

20194



Instituto Geológico
y Minero de España

194
13-10

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



STA. MARÍA DEL PÁRAMO

ISBN 84-7840-611-5



9 788478 406111



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

194 (13-10)

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

STA. MARÍA DEL PÁRAMO

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M. 45167-2005

ISBN: 84-7840-611-5

NIPO: 657-05-020-6

Impresión: Trebol Propuesta Gráfica

El Mapa Geológico y Memoria explicativa de la Hoja de Sta. María del Páramo 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, F. Nozal y Espina R.G.(IGME)

Mapa y Cortes Geomorfológicos:

A. Suárez Rodríguez, F. Nozal y Espina R.G. (IGME)

Memoria:

A. Suárez Rodríguez, F. Nozal y Espina R.G. (IGME)

Estratigrafía:

A. Suárez Rodríguez, A. Herrero, F. Nozal y Espina, R.G. (IGME)

Asimismo, han colaborado en aspectos temáticos parciales:

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

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.....	13
1.2.1. -Conglomerados polimícticos, arenas, limos con concrecciones carbonatadas y niveles de calcretas. "Unidad Polimíctica" (Mioceno: Aragoniense-Vallesiense Inferior).....	14
-Interpretación sedimentológica.....	18
-Correlación.....	18
-Edad.....	19
1.3.- CUATERNARIO.....	19
1.3.1. -Gravas silíceas y arenas. Terrazas.....	20
-Edad.....	22
1.3.2. -Limos, arenas y cantos. Fondos de valle (y zonas encharcadas).....	23
1.3.3. -Limos, arenas y gravas. Llanuras de inundación.....	23
1.3.4. -Cantos, limos y arenas. Conos de deyección y abanicos aluviales.....	25
1.3.5. -Arenas y cantos. Coluviones.....	25
1.3.6. -Arenas y gravas. Lecho actual.....	25

2. TECTÓNICA	25
2.1.- TECTÓNICA ALPINA.....	25
- Perfiles sísmicos.....	
3. GEOMORFOLOGÍA -.....	31
3.1.- DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.....	31
3.2.- ANTECEDENTES.....	35
3.3.- ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	35
3.3.1.- Estudio morfoestructural.....	35
3.3.2.- Estudio del modelado y Formaciones superficiales.....	36
- Formas de laderas.....	36
- Formas fluviales.....	36
- Formas endorreicas/lacustres.....	41
- Formas antrópicas.....	42
3.4.- EVOLUCIÓN DINÁMICA (HISTORIA GEOMORFOLÓGICA).....	42
3.5.- MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.....	43
4. HISTORIA GEOLÓGICA	43
5. GEOLOGÍA ECONÓMICA	45
5.1.- RECURSOS MINERALES. ROCAS INDUSTRIALES.....	45
5.2.- HIDROGEOLOGÍA.....	46
6. BIBLIOGRAFIA	52

0. INTRODUCCION

La Hoja de Santa María del Páramo (Nº 194) se encuentra ubicada 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 (Figs. 1, 2) .

Administrativamente pertenece a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, dentro de la provincia de León. Las poblaciones más importantes son Santa María del Páramo, Cembranos, Valdevimbre, y Vega de Infanzones. Además existen numerosas localidades situadas a lo largo de los valles que atraviesan la Hoja, Ardón, Cabrerros del Río, Fresno de la Vega, Villagallegos, Fontecha, Villar de Mazarife, Banuncias, Villacé, etc. Otros núcleos de población están situados al igual que la citada Santa María del Páramo en la comarca del Páramo Leonés, donde existe un sistema consolidado de regadío: como son Bustillo del Páramo, Bercianos del Páramo, Villavante, etc.

El relieve es suave en general, con altitudes que van desde los 880 m a los 760-755m del valle del río Esla, destacando en la parte nororiental de la Hoja un relieve algo más pronunciado por encima de los 815 m, que presenta una morfología plana. El resto de la zona está formado por diversas plataformas, correspondientes a los distintos niveles de terrazas que ha desarrollado la red fluvial a su paso. La mayoría de estos niveles forman parte del Páramo Leonés, producto de los depósitos fluviales del río Órbigo, el cuál a primera vista da la impresión de ser una extensa plataforma prácticamente plana.

