedimentación en zonas alejadas de los canales, en una llanura de inundación, con zonas encharcadas, que está afectada por procesos edáficos.

Mientras que, los segundos representan el relleno de canales con la construcción de dunas y megaripples; o bien, con una pérdida de flujo, en una etapa de abandono de los canales.

A partir del estudio en lámina delgada, en general, las facies de areniscas siempre tienen más del 25% de fragmentos de roca, por lo que pueden clasificarse como litarenitas (FOLK, 1974,1986) y más específicamente como grauvacas líticas (cuando comportan más del 15% de matriz arcillosa). Los fragmentos de roca son sedimentarios (areniscas, lutitas, calizas paleozoicas y algún fragmento de chert) y metamórficos (pizarras, esquistos y cuarcitas) ; otros componentes secundarios están constituidos por areniscas, lutitas y caliches del sustrato terciario. Los espacios intergranulares están rellenos de arcillas que pueden ser iluviadas o por cemento calcítico (ej. esparítico poiquilitico) el cuál, a veces reemplaza a una matriz previa.

Se pueden considerar diversas procedencias para los componentes de las areniscas, pero casi todos los datos apuntan a una procedencia paleozoica de formaciones estefanienses (ricas en componentes metamórficos y sedimentarios) y formaciones carboníferas como principales suministradoras de detritos; para los elementos carbonatados derivarían de formaciones carbonatadas del Paleozoico Superior y del Cretácico.

En estas facies aparecen como minerales más destacados, el cuarzo, feldespatos, algo de calcita, y dentro de la fracción arcilla sobre todo la illita y caolinita ; también, en menor proporción, los óxidos y sulfuros de Fe, rutilo, circón y turmalina; además como minerales accesorios: oro, estaurólita, biotita y granate.

Las facies fangosas están representadas principalmente por limos, con un contenido variable de arena y arcilla. El color es también muy variable aunque predominan los colores ocres (10 YR 6/6; 10 YR 5/4; 5YR5/6; 5GY7/2). El límite inferior es transicional, mientras que, el superior suele estar erosionado por secuencias posteriores.

Presentan rasgos paleoedáficos, como presencia de agregados en el suelo, en ocasiones muy desarrollados. Los más característicos son los tipos prismático y poliédrico. Otros rasgos son: ausencia de estructuras sedimentarias visibles, cutanes de diversos tipos (arcillas, oxihidróxidos de hierro), "slikensides", bioturbaciones, moteados de color, y un desarrollo importante de nódulos; tanto de carbonato como de oxihidróxidos de hierro. Los primeros son redondeados, o con formas más alargadas, y de tamaño variable; mientras que, los segundos, son esféricos, y de tamaño inferior a 2 cm.

Estas facies presentan básicamente una composición cuarzosa (a veces se observa la presencia de fragmentos de rocas) de granos de tamaño limo grueso y arena fina, mientras que para la fracción arcillosa predominan la illita y la caolinita. Algunas muestras presentan esmectita, cuyo origen parece ser por neoformación, ya que aparece en los niveles más edafizados de las secuencias.

Todo apunta a que este tipo de facies representa la sedimentación en zonas alejadas de los canales, en una llanura de inundación, con importantes procesos edáficos y removilizaciones de material. Los flujos acuosos estarían poco confinados. Estos flujos y la edafogénesis serían responsables de la ausencia de estructuras en los sedimentos. En otras ocasiones, aparecen muy ligadas

a facies de gravas, encontrándose restos de caráceas, gasterópodos de agua dulce y espículas de peces. Responden en este caso, al relleno de canales abandonados.

Las facies de niveles carbonatados

A techo de las secuencias se produce un enriquecimiento progresivo en carbonatos pasando de términos constituidos por nódulos hasta horizontes continuos y compactos de calcreta.

Estas facies se encuentran en afloramientos continuos con extensión lateral considerable, siguiéndose por las laderas varias decenas de metros. En la vertical, estos horizontes pueden estar formados por una sólo capa, o bien, por varios niveles separados por capas fangosas de escaso espesor. Los niveles de calcretas o caliches presentan casi siempre tonos claros (10 YR 8/6-10 YR 6/6) y un espesor que usualmente no supera los 2m, llegando a alcanzar excepcionalmente hasta los 4m fuera de esta Hoja.

Los perfiles de los caliches muestran en el campo la sucesión vertical típica de horizontes morfológicos transicionales (ESTEBAN Y KLAA, 1983; GOUDIE, 1983), mientras que en muestra de mano suelen presentar alveolos rellenos de cemento esparfítico.

En lámina delgada las facies carbonáticas corresponden en general a caliches micríticos, microesparfíticos y/ esparfíticos, siendo el resultado de la precipitación secundaria de calcita. Algunas de estas facies presentan ostrácodos, que en ocasiones, son restos fósiles de la facies lutítica sedimentaria previa (facies de pequeños encharcamientos lacustres) y, otras veces, son restos removilizados de horizontes superiores, que por iluviación se depositan en los rellenos geopetales de "vugs".

El techo de estos niveles suele ser plano y neto; el tránsito a los niveles inferiores suele ser gradacional pasando a horizontes nodulares o alveolares ("honey comb") rellenos de arcilla, disminuyendo la proporción de carbonato hacia el sustrato inalterado. Es frecuente una cierta estructuración vertical con rizolitos de longitud decimétrica y de hasta 2cm de diámetro.

Estas calcretas de indiscutible origen edáfico, y por tanto asimilable a paleosuelos (horizontes petrocálcicos Bca) se superponen indistintamente a todas las litologías sedimentarias anteriores, transformando totalmente sus características litológicas y estructuras sedimentarias.

Se trata de "diferentes estadios de un proceso continuo que implica la disolución, redistribución y concentración de carbonato en función del clima, del drenaje y de la evolución relieve" (MOLINA, 1991). Los niveles (costras) de carbonato se forman bajo climas áridos y semiáridos, y un régimen de precipitaciones inferior a 600 mm/m² al año (GOUDIE, 1983).

Los carbonatos que se pueden asignar a calizas palustres son muy escasos. Dentro de la Hoja de León se ha observado al menos un nivel en el corte de Villaobispo- La Candamia (al este de la ciudad de León), donde se ha producido la precipitación del carbonato sedimentario, aunque posteriormente sufrió una emersión a consecuencia de la cual se ha generado una textura grueso-peletoidal . Dicha caliza está formada por facies micríticas (mudstone, biomicrita), en la que se aprecian restos de moluscos , ostrácodos y algas (caráceas y filamentosas). Dicha facies

encaja en el marco de llanuras de inundación con encharcamientos efimeros, someros y dispersos.

A partir de los analisis mineralógicos se puede decir que los principales minerales de estas facies son la calcita, el cuarzo, feldspatos y dentro de la fracción arcilla la caolinita, micas y en una muestra de un caliche esparfítico se ha detectado la neoformación de paligorskita (propia de medios continentales restringidos) que se encuentra rellenando grietas por "revestimiento", probablemente reemplazando la matriz illítico-esmectítica original.

Se interpretan como depósitos de llanura de inundación con una importante edafización, y con alta precipitación de carbonato. Ocasionalmente, se aprecia una carga fósil, sobre todo en las facies carbonatadas, que se corresponden con zonas de encharcamiento efímero, de corta extensión lateral, que han sido emergidas y sometidas a edafización y epigénesis carbonatada.

Interpretación sedimentológica

Las características sedimentológicas principales de los cortes estudiados en esta Unidad (HERRE-RO et. al., 1994) son las de un ambiente deposicional tipo fluvial con extenso desarrollo de llanuras aluviales de fangos (facies de desbordamiento) con desarrollo y abandono de canales "braided" laxos, rellenos lateral y verticalmente por acreción de barras trasversas en un contexto de partes medias-distales de abanicos aluviales no confinados de alta eficacia de transporte. La Unidad Polimíctica representa subambientes de llanura de inundación con modificaciones paleopedogenéticas muy importantes se caracteriza por la presencia de paleosuelos carbonatados (costras carbonatadas), exclusivos de esta Unidad, extensos y bien desarrollados. Dichos paleosuelos estan en relación con periodos largos de exposición, marcando áreas sin sedimentación, y además un clima árido o semiárido con lluvias estacionales (GOUDIE, 1983).

En esta llanura de inundación están instalados una serie de canales, que rara vez se sobrepone unos a otros, sino que, están aislados en los afloramientos. Ello hace muy difícil establecer una relación, entre los sedimentos de la llanura de inundación y estos canales contiguos. Las paleocorrientes medidas señalan flujos hacia el SO. Son muy estrechos y profundos (relación anchura/profundidad muy baja). Esto induce a pensar en una energía de transporte muy elevada, con un fuerte poder erosivo. Otras formas están menos canalizadas, son mucho más planares y más extensas lateralmente. En ellos, desaparecen casi por completo de clastos de caliza. Ahora bien, la presencia de la Litofacies Conglomerados de Villarroquel, implica la presencia de canales, con migración de barras de gravas hacia la llanura de inundación. La procedencia es del N y NO. (No se descarta la presencia de alguna colada de "debris-flow").

Correlación

La Unidad polimíctica es correlacionable cartográficamente de forma directa con los sistemas de abanicos aluviales de clastos poligénicos de COLMENERO *et al.* (1982 a), MANJÓN *et al.* (1982 b) y ALONSO *et al.* (1996), definidos al N.

Esta unidad se corresponde también con el sistema de Carrizo-Benavides de VARGAS *et al* (1984a), y con el sistema de Benavides de CORRALES *et al.* (1986), definidos al Oeste.

Hacia el S la correlación es también directa con la Facies Tierra de Campos, por lo que se modifica (NOZAL en. prep.) el esquema estratigráfico de correlación de PORTERO *et al.* (1982).

Esta Unidad es también en parte equivalente a las denominadas "Series Ocre" de MARTÍN-SERRANO (1989), definidas más al SO en el borde Zamorano-Leonés de la Cuenca del Duero.

Edad

Respecto a la edad de la Unidad Poligénica dentro de la Hoja no se han encontrado restos fósiles clasificables, ya que las muestras analizadas para micromamíferos no han dado resultados. No obstante existen datos clásicos de macromamíferos con los que se puede precisar dicha edad, aportados por ROYO GÓMEZ (1930,1934), BERGOUNIOUX y CROUZEL (1958), BATALLER y HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1944), GARCÍA SAINZ (1955) y ALBERDI Y AGUIRRE (1970) y recopilados por PORTERO *et al.* (1982, 1983), obtenidos en yacimientos próximos. De este modo podemos citar los yacimientos de Villaobispo de las Regueras (en esta Hoja) (*Mastodon angustidens* CUV., *Trilophodon angustidens* CUV., *Gomphotherion angustidens* CUV.), de Santa María del Páramo (Hoja 194) (*Trilophodon angustidens* CUV.), de Urdiales del Páramo (Hoja 194) (*Dinotherium giganteum* KAUP, *var. aevius* JORDAN, *Rhinoceros sp.*, *Palaeoplatyceros hispanicus*, *Minomeryz ap. e Hyaena sp.*) y él de La Bañeza (Hoja 231) (*Trilophodon angustidens* CUV.), además de los yacimientos de mastodontes de Mellanzos (Hoja 162) y Mansilla del Páramo (Hoja 194). Todos ellos proporcionan una edad Astaraciense (biozonas MN 6, MN 7 y MN 8) en facies equivalentes a las de la parte alta de esta Unidad.

Por otra parte, en el yacimiento de Relea, situado muy cerca del techo de esta Unidad (Hoja 164), se determinan restos de *Hiarion cfr. primigenium melendezi* ALBERDI, además de otros restos citados en ARAGONÉS *et al.* (1982), que proporciona para este yacimiento una edad Vallesiense Inferior (biozona MN 9).

PORTERO *et al.* (1982) sitúan por encima de la base de las Facies Cuestas el límite Astaraciense-Vallesiense Inferior. Con los datos históricos de macromamíferos ya reseñados, la parte superior de la Unidad Polimíctica responde a una edad Aragoniense Superior (Astaraciense Superior) a Vallesiense Inferior.

1.2.2. Conglomerados silíceos, arenas y limos. Unidad Silícea (Mioceno Superior: Vallesiense Inferior-Turolense?) (2).

Cartográficamente esta Unidad se restringe a las zonas altas de los interfluvios de los grandes ríos donde se ha preservado de la erosión cuaternaria. La disposición de los sedimentos es horizontal con pendiente deposicional hacia el S. Por lo general esta Unidad presenta mala calidad de afloramientos, limitándose los cortes a unos veinte metros basales, aunque puede alcanzar los 85 m, siendo superado en las hojas situadas más al N. Se aprecia una clara disminución de espesor hacia el S, configurando una morfología en cuña.

Los procesos de erosión y vaciado sufridos en el relleno sedimentario de la Cuenca hacen que los depósitos correspondientes a esta Unidad queden topográficamente colgados a cotas próximas a los 1000 m alcanzando los 940-930 m en el punto más bajo (zona norte-central de la Hoja).

El contacto entre las dos Unidades resulta difícil de observar ya que las laderas se presentan siempre coluvionadas salvo en escasos afloramientos, como son los cortes de la margen izquierda del río Orbigo. En el borde norte de la Cuenca este límite parece corresponderse con una discordancia angular local asociada a un dispositivo en "onlap" sobre los depósitos correspondientes a los abanicos poligénicos e incluso sobre los sedimentos mesozoicos y paleozoicos (ALONSO *et al.* 1996; LOPEZ *et al.* 1991a).

En zonas situadas al este se identifica también esta discordancia reconociéndose una marcada discontinuidad de tipo secuencial (LÓPEZ *et al.* 1991b).

En esta Hoja aunque paraconforme a nivel de afloramiento se ha cartografiado como una disconformidad (HERRERO *et al.*, 1994), generando a escala cartográfica paleorreliques (Fig. 6), sin que por el momento podamos precisar si se trata de una forma claramente erosiva o si corresponde a un relleno pasivo de paleomorfológicas deposicionales previas o a la combinación de ambas. En el primer caso nos llevaría a admitir la existencia de una interrupción sedimentaria importante, durante la cual se produciría erosión y vaciado (al menos para estos sectores de la Cuenca) con resedimentación de los materiales erosionados hacia zonas más distales.

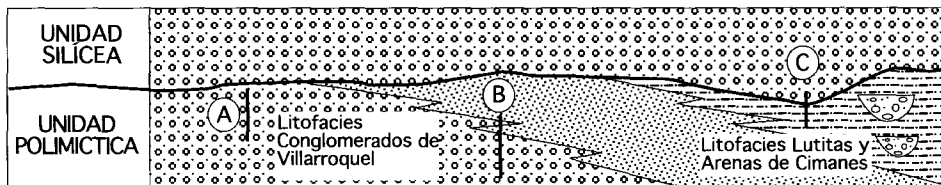
El relleno pasivo de formas previas no presentaría problemas teniendo en cuenta el contexto sedimentario en el que se enmarca la zona: orla de abanicos aluviales de distintos tamaños que se solapan y superponen en el tiempo.

Desde el punto de vista litológico esta Unidad se caracteriza por la presencia de elementos clásicos exclusivamente silíceos: cuarcitas, areniscas y cuarzo; se diferencia además de la Unidad infrayacente por la ausencia de calcimorfos y de cementaciones carbonatadas. Otras diferencias que se observan en la Hoja de León son la presencia local de cementaciones de hierro y las facies gruesas se presentan en bancos de mayor extensión lateral respecto las que existen en la Unidad Polimíctica.

En el escarpe del río Orbigo, pueden existir a la hora de separar esta Unidad de la Litofacies Conglomerados de Villarroquel, puesto que, se trata de facies muy similares. Sin embargo esta Unidad queda topográficamente más alta que los Conglomerados de Villarroquel, que además, muestra un paso lateral hacia el sur, hacia otra litofacies, más características de la Unidad Polimíctica (Fig.6).

Los perfiles levantados en esta Unidad son muy cortos y están muy localizados, por ello se ha optado por completar su estudio con datos de Hojas vecinas. La Unidad Silícea está constituida por secuencias detríticas granodecrecientes, con potencias entre 2 y 8 m, aunque localmente pueden superar los 10 m. Aparecen facies de gravas, arenas y fangos siendo más importantes las primeras.

Las facies de gravas son ortoconglomerados con matriz arenosa y microconglomerática muy gruesa, de colores rojo-anaranjados (10R4/6). La cementación está ausente, tan sólo se aprecia una impregnación local de oxihidróxidos de hierro. Los clastos son de naturaleza silícea: cuarcita, pizarra, arenisca, y algún canto blando. La forma es subredondeada a redondeada, aunque, los clastos de pizarra son más angulosos y están muy alterados. Algunos de los clastos están



Columnas estratigráficas A-Villarroquel, B-Secarejo y C-Cimanes del Tejar I.

Fig. 6.- Esquema estratigráfico sintético de la parte occidental de la Hoja de León, mostrando la posición de las principales secciones estratigráficas.

rodeados de pátinas de oxihidróxidos de hierro, y otros están muy decolorados y "picoteados" con una pérdida de hierro muy notable. El límite inferior es erosivo y el superior gradacional.

Internamente pueden presentar estratificación horizontal, estratificación cruzada en surco, con láminas muy tendidas, y pueden también ser masivos. Contienen abundantes clastos imbricados. Las paleocorrientes medidas se dispersan entre 180° y 250°.

Los análisis de R-X efectuados en la matriz de los conglomerados muestran como minerales principales cuarzo (rojo, blanco y amarillo) plagioclasas y un contenido de arcillas bajo (mica, caolín). El estudio de minerales pesados muestra como minerales más representativos: óxido de hierro hasta un 35%, circón 24%, turmalina y rutilo hasta un 4,2%, sulfuros de Fe hasta 2,4% e ilmenita 0,9%; como accesorios: biotita y oro.

Estas facies están relacionadas con el relleno de canales y con la migración de barras de gravas de diversos tipos.

Las facies de arenas son de menor importancia. El límite inferior es gradacional con las facies de gravas. Tienen un tamaño entre gruesas y finas, y no superan los 3 m de espesor. La matriz es fina y su color es normalmente rojo-anaranjado. Contienen abundantes micas y manchas hidromórficas. Su ordenamiento interno generalmente está ausente, aunque pueden presentar estratificación cruzada en surco y laminaciones de ripples.

Representan la construcción de formas menores, dunas y megaripples. Pueden también responder a una sedimentación en zonas alejadas de los canales dentro de una llanura de inundación donde se produce una edafización incipiente.

Las facies fangosas son escasas en esta Hoja, aparecen a techo de secuencia. Son limos arenosos con potencia variable. Presentan un color ocre-rojizo (10YR6/6 a 5/4) con manchas hidromórficas y un desarrollo de agregados estructurales de tipo prismático con algunos cutanes. Este tipo de facies representa la sedimentación en zonas muy alejadas de los canales, en una llanura de inundación. Los flujos acuosos estarían poco confinados. Estos flujos y la edafogénesis serían responsables de la ausencia de estructuras en los sedimentos.

Interpretación sedimentológica

En resumen, esta Unidad corresponde a facies medias distales de abanicos aluviales silíceos enraizados en los bordes de la Cordillera Cantábrica; los conglomerados y gravas cuarcíticas representan depósitos fluviales canalizados tipo "braided", los fangos ocreos representan los episodios correspondientes a llanuras de inundación.