Entre los vértices geodésicos más importantes se encuentran: Cuevas (861m), Isla (819m), Barriaza (819m), Villacé (780m), Sta. Mº del Páramo (813m), Horca (802m), Ardón (801m), Cabrerros del Río (762m), etc.

La red fluvial se encuentra bien desarrollada, y está constituida por dos arterias principales: el Río Bernesga y el Río Esla que confluyen al NE de esta Hoja. El Río Esla, es el curso principal y recorre el sector oriental de la zona estudiada. Este río es el colector principal de la vertiente sur del Macizo Hespérico y del NO; el cuál a su vez aporta sus aguas al río Duero. El río Órbigo se encuentra en las proximidades del borde occidental de la Hoja, pero no se observa en ésta. Como parte de la red secundaria se encuentra el Aº del Valle de Fontecha que cruza la Hoja del NO al SE, además del Aº del Valle, Aº del Reguero, el Arroyo del Valle Grande-del Prado al NE, y los

Arroyos de la Huerga y de la Mata del Páramo, que en la actualidad se encuentran canalizados. El régimen climático es continental, propio de la Meseta Septentrional, pero influenciado por la proximidad a la Cordillera Cantábrica y los Montes de León. Está comprendido entre un clima mediterráneo templado fresco a mediterráneo seco-continentalizado, con un régimen de precipitaciones entre 500 y 300 mm anuales y una temperatura media anual entre 8 y 10°.

La vegetación autóctona está bastante degradada y, se sitúa por lo general en las laderas de los interfluvios, estando constituida, en la parte nororiental de la Hoja, por matorral con y sin arbolado (robles y encinares). Además existe una superficie importante en la ribera del río Esla repoblada con chopos.

En la vega del río Esla así como en la Zona Agroclimática del Páramo existen importantes cultivos de regadío (remolacha, maíz, alubia, lúpulo, trigo, algunas plantaciones de frutales, etc.). En el resto de la Hoja aparecen algunos cultivos de secano (cebada centeno....) de escasa importancia, junto con algunas praderas naturales. Estos datos pueden consultarse en el Mapa de Vegetación y en el mapa de Unidades Fisionómicas de Vegetación que presentan PENAS *et al.*, (*in litt.*) para el Atlas del Medio Natural de la Provincia de León.

Desde el punto de vista geológico la Hoja de Santa María del Páramo 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, 1945a,b) y al Sur de la Zona Cantábrica (LOTZE, 1945a,b; JULIVERT *et al.*, 1972), zonas que constituyen parte de la Cordillera Herciniana en el NO de la Península Ibérica formando el basamento (Fig. 2). El Terciario ocupa menos del 25% de la superficie de la Hoja y el resto son recubrimientos del Cuaternario, que se extienden desde la Cordillera Cantábrica y Montes de León hacia el centro de la Cuenca. Durante el Terciario la Cuenca del Duero se configura como una cuenca de antepaís asimétrica (ALONSO *et al.*, 1996), cuya geometría y relleno (continental endorreico) está controlado por los relieves alpinos que la circundan. En relación con los frentes montañosos de la Cordillera Cantábrica (ZC) se desarrollan grandes abanicos aluviales progradantes, que con diferente desarrollo y composición litológica se solapan y superponen desde el Paleógeno inferior al Pleistoceno inferior (COLMENERO *et al.*, 1982a; GARCÍA-RAMOS *et al.*, 1982a; MANJÓN *et al.*, 1982a).

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 diastrófica del borde Sur de la Cordillera. La presencia de discontinuidades o discordancias sintectónicas en la sucesión terciaria fueron puestas de manifiesto por GARCÍA-RAMOS *et al.*, (1982a,b,c) en el margen norte de la cuenca y, han sido estudiadas más recientemente por ALONSO *et al.*, (1994, 1996) y ESPINA *et al.*, (1994). 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).

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 de fondo de valle, de ladera, etc.