En afloramientos situados más al N se describen coladas de "debris-flow" muy viscosas alternantes con depósitos tipo "braided", VARGAS *et al.* (1984).

Correlación

Esta Unidad se correlaciona cartográficamente de forma directa con los abanicos siliciclásticos de

COLMENERO *et al.* (1982a), GARCÍA RAMOS *et al.* (1982 b) y MANJÓN *et al.* (1982a) y en parte engloba a la Facies Ferreras-Velilla de PÉREZ GARCÍA (1977);.

En la Hoja colindante de La Robla (129), LEYVA *et al.* (1984), definen los abanicos de clastos silíceos: Barrillos, Camposagarado y Villarrodrigo de Ordás. Por su posición la Unidad Silícea puede corresponder con los dos primeros abanicos de estos autores.

Se corresponde por tanto con los últimos episodios de relleno de la Cuenca del Duero o abanicos silíceos onlapantes sobre el borde (postectónicos) de ALONSO *et al.* (1996).

Edad

Hasta hoy no se ha encontrado ningún resto fósil en esta Unidad Silícea.

De acuerdo con observaciones en áreas situadas al este (NOZAL *en. prep.*), los abanicos silíceos se disponen por encima de los yacimientos de Saldaña, Relea e Itero Seco, por lo que la edad de esta Unidad que tratamos debe ser Mioceno Superior, y mas alta de MN-9 (la edad más alta determinada para los abanicos polimícticos). Por tanto puede asignarse una edad Vallesiense superior-Turoliense?.

1.2.3. Gravas silíceas y arenas. Aluvial Fini-neógeno , "Raña" (Plioceno). (3)

En la zona que abarca la Hoja de León y la inmediatamente situada al N (Hoja 129) no se había diferenciado ningún depósito por encima de los abanicos silíceos. SUÁREZ RODRÍGUEZ *et al.* (1994) en el Mapa geológico de la Provincia de León diferencian un aluvial-finineógeno en este sector de la Cuenca del Duero. En esta Hoja se ha cartografiado la Raña exclusivamente en dos pequeños afloramientos situados en el borde septentrional-central (Alto de Los Llanos), ya que los afloramientos más extensos se sitúan en la Hoja de La Robla, donde la cota más alta alcanzada por éste depósito se encuentra a unos 1200 m., llegando hasta los 1.060-1.050 m en la Hoja de León.

ARAGONES *et al.* (1982) y COLMENERO *et al.* (1982) denominan Raña a un tipo de depósitos siliciclásticos que constituyen un amplio abanico muy aplanado que tiene su ápice situado al norte de Guardo (Hoja 132), recubriendo los depósitos miocenos en los que se encaja (base erosiva).

Con ese mismo criterio de superficie culminante, y por su clara diferenciación respecto de las terrazas de los cursos fluviales de los ríos Órbigo y Bernesga se ha considerado también como Raña, los replanos más altos parcialmente incididos, que se sitúan en dicho intefluvio. Litoestratigráficamente la separación de los sedimentos de la Raña, del resto de los materiales de la Unidad Silícea, no tiene razón de ser al considerarse que este episodio tiene un significado estrictamente geomorfológico (MARTÍN-SERRANO, 1988).

En la Hoja de León se trata de un depósito silíceo, de escasos metros de potencia, al que se puede denominar Superficie o Raña de Camposagrado, ya que debido a la mala calidad de los afloramientos pudieran estar incluidos dentro de la Raña los términos litológicos más altos de la Unidad

Silíceas, e incluso removilizaciones de niveles de dicho abanico.

Aunque este depósito se encuentra en su mayor parte fuera del entorno de la zona estudiada, se pueden hacer algunas anotaciones. La Raña de Camposagrado en realidad presenta una superficie muy degradada en detalle, suavemente ondulada; la cual se podría enlazar con la Raña de la Hoja de Riello (128) (MARTÍN PARRA, 1989) situada al noroeste, ya que se mantienen las mismas cotas.

Por otra parte, a diferencia de otras "rañas" descritas en el borde norte de la Cuenca del Duero y que constituyen el techo del piedemonte, al N de esta zona (H-129) se observa que la Raña de Camposagrado se encuentra encajada, al menos 100m. respecto al Abanico de Barrillos (Unidad Silíceas) preservado en una zona más alta (Alto de los Negrones- 1322 m-). Con estos datos y observando las cartografías del entorno, se deduce una procedencia NO para esta raña.

El rasgo morfológico parece que lo confiere un único nivel conglomerático de escasos metros de potencia constituido por cantos y bloques mal calibrados de cuarcitas, areniscas y cuarzo siendo frecuente la presencia de cantos arenizados. La matriz con distribución irregular, de tonos amarillentos con hidromorfías rojas y blancas, está formada por arenas y arcillas. Debido a la mala calidad de afloramientos no se observan estructuras sedimentarias pues la mayoría de los afloramientos, corresponden al perfil del planosuelo antiguo desarrollado sobre estos materiales, con buen desarrollo de los horizontes A1, A2, Bt y C (MOLINA 1982).

Es frecuente la presencia de pátinas marrón-rojizas casi negras, en las gravas, asociadas al horizonte más superficial de color gris o pardo . Aunque este horizonte no es exclusivo de las Rañas sino que puede aparecer sobre otras zonas planas e incluso sobre las terrazas más antiguas.

A pesar de su carácter azoico, la Raña se ha atribuido al Plioceno (HERNÁNDEZ PACHECO 1932) o al límite Plioceno-Pleistoceno (HERNÁNDEZ PACHECO 1966; AGUIRRE *et al.* 1966, PÉREZ GONZÁLEZ 1979). ARAGONES *et al.* (op.cit.) en la Hoja de Saldaña considera como Pliocuaternario los depósitos de tipo Raña.

Las precisiones cronoestatigráficas anteriores, se deben obviamente a la situación morfológica de la Raña, ya que a partir de ella se encajan los sistemas de terrazas de los ríos mesetenses (MARTÍN SERRANO, 1988a, 1991).

1.3. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios en la Hoja alcanzan un buen desarrollo superficial, con una edad comprendida entre el Pleistoceno y el Holoceno.

Habitualmente se considera que el paso del Plioceno al Pleistoceno se hace a lo largo de un proceso de cambio de régimen fluvial (endorreico a exorreico) de las Mesetas. De este modo, las terrazas altas de los ríos de la Península Ibérica pueden asignarse al Pleistoceno (AGUIRRE 1989). MARTÍN SERRANO (1988b,1991), considera sin embargo que no se puede pensar en un paisaje finineógeno sincrónico, ya que la progresión de la nueva red fluvial no puede alcanzar a todos los lugares al mismo tiempo. La aplicación de esta hipótesis explica el diferente grado de disecación de las distintas cuencas terciarias, que habrían sido capturadas en distintas épocas, determi-

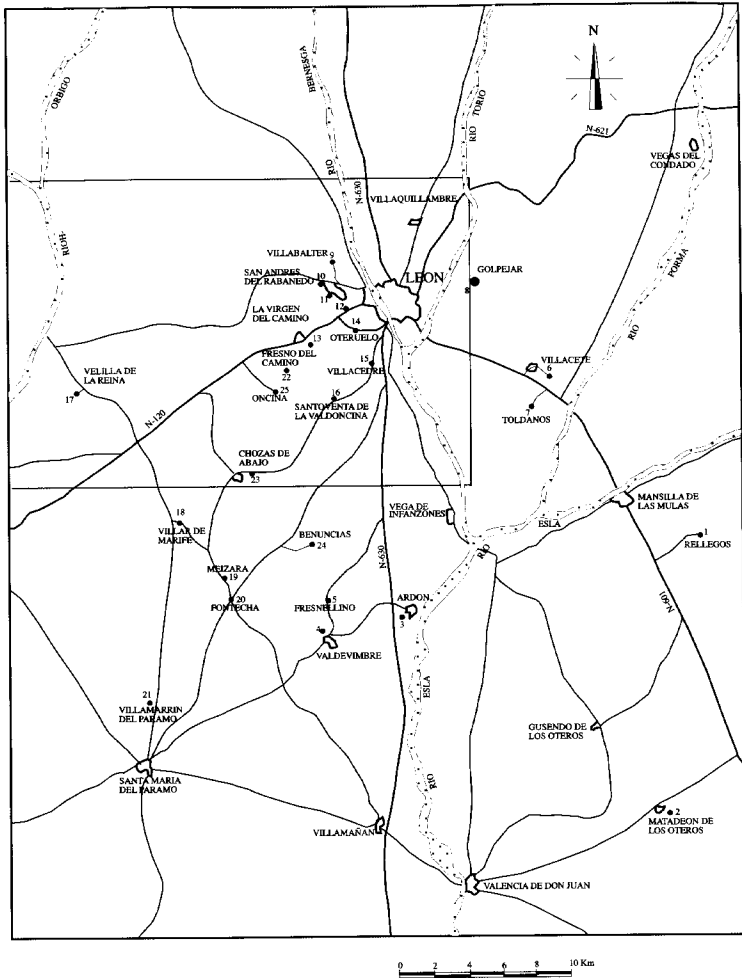


Fig. 7.- Localización de los yacimientos del Paleolítico Inferior de los alrededores de León. Tomado de Castellanos (1986).

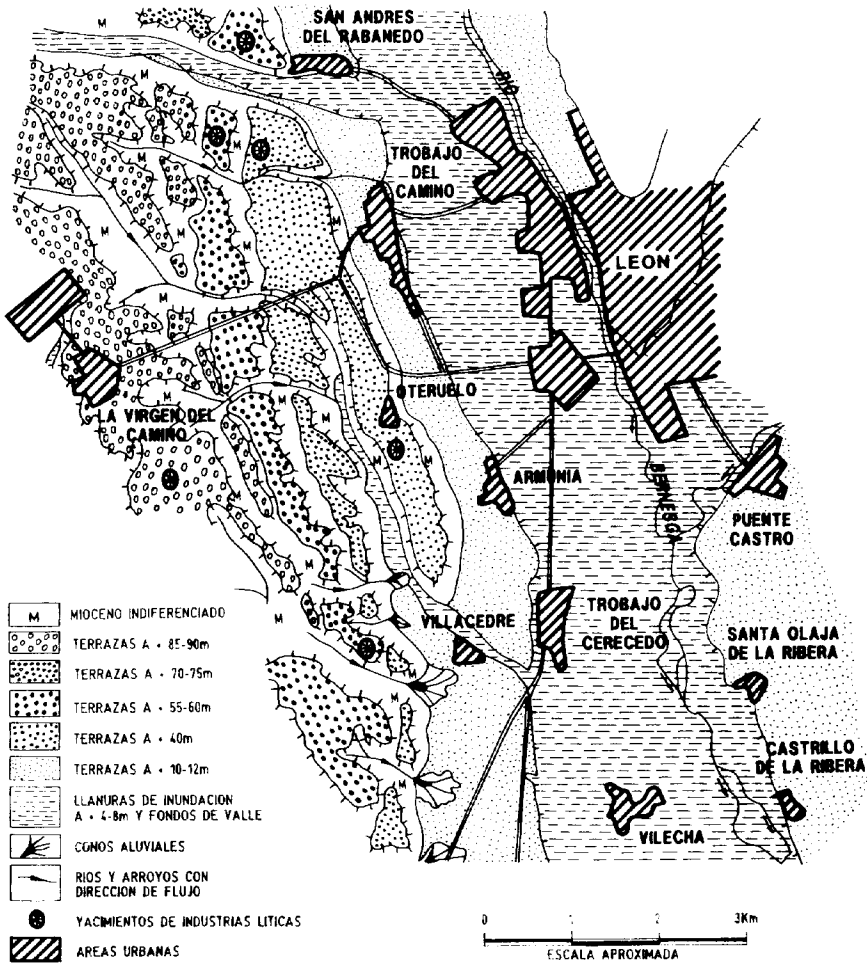


Fig. 8.- Esquema geomorfológico de la vertiente occidental del Valle del Bernesga en el sector próximo a la ciudad de León. Según Rodríguez Fernández en Castellanos (1986).

nado así el inicio del "Cuaternario", con un límite cronológico arbitrario y propio de cada cuenca e incluso de cada sector de la misma.

A pesar de todas estas ideas y puesto que no existen dataciones, consideramos como Cuaternario todo sedimento que se relaciona directa o indirectamente con la red fluvial actual.

La mayoría de estos depósitos cuaternarios son de origen fluvial, correspondiendo a terrazas de los ríos Órbigo, Bernesga y Torío. Otros depósitos frecuentes son los fondos de valle, los glacis, las llanuras de inundación de los tres ríos principales, los conos de deyección y abanicos aluviales junto con otros sedimentos más recientes como los coluviones y algunos depósitos de zonas de encharcamiento de origen lacustre o fluvial.

Aunque no existe una cronología precisa para los depósitos cuaternarios a falta de datos paleontológicos, se realiza una cronología relativa, como se expresa en las leyendas de los mapas geológico y geomorfológico; asignando parcialmente a algunos depósitos de glacis una edad Plioceno superior, por su relación con otras formaciones más antiguas.

Las terrazas superiores a intermedias se asignan al Pleistoceno y las más bajas junto con el resto de depósitos cuaternarios se les ha asignado una edad correspondiente al Holoceno; apoyándonos en algunas dataciones mínimas que atestiguan la presencia de culturas del Paleolítico Inferior (CASTELLANOS, 1986) en las terrazas del margen derecha del río Bernesga y en algunos yacimientos de las terrazas del río Órbigo (Figs. 7, 8).

1.3.1. Gravas y lutitas. Glacis (4).

Dentro de los escasos estudios que se han realizado sobre los depósitos cuaternarios, existe un trabajo de RAYNAL y NONN (1968) donde realizan un estudio general de las formaciones cuaternarias, como terrazas y glacis entre Galicia y la parte oriental de la provincia de León. Estos autores citan la presencia de glacis en Carbajal de la Legua y al SO de la ciudad de León, en los que describen potencias mayores a 1,5 m. Aparecen constituidos por lentes de "gelifractos", cantos groseros, moderadamente consolidados por una matriz de material fino y a veces pequeños niveles calcáreos, con colores rojizos y gris-ocres.

En el mapa geológico de León se observan sobre todo este tipo de depósitos en el sector norte y central de la misma. Se sitúan en zonas de vertiente, de forma aislada o enlazando depósitos miocenos a terrazas del río Órbigo, como sucede en la parte central, o bien encajadas y/o enlazando la raña o aluvial finineógeno con la Unidad Silíceas al N de la Hoja.

Litológicamente están formados por gravas silíceas, tanto cuarcíticas como de areniscas ferruginosas, de tamaños variables (menor a 1cm-mayor a 10 cm.), con matriz arenoso-arcillosa. En algunos puntos, al norte, se observa una alteración rojiza importante en los centímetros superiores, presentando los cantos una tonalidad rojiza oscura. Su espesor no se conoce con exactitud pero suele ser menor a 2m.

Se les ha asignado una edad Pleistoceno Superior-Holoceno, exclusivamente basado en su relación con otros sedimentos terciarios y cuaternarios, al no disponer de dataciones.

1.3.2. Gravas y arenas. Terrazas (5, 6, 7)

En la Hoja aparecen distintos niveles de terrazas que pertenecen a los ríos Órbigo en la parte occidental y a los ríos Bernesga y Torío en la oriental, junto una pequeña representación del río Porma en la esquina SE. También existe alguna terraza de rango menor perteneciente a los Arroyos de Valdesquilo, de la Oncina y del Valle. Los ríos Omaña y Luna, que aparecen en la esquina NO, no tienen depósitos de terrazas en esta Hoja.

Entre otros autores previos, que han estudiado la cuenca del río Esla, podemos citar a LEGUEY y RODRÍGUEZ (1970) los cuales modifican en su nomenclatura el orden habitual de numeración de las terrazas, considerando tres niveles para esta cuenca, es decir denominan a las terrazas más bajas el "primer nivel de terraza" luego "segunda terraza" y a las más altas "tercer nivel de terraza". TORRENT (1976) indica para la cuenca del Esla 13 niveles de terraza. SUÁREZ RODRÍGUEZ *et al.* (1994) realizan una cartografía a escala 1:200.000 de la provincia de León, donde agrupan las terrazas de la cuenca del Esla en 4 niveles: superior, media-superior, media-inferior e inferior.

En la Hoja de León estarían representadas todos los niveles diferenciados por los últimos autores, aunque no se ha seguido dicha nomenclatura, ya que este trabajo es más detallado y se ha considerado mejor realizar una división más coherente con los afloramientos de dicho entorno, dentro del marco general de la Cuenca del Duero.

El principal curso de agua que atraviesa el oeste de la Hoja por el Oeste es el río Órbigo, con una dirección N-SSO. Este río ha dejado importantes terrazas al menos en extensión superficial (ver Mapa Geomorfológico), formando la comarca natural del Páramo Leonés. En esta Hoja afloran 9 niveles de terrazas de este sistema fluvial, desdoblándose algunas de ellas hacia el Sur, al mismo tiempo que aparecen otras nuevas.

De acuerdo con la tendencia general de la Cuenca del Duero estos depósitos del Órbigo se han considerado como terrazas media-superior y medias-inferiores, que van desde cotas de +90m a +28-22m, y los dos últimos niveles, que afloran en la esquina SO, se consideran terrazas bajas con cotas entre +15m y + 5m.

Al Este, el río Bernesga corre en una dirección próxima a la N-S. Presenta once niveles de terrazas que se sitúan entre las cotas de +190 m y +5 m, sobre el cauce actual. Así las terrazas que hemos denominado superiores van desde los +190-160m a los +105m; la terraza media-superior se encuentra bien desarrollada, de ahí su separación del resto, con una cota de +100-90m en relación al "talweg". Las terrazas medias-inferiores van desde los +80-70m a los +30-25m. Y las terrazas bajas están formadas por dos niveles desde los +20m a los +5m.

Por la esquina nororiental discurre el río Torío con una dirección NNE-SSO, asociadas al éste afloran ocho niveles de terrazas, algunas de ellas bastante desmanteladas. Este río presenta cotas entre los +115-110m sobre el cauce actual. Para las terrazas superiores y unos +98-90m para la terraza media-superior; para las terrazas medias-inferiores las cotas van desde los + 80m a los +15m, y para las bajas entre +10m y +5m.

Además en la esquina suroriental aparece una terraza del río Porma (estudiada en detalle por NOZAL *et al.* in litt.,), con una cota de +90m respecto al cauce actual, por lo que se considera una terraza media-superior.

La carga fluvial transportada por estos ríos ha sido de gravas y arenas muy gruesas, de la misma manera que ha sucedido en otras partes de la Cuenca (MOLINA y PÉREZ GONZÁLEZ, 1989).

Las cargas transportadas tienen un alto porcentaje (60-70%) de cantos y gravas, con características litológicas bastante comunes en términos generales ya que presentan un alto contenido en clastos de cuarcita, de areniscas ferruginosas, litarenitas y en menor proporción de conglomerados, sedimentos del Terciario, cuarzo, algún clasto de rocas ígneas, y de pizarras metamórficas, no aparecen calizas. Los tamaños que oscilan entre 4 y 25cm de diámetro correspondiendo los mayores centiles a las terrazas del Órbigo y Bernesga; la matriz es arenosa amarillenta y mayoritariamente silíceas.

Estos materiales proceden de los sedimentos terciarios del borde Norte de la Cuenca del Duero, del reciclaje de terrazas más antiguas y otra parte importante procede de las rocas paleozoicas de la Cordillera Cantábrica y de los Montes de León, donde se encuentran las cabeceras de dichos sistemas fluviales. La matriz, si existe, suele ser arenosa, con granos de cuarzo y feldspatos; otras veces es microconglomerática. Así pues, la mayoría son terrazas siliciclásticas con un color rojizo predominante, estando las más antiguas algo más enrojeadas.

Sobre las terrazas altas han tenido lugar procesos de alteración que básicamente han consistido en rubefacción acompañada de illuviación de arcillas, rasgos de hidromorfismos y cantos decolorados, desarrollándose suelos rojos del orden de los Altisoles con diferente grado de madurez en función de la antigüedad de la terraza.

Destacan en los depósitos de los ríos Órbigo y Bernesga cantos recubiertos con pátinas de manganeso, algunos cantos fracturados en las terrazas altas, medias y a veces en las intermedias. Como se ha comentado anteriormente la extensión superficial de algunas de las terrazas es grande, pero no así su potencia en general, ya que no suelen sobrepasar los 4 m., situándose normalmente entre los 3 y 1m. Su espesor no siempre es fácil de observar, ya que no suele aflorar su base o se encuentran sobre facies conglomeráticas miocenas, siendo difícil discernir entre ambas, dada la similar naturaleza litológica y de facies que presentan ambos depósitos.

En estos casos, como cita BARBA (1991), nos hemos basado en el grado de alteración que presentan los depósitos de las terrazas que suelen encontrarse en mayor o menor medida rubefactados. En otras ocasiones, los depósitos conglomeráticos terciarios suelen presentar "sets" de estratificación cruzada de mediana escala, mientras que las terrazas en general son más masivas y con granoclasificación normal de los clastos.

El nivel más alto de terrazas, que se registra en esta Hoja, pertenece al río Bernesga, situado a +190-160m. Al N se encuentra instalado sobre los materiales terciarios de la Unidad Silíceas, encajada sobre la Raña y el glacis más antiguo. Hacia el S, se encuentra sobre los materiales de la Unidad Polimíctica. El resto de las agrupaciones de terrazas que se observan en el mapa geológico se disponen siempre sobre los materiales terciarios de la Unidad Polimíctica, sin embargo en

algunos puntos, sobre todo en el caso de las terrazas intermedias, bajas y la llanura actual de los cauces más importantes, pueden situarse sobre otra terraza previa, pudiendo hablarse de "terrazas solapadas", ya que no se observa el sustrato.

Se tratan de depósitos de carácter fluvial, en los que se observan estructuras internas como estratificaciones cruzadas a gran escala, estratificación cruzada planar, bases erosivas, cicatrices internas de relleno de canal, laminaciones cruzadas y paralelas, barras longitudinales, transversales y de acreción lateral, imbricaciones de cantos; predominando las facies de gravas (conglomeráticas) sobre las facies de arenas y una escasa representación de facies lutíticas de acuerdo con (HERRERO, 1994), todo ello indicando un modelo de canales de tipo "braided".

Por último se debe indicar que la división en terrazas altas, media-alta, medias-inferiores y bajas no implica una cronología clara, respecto a las divisiones del Pleistoceno y del Holoceno.

Edad

La edad de estos depósitos es muy problemática, por la práctica ausencia de flora y fauna datable. Aunque se pueden realizar algunas precisiones, partiendo del hecho de que la red fluvial se encaja a partir de la raña o aluvial fini-neógeno, produciéndose la jerarquización de dicha red. En este caso, si para la raña se admite de forma general una edad Villafranquiense, con las debidas reservas, todas o la mayoría de las terrazas altas de los ríos principales se pueden asignar al Pleistoceno. Por otra parte, existen datos arqueológicos relacionados con las terrazas medias y altas, que son los únicos que nos dan información cronológica relativa de estos depósitos cuaternarios.

Así CASTELLANOS (1986) realiza un estudio del Paleolítico inferior en la Submeseta Norte, trabajando en la Hoja de León y otras colindantes hacia el sur y este (En la Fig. 7 se observa la localización de los yacimientos). Este autor recolecta, entre otras, industria lítica del Paleolítico Inferior sobre las terrazas medias de la margen derecha del río Bernesga, al oeste de la ciudad de León, (T2, T3, y T5 de la Fig. 8, Mapa Geomorfológico realizado por RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ en CASTELLANOS, 1986) clasificandola como Achelense Medio (Pleistoceno Medio). Estas terrazas equivalen en el Mapa Geológico de la Hoja 161 a las terrazas medias inferiores (Bi, Bg) y media superior (Be). Los restos aparecen de forma secundaria, es decir no in situ, lo cual limita la datación, pero en todo caso las terrazas más recientes (terrazas bajas o T2 y T1 de este autor) serían contemporáneas o anteriores al periodo considerado: entre los 400.000 y 128.000 años a. A.

1.3.3. Limos, arenas y cantos. Fondos de valle (9).

Son depósitos actuales y subactuales. Se consideran fondos de valle todos aquellos depósitos asociados a pequeños valles de fondo plano y barrancos de funcionamiento estacional formados por materiales de carácter fluvial o por la combinación de estos con los aportes de las laderas (aluvial-coluvial); destacando en la Hoja de León los de los Arroyos de Valdecelada, Valdesquilo, del Valle, de la Oncina, de los Morales, del Valle de la Virgen y el situado al NE de la ciudad de León, por donde circula la Acequia Presa Vieja.

Dentro de este apartado en el Mapa Geológico se han incluido zonas de encharcamiento estacional, no así en el Mapa Geomorfológico donde se han diferenciado del resto de los depósitos

superficiales; básicamente formados por limos muy finos de colores pardo-verdosos.

1.3.4. Limos, arenas y cantos silíceos. Llanura de inundación (10) .

En este apartado se incluyen los depósitos fluviales recientes relacionados directamente con la red actual. Los más significativos son los que constituyen la ribera del Órbigo, con anchuras de más de 3 Km a la altura de Quintanilla de Sollamas, y la vega del Bernesga con anchuras que a veces superan los 2Km, no así la llanura del Torío que no suele sobrepasar el kilómetro de ancho. La litología de estos depósitos es similar a los que presentan los niveles de terraza aunque texturalmente suelen presentar un mayor contenido de finos. A techo aparecen los limos y arcillas de inundación, sobre los que se desarrollan los fértiles suelos pardos de vega (Entisoles).

En la vega del río Bernesga se pueden observar meandros y cauces abandonados, aunque a primera vista no se observen por la repoblación forestal (chopo) o bien por los cultivos de regadío desarrollados en la llanura.

Debido a la regulación de algunos de los caudales de los principales ríos de la Cuenca del Duero, mediante presas en zonas de cabecera, como el río Órbigo, estos depósitos han dejado de ser funcionales en la actualidad, pero se deben considerar en la evaluación de riesgos por avenida en casos de lluvias excepcionales. Por otro lado las cuencas de los ríos Torío y Bernesga no están reguladas y, de hecho, según LÓPEZ BENITO *et al.* (1991) se producen inundaciones con cierta frecuencia, por lo que se recomienda un uso racional de la llanura de inundación.

La edad de la llanura de inundación del río Esla en Villarrabines (Hoja de Villamañan, 232) según TORRENT & ROQUERO (1974), datada mediante Carbono 14, es del Neolítico (3.300 años a A.), en "graneros y hogares", a 3 m. sobre el lecho del cauce. Por "analogías" podría pensarse que la llanura del Bernesga (afluente del Esla) tiene una edad parecida, es decir estas llanuras de inundación no son recientes.

1.3.5. Cantos, limos y arenas. Conos de deyección y abanicos aluviales (11).

Estos depósitos responden a una misma génesis, diferenciándose en la morfología que presentan. Los conos de deyección son de dimensiones pequeñas y generalmente con bastante pendiente, aparecen localizados preferentemente en la salida de pequeños barrancos a un valle de fondo plano de orden superior; buenos ejemplos aparecen en las márgenes izquierdas de los ríos Órbigo, Torío y Bernesga, y en los arroyos de la Oncina y del Valle.

Los abanicos aluviales, más amplios, aplanados y con una pendiente más baja que los conos. Se desarrollan sobre las llanuras de inundación y las terrazas bajas sobre los que progresa como los que aparecen en las riberas del Bernesga. Torío y Órbigo.

El espesor de estos depósitos es variable pero por lo general de orden métrico, y la composición litológica muy heterogénea con gran porcentaje de finos y cantos de naturaleza muy diversa, aunque básicamente silícea.

1.3.6. Arenas y cantos. Coluviones (12).

Los coluviones son depósitos frecuentes en toda la Hoja, fundamentalmente a lo largo de las

laderas y escarpes regularizados, entre los glacis y fondos de valle, glacis y terrazas, o entre terrazas; pero tan solo se han representado algunos de estos depósitos en la parte oriental, con el fin de no ocultar cartográficamente el sustrato terciario donde se asientan.

Están constituidos por elementos litológicos derivados tanto del terciario como de la raña, glacis y terrazas, predominando los cantos cuando se desarrollan a partir de estos últimos depósitos.

1.3.7. Arenas y gravas. Lecho actual (13).

El lecho actual corresponde a los depósitos estrictamente fluviales asociados a los cursos permanentes, en este caso el Órbigo al Oeste y el Bernesga y Torío al Este, en los que son frecuentes los meandros y cauces abandonados con depósitos formados por barras de gravas y arenas

El lecho actual se encuentra ligeramente encajado (1-2m) sobre la llanura de inundación siendo totalmente funcional este sector del cauce durante la estación más lluviosa, quedando notablemente restringida (canal de estiaje) en las épocas de menor escorrentía.

En los alrededores de la ciudad de León tanto el curso del Bernesga como el del Torío se encuentran encauzados artificialmente (canalizados).

2. TECTÓNICA

2.1. TECTÓNICA ALPINA

La Hoja de León se sitúa próxima al borde meridional de la Zona Cantábrica y al borde oeste de los Montes de León.

En general, los procesos tectónicos enmarcados dentro de la Orogénesis Alpina, han sido los causantes de un rejuvenecimiento del relieve, que han dado lugar al actual afloramiento de la Zona Cantábrica.

La estructura alpina de la Zona Cantábrica está constituida por un bloque del basamento paleozoico elevado (PULGAR y ALONSO, 1993). Según ALONSO *et al.* (1994, 1996) consiste en una gran flexión monoclinar regional, que puede explicarse con un modelo de pliegue de flexión de falla modificado, originado por el despegue solidario del basamento y cobertera, situado aproximadamente a una profundidad de unos 15 Km y con un desplazamiento de unos 25 km (a lo largo de una larga rampa que alcanza la superficie en el sector central del frente sur de la Cordillera). Este cabalgamiento alcanza la superficie únicamente en el sector central del frente sur de la Zona Cantábrica, mientras que en los sectores oriental y occidental el cabalgamiento acomoda su desplazamiento mediante un pliegue de propagación de falla (ALONSO *et al.* 1994). Dicho pliegue ocasionó la inversión de la cobertera mesozoica en el flanco Sur del mismo, al tiempo que generó discordancias en los materiales terciarios (GARCIA-RAMOS *et al.* 1982) situados por delante.

En la última etapa de la inversión se desarrollan numerosas fallas inversas directamente relacionadas con la deformación alpina, algunas de ellas habían actuado como distensivas y sufren rejuegos pasando a comportarse como inversas. Todo ello puede observarse en los perfiles sis-

micos del sector septentrional de la Cuenca del Duero, en donde la deformación alpina fué escasa.

La flexión cortical provocada al emplazarse el cabalgamiento alpino originó la típica cuenca de antepaís por delante del frente orogénico cantábrico: la Cuenca del Duero, que va a ir rellenándose con los materiales detríticos procedentes de la erosión de los relieves creados al Norte, borde tectónicamente activo y los existentes en la parte occidental que la circundan. Hacia el sur, y suficientemente alejados de la influencia de este borde, la Cuenca adquiere un carácter atectónico en sentido amplio.

Así pues, en esta Hoja la disposición de los materiales terciarios, que en ella afloran, es horizontal o subhorizontal, con una ligera pendiente deposicional (0,5%) hacia el sur (perfiles sísmicos DR85-01V y DR85-08V- Fig. 9).

Como ya se ha comentado anteriormente la naturaleza del contacto existente entre las dos Unidades cartográficas diferenciadas en el Neógeno, en principio, es disconforme, mostrando paralelismo de capas a nivel de afloramiento, aunque parece ser (suavemente) erosiva a nivel cartográfico. A lo largo de la realización de este trabajo se ha pensado que ésta disconformidad debe corresponder con la discordancia angular "onlapante" que ALONSO *et al.* (1996) identifican en la base de los abanicos Silíceos en el borde norte de la Cuenca -como también indica (NOZAL, in prep.).

Por otra parte, teniendo en cuenta aspectos sedimentológicos y observaciones de ámbito regional, se podría considerar a este contacto como una discordancia cartográfica de carácter regional, base de una nueva secuencia deposicional (LOPEZ *et al.* 1990,1991; MEDIAVILLA *et al.* 1986). Asociada a esta discordancia se desarrolla una superficie de erosión intravallesiense, que arrasa en áreas próximas la orla mesozoica del borde este de la Cuenca.

En esta Hoja, aunque no se observa ningún accidente tectónico en la cartografía geológica, se ha deducido una falla, representada en el Esquema Tectónico y en el Corte Geológico I-I'; Esta falla (Falla del Ferral) se localiza en la parte septentrional de la zona estudiada, a lo largo del A° de los Gambones y A° del Valle del Ferral, con una dirección prácticamente O-E y que afecta exclusivamente a los materiales de la Unidad Polimíctica (1) como se observa en el corte I-I'. Se ha deducido de la posición que presentan los materiales miocenos de la Unidad Silícea a un lado y otro del valle, situándose más altos en la vertiente sur que en la norte, lo que nos indicaría una acomodación a la diferencia de cota previa a su depósito, producida por el salto de la falla.

Se trataría de una falla inversa, con buzamiento hacia el Sur, es decir vergente al N, al igual que otras fallas que existen al Oeste, en zonas próximas a esta Hoja. Autores precedentes como VARGAS *et al.* (1984), MARTÍN PARRA (1989) y ALONSO *et al.* (1996) citan fallas con estas direcciones, las cuales describen como fallas tardihercínicas o hercínicas rejugadas durante el Alpino. Las relaciones que puede guardar esta falla con los datos que aporta el estudio de Perfiles Sísmicos (REDONDO LOPEZ *et al.* 1995) es difícil de precisar, ya que dónde se encuentra la falla no existe ninguna línea sísmica; así todo, si se observan los perfiles que pasan por la Hoja de León o los más cercanos a ella, podríamos indicar que la Falla del Ferral se incluiría en el grupo de fallas inversas que afectan a los materiales cretácicos y a las partes más bajas de la serie terciaria;

pudiendo tratarse de una reactivación de fallas hercínicas o bien ser una falla rejugada a partir de una falla directa mesozoica.

Dentro del Marco de este Proyecto MAGNA se ha realizado un Estudio de la Geología del Subsuelo por REDONDO LÓPEZ *et al.* (1995). Este trabajo complementa los datos geológicos obtenidos en los trabajos de campo, para llegar a realizar una descripción de la estructura y morfología del subsuelo en la zona noroeste de la Cuenca del Duero.

Este estudio se basa en secciones sísmicas no migradas (facilitadas por REPSOL S.A.) a partir de las cuales se obtienen mapas de isocronas y por medio de un programa informático (2DI de SIE-RRA), aplicando una conversión tiempo-profundidad, se obtienen mapas de isobatas de los distintos niveles litológicos.

Dentro de la Hoja de León interpretan dos perfiles sísmicos DR85-01V y DR85-08V (Fig. 10,11); En ellos se observan cuatro niveles : base del Terciario continental, techo de las Calizas Cretácicas, techo de la Fm. Utrillas y el techo del basamento (hercínico).

El DR85-01V es un perfil N-S, (en esta Hoja ocupa los nº de CDP: 375-1000) que está situado en el extremo occidental de la Hoja de León. En él se muestra la geometría de la cuenca desde las proximidades del borde N que se está levantando, hasta las zonas más distales al S. En esta línea se observa, que a diferencia de otros puntos de la cuenca, no aparecen las calizas cretácicas, lo cual confirma lo que se sabe por datos geológicos, es decir se acuñan hacia el O. Debido a esto el Terciario, (en discordancia), se sitúa directamente sobre la Fm. Utrillas en la parte norte de la línea, la cual llega también a desaparecer hacia el S. Así en la parte sur-occidental no aparecen las formaciones cretácicas, por lo que el Terciario se sitúa discordantemente sobre el zócalo o basamento paleozoico (situado a una profundidad mínima de 0,6 sgs y máxima de 1 sg. dentro de la Hoja). En esta zona el techo del basamento presenta una facies sísmica compleja (difracciones y interrupciones típicas de una superficie erosiva) con elevaciones y depresiones, característico de paleorelieves, lo cual parece indicar que en esta zona se produjo un levantamiento y erosión de la Fm. Utrillas, con un posterior depósito de los sedimentos terciarios. Es decir acuñamiento de la Fm. Utrillas por truncamiento erosivo del Terciario.

En este perfil se observan varias fallas, la mayoría inversas que afectan a los materiales del zócalo al Cretácico y la parte baja del Terciario, las cuales podrían tratarse de reactivaciones de estructuras hercínicas y algunas podrían ser fallas directas que han sufrido una inversión posterior.

El DR85-08V (Fig. 11) se trata de un perfil E-O, prácticamente perpendicular al anterior. En realidad la zona por la que atraviesa de la Hoja de León es mínima (nº de CDP: 2600-2640), situada en la esquina NE de la Hoja. En él aparecen las calizas cretácicas sobre la Fm. Utrillas y éste sobre el basamento hercínico (situado en esta Hoja a una profundidad de 1.4 sg.), aunque hacia el NO de esta Hoja las calizas se acuñan lateralmente, y el Terciario pasa a disponerse discordantemente sobre la Fm. Utrillas (zona donde existe un cambio lateral de facies marinas a continentales). También se observan fallas inversas que afectan al basamento, a los materiales cretácicos y a veces a las partes basales del Terciario continental. En este perfil detectan hacia el PS 1475, un ejemplo de inversión tectónica, es decir parece que la falla que aparece en este entorno sería una falla directa cretácica, rejugada posteriormente.