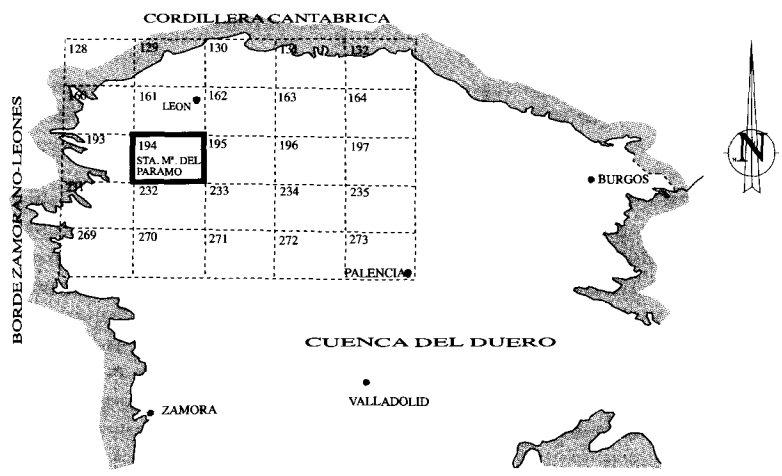


Fig. 1.- Situación de la Hoja N° 194 (Santa María del Páramo) en el ámbito de la Cuenca del Duero.

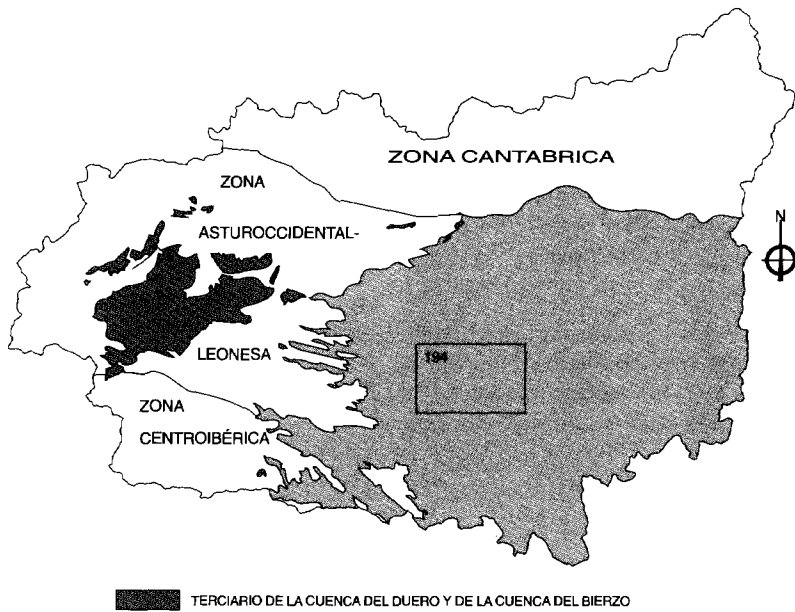


Fig. 2.- Situación de la Hoja Nº 194 (Santa María del Páramo) en la Cuenca del Duero con respecto a las zonas del Macizo Hespérico.

Los materiales comprendidos entre el Terciario y el Cuaternario presentan una naturaleza litológica homogénea y una disposición estructural simple, apareciendo prácticamente indeformados (horizontales), excepto en las cercanías de los afloramientos paleozoicos, donde su estructura tectónica muestra cierta complejidad.

Las publicaciones geológicas generales sobre el área que ocupa ésta Hoja no son muy abundantes. Los trabajos más antiguos hacen referencia únicamente a amplias extensiones de terreno de la parte occidental de la provincia de León; de modo que las primeras referencias concretas se deben a las primeras Hojas del Mapa Geológico de España a E. 1:50.000: Santa M^o del Páramo (194) por HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.*, (1928), Villamañán (232) HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.*, (1931), León (161) realizada por HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.*, (1932), y la Hoja de Astorga (193) por HERNÁNDEZ SAMPELAYO y HERNÁNDEZ 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) que dan una serie tipo del terciario para la región leonesa. Posteriormente tienen lugar los estudios de MABESOOONE (1959), PASTOR GÓMEZ (1963, 1969), EVERS (1967), AEROSERVICE (1967) RAYNAL & NONN (1968), MANJÓN (1969), LEGUEY y RODRÍGUEZ (1970), STAALDUINEN (1973), HOCQUARD (1975) y TORRENT (1976), que sientan las bases del conocimiento estratigráfico y sedimentológico en los materiales mesozoicos.

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), PORTERO *et al.*, (1978), SANCHEZ DE LA TORRE (1982), CORRALES *et al.*, (1978,1986), y 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), MARTIN-SERRANO (1988, 1989) y BARDAJI (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 Hoja (Fig. 1): las de Benavente (270) y Valderas (271) por BARBA MARTÍN (1981 a,b); Vegas del Condado (130) por MANJÓN *et al.*, (1982c); La Robla (129) por LEYVA *et al.* (1984); Benavides (160), Astorga (193) y La Bañeza (231) por VARGAS *et al.*, (1984a, b, c), y Riello (128) por MARTÍN PARRA (1989), las cuales constituyen las aportaciones más notables para el conocimiento de la zona.

Recientemente, 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 de los MAGNAS en realización (SUÁREZ RODRI-

GUEZ *et al.*, (in litt.a,b), NOZAL *et al.*, (in litt,a b) y ESPINA *et al.*, (in litt.a, b)), 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 Santa María del Páramo 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 la Cuenca, al ser ésta capturada por el río Duero.

Entre los primeros trabajos que realizan estudios estratigráficos parciales destacan los de HERNÁNDEZ PACHECO (1915), HERNÁNDEZ SAMPELAYO *et al.*, (1928, 1931, 1932, 1934).

Más recientemente, destacan por haber sentado las bases litoestratigráficas del Terciario: COLMENERO *et al.*, (1982 a, b, c), GARCÍA RAMOS *et al.*, (1982 a, b) y MANJÓN *et al.*, (1982 a, b).

Por otro lado, PÉREZ GARCÍA (1977) al NO de esta Hoja, especifica parte de la estratigrafía de los materiales miocenos. Este autor define varias 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.

Por su parte, VARGAS *et al.*, (1984a, b, c), en las cartografías de las Hojas colindantes del borde oeste, definen los sistemas de abanicos aluviales-fluviales de Ferreras-Forcadas, Villagatón y Benavides-Carrizo.

CORRALES *et al.*, (1986) diferencian también varios 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 área fuente de la que proceden.

Por último BARBA *et al.*, (1994) separan los depósitos del Terciario de la Cuenca del Duero 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".

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

Sistemas de Abanicos de Villagatón y Carrizo-Benavides.

VARGAS *et al.*, 1984a) para la Hoja de Benavides (160) (Fig.1) definen los sistemas de Villagatón y de Benavides-Carrizo, que prolongan hacia la Hoja de Astorga (VARGAS *et al.*, 1984b). Se trata de depósitos aluviales y fluviales trenzados.

El Sistema de Villagatón reposa discordantemente sobre el zócalo hercínico hacia el O. Sus litologías representativas son detríticas (conglomerados, arenas y fangos) con algún nivel carbonatado discontinuo ligados a procesos edáficos. En general presentan espesores visibles del orden de 125-150m. En la Hoja de Astorga (193) está formado por arenas y fangos de colores amarillentos a veces rojizos.

En el Abanico de Carrizo-Benavides, al sur de la Hoja de Benavides, predominan los fangos, limos y arenas, con tonos amarillentos o amarillentos-rojizos y algunos verdosos, junto a la presencia de suelos calcimorfos.

CORRALES *et al.*, (1986) en la esquina noroeste de la Cuenca del Duero describen entre otros, el Sistema de Benavides (que coincide con el de Carrizo-Benavides de VARGAS *et al.*, *op.cit.*) como sistema no confinado procedente del norte-noreste respecto a la zona que estudian. Este sistema está constituido, en su área de estudio, exclusivamente por facies distales, por lo que no es posible deducir su geometría ni sus límites, presentando características de un sistema fluvial "braided". El Sistema de Villagatón es confinado en su parte más occidental pasando a semi-confinado y por fin a no confinado en la zona donde se reúne y coalesce con el sistema de Benavides, ambos en facies distales, lo que dificulta su diferenciación.