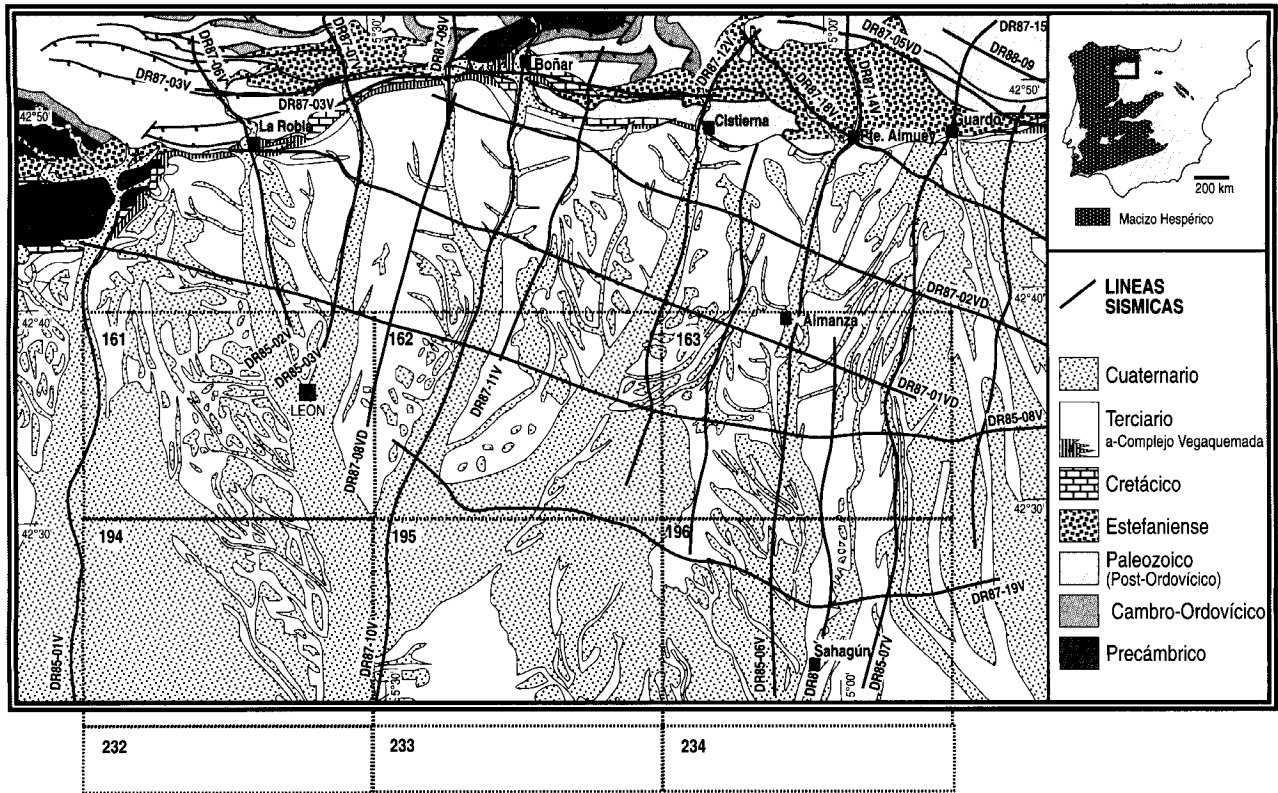


Fig. 9.- Situación de las líneas sísmicas realizadas por REPSOL en el borde noroccidental de la Cuenca del Duero.

En ambos perfiles se puede ver como los materiales terciarios presentan algunos reflectores sísmicos con cierta continuidad, que permiten ver como evoluciona la cuenca, y sus características morfológicas, teniendo menor espesor hacia la parte sur.

A la altura de León capital, en los perfiles se observa como la profundidad de la cuenca disminuye, situándose en la Hoja de Villamañan (232) al Sur de la que tratamos, el zócalo o techo del Paleozoico a unos 525 m. (dato del sondeo de petróleo León-1). De dónde se deduce la existencia de un umbral en esta zona, de naturaleza desconocida.

En general, a partir de los perfiles sísmicos estudiados en la parte N de la Cuenca del Duero, REDONDO LÓPEZ *et al.* (1995) observan que los materiales terciarios presentan numerosos reflectores con cierta continuidad que permiten una imagen de la geometría y evolución temporal relativa de la cuenca. Así se observa que es una cuenca asimétrica, con el depocentro en su parte norte, cerca del borde activo que se está levantando, disminuyendo su potencia progresivamente hacia las partes distales (hacia el Sur), como se muestra en los mapas de isobatas.

Como ya es sabido, el Terciario está discordante sobre el Cretácico, con mayor ángulo de discordancia en la parte N que en la S, donde puede llegar a situarse en "onlap" casi concordantemente. Por otro lado los reflectores intra-terciarios permiten observar como los depocentros de la cuenca (meso-terciaria) han sufrido una migración temporal hacia el S.

Los mapas de isocronas e isobatas muestran una morfología típica de cuenca de antepaís ("foreland"), con una zona más profunda hacia las coordenadas 4730000-330000 de los mapas (Fig. 12,13), perdiendo profundidad bruscamente hacia el borde N, y más suavemente hacia las zonas distales del S y lateralmente hacia el E.

Las zonas en blanco, en estos mapas, representan al Norte el límite de la cuenca con los sedimentos paleozoicos de la Cordillera Cantábrica, al este la falta de información y al oeste por acúñamiento o cambio lateral de facies; ya que la Caliza cretácica desaparece al O, pues en esta zona se situaba una zona elevada y existe un cambio lateral de facies desde marinas a continentales.

Se puede concluir que en el borde norte y oeste las capas presentan un aumento progresivo del buzamiento, disponiéndose en abanico, mientras que el Terciario "onlapa" hacia el sur, donde la cuenca parece elevarse.

Dentro del Mapa de Isobatas del Techo de la Fm. Utrillas (Fig. 12), la Hoja de León se sitúa en el extremo noroccidental del mismo. Teniendo en cuenta que, como se observa en los perfiles sísmicos, prácticamente las calizas cretácicas tienen un espesor muy reducido o no se encuentran en esta Hoja, este mapa nos indicaría, "a grosso modo" a que profundidad se sitúa la base del Terciario.

De este modo el mayor espesor de sedimentos terciarios se encuentran en el NE, entre los 2000 y 2500m, disminuyendo hacia el sur y hacia el oeste (hasta unos 900-1000m), llegando hasta unos 800 m en la esquina SO, donde se aprecia una zona plana en el intervalo de contornos 800-900 m a partir de la cual la cuenca se profundiza hacia el NE.

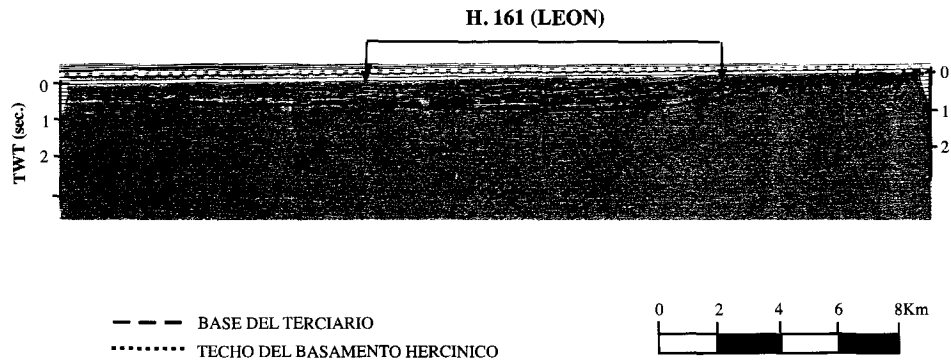


Fig. 10.- Interpretación geológica del perfil sísmico DR85-01V. Situación en la Fig.9. Según Redondo et. al. (1995), ligeramente modificada.

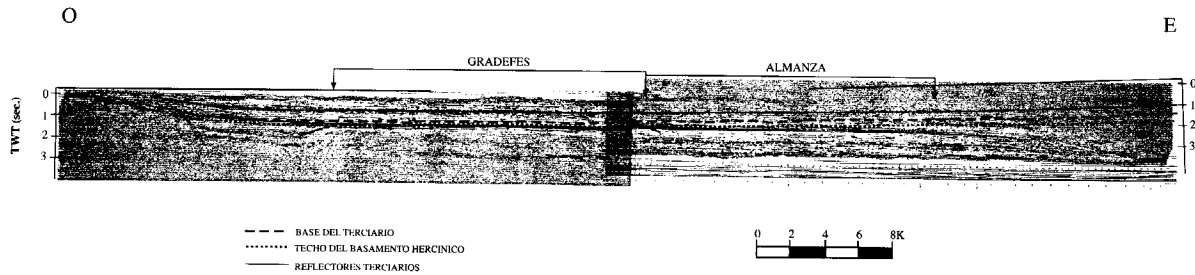


Fig. 11.- Interpretación geológica del perfil sísmico DR85-08V. Situación en la Fig.9. Según Redondo *et. al.* (1995), ligeramente modificada.

3. GEOMORFOLOGÍA

3.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.

La Hoja de León se sitúa en el sector noroccidental de la depresión del Duero, próxima a su límite con la Cordillera Cantábrica y a los Montes de León (Fig. 2).

Como ya se ha mencionado en la introducción, el relieve en general es suave, construido a partir de las altas plataformas del piedemonte finineógeno sobre las que se encaja la red fluvial, dejando a su paso a lo largo del tiempo, importantes sistemas de terrazas, resultando un modelado de amplias superficies escalonadas y valles amplios de fondo plano, con laderas más verticalizadas en la red secundaria. En la parte septentrional de la hoja se observa una morfología alomada producto de la erosión de los depósitos terciarios que forman el sustrato. También destaca, en la parte SO de la Hoja, el sector más septentrional del Páramo Leonés, el cual representa una de las grandes plataformas producto de los depósitos fluviales que ha dejado a su paso el río Órbigo.

La altura media está entre los 950-900m, situándose las cotas más altas (1.100m en la esquina NO y el vértice de Los Llanos con 1070 m) en los interfluvios que desde el norte van descendiendo suavemente hacia el sur donde se encuentran las cotas más bajas (800-790m en la llanura aluvial del Bernesga, esquina SE).

El modelado fluvial es una de las características de este paisaje meseteño. El Órbigo, formado a partir de la confluencia del Luna y el Omaña al sur de Santiago del Molinillo, en la esquina NO de la Hoja; que junto con el Bernesga y el Torío son los principales cursos de agua que atraviesan la Hoja, además de otros cursos de rango menor como son los arroyos del Valle, de la Oncina, del Valle de la Virgen, Valdecelada y Valdesquilo.

El clima es Mediterráneo Templado fresco a mediterráneo seco o continentalizado, ya que aunque corta, tiene sequía estival, pero al mismo tiempo por su lejanía de la influencia marina también tiene inviernos rigurosos, veranos cortos, con moderados y fuertes contrastes entre el día y la noche. Para mayor detalle ver Mapa de Pisos Bioclimáticos de PENAS *et al.* (in litt.).

La temperatura media anual entre los 10-11° , siendo el mes más frío enero y el más cálido julio. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 500 y 750 mm, registrándose los valores más altos en los bordes norte y oeste debido a su proximidad a los primeros relieves de la Cordillera Cantábrica y a los Montes de León. Las mayores precipitaciones se producen en los meses de octubre a febrero (57%). En el Mapa de Omroclimas de PENAS *et al.* (in litt.) para el Atlas del Medio Natural de la Provincia de León se presenta para la Hoja de León tres sectores, al N Subhúmedo inferior (601-735 mm), al S Seco Medio (436-515 mm) y en la mayor parte de la hoja Seco Superior (516-600 mm).

El régimen de vientos es mayoritariamente de componente Oeste, lo que no significa que también existan, con carácter subordinado, de otras componentes como noreste, norte y suroeste. La racha máxima registrada en el Observatorio de Meteorología de La Virgen del Camino (913 m) ha sido de 119 Km/h con dirección SSO, siendo el valor medio de rachas máximas los 87 Km/h.

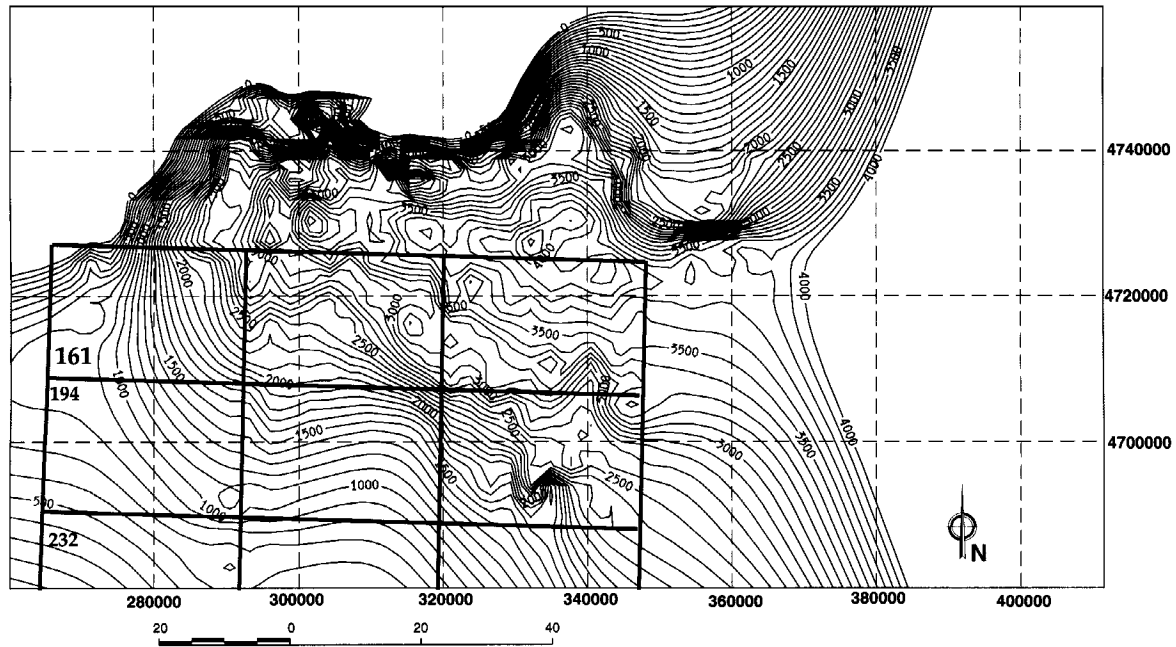


Fig. 12.- Mapa de Isobatas del Techo de la Formación Utrillas. Intervalo de contornos: 100m. Según Redondo *et. al.* (1995).

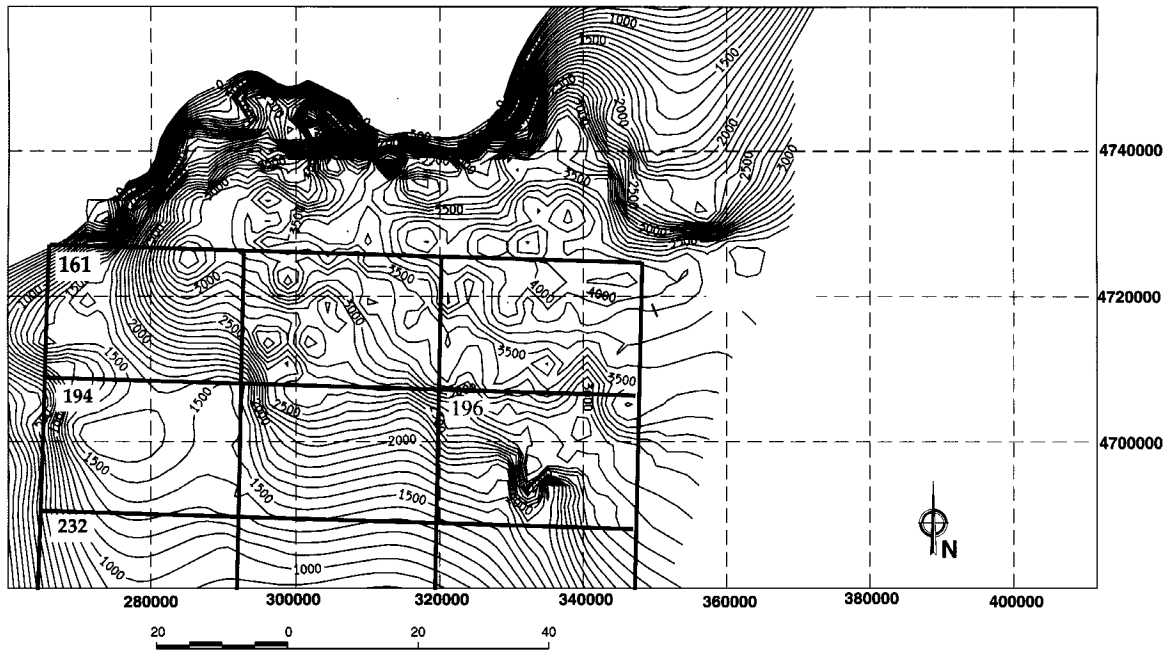


Fig. 13.- Mapa de Isobatas del Techo de Basamento-Base del Mesozoico. Intervalo de contomos: 100m. Según Redondo *et. al.* (1995).

La vegetación es variada, en las zonas altas predomina el "matorral con arbolado" constituido por melojar y brezal, y en el cuadrante norcentral el pinar de repoblación (*P. silvestris* y *P. pinaster*).

En las vegas de los grandes valles además de la característica vegetación de ribera, prados naturales, destacan las repoblaciones de chopos. Entre los cultivos que se desarrollan en la parte central predominan los de secano y al sur los de regadío. En las márgenes de los ríos encontramos praderas y cultivos en regadío, así como productos hortícolas para consumo local.

Dentro de los núcleos urbanos destaca León, la capital de la provincia, así como los términos municipales periurbanos con mayor desarrollo urbano e industrial (San Andrés del Rabanedo, Valverde de la Virgen, Santovenia de la Valdoncina, Onzonilla, Villaquilambre y Sariegos), incluyendo 25 núcleos urbanos y unos 171.000 habitantes.

Las comunicaciones entre las distintas poblaciones son buenas, existiendo además una densa red de caminos y pistas forestales, pudiéndose acceder sin dificultad en tiempo seco a cualquier punto de la Hoja.

En esta Hoja se encuentran varias lagunas casi todas de carácter estacional, aunque se puede destacar la Laguna de Chozas de Arriba, (incluida en el Catálogo de Zonas Húmedas de Interés Especial de Castilla y León), que es la mayor zona húmeda de la comarca del Páramo Leonés. Está situada a unos 900 m de altura, con una extensión cercana a las 15 hectareas. Este humedal que originalmente fué natural, se ha visto modificada por la construcción de tres diques de contención, realizados para fines agrícolas, lo que ha supuesto la distribución de sus aguas en tres lagunas independientes.

Otra de las lagunas mayores dentro del ámbito de esta Hoja es la Laguna de Villadangos del Páramo, situada a una cota de 880 m. y ocupa una superficie aproximada a 10 hectareas, que también presenta unos límites artificiales. En ambas se encuentra vegetación palustre y bosque de ribera en sus alrededores, además de acoger a gran variedad de aves acuáticas, y especies migratorias en invierno.

3.2. ANTECEDENTES

La bibliografía que existe sobre la zona, relativa a aspectos geomorfológicos concretos, es escasa y de ámbito regional. Los primeros trabajos corresponden a BIROT y SOLÉ SABARIS (1954), HERNÁNDEZ PACHECO (1957), MABESOONE (1961), NOSSIN (1960), PLANS (1970), LEGUEY y RODRÍGUEZ (1970), ESPEJO *et al.* (1973), OLIVE *et al.* (1982), BERTRAND y BERTRAND (1984); y más recientemente PÉREZ GONZÁLEZ (1989), PÉREZ GONZÁLEZ *et al.* (1994), MARTIN SERRANO (1994), y NOZAL (1994). Aunque también se podría citar HERNANDEZ SAMPELAYO *et al.* (1932), los cuales dan algunas indicaciones geomorfológicas para la Hoja de León.

3.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

3.3.1. Estudio morfoestructural

La totalidad de la Hoja pertenece al gran dominio morfoestructural de la Cuenca del Duero, encuadrada dentro de la Región Noroccidental de PÉREZ GONZÁLEZ *et al.* (1994). Está ubicada en el ángulo NO de la misma, entre las montañas de la Cordillera Cantábrica occidentales y los Montes de León, de donde proceden los sistemas fluviales más importantes como son el río

Omaña y el Luna que se unen en la esquina noroeste de la Hoja para dar paso al río Órbigo, además del Bernesga Torío y Porma, todos ellos afluentes del río Esla.

La actuación de la red fluvial durante el Cuaternario, mediante importantes procesos erosivos, ha proporcionado la morfología actual de la zona estudiada. De esta manera a partir del centro de la Hoja, se suceden una serie de altiplanicies aluviales determinadas por la morfogénesis fluvial, la cual ha actuado sobre rocas detríticas subhorizontales más o menos homogéneas y deleznales, constituidas fundamentalmente por limos con intercalaciones discontinuas de conglomerados, areniscas y caliches.

Así las formas planas, son los elementos que conforman el modelado de más del 60% de la Hoja, aunque en la parte noroccidental predomine el relieve alomado.

Las formas planas pueden clasificarse en dos tipos, dependiendo de su génesis y edad relativa. Por un lado tenemos los aplanamientos culminantes asociados al final de la construcción del piedemonte neógeno (BERTRAND y BERTRAND, 1984; HERAIL, 1984; MARTÍN-SERRANO, 1988a) cuyos testigos tan solo están conservados en las proximidades de los relieves del zócalo (vertiente meridional cantábrica), ocupando las posiciones topográficas más altas de los interfluvios (al N). La Hoja por su parte occidental se encuentra próxima a los relieves paleozoicos de los Montes de León (Zona Asturoccidental-Leonesa), dicho borde es diferente al cantábrico, ya que se considera tectónicamente pasivo, siendo festoneado con fuertes penetraciones de Terciario terrígeno hacia el O.

El otro elemento dominante son las terrazas fluviales que con distribución y desarrollo variable se escalonan entre la alta superficie aluvial y el cauce actual. La destrucción de estas plataformas conglomeráticas de escaso espesor (menor a 5-4 m.) por la red de drenaje secundaria da lugar a un paisaje de transición entre un relieve invertido, donde los retazos de terrazas ocupa altiplanicies flanqueadas por desniveles escarpados, descubriendo entre terraza y terraza el sustrato neógeno, y un territorio suavemente alomado construido sobre los sedimentos deleznales del relleno neógeno, aunque en algún punto la erosión fluvial produce desniveles bastante verticalizados, como es el caso de la zona de la Candamia, al O de León.

Las arterias principales de drenaje corresponden al río Órbigo en la parte occidental, que transcurre por un amplio valle, con mayor desarrollo de terrazas en su margen izquierdo, aunque actualmente el río tiende a erosionar dicho margen.

En el sector oriental discurren el Bernesga y el Torío, uniéndose éste último al Bernesga al sur de León. El Torío deja sus terrazas básicamente en la margen derecha con poca extensión superficial y tiende a erosionar su margen izquierda, y el Bernesga ha dejado una importante representación de depósitos fluviales en su margen derecha, con tendencia igualmente a erosionar el margen izquierdo.

La distribución y morfología de la red secundaria de drenaje puede considerarse a grandes rasgos como un drenaje dendrítico, aunque en la mitad noroeste se observa más bien un drenaje paralelo, ya que es una zona donde los interfluvios se encuentran bastante juntos y con una dirección predominante N-S. Este tipo de red es típica de regiones con litologías uniformes y ausencia de controles estructurales, discurriendo por superficies de pendientes uniformes. Una excepción

es el Arroyo del Valle (Ferral del Bernesga), donde se ha detectado una falla, la cual controla la red de drenaje secundaria en este sector, que se sitúa con una dirección prácticamente O-E (Fig.14).

3.3.2. Estudio del modelado y Formaciones superficiales

Como se ha comentado anteriormente, el encajamiento y jerarquización de los ríos, situados al sur de la Cordillera Cantábrica y este de los Montes de León, sucede desde hace millones de años y prosigue en la actualidad. Se produce sobre materiales terciarios provocando una pérdida de volumen en la Cuenca, además del reciclaje de los materiales cuaternarios previamente depositados. En esta cuenca se han producido asimismo capturas fluviales por la migración lateral de los cauces principales (HERRERO, 1994), dando como resultado la morfología y situación de las terrazas, transversales y asimétricas, a veces, a la alineación del cauce actual, como se puede observar en la cartografía geomorfológica.

Así pues, conocidas las características litoestructurales y el agente principal que ha condicionado el modelado de la Hoja, se describen a continuación las diferentes morfologías (formas), bajo el plano de los agentes externos, tanto de acumulación como de erosión. En este sentido y como ya se mencionó anteriormente son las formas fluviales las que tienen mayor significado y desarrollo. Otras formas como son la superficie (acumulativa) correspondiente al techo de piedemonte, glaciares y coluviones, junto con las formas erosivas estructurales, las ligadas a la actividad lagunar y las antrópicas completan el conjunto de formas presentes en la Hoja, que se describirán agrupadas según el proceso generador.

Formas estructurales (1 y 2)

Estas formas tienen escasa importancia en la Hoja, ya que sólo se observan en la parte oriental de la misma, en el entorno de la Candamia y en Villasinta.

Estas formas están determinadas por las interrelaciones entre la litología, la disposición de las capas sedimentarias y la erosión, ya que la estructura del sustrato resalta por la acción de la incisión fluvial. En este caso al estar las capas sedimentarias del Mioceno prácticamente horizontales, estas formas dependen básicamente de la estructura litológica. Así se ha producido el típico modelado tabular o en plataformas, con replanos estructurales, conservados donde existe una capa competente o dura a techo, como conglomerados polimícticos con cementación cálcica en el caso de Villasinta, o bien con conglomerados polimícticos más o menos cementados como es el caso de la Candamia y Oeste de Castrillo de la Ribera, en ambos casos sedimentos de la Unidad Polimíctica. Aparecen como cerros de cumbre plana sobretodo entre el Oeste de Castrillo de la Ribera y Soto de la Candamia.

Formas de laderas (3)

Se han separado dentro de este tipo de formas exógenas los coluviones, originados por la acción conjunta de la gravedad, soliflucción y arroyada laminar en las laderas; cartográficamente se ha limitado su representación pues gran parte de las vertientes de la Hoja se encuentran regularizadas, estando recubiertas de cantos y material fino que enmascara el sustrato terciario, de ahí que sólo se encuentren representados algunos de ellos al Norte de la ciudad de León.

LEON (161)

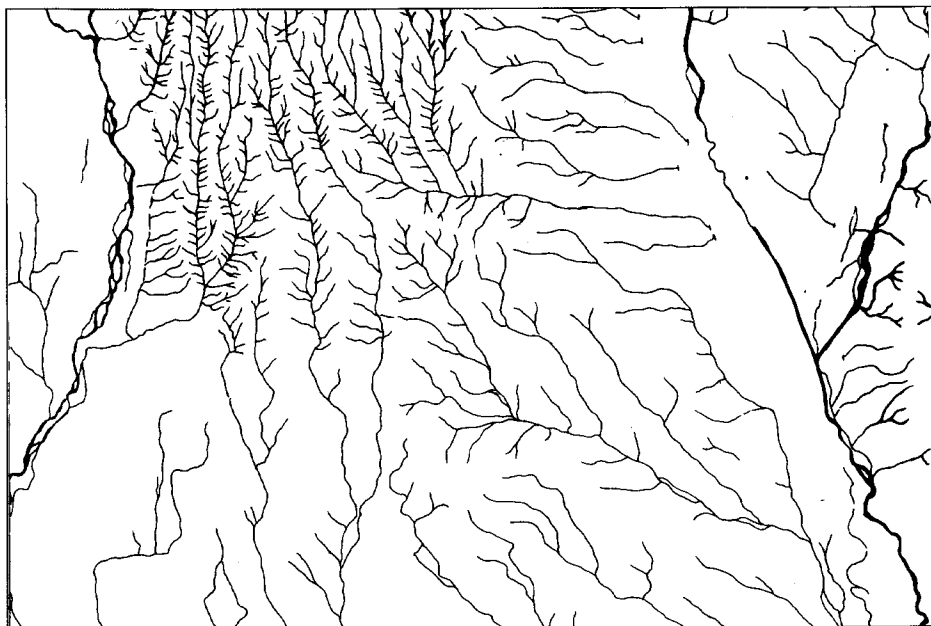


Fig. 14.- Esquema de la red de drenaje de la Hoja de León.

Formas fluviales (4 a 18)

Dentro de las formas fluviales, destacan las terrazas y sus escarpes. También están presentes las terrazas secundarias de algún arroyo, la llanura de inundación (con meandros abandonados), el lecho actual, los fondos de valles, abanicos aluviales, conos de deyección, cauce activo, barras de acreción lateral, erosión lateral del cauce, las cárcavas y la incisión lineal.

Las terrazas (junto con sus escarpes) representan los distintos momentos de estabilidad entre las sucesivas etapas de encajamiento del sistema fluvial. La llanura aluvial o llanura de inundación y el lecho actual representan los depósitos más recientes de los cursos fluviales mayores.

La numeración y ordenación de estas terrazas corresponde a la homologación que se ha hecho en el Mapa Geomorfológico para los diferentes sistemas de terrazas de los tres ríos principales, de acuerdo con sus cotas respecto a su cauce actual, considerando todas las terrazas de cada sistema, aunque no afloren en la Hoja.

Para el río Órbigo aparecen 8 niveles de terrazas escalonadas (como se observa en los cortes geomorfológicos), situadas a +90m, +70-60 m, +50-45m, +42-30m, +28-20m, +15m, +10m y +8m. Desarrolla una amplia llanura aluvial a partir de San Román de los Caballeros, hacia el Sur, situada entre 7-2 m sobre el lecho actual. Las terrazas medias del río Órbigo (Of, Oh, Oi y Ok) destacan por su amplio desarrollo, a partir del Km.18-19 de la carretera comarcal Carrizo-El Ferral y los Arroyos de Valdecelada-el Monte, hacia el Sur, formando parte de la región fisiográfica del Páramo Leonés.

Al Este el río Bernesga presenta doce niveles de terrazas, sobre el cauce actual; así las terrazas se sitúan a +190-160m, +150-135m, +130-105m; La terraza Te, se encuentra bien desarrollada con una cota de +100-90m. Las demás terrazas medias van desde la de +80-70m, a la de +15m, y las bajas son la de cotas +10m y +5m. La llanura de inundación se encuentra entre los 5-2 m, presentando buena extensión a lo largo de toda la Hoja.

ORBIGO	BERNESGA	TORIO	PORMA
T. ALTAS			
	+190-160 b		
	+150-135 c		
	+130-105 d	+115-100 d	
T. MEDIA-SUP.			+90 e
+ 90 e	+100-90 e	+98-90 e	
T.MEDIAS-INF.			
+70-60 f	+80-70 f	+80-70 f	
	+60-55g	+60-53 g	
+50-45 h	+50-45 h	+50-43 h	
+42-30 i	+40 i	+40-30 i	
	+30-25 j	+28-25 j	
+25-20 k		+22-18 k	
+15 l	+15 l		
T. BAJAS			
+10 m	+10 m	+10 m	
+8 n	+5 n	+8-5 n	

El río Torío situado al NE, desarrolla terrazas con menos entidad que los dos anteriores sistemas fluviales, presenta 10 niveles que se escalonan a +115-100m, +98-90m, +80-70m, +60-53m, +50-43m, +40-30m, +28-25m, +22-20m, +10m, y +8-5m, sobre el cauce actual. Las dos últimas confluyen (donde está ubicada la ciudad de León) con las dos terrazas más recientes del Bernesga, cerca de la zona donde se unen ambos ríos, de la misma forma la llanura de inundación de éste río y la del Bernesga convergen en esta zona presentando actualmente una extensión de más de 2,5 km.

Por último, al SE aparece una terraza del río Porma, afluente también del río Esla, con una cota de +90m sobre el cauce actual del río (situado al E, en la Hoja 162) y se encuentra entre las terrazas altas del mismo.

Respecto al apartado de las terrazas y llanuras de inundación como formaciones superficiales, a continuación se expresarán los datos de que se disponen respecto a su litología, textura consolidación y ordenamiento.

Los depósitos de las terrazas de los diferentes sistemas fluviales, tienen una litología bastante parecida. En general, se tratan de gravas, arenas y limos; diferenciándose en los porcentajes de cada uno de ellos, tipos de cantos predominantes, y estructuración interna más o menos acusada.

Las terrazas presentan ordenamientos internos: estratificaciones cruzadas, imbricaciones de cantos, barras laterales discontinuas, a veces con moderada clasificación de cantos; y otras veces, su aspecto es masivo sin clasificación de cantos y sin gradaciones. En general el grado de cementación es bajo a medio en las terrazas más bajas y más alto en las terrazas superiores.

Para el río Órbigo se podría decir que la mayoría de las terrazas representadas en este mapa geomorfológico presentan gravas silíceas con cantos de cuarcitas, areniscas, areniscas ferruginosas, cuarzos y alguno de conglomerados. El grado de redondeamiento varía entre subangulosos a muy redondeado; presentándose algunos de ellos fracturados, muchas veces con una patina de oxidación que les confiere una coloración rojizo-marronacea. Los tamaños de los cantos varían desde mayores a los 15 cm. a menores de 2 cm, predominando en algunas terrazas lo menores a 2 cms. El porcentaje de arenas y limos varía igualmente, aunque puntualmente pueden ser elevados (ej.: terraza Of.), con colores entre pardo-amarillentos y rojizos.

Según LEGUEY y RODRÍGUEZ (1970), en un estudio de la distribución estadística de los materiales de los depósitos de la cuenca del Esla, (menores a 2 mm); determinan que para el río Órbigo en "su segunda terraza" o las terrazas medias inferiores -Oi-Oh-Of- del presente trabajo, destaca la abundancia de las fracciones superiores de la arena (gruesa y media) así como las de arcilla (17-20%). Para estos autores el cauce o lecho actual, en su tramo inicial de cabecera (es decir al Sur de Secarejo) presenta un predominio de los tamaños menores a arena, siendo frecuente hacia el SO de la Hoja las fracciones de arena muy fina, finísima y limo. Los depósitos de vega o de llanura de inundación presentan similares características que el cauce, pero con una heterometría menos marcada, dando muestras mal clasificadas en la cabecera y normalmente clasificadas en el resto del curso.

En esta llanura de inundación como en las de los otros dos ríos importantes, presentan un hori-

zonte a techo de limos grises o pardos (y arcillas) que por su fertilidad constituye las llamadas "vegas" de los ríos, de gran interés agrícola.

El lecho actual o "lecho aparente" del Órbigo aparece bien delimitado por sus márgenes excavados un par de metros en la llanura de inundación.

Los cinco niveles más bajos de las terrazas de los ríos Bernesga y Torío, han sido estudiadas en el entorno de la ciudad de León por LÓPEZ BENITO et al. (1991), en este estudio se pone de manifiesto los datos y porcentajes de los componentes principales de las terrazas : clastos, arena y arcillas.

Así observan que la proporción de los clastos en general va desde el 35% al 65%, dominando los clastos cuarcíticos (75-90%) sobre los de areniscas y otros como los clastos de conglomerados y de cantos blandos (de materiales terciarios). Con centiles alrededor de los 20 cm. (en clastos de cuarcita), con una media de 10 cm. y un tamaño mínimo de gravilla. Con una disminución en general del tamaño de los clastos aguas abajo.

El porcentaje de las arenas va desde un 27% al 42 % del total. Las arenas son de grano medio-grueso, predominando los granos de cuarzo (85%) sobre los líticos (15%). Por su parte las arcillas se encuentran en un porcentaje entre el 7% y el 19%.

En cuanto al grado de cementación que presentan las terrazas del Bernesga y Torío, se observa mayor grado de cementación en las terrazas superiores o altas respecto a las más bajas, donde pueden llegar a encontrarse prácticamente sin consolidar.

La llanura de inundación del Bernesga se sitúa sobre todo en su margen derecha, tiene un espesor visible de 2 o 3 mts., con una parte baja de 0,75-1,2 ms. de potencia dónde existen gravas no consolidadas con un 60 a un 80% de clastos mayoritariamente cuarcíticos y en menor medida de areniscas y otros. La matriz es de tamaño arena en casi su totalidad y cuarcítica. La parte más alta está formada por tramos discontinuos de arenas de grano medio a fino, limos y arcillas ricas en materia orgánica.

La llanura de inundación del río Torío, se desarrolla en su margen derecha, y se encuentra muy modificada por la acción del hombre en las proximidades de León. En el lecho del río y en sus márgenes afloran los sedimentos miocenos y sobre ellos, con base erosiva, se sitúa la llanura de inundación con 1,4-1,5 m. de potencia, con dos tramos: el tramo inferior está formado por 1,2 m. de gravas no consolidadas, con clastos bien redondeados. Presenta un 50 % de clastos (basicamente cuarcíticos entre otros, con un 15% de fragmentos de rocas ígneas), y en los últimos 0,5 metros aumenta la proporción de arenas y arcillas en la matriz (40% de arenas y 10 % de arcillas). El tramo superior tiene un espesor de 0,20 cm y aflora de modo discontinuo, está formado por arenas arcillosas (20/% de arcillas) que hacia techo pasan a arcillas arenosas con abundante materia orgánica.

Prácticamente estas tres llanuras aluviales no son funcionales hoy en día, al menos en toda su extensión, ya que en las épocas de mayores escorrentías son los lechos actuales de cada río los que recogen la totalidad del caudal, desbordándose e inundando solo en determinados puntos. Actualmente los lechos actuales del Bernesga y el Torío se encuentran encauzados en los alrede-

dores de la ciudad de León así como en la zona de su confluencia, reforzados por dos diques laterales, lo que previene claramente posibles inundaciones en éste entorno. Dónde no sucede ésto, los "lechos aparentes" de estos dos ríos se encuentran excavados de 2 a 3 metros en la llanura de inundación.

- Sobre el lecho actual o "lecho aparente" de los cauces mayores discurre de forma divagante el cauce activo de cada uno de ellos, yendo de una orilla a otra dejando barras tanto longitudinales como laterales, de gravas y arenas con cicatrices de acreción muy marcadas y huellas de antiguas zonas de circulación de agua, cauces o meandros abandonados, a menudo conservados como zonas encharcadas, como se puede observar en la esquina SE (río Bernesga) y en la práctica totalidad del recorrido del Órbigo en esta Hoja. Todo ello típico de ríos trenzados o "braided" simple.

Además de las terrazas descritas también existen terrazas de redes secundarias, como son las de los Arroyos de Valdesquilo y Valdecelada, a las cuales se les ha asignado la letra (k) en función de la terraza del curso principal con la cual enlazan.

Los fondos de valle son aquellos depósitos que ocupan y tapizan las partes bajas de los valles y barrancos de la red secundaria. Su génesis puede ser puramente fluvial y más frecuentemente mixta, con aportes generados en las vertientes (soliflucción). Los depósitos más representativos se encuentran en la red secundaria repartidos por la Hoja, pero básicamente destacan los de la parte central de la misma.