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 (1967). Se corresponde también con parte de la Unidad 1 de MEDIAVILLA y DABRIO (1986).

En las Hojas situadas al norte y oeste de la zona de estudio, se han diferenciado varios abanicos aluviales. Sin embargo en esta zona ante la imposibilidad física de poder cartografiar los distintos abanicos, por las dificultades que entraña el separar, en facies medias-distales, las interdigitaciones de varios aparatos distintos con las mismas litologías y escasos afloramientos donde medir paleocorrientes, se ha optado por cartografiar Unidades dentro del Terciario. Estas Unidades pueden identificarse con bastante facilidad en campo, siguiendo la nomenclatura utilizada por HERRERO *et al.* (1994).

1.2. Terciario. Neógeno

Corresponden a esta edad el conjunto de materiales detríticos que constituye el relleno sedimentario de la Cuenca del Duero, abarcando, en esta Hoja, al menos edades comprendidas entre el Mioceno Medio y el Superior.

En el sector que nos ocupa de la Depresión del Duero se diferencian tres ciclos de relleno correspondientes a sistemas de abanicos aluviales y fluviales, de los cuales en esta zona solo existe representación del primero.

El primer ciclo tiene una edad Aragoniense-Vallesiense inferior; la naturaleza de los cantos evidencia un área madre mesozoica predominantemente carbonatada coexistiendo con otra paleozoica sobre todo de carácter silíceo.

El segundo ciclo se dispone discordantemente sobre distintos términos del ciclo anterior, es de naturaleza silícea y se sitúa en el Mioceno superior, sin ninguna datación. El tercer ciclo responde al último episodio aluvial fini-neógeno, conocido regionalmente como Raña, atribuido al Plioceno superior. Estos dos ciclos afloran exclusivamente en los sectores más septentrionales del borde NO de la Cuenca, por lo que en esta zona no aparecen.

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

Representando al primer ciclo, para la Hoja de Sta. M^o del Páramo, se ha diferenciado una unidad tectosedimentaria que se ha reconocido a escala regional (HERRERO *et al.*, 1994): La Unidad Polimíctica que está formada por conglomerados, arenas, limos y niveles carbonatados¹. Los clastos tienen una composición polimíctica.

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

Esta Unidad corresponde a los materiales estratigráficamente más bajos de la Hoja. Siempre se encuentran por debajo de la cota de 860 m. y representan menos de una tercera parte de los materiales que afloran en la Hoja.

Los cortes y los mejores puntos de observación de la Unidad Polimíctica se sitúan en el NE y E, en el escarpe de la margen derecha del río Esla y en los valles secundarios de la red fluvial del sector oriental, así como en algunas canteras en explotación y abandonadas. Las capas se presentan subhorizontales, con inclinaciones deposicionales de 3-5° hacia el sur. Los desniveles producidos por la incisión fluvial sólo permiten la observación de los 30-40 m superiores de esta Unidad, no hallándose ni el límite inferior ni el superior.

Las columnas estratigráficas están ubicadas exclusivamente en el cuadrante suroriental de la Hoja, debido a la gran extensión superficial que alcanzan los horizontes de terrazas de la comarca del Páramo Leonés, las cuales ocultan el sustrato terciario. Los mejores cortes se encuentran en las canteras situadas entre las localidades de Villagallegos y Villacé; además en los afloramientos próximos a las localidades de Ardón y Benamariel, como la columna de Villalobar (Fig. 3). Debido a la ausencia de buenos cortes en la mayor parte de la Hoja, se ha optado por la inclusión de algunos datos obtenidos en Hojas contiguas.

Se trata de una Unidad continental formada por sedimentos detríticos, bien calibrados, de color amarillento.

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.