Sobre las llanuras de inundación, las terrazas, los fondos de valle y en la desembocadura de cursos de orden menor, aparecen otras formas de acumulación como son los abanicos aluviales y los conos de deyección. Estas formas tienen un mismo origen, diferenciándose por la mayor dimensión de los primeros, su menor pendiente longitudinal y un perfil convexo más suave.

Las formas denudativas son poco importantes en la Hoja. Entre ellas se encuentra la erosión lateral del cauce, que se produce en algunos puntos del curso del Torío y del Bernesga, quizá los más representativos entre Castrillo de la Ribera y Villa del Soto, donde el río Bernesga se acerca a su margen izquierda formando un escarpe erosivo de más de 12-15 m. sobre el cauce actual.

Otras formas denudativas son las cárcavas, formas que con diferente desarrollo está presente en toda la Hoja, siendo las más destacadas las situadas en la margen izquierda del río Torío (zona del Soto de la Candamia-Villarodrigo de las Regueras), consecuencia de la incisión lineal por barrancos en aquellas laderas y/o escarpes de formas planas colgadas.

- A la vez, la incisión lineal es muy patente en las vertientes de los arroyos de la red secundaria, que afecta a las plataformas de la Raña y al glacis en la zona noroccidental de la Hoja, entre la margen izquierda del Órbigo y el Ferral del Bernesga. En estas laderas muy verticalizadas, se desarrolla un conjunto de regueros cortos, juntos y paralelos entre sí, conformando con el colector principal un drenaje pinnado.

Formas poligénicas (19 a 23)

Dentro de este grupo se encuentran todas aquellas formas en cuya génesis ha intervenido más de un proceso. En el caso de la Hoja de León estas formas están representadas por el aluvial fini-

neógeno (Raña) o techo del piedemonte, los glaciares y los "montes isla" o cerros testigos. En la Raña el predominio de la génesis fluvial es más que evidente; en los glaciares intervienen procesos de arroyada difusa y otros relacionados con la evolución de las vertientes. Los "montes islas" se originan por erosión diferencial al actuar la escorrentía superficial y el agua de lluvia sobre los materiales miocenos más deleznable (arenas y limos), protegidos por la presencia de un nivel conglomerático superior.

Los montes isla o cerros testigos aparecen con o sin cumbre plana, en los últimos se ha preservado el nivel conglomerático silíceo superior que atestigua que al menos hasta donde están situados estos cerros llegaba el depósito de la Unidad Silícea del Mioceno (sector central-occidental de la Hoja). A partir uno de estos cerros testigos se observa un glaciar, el cual podría enlazar con él.

La Raña se localiza en las partes altas de los interfluvios sobre la Unidad conglomerática Silícea; la parte mejor conservada se encuentra al N de la zona estudiada (Hoja de la Robla). Esta forma es parte de un amplio y extenso abanico aplanado que tendría su ápice enraizado al NO de la Hoja, aunque al estar incidida no conserva una morfología clara. En relación a esta superficie, con una teórica pendiente suave, aparecen depósitos conglomeráticos cuarcíticos de centil y espesor variable pero que disminuyen apreciablemente hacia los bordes.

La Raña de Camposagrado representaría el último episodio en la elaboración del piedemonte, a partir de la cuál, se inicia la jerarquización y encajamiento de la red fluvial considerada cuaternaria.

De acuerdo con MARTÍN SERRANO (1991), hay que admitir un cierto desfase o progresión de esta gliptogénesis fluvial incluso a nivel cuencal, y es lo que determinaría el heterocronismo de la Raña y de las terrazas altas de los principales ríos.

Respecto a los glaciares se pueden diferenciar dos tipos: el más antiguo aparece en el interfluvio Órbigo-Bernesga, encajado con respecto a la Raña de Camposagrado y a la vez conectado a las terrazas más altas de del río Bernesga, por lo que debe interpretarse como una degradación de la superficie culminante en las primeras etapas de morfogénesis fluvial.

El otro tipo de glaciar aparece en diversas laderas y constituye el enlace entre otras formas. Aunque en la cartografía geomorfológica estos glaciares están indiferenciados, corresponderían a distintas generaciones. Como más representativos se encuentran los que tienen como punto de arranque los cerros testigos antes descritos. Otros glaciares se sitúan entre los depósitos miocenos y las terrazas medias del Órbigo o respecto a los fondos de valle y los interfluvios, en las partes medias y bajas de las vertientes (Arroyo de Valdecelada y de Valdesquilo).

Formas endorreicas/lacustres (24,25)

Dentro de este grupo de formas se incluyen todas aquellas zonas de drenaje deficiente; se han diferenciado las lagunas estacionales y las áreas de encharcamiento, que aparecen sobre superficies de poca pendiente como son las terrazas de los diversos sistemas fluviales. Corresponden a pequeñas lagunas o encharcamientos de poca profundidad (menor de 1m) y que con formas redondeadas u ovaladas son funcionales estacionalmente, desapareciendo del agua en la época seca, mostrando un fondo de limos grises. Su origen parece relacionarse con pequeñas cubetas

de deflación eólica (GUTIÉRREZ ELORZA *et al.* 1982).

La mayoría de estas lagunas han sido desecadas o están en proceso de desecación debido fundamentalmente a la acción del hombre; ya que la incorporación de su espacio a suelo agrícola, ha propiciado el descenso del nivel piezométrico como consecuencia de la sobreexplotación de los acuíferos.

Dentro de las zonas endorreicas también se observan, en la zona del Páramo Leonés y llanura del Órbigo, algunas ligadas a fondos de valle actuales, siendo zonas de encharcamiento temporales, o focos semiendorreicos condicionados por la escasa pendiente de los arroyos y ríos, que suelen estar relacionados con periodos de crecidas o con una alimentación pluvial (PÉREZ GONZÁLEZ *et al.* 1994) en periodos de fuertes lluvias.

Entre las zonas endorreicas de la Hoja destacan la Laguna de Chozas de Arriba, que es la mayor zona húmeda de la comarca del Páramo Leonés y la Laguna de Villadangos del Páramo, ambas ubicadas en las terrazas medias del río Órbigo.

Formas antrópicas (26 a 30)

Las formas que se han diferenciado en este apartado pertenecen a los asentamientos y actividades humanas más destacadas: Canteras, escombreras, núcleos urbanos, canales de regadío y dique. Las canteras se encuentran en las riberas o llanuras de inundación de los grandes ríos, donde se extrae materiales para áridos, otras, aunque hoy en día abandonadas, explotaban arcillas miocenas, que más tarde comentaremos en el apartado de Geología Económica.

Se ha cartografiado como escombrera, el vertedero del Alfoz de León (el cual incluye varios municipios), tiene una forma alomada y se encuentra en fase de finalización o de clausura por colmatación, situado entre el Valle de La Virgen y dos terrazas medias del Bernesga, en el municipio de Santovenia de la Valduncina, al SO de la ciudad de León.

Como es normal en la cartografía geomorfológica se han señalado todos los núcleos urbanos, destacándose la ciudad de León, capital de la Provincia y su entorno urbanístico, con una extensión mayor a los 10 kms.

Por último indicar que también se ha señalado el dique que encauza a los ríos Torío y Bernesga en las proximidades de la capital. Y los canales representados responden a importantes canales de riego del Páramo Leonés.

3.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA (HISTORIA GEOMORFOLÓGICA).

Si se considera la ubicación de la Hoja y la exclusiva presencia de una falla que no condiciona su historia geomorfológica, la evolución dinámica se caracteriza por una morfogénesis de disección fluvial.

Esta evolución se iniciaría a partir de un paisaje finineógeno dominado por la sedimentación, en

un contexto de abanicos aluviales húmedos de alta eficacia de transporte.

En esta zona el paisaje finineógeno vendría definido por los últimos episodios sedimentarios del abanico silíceo de Camposagrado. Este abanico, a diferencia de otras "rañas" situadas en el borde norte de la Cuenca del Duero, se encuentra encajado, al menos unos 100 m, respecto al Abanico de Barrillos (Unidad Silíceo) de la Hoja de La Robla (129), al N de la que tratamos. Con este dato, se podría decir que previamente al depósito de esta "raña" (al menos en la esquina NO de la Cuenca del Duero) ha existido un periodo erosivo de los materiales miocenos.

Este hecho podría explicarse como un reflejo de que la Cuenca ha dejado de ser endorreica y a pasado a ser exorreica, con lo que el nivel de base sería más bajo y la erosión sería más importante en esta zona. Esta hipótesis tiene cierta lógica si pensamos que el exorreísmo progresaría de O a E (MARTÍN SERRANO, 1991), ya que la captura de la Cuenca por el Río Duero se produce en su parte más occidental. Sin embargo, este periodo erosivo también podría responder a otras causas no contrastadas, como levantamientos tectónicos localizados en esta zona, o bien por diferencias en la subsidencia de la Cuenca.

De este modo se deja abierta la posibilidad a cualquiera de estas causas, ya que la zona donde se observa el encajamiento se encuentra fuera de esta Hoja, y además habría que estudiar más detalladamente el entorno de la "raña" de Camposagrado, para dar una explicación coherente en el contexto de la evolución general de la Cuenca del Duero.

Posteriormente al depósito finineógeno se produce la disección y jerarquización de la red fluvial, ya que la disposición de los principales cursos de agua es prácticamente la misma que la de los abanicos neógenos, para dar lugar a la red de sistemas fluviales que se observan hoy en día. El inicio del proceso de disección, que habitualmente se ha considerado el tránsito Neógeno-Cuaternario, de acuerdo con MARTÍN SERRANO (1991), es consecuencia, como ya hemos comentado, de la captura de la Cuenca del Duero por la red fluvial que progresa desde el Atlántico.

Así pues en esta Hoja, a partir de la Raña, tiene lugar el encajamiento de los ríos Omañas, Luna, Órbigo, Bernesga, Torío y Porma progresando el encajamiento precisamente en ese orden, es decir hacia el Este. A lo largo de este proceso se produce la erosión y vaciado del relleno neógeno y se desarrollan numerosos niveles de acreción lateral que constituyen las terrazas, conformando una serie de plataformas escalonadas, encajadas a partir del techo del piedemonte.

La morfología disimétrica de los valles y de las terrazas reflejan en el Órbigo una migración hacia el Oeste; mientras que para el Bernesga y el Torío la migración se produce hacia el Este.

Ligeramente retardada en el tiempo se originaría y encajaría la red secundaria constituida por arroyos y barrancos. Algunos de estos arroyos, de los cuales se han preservado terrazas, se podrían situar en una escala cronológica relativa respecto a las terrazas de los grandes ríos.

3.5. LA MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.

En la Hoja de León la estabilidad tectónica, la naturaleza de los materiales que aparecen en ella

y por último el clima imperante en la misma, son los factores principales de la práctica inexistencia de procesos geológicos recientes, tanto denudativos como sedimentarios de importancia. De cara a un futuro próximo, no se prevén cambios sustanciales en los procesos actuales ni desequilibrios morfológicos.

La incisión en barrancos, algunas cárcavas y los procesos de ladera, tienden a rebajar los interfluvios con el fin de conseguir un mayor equilibrio y homogeneización del relieve.

La erosión lateral del Bernesga existe actualmente, a nivel local, por migración lateral del cauce en las zonas de meandro, produciendo socavamiento en los márgenes cóncavos.

Los procesos fluviales de sedimentación actual se pueden reconocer en los fondos de valle con formación de pequeños conos de deyección, los cuales pueden ser activos estacionalmente, y en zonas activas de los cauces mayores, con formación de barras.

4. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de la Hoja de León se corresponde estrechamente o tiene conexión con la evolución tectosedimentaria del borde septentrional de la Cuenca del Duero, la Cordillera Cantábrica; así como con la de su borde noroccidental, los Montes de León.

Como se puede observar en los perfiles sísmicos, la Fm. Utrillas y los carbonatos de plataforma del Cretácico superior constituyen la base de la secuencia de cobertera que separa los materiales del zócalo o basamento hercínico de los sedimentos sinorogénicos terciarios. Las formaciones mesozoicas se encuadran en los últimos procesos extensionales que originaron la Cuenca Vasco-Cantábrica y la apertura del Golfo de Vizcaya, a muchos kms. al NE de la Hoja que tratamos. En este sector de la Cuenca del Duero, las únicas evidencias de estos procesos son la progradación hacia el O de los sedimentos de plataforma cretácicos y su interdigitación con las facies continentales de la Fm. Utrillas, (llegando a desaparecer las calizas en la parte occidental de esta Hoja, como muestran los perfiles sísmicos), junto con la existencia de algunas fallas sinsedimentarias de escasa importancia (REDONDO *et al.* 1995).

A finales del Cretácico y, sobre todo a partir del Maestrichtiense comienza a instalarse en la región un régimen diferente al marino que caracterizó al Cretácico superior. El contexto geodinámico de este cambio se relaciona con el comienzo de las fases alpinas compresivas y el final de la apertura del Golfo de Vizcaya.

El paso de condiciones marinas a continentales se pone de manifiesto mediante la instalación de ambientes litorales salobres restringidos, que evolucionan a depósitos continentales.

A comienzos del Paleógeno la definición de áreas emergidas (relieves) queda establecida, creándose subcuencas en un ambiente continental, que va a caracterizar a toda la zona a lo largo del Terciario. En esta época (Eoceno sup.) se inicia, en sectores más septentrionales, la etapa compresiva conocida como Orogénesis Alpina, ligada a la convergencia de las Placas Europea e Ibérica, con subducción incipiente hacia el sur de la litosfera oceánica bajo el borde continental nordibérico (BOILLOT y MALOD, 1988).

La flexión cortical provocada al emplazarse el cabalgamiento alpino de la Zona Cantábrica (ALONSO, *et al.* 1996) originó la típica cuenca de antepaís por delante del frente orogénico: la Cuenca del Duero. El periodo orogénico tiene su máxima expresión, para esta zona, en tiempos Oligo-miocenos.

El frente norte de la Cuenca del Duero se ramifica hacia el oeste dando lugar a fallas cabalgantes sinistras de dirección NE-SO, a las que se encuentran asociadas pequeñas cuencas de antepaís terciarias como son las de El Bierzo (Fig. 2).

Los procesos erosivos que actúan continuamente sobre el relieve creado en la Zona Cantábrica, da lugar a potentes formaciones sinorogénicas que rellenan, en esta parte occidental, la Cuenca del Duero ("Foreland basin"). La geometría de la Cuenca es asimétrica, con el depocentro en su parte norte, cerca del borde activo, adelgazándose el espesor de los sedimentos terciarios hacia el sur de la cuenca, donde se encuentran las facies distales. En la parte noroeste de la Cuenca es donde está situada la Hoja de León (Figs. 10 y 11).

Los abanicos aluviales son de carácter polimíctico, los cuales muestran una sucesión globalmente progradante y claramente sinorogénica por las discordancias sintectónicas que se identifican en sus partes más proximales (ALONSO *et al.* 1996). A partir de los rasgos sedimentarios y de los restos de fauna asociados, se deduce un clima semiárido, o más bien con estacionalidad marcada, en un ambiente parecido a las "sabanas" actuales.

Una ralentización de la sedimentación, con probable interrupción de la misma, marcaría un nuevo ciclo en el Mioceno superior, con la implantación de abanicos silíceos esencialmente post-tectónicos, en condiciones más húmedas que las precedentes (HERRERO *et al.* 1994).

En el Mioceno superior-Plioceno tiene lugar el depósito de lo que distintos autores han englobado bajo el término de Rañas. Estos depósitos, con cierto carácter progradante, representarían las últimas acumulaciones con expresión morfológica conservada. Aunque en esta Hoja y las inmediatamente al N-NO, parece que existió un periodo, previo a éstas, erosivo, al encontrarse la Raña de Camposagrado encajada en los materiales miocenos.

Con el comienzo de la gliptogénesis fluvial, queda concluida la etapa endorreica de la Cuenca, y comienza su exorreísmo hacia el Atlántico. Este proceso se verifica al progresar la red fluvial neógena desde el Atlántico sobre el zócalo hercínico, llegando a alcanzar las cuencas endorreicas de la Meseta Castellana (MARTÍN SERRANO, 1988a, b). Indicando, de acuerdo con este autor, un cierto desfase de la erosión y vaciado de la cuenca, lo que determina el heterocronismo de las rañas y de las terrazas altas de los grandes ríos del oeste hacia el este.

Tradicionalmente el inicio del encajamiento fluvial se atribuye al tránsito Neógeno-Cuaternario (AGUIRRE, 1989), aunque como ya se ha mencionado, debe de tratarse de un proceso progresivo a nivel cuencal, y por tanto heterócrono. De todo ello, se deduce lo problemáticas que resultan en la actualidad las dataciones de los últimos episodios neógenos y las correspondientes al nuevo ciclo fluvial cuaternario, convencionalmente fijado en el Pleistoceno inferior.

Durante el Pleistoceno se ha ido definiendo la red fluvial actual, que además de dismantelar los depósitos terciarios, construye y abandona mediante sucesivos encajamientos del cauce, extensas plataformas de cantos cuarcíticos correspondientes a las terrazas.

En esta Hoja no se ha detectado ningún accidente tectónico cuaternario, aunque debemos hacer mención a la Hoja de Benavides situada al Oeste de la que tratamos, donde VARGAS et al. (1984) citan la existencia de movimientos tectónicos durante el Cuaternario, destacando entre ellos una falla con dirección O-E, que presenta un desnivel de 10 a 12m , con elevación del bloque sur. Estos datos podrían indicar cierta actividad tectónica cuaternaria en las proximidades del borde occidental.

En el Holoceno la morfogénesis fluvial continua, reflejándose en los depósitos más recientes de la red fluvial, y que junto con otros procesos morfodinámicos tienden también a rebajar los interfluvios.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. RECURSOS MINERALES. ROCAS INDUSTRIALES.

En la Hoja de León el aprovechamiento de los materiales que afloran en ella se restringe a las denominadas "rocas industriales", debido a su naturaleza litológica.

En general, no existen explotaciones permanentes o de tipo industrial para el aprovechamiento de los materiales terciarios y cuaternarios. Las extracciones tienen carácter local y temporal en función de necesidades concretas. Las sustancias que se extraen de forma permanente, en forma de áridos naturales son arenas y gravas. En el Mapa a E. 1:200.000 de Rocas y Minerales Industriales nº 19 (León), y en el Mapa de Rocas y Minerales Industriales de la Provincia de León a escala 1:200.000 están inventariadas varias explotaciones localizadas dentro de esa Hoja, las cuales pueden consultarse en la Tabla I:

Arcillas- limos arcillosos:

Se utilizan estos materiales, pertenecientes a la Unidad polimíctica, para cerámica estructural, ya que su calidad no permite otros usos (Villaquilambre, Cimanos del Tejar y Santovenia de la Valdoncina); las explotaciones abandonadas estaban asociadas a plantas cerámicas cercanas a los grandes núcleos de población como las situadas al N de la ciudad de León.

Arenas y Gravas:

Se usan como áridos naturales para la construcción y obras públicas. La procedencia de estas sustancias explotadas está básicamente centrada en los materiales cuaternarios, sobretudo en las riberas de los grandes ríos (Torío, Bernesga y Órbigo), aunque excepcionalmente, pueden explotarse niveles asociados al relleno de canales conglomeráticos de la Unidad polimíctica. Los principales puntos se han reflejado en la Tabla I destacándose los de la cuenca del Bernesga y Torío.