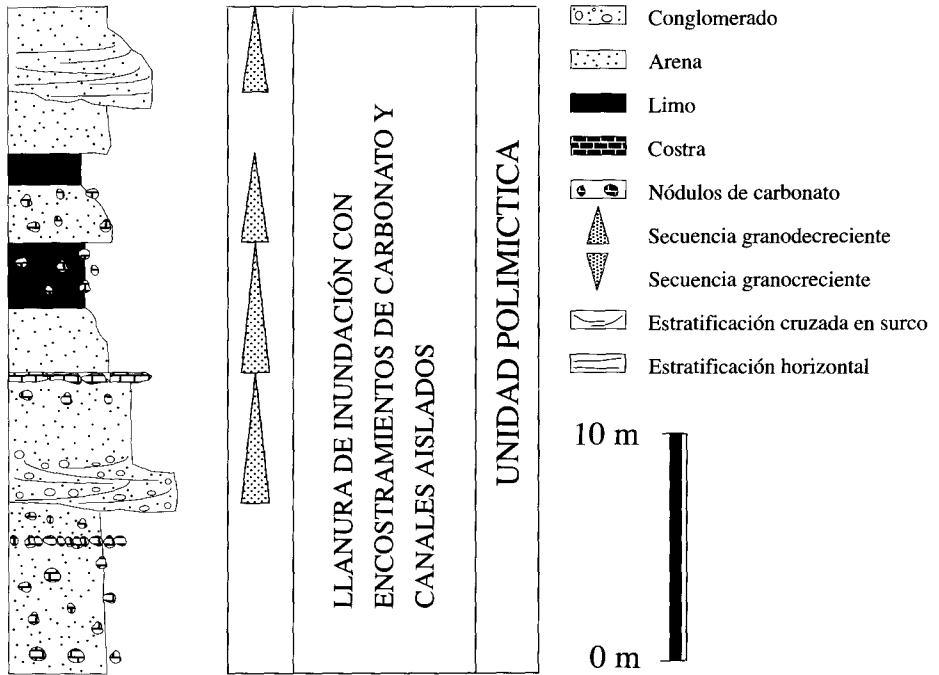


Fig. 3.- Columna estratigráfica de la Unidad Polimictica (1) en la localidad de Villalobar.

Las principales características de esta Unidad en la Hoja son: 1) los sedimentos finos son muy abundantes: limo y arena fina de color amarillo-ocre. 2) las facies gruesas no son frecuentes y afloran en bancos de escasa extensión lateral y, 3) las costras de carbonato están muy localizadas y no alcanzan gran desarrollo lateral.

Así pues, la Unidad Polimíctica está constituida por arenas, fangos y escasos niveles de conglomerados y costras carbonatadas, resultando columnas cortas y monótonas. Se ordenan en secuencias granodecrecientes, con un tamaño que oscila entre 1 m y 15 m, (Fig. 3). Las secuencias suelen comenzar con arenas y finalizan en limos. Estos depósitos se pueden agrupar en un conjunto de facies, que a continuación se describen:

Las facies de gravas son orto y paraconglomerados. En los escasos afloramientos donde aparecen se comprueba que los clastos son menores a 6 cm, con matriz arenosa. Localmente están cementados por carbonato cálcico, si bien, esta cementación se ha perdido en muchos casos. En campo, este tipo de facies presenta un color rojizo, a primera vista, pero puede ser un color sobrepuesto a otros más ocres, ocre-amarillo (10YR5/4; 10YR6/6; 10YR7/4), tendiendo a más blanco, cuanto mayor es la cementación de carbonato.

Los clastos son subangulosos a subredondeados, con un centil que no supera los 5 cm. La composición de los clastos es silíceo: cuarcitas, areniscas y clastos intraformacionales.

Su ordenamiento interno consta de estratificación cruzada en surco, de mediana escala y granoselección positiva. La geometría particular de estos depósitos es de cuerpos canalizados con la superficie inferior erosiva. El límite superior es gradual con facies de areniscas a techo. Las paleocorrientes medidas marcan direcciones de flujo de NNO a SSE.

Se han analizado algunas muestras de esta facies por DRX, obteniéndose como minerales principales el cuarzo (70-76%) y trazas de calcita y goethita; mientras que para la fracción arcilla se presentan como minerales principales la mica, el caolin y clorita. Además en algunos casos presentan hasta