5.2. HIDROGEOLOGÍA

La Hoja de León de acuerdo con la distribución de los Sistemas Acuíferos en la Península (NAVARRO et al. 1989), formaría parte desde el punto de vista hidrogeológico del Sistema Acuífero nº 8- Región del Esla-Valderaduey (Fig. 15), dentro de la Cuenca del Duero.

Listado de explotaciones más importantes dentro de la Hoja de León

ARCILLA

NÚMERO	HOJA	COORDENAX	COORDENAY	MUNICIPIO	EST.	ENSAYOS
261	161	288.600	4.724.500	VILLAQUILAMBRE	EA	SI
262	161	288.000	4.724.450	VILLAQUILAMBRE	EA	SI
264	161	290.400	4.724.400	VILLAQUILAMBRE	EB	SI
265	161	288.500	4.722.850	VILLAQUILAMBRE	EA	NO
266	161	270.400	4.722.200	CIMANES	EA	SI
267	161	282.500	4.721.750	S. ANDRÉS DE RABAN.	EB	SI
269	161	270.150	4.719.750	CIMANES	EB	SI
270	161	273.900	4.719.000	CIMANES	EB	SI
271	161	286.600	4.719.100	S. ANDRÉS DE RABAN.	EB	NO

ARENA GRAVA (Materiales Cuaternarios)

NÚMERO	HOJA	COORDENAX	COORDENAY	MUNICIPIO	EST.	ENSAYOS
258	161	286.150	4.726.100	SARIEGOS	EB	SI
259	161	269.000	4.725.900	CIMANES	EA	NO
260	161	286.350	4.724.650	SARIEGOS	EA	NO
263	161	285.950	4.724.150	SARIEGOS	EB	SI
268	161	291.900	4.721.350	VILLAQUILAMBRE	EA	SI
272	161	289.800	4.714.600	VILLATURIEL	EA	SI
273	161	289.850	4.714.800	VILLATURIEL	EA	SI
274	161	275.500	4.713.900	VALVERDE LA VIRGEN	EB	NO
277	161	292.500	4.710.500	VILLATURIEL	EB	SI

ARENA-GRAVA (Materiales Terciario-Cuaternario)

NÚMERO	HOJA	COORDENAX	COORDENAY	MUNICIPIO	EST.	ENSAYOS
311	161	744.500	4.789.440	VILLAOBISPO	EI	SI

CLAVE: EA=Explotación Activa; EI=Explotación Intermitente; EB=Explotación Abandonada.

Tomado del MAPA de Rocas y Minerales Industriales E. 1: 200.000 de la provincia de León (ITGE)

CORTE E-O.

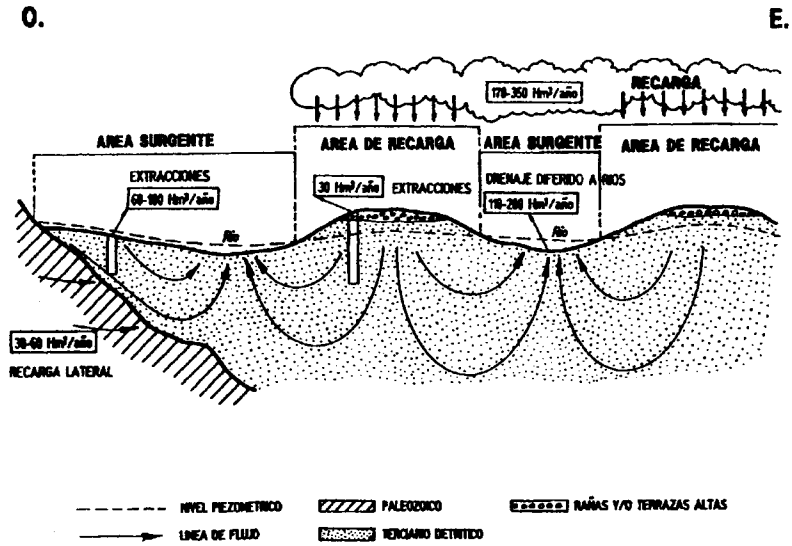


Fig. 15.- Esquema de flujo en la Región del Esla-Valderaduey. Tomado de Navarro *et al.* (1993).

Como antecedentes hidrogeológicos destacan HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.* (1932) los cuales realizan una relación de todos los pueblos comprendidos en la Hoja de León, por orden descendente de altitudes, dónde sitúan todos los pozos artesianos existentes en aquel momento con profundidad y caudal de cada uno de ellos. Al mismo tiempo que parte de la memoria de dicha Hoja la dedican a la descripción de la Hidrogeología, de la ciudad de León y su entorno. Además de otras descripciones de las aguas corrientes de los tres ríos principales y de las aguas subterráneas.

En función del conjunto de materiales descritos en la Hoja se pueden diferenciar dos tipos de acuíferos: superficiales (libres) y profundos (confinados o semiconfinados).

Acuíferos superficiales:

Presentan como característica común el encontrarse próximos a la superficie del terreno y comportarse hidrodinámicamente como acuíferos libres. Se recargan por infiltración de lluvia y más raramente por escorrentía superficial; su explotación se realiza mediante pozos excavados de gran diámetro y poca profundidad. Los acuíferos superficiales más importantes corresponden a los páramos detríticos y a las llanuras aluviales de los ríos.

Los páramos detríticos incluyen las rañas y las terrazas que están desconectadas hidráulicamente por ser niveles topográficamente colgados. Los espesores de estos depósitos son variables, oscilando normalmente entre 1,5 y 4 m; se apoyan sobre los materiales detríticos miocenos con los que se conectan hidráulicamente mediante percolación.

El interés de estos acuíferos es escaso, debido al poco espesor saturado y a las bajas permeabilidades y transmisividades que presentan, sin embargo pueden cubrir pequeñas necesidades puntuales.

Los acuíferos aluviales de los ríos incluyen, además de los depósitos aluviales en sentido estricto (fondos de valle y llanura de inundación) a las terrazas más bajas, con las cuales pueden estar conectados. Localmente se obtienen caudales interesantes, presentando el inconveniente de la alta vulnerabilidad frente a la contaminación.

Actualmente la mayoría de las captaciones se encuentran en desuso como consecuencia de la puesta en marcha de los planes de regadío del Órbigo. Este plan utiliza las aguas del embalse de Los Barrios de Luna, las cuales riegan toda la zona de la ribera del Órbigo y la parte alta del Páramo Leonés.

Acuíferos profundos:

Están formados por los materiales del terciario detrítico que rellena la fosa del Duero, con potencias que superan los 2000m. Son los más interesantes desde el punto de vista de captaciones de agua subterráneas.

Litológicamente están constituidos por niveles discontinuos de potencia métrica de conglomerados de arenas intercalados en una matriz semipermeable de limos arenosos y arcillas, que funcionan en conjunto, como un acuífero único heterogéneo y anisótropo, confinado o semiconfinado según las zonas. El nivel piezométrico es variable en la vertical de un punto en función de

la profundidad. La circulación del agua subterránea se establece desde los interfluvios hacia los ríos Órbigo, Bernesga, Torío y Porma, en cuyos valles son frecuentes las captaciones surgentes (Fig. 15).

Los caudales específicos obtenidos son muy variables (0,5-40 l/seg.), dependiendo del número de niveles de gravas atravesadas (frecuentemente en relación directa con la profundidad) y el espesor de los mismos, influyendo también muy directamente, la técnica de perforación efectuada y el posterior "desarrollo del pozo".

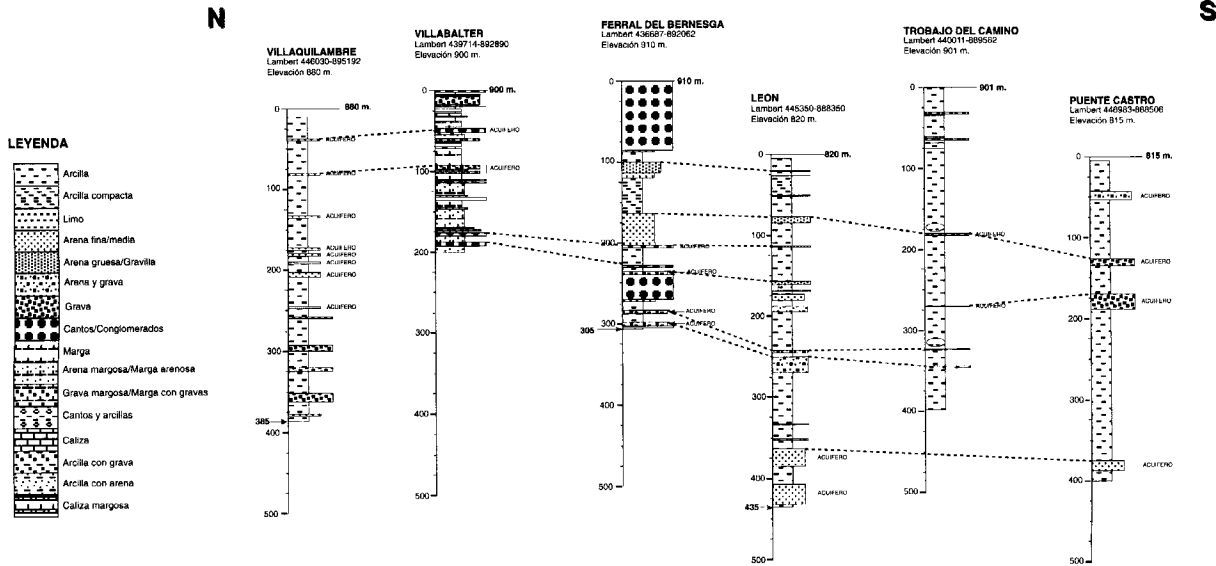
Del inventario de puntos de agua dentro de la Hoja, existente en el IGME, se han extraído algunos datos ilustrativos de la variabilidad de los parámetros (Tabla II).

Los grandes núcleos urbanos como León y su área metropolitana, así como la zona de la ribera del Órbigo y la parte del Páramo Leonés enmarcados en esta Hoja normalmente se abastecen de aguas superficiales (embalse del Porma y embalse de Los Barrios de Luna), el resto suele hacerlo con aguas subterráneas procedentes de sondeos profundos.

La calidad química de estas aguas subterráneas se clasifican como bicarbonatadas cálcico-magnésicas, siendo aptas para el consumo humano.

REDONDO *et al.* (1995) en el informe que realizan para este estudio, a partir de 94 sondeos hidrológicos proporcionados por el IGME (los cuales constan de columna litológica y registro de acuíferos), hacen un intento correlación de los acuíferos en el subsuelo de la zona. Así en la Hoja de León representan las columnas de 6 localidades (Fig.16), en las cuales detectan que los acuíferos se inclinan ligeramente hacia el Sur. Estos acuíferos se encuentran a distintas profundidades, asociados a niveles de gravas y arenas.

Esta correlación se debe tomar con las debidas precauciones ya que como se ha indicado anteriormente se trata de una aproximación, por lo que quizá no todos estos acuíferos están conectados, no teniendo por tanto la extensión que aparentan. Esto es debido a que no siempre se pueden correlacionar niveles distanciados en el espacio, por el tipo de morfología que presentan los canales de gravas y arenas de la serie terciaria sobre la que se encuentran.



Localización	Nº Niveles	Prof. Total	Esp. Niveles	Emplaz. Niv.	Caudal
Cimanes del Tejar 1-019	1	7			13,8 l/s
Ferral del Bernesga 2-001	8	300	4/6/6/1/8/4 5/3	88/96/126/ 161/162/184 194/205	12 l/s
Azadinos 3-001	1	258			17 l/s
Pobladura del Bernesga 3-007		342			(2.210.000 m³/año)
Trobajo del Camino 3-019	12	292	2/2/4/4/4/2/ 2/2/6/4/2/4	29/61/72/90/ 95/114/186/ 219/242/249 271/822	20 l/s
Villaquilambre 4-001	8	501	3/2/3/2/2/2/ 3/3	37/80/133/1 173/181/190 205/246	8 l/s
Villaobispo de las Regueras 4-019		345			Surgente (47.000 m³/año)
Trobajo del Cerecedo 4-029	3	358	3/4/7	333/342/ 351	Surgente 16,66 l/s
León 4-039	6	347	1/10/8/5/34/ 6	67/106/154/ 201/239/334	20 l/s
Carbajal de la Legua 4-045	7	270	4/2/4/4/4/2/ 2	61/99/108/ 167/185/223/ 257	30 l/s
Velilla de la Reina 5-001	4	100	6/7/7/5	22/46/58/82	8,7 l/s
Celadilla del Páramo 5-021		83			4 l/s
Robledo de la Valdorcina 6-001		350			23 l/s
Villadangos del Páramo 6-046	5	150	10/9/18/5/7	1/21/40/60/ 108	Surgente
Chozas de Abajo 7-024		40			13,88 l/s
La Virgen del Camino 7-055		290			15 l/s
Ribaseca 8-001		176			40 l/s
León (Antibióticos) 8-026		450			53,1 l/s
León (polig.Industrial) 8-034		176			35 l/s

6. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE LTD. (1967).- Mapa Geológico de la Cuenca del Duero, E. 1:250.000. *Inst. Nacional de Colonización e IGME*. Madrid.
- ALBERDI, M.T. y AGUIRRE, E. (1970).- Adiciones a los Mastodontes del Terciario español. *Est. Geol.* 26. 401-405.
- ALONSO HERRERO, E. (in litt.).- Mapa de Síntesis de Rasgos Geomorfológicos, E. 1:400.000. En: *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. ITGE-Diputación de León.
- ALONSO, J.L y PULGAR, J.A. (1993) -La deformación alpina en el basamento hercínico de la zona Cantábrica. Resúmenes. XV Reunión de Xeoloxía e Minería do NO Peninsular. *Laboratorio Xeoloxico de Laxe*. 69-71.
- ALONSO, J.L; PULGAR, J.A. y GARCÍA-RAMOS, J.C. (1994).- Las discordancias sintectónicas del Borde Norte de la Cuenca del Duero: El papel de las variaciones laterales en la Estructura. En: *II Congreso del G.E.T.* (Jaca). Com. : 19-22.
- ALONSO, J.L; PULGAR, J.A.; GARCÍA-RAMOS, J.C. y BARBA, P. (1996).- Tertiary Basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). En: *Tertiary Basins of Spain*. P.F. Friend & C.J.Dabrio, Eds. Cambridge University Press.
- ARAGONÉS, E.; GUTIÉRREZ ELORZA, M. y MOLINA, E. (1982).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000, N° 164 (Saladaña)*. Segunda Serie MAGNA. IGME . Madrid. p. 34.
- BARBA MARTÍN, A. (1981a).-Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000, N° 270 (Benavente)* ,. Segunda Serie MAGNA IGME. Madrid.
- BARBA MARTÍN, A. (1981b).- Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. N° 271 (Valderas)* , Segunda Serie MAGNA, IGME. Madrid.
- BARBA, P. (1991).- Estudio Geológico del Area Metropolitana de León. Informe. (Inédito) Fondo documental I.T.G.E.
- BARBA, P.; HEREDIA, N.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, R. y SUAREZ RODRIGUEZ, A. (1994).- Estratigrafía. En: *Mapa Geológico de la Provincia de León E.1:200.000* . ITGE-Diputación Provincial de León. Madrid.
- BARDAJI, T (1989).- Geomorfología y Mapa Geomorfológico. En: *Mapa Geológico de España, N°128 (Riello)* , E. 1:50.000. Segunda Serie MAGNA, ITGE. Madrid.
- BATALLER, J.R. y HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. (1944).- Contribución al estudio del Mioceno de la Cuenca del Duero en la zona leonesa. *Notas y Com. IGME* 13, 21-35.s
- BERGOUNIOUX, F. y CROUZEL, F. (1958).- Les Mastodontes de l'Espagene. *Est. Geol.*, 14, 223-365.
- BERTRAND, C. y BERTRAND, G. (1984).- Des rañas aux rasa: remarques sur le systeme *montagne-piémont de la Cordillère Cantabrique Central, Espagne du nord-ouest*. Montagnes et piémonts. *Revue. Geographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. 247-260 . Toulouse.
- BIROT y SOLE SABARIS (1954).- Recherches morphologiques dans le Nord- Ouest de la Peninsule Iberique. *Men. et Doc. du C. N. R. S.*, 4, 9-61 . París.
- BOILLOT, G y MALOD, J. (1988).- The north and north-west spanish continental margin: a review. *Rev. Soc. Geol. España*, 1 (3-4), 295-316 .
- CARRERAS, F.; GUTIÉRREZ ELORZA, M. y MOLINA, E. (1982a).- Memoria del *Mapa Geológico de España E. 1:50.000, N° 197 (Carrión de los Condes)*. Segunda Serie MAGNA, IGME. Madrid. 44 p.
- CASTELLANOS, P. (1986).- *El Paleolítico Inferior en la Submeseta Norte (León)*. Instituto Fray

- Bernardino de Sahagún. Diputación de León-CSIC. 241 .
- CERRATO MOSQUEDA, M.; RUÍZ GARCÍA, M. T y MERLOS CARCELES, A. (1992).- *Mapa de Rocas y Minerales Industriales a Escala 1: 200.000 Hoja nº 19 (León)*. ITGE. Madrid.
- CIRY, R. (1939).- Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 74, 504 .
- COLMENERO, J.R.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; MANJÓN, M. y VARGAS, I. (1982 a).- Evolución de la sedimentación terciaria en el borde N. de la Cuenca del Duero entre los valles del Torio y Pisuerga (León-Palencia). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geológicos Mineros, I.G.M.E.*, VI (I), 171-181
- COLMENERO, J.R.; MANJÓN, M.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; y VARGAS, I. (1982 b).- Depósitos aluviales cíclicos en el Paleogeno del borde N. de la Cuenca del Duero (León-Palencia). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geológicos Mineros, I.G.M.E.*, VI, 185-196.
- COLMENERO, J.R.; VARGAS ALONSO, I.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; MANJÓN RUBIO, M.; GUTIERREZ ELORZA M. Y MOLINA, E. (1982 c).- Memoria del *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000*. Nº 131 (Cistierna), Segunda serie MAGNA, primera edición. IGME. Madrid.
- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A; POL. C Y ARMENTEROS, J. (1978).- Las facies miocenas del sector sur de la Cuenca del Duero. *Publ. Dpto. Estratigrafía. Universidad de Salamanca*. 9 .
- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J; FLOR, G.; POL, C. Y CORROCHANO, A.- (1986).- Alluvial systems in the northwestern part of the Duero Basin (Spain). *Sedim. Geol.*, 47, 149-166.
- ESPEJO, R.; TORRENTE, J., y ROQUERO, C. (1973).- Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. (Geol.)*. T. 71, 231-236 .
- ESPINA, R.G.; ALONSO, J.L y J.L; PULGAR, J.A. (1994).- Discordancias sintectónicas originadas por plegamiento "buckling" en la banda de Ubierna (Cordillera Cantábrica). En: *II Congreso del G.E.T. Comunicaciones* : 105-108.
- ESPINA, R.G., NOZAL, F. y SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. (in litt).- Mapa y Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000, Nº 195 (Mansilla de las Mulas)*. Segunda Serie MAGNA,. ITGE. Madrid.
- ESTEBAN, M. Y KLAA, C.F. (1983).- Subaerial Exposure Environment. In: *Carbonate depositional environments (P.A. Scholle, D.G. Bubout y C.H. Moore, Eds.)*, Amer. Assic. Petrol. Geol. Mem. 33, 1-55 .
- EVERS, H. J. (1967).- Geology of the Leonides between the Bernesga and Porma rivers, Cantabrian Mountains, NW Spain. *Leidse Geol. Meded.*, 41, . 83-151.
- GARCÍA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R. y MANJÓN, M. (1982a).- Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N. de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geológicos Mineros, I.G.M.E.*, VI, 275-289.
- GARCÍA-RAMOS, J.C.; MANJÓN, M. y COLMENERO, J.R. (1982b).- Utilización de minerales pesados y de espectros litológicos como ayuda en la identificación del área madre y en la separación de los diferentes sistemas de abanicos aluviales. Terciario del borde N. de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geológicos Mineros, I.G.M.E.* VI, 293-201.
- GARCÍA RAMOS, J.C; VARGAS, I.; MANJÓN, J.R.; COLMENERO, J.R.; GUTIÉRREZ ELORZA, M.; MOLINA, E. (1982 c).- Memoria explicativa y memoria del *Mapa Geológico de España E.*

- 1:50.000, N° 132 (Guardo). Segunda Serie MAGNA, IGME. Madrid. 75p.
- GARCÍA SAINZ, L. (1955).- Los restos de Mastodon angustidens en las formaciones terciarias de la provincia de León. *Estudios Geológicos*, N° 27-28, 397-400. Lám. LXV-LXVI.
- GOUDIE, A.S. (1983).- Calcrete. En: Chemical sediments and geomorphology. *Precipitates and residua in the near surfac environments*. (A. S. Goudie y P. Kenneth, Eds). Academic Press. 93-131. London.
- HERAIL, G. (1984a).- Dynamique geomorphologique et sedimentologique de piemonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de L'Espagne et Gitologie de l'or detritique. *Chron. rech. min.*, n° 474, 49-68
- HERAIL, G. (1984b).- *Géomorphologie et Gitologie de l'or détritique. Piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne*. C.N.R.S. Centre Regional de Publicatións de Toulouse. 456 p. París.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1915).- Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Junta Ampl. Est. e Inv. Cientif. Comunicación de Inv. Paleont. y Prehist.*, 5, 1-295 .
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930).- Fisiografía y Paleontología del territorio de Valladolid. *Com. Inv. Paleont. y Prehist. Mem.* 37, 1-205 .
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1957).- Las formaciones de raña de la Península Hispánica. *INQUA. V Congreso Internacional. Madrid-Barcelona. Resúmenes des Comun.*, 78-79 .
- HERNÁNDEZSAMPELAYO, P.; LACASA, F.; COMBA, A. y LACASA, A. (1928).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional a Escala 1:50.000.*, n° 194 (Sta. Mª del Páramo). 39 .IGME. Madrid.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.; LACASA, F. y COMBA, A. (1932).-Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional E. 1:50.000.*, n° 161 (León) . IGME. 31p. Madrid.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. y HERNANDEZ SAMPELAYO, A. (1934).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional a Escala 1:50.000.*, n° 193 (Astorga) . IGME. 36. Madrid.
- HERRERO, A. (1994).- Sedimentación fluvial en la terraza media del Río Esla entre Vega de Infanzones y Villaquejida (León). *Rev. Soc. Geol. España*. 7, 3-4 .
- HERRERO, A.; NOZAL, F.; SUÁREZ RODRÍGUEZ A. y HEREDIA, N. (1994).- Aportación al Neógeno de la Provincia de León. En: *II Congreso del G.E.T. (JACA)*. Comunicaciones: . 133-136.
- HOCQUARD, (1975).- *Etude sedimentologique des formations rouges miocens du Nord-Ouest de l'Espagne. Alications a la propeccion des placers auriferes associes*. Thesis Univ. de Nancy. Inst. Nat. Polit. de Lorraine Ecole Nat. Sup. de Geologie Aliquéé.
- IGME. (1970).- *Mapa Geológico de España, E. 1: 200.000, n° 19 (León)*. Síntesis de la cartografía existente. 1ª edición. IGME. Madrid.
- JONG, J.D. (1971).- Molasse and clastic-wedge sediments of the southern Cantabrian Mountains (NW Spain) as geomorphological and environmental indicators. *Geol. Mijnbouw*, 50, 399-416.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J. M°; RIBEIRO, A. y NABAIS CONDE, L.E. (1972).- Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares, E. 1:1.000.000, Memoria explicativa: 1-113 (1974). *Inst. Geol. Min. España*.
- LEYVA, F.; MATAS, J. y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. (1984).- Hoja y Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional E. 1:50.000. n° 129 (La Robla)* 2ª Serie MAGNA Primera Edición .IGME. 98 .
- LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ, J. (1970).- Estudio de las terrazas y sedimentos de los ríos de la cuenca del Esla. *Bol. R.Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 68. .41-56.
- LÓPEZ BENITO, F.; PEÑA PINTO, J. y BARBA REGIDOR, P. (1991).- *Mapa Geoténico y de*

- Peligrosidad Natural de la ciudad de León y su Aglomeración Urbana. E.s: 1:25.000 y 1:5.000. Serie Ingeniería GeoAmbiental. I.T.G.E-Diputación Provincial de León. Madrid.*
- LÓPEZ OLMEDO, F.; CABRA GIL, P.; ENRILE ALBIAR, A. (1990- in litt).- Hoja y Memoria del Mapa Geológico de España, E. 1: 50.000, N°198 (Osorno). 2ª Serie. MAGNA. ITGE. Madrid.
- LÓPEZ OLMEDO, F.; ENRILE ALVIR, A.; CABRA GIL, P. (1991 a, in litt).- Hoja y Memoria del Mapa Geológico de España, E. 1: 50.000 N° 165 (Herrera de Pisuerga). 2ª Serie MAGNA. ITGE. Madrid.
- LÓPEZ OLMEDO, F.; ERILE ALVIR, A.; CABRA GIL, P. (1991 b, in litt).- Hoja y Memoria del Mapa Geológico de España, E. 1: 50.000 N° 133 (Pradanos de Ojeda). 2ª Serie MAGNA. ITGE. Madrid.
- LOTZE, F. (1945 a).- Einige probleme der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch.*, 6, . 1-12. (trad. por J.M. Rios: Algunos problemas de la Meseta Ibérica. *Publ. Extr. Geol. España, V.* . 43-58)
- LOTZE, F. (1945 b).- Zur gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch.*, 6, . 78-92.(Trad. por J.M. Rios, 1950. Observaciones respecto a la división de los variscides de la Meseta Ibérica. *Publ. Extr. Geol. España, V.* . 149-166).
- MABESOOONE, J.M. (1959).- Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Cuero Bassin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.* 24, . 31-180.
- MABESOOONE, J.M. (1961).- La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia). *Estudios Geol.*, 17, 101-130.
- MANJÓN, M.; COLMENERO, J.R.; GARCÍA-RAMOS, J.C. Y VARGAS, I. (1982 a).- Génesis y distribución espacial de los abanicos siliciclásticos del Terciario superior en el borde N de la Cuenca del Duero (León-Palencia). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, 1979, Temas Geológicos Mineros, I.G.M.E.,VI (I), 357-370.*
- MANJÓN, M.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R. Y VARGAS, I. (1982 b).- Procedencia, significado y distribución de diversos sistemas de abanicos aluviales con clastos poligénicos en el Neogeno del borde N. de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, 1979, Temas Geológicos Mineros, I.G.M.E.,VI (I), 373-388*
- MANJÓN RUBIO, M.; VARGAS ALONSO, I.; COLMENERO NAVARRO, J.R.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; GUTIERREZ ELORZA, M.; MOLINA, E. (1982 c).- Memoria del Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. N° 130 (Vegas del Condado) Segunda serie MAGNA, Primera edición. IGME. Madrid.
- MARTÍN PARRA, L. M. (1989).- Memoria del Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. N° 128 (Riello) .Segunda serie MAGNA. Primera edición. IGME. Madrid.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988 a).- *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico.* Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo. Diputación de Zamora-CSIC. 306 p.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988 b).- Sobre la posición de la raña en el contexto morfodinámico de la Meseta. Planteamientos antiguos y tendencias actuales. *Bol. Geol. Min.*, XCIX-VI, 855-870
- MARTÍN-SERRANO, A. (1989).- Características, rango, significado y correlación de las series ocre del borde occidental de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensis.* Vol. 5. Ediciones Universidad de Salamanca. . 239-252 .
- MARTÍN-SERRANO, A. (1991).- La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica Alpina. *Rev. Soc. Geol. España,* 4, (3-4), 337-351 .
- MARTÍN-SERRANO, A. (1994).- Macizo Hespérico Septentrional. *Geomorfología de España. Ed. Rueda.* 25-62 .

- MEDIAVILLA, R. y DABRIO, J.C. (1986).- La sedimentación continental del Neógeno en el sector Centro-Septentrional de la Depresión del Duero (provincia de Palencia). *Studia Geologica Salmanticensis*, 22, 111-132 .
- MOLINA, E. (1991).- *Geomorfología y Geoquímica del paisaje. Dos ejemplos en el interior de la Meseta Ibérica.*. 156p. Ediciones Universidad Salamanca.
- MOLINA, E. y PEREZ GONZALEZ, A. (1989).- Depresión del Duero. En: *Mapa del Cuaternario de España*. E. 1: 1.000.000. I.T.G.E. Madrid. 153-163 .
- NAVARRO, A.; FERNANDEZ, A. y DOBLAS, J.G. (1989).- Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis, *Tomo I: Memoria*, 591 p., *Tomo II: Cartografía*.
- NOSSIN, J. J. (1960).- Geomorphological aspects of the Pisuerga drainage area in the Cantabrian Mountains (Spain). *Leidse Geologische Medelingen*, 24, 283-406 .
- NOZAL, F. (1994).- Cuaternario y Geomorfología . En: *Mapa Geológico de la Provincia de León* E.1:200.000 . ITGE-Diputación Provincial de León. Madrid.
- NOZAL, F. (in prep.). Nuevos datos para la correlación N-S en el sector Septentrional de la Cuenca del Duero. Transversal Guardo-Palencia y áreas adyacentes.
- NOZAL, F. y ESPINA, R. G. (1994).- Evolución morfológica del Esla: Un ejemplo de captura. Resúmenes. XVI Reunión de Xeología e Minería do NO Peninsular. Lab. Xeol. de Laxe. 43-44 .
- NOZAL, F. y SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. (in litt,a).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España a E. 1:50.000, N° 163 (Almanza)*. Segunda Serie MAGNA, ITGE. Madrid.
- NOZAL, F., HEREDIA, N. y SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. (in litt, a).- Mapa Geológico del *Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000 N° 163 (Almanza)*. Segunda Serie MAGNA, ITGE. Madrid.
- NOZAL, F.; SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. y ESPINA, R.G. (in litt, b).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España a Escala 1: 50.000 de la Hoja n° 162 (Gradefes)*. Serie MAGNA. ITGE. Madrid.
- NOZAL, F., ESPINA, R.G. y SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. (in litt, b).- Mapa Geomorfológico. En : *Mapa Geológico de España a E.1: 50.000 N° 162 (Gradefes)*. Segunda Serie MAGNA,. ITGE. Madrid.
- OLIVE DAVO, A.; PORTERO GARCÍA, J.M.; DEL OLMO ZAMORA, P.; ARAGONÉS VALLS, E.; CARRERAS SUÁREZ, F; MOLINA, E.; GUTIÉRREZ ELORZA. (1982).- El Sistema De Terrazas Del Río Carrión. *I Reunión sobre La Geología de La Cuenca del Duero* , Salamanca,1979. 451-463 .
- PASTOR GÓMEZ, V. (1963).- Mapa y Memoria del *Mapa Geológico de España E. 1: 50.000 N° 129 (La Robla)*. 1ª Serie. IGME. Madrid.
- PASTOR GÓMEZ, V. (1969).- Mapa y Memoria del *Mapa Geológico de España E. 1: 50.000 N° 128 (Riello)* . 1ª Serie. IGME. Madrid.
- PENAS MERINO,A.; HERRERO CEMBRANOS, L. y GARCÍA GONZÁLEZ, M.E. (in litt.).- Mapa de Unidades Fisionómicas de Vegetación, E. 1:400.000. *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. .ITGE-Diputación de León.
- PENAS MERINO,A.; GARCÍA GONZÁLEZ y HERRERO CEMBRANOS, L. (in litt.).- Mapa de Vegetación, E. 1:200.000. *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. . ITGE-Diputación de León.
- PENAS MERINO,A.; GARCÍA GONZÁLEZ; HERRERO CEMBRANOS, L. y PUENTE GARCIA, E. (in litt.).- Mapa de Ombroclimas, E. 1:400.000. *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. .ITGE-Diputación de León.
- PENAS MERINO,A.; GARCÍA GONZÁLEZ; HERRERO CEMBRANOS, L. ; PUENTE GARCÍA, E. y DE

- GODOS DE FRANCISCO, M. (in litt.). Mapa de Pisos Bioclimáticos, E. 1:400.000. *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. ITGE-Diputación de León.
- PÉREZ GARCÍA, L. C. (1977).- *Los sedimentos auríferos del N.O. de la Cuenca del Duero (Provincia de León, España) y su prospección*. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. (Inédita).
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1981).- Terciario y Cuaternario de la llanura manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo. Tesis doctoral. *Universidad Complutense*. Madrid.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1989).- Submeseta Meridional. En: *Territorio y Sociedad en España, I. Geografía física*. BIELZA, V. (Coord.). 176-187 .
- PÉREZ GONZÁLEZ, A.; MARTÍN-SERRANO GARCÍA, A. y POL MENDEZ, C. (1994).- Depresión del Duero. *Geomorfología de España. Ed. rueda*. 351-388 .
- PLANS, P. (1970).- *La tierra de Campos*. Inst. Geogr. Apl. "Alonso de Herrera" CSIC, 289 p.
- PORTERO, J.M.; GUTIÉRREZ ELORZA, M. y MOLINA, E. (1982a).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000, N° 273 (16-129) (Palencia). Segunda Serie MAGNA, IGME. Madrid. 64p.
- PORTERO, J.M.; DEL OLMO, P.; RAMIREZ, J. y VARGAS, I. (1982b).- Síntesis del Terciario continental de la Cuenca del Duero. *Temas Geol. Min.* 6, I.G.M.E. 11-37 .
- PORTERO, J.M.; DEL OLMO, P. y OLIVE, A. (1983).- El Neógeno de la transversal Norte-sur de la Cuenca del Duero. En: *Libro Jubilar J.M. Ríos. Geología de España*. T. II. IGME, 492-502 .
- PULGAR, J.A. y ALONSO, J.L (1993).- La estructura alpina de la Cordillera Cantábrica. Resúmenes. XV Reunión de Xeología e Minería do NO Peninsular. *Laboratorio Xeológico de Laxe*. . 68-69.
- RAYNAL, R. y NONN, H. (1968).- Glacis étagés et formations quaternaries de Galicie oriental et de Leon: quelques observations et données nouvelles. *Rev. Geomorph. Dynam.* ,nº3, T.XVIII, 97-117.,Paris.
- REDONDO LÓPEZ, T; GALLASTEGUI SUÁREZ, J. y ALVAREZ PULGAR, J. (1995).- Estudio de la Geología del Subsuelo en el NW de la Cuenca del Duero (Provincia de León). Informe interno, ITGE. Proyecto ITGE: "Estudio geológico de las Hojas del MAGNA a E. 1:50.000 .Nº: 161, 162, 163, 194, 195, 196, 232, 233 y 234."
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. Y PEREZ GONZÁLEZ, A. (1986).- Esquemas Geomorfológicos. En: CASTELLANOS, P.(1986)- *El Paleolítico Inferior en la Submeseta Norte (León)*. Instituto Fray Bernardino de Sahagún. Diputación de León-CSIC. 241 .
- ROYO GÓMEZ, J. (1930).- Descubrimientos de restos de mastodón en las cercanías de León. *Bol. R.S.E.H.N.*, T.30, 395-396. Madrid.
- ROYO GÓMEZ, J. (1934).- Algunos vertebrados fósiles de la Cuenca del Duero. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.* 30, 501-511.
- RUST, B. R. (1978).- Depositional models for braided alluvium. En: *Fluvial Sedimentology*. (Miall, A. D. Ed.). *Mem.Can. Soc. Petrol. Geol.*, 5. . 605-625.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1982).- Características de la sedimentación miocena en la zona norte de la Cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros, IGME* , 6, . 701-705.
- STAALDUINEN VAN, C. J. (1973).- Geology of the area between the Luna and Torío rivers, southern Cantabrian Mountains, NW Spain. *Leidse Geol. Meded.*, 49, 167-205.
- SUÁREZ RODRÍGUEZ, A.; BARBA, P.; HEREDIA, N.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L. R.; FERNÁNDEZ L.P. y HERRERO, A. (1994).- *Mapa Geológico de la Provincia de León* E.1:200.000 . ITGE-Diputación Provincial de León Madrid.
- SUÁREZ RODRÍGUEZ, A.; NOZAL, F. y ESPINA, G.R. (in litt a).- Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000. N° 194 (Santa M° del Páramo). Segunda Serie MAGNA,.

ITGE. Madrid

- SUÁREZ RODRÍGUEZ, A.; ESPINA, G.R. y NOZAL, F (in litt b).-Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000. Nº232 (Villamañán). Segunda Serie MAGNA,ITGE. Madrid
- TORRENT, J. (1976).- Soil development in a sequence of thr river terraces in Northen Spain. *Catena*, 3: .137-151.
- TORRENT, J. Y ROQUERO, C. (1974).- The occurrence of an argilic horizon in a late neolithic settlement of northern spain. *X International Congress of Soil Science*. Moscow, 1994. 354-360
- VARGAS, I.; CARBALLEIRA, J.; CORRALES, I.; CORROCHANO, A.; FLOR, G.; MANJÓN, M.; POL, C.; DÍAZ GARCÍA, F.; FERNÁNDEZ RUIZ, J. Y PÉREZ ESTAÚN, A. (1984a).- Memoria del *Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000. Nº 160 (Benavides) Segunda serie MAGNA Primera Edición. IGME. Madrid.
- VARGAS, I.; FLOR, G.; CORROCHANO, A.; CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; POL, C.; MANJÓN, M.; DÍAZ GARCÍA, F.; FERNÁNDEZ RUIZ, J. Y PÉREZ ESTAÚN, A. (1984b).- Memoria del *Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000. Nº 193 (Astorga). Segunda serie MAGNA Primera Edición. IGME. Madrid.
- VARGAS, I.; POL, C.; CORROCHANO, A.; CARBALLEIRA, J.; CORRALES, I.; ; FLOR, G.; MANJÓN, M.; DÍAZ GARCÍA, F.; FERNÁNDEZ RUIZ, J. Y PÉREZ ESTAÚN, A. (1984c).- Memoria del *Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000. Nº 231 (La Bañeza). Segunda serie MAGNA Primera Edición. IGME. Madrid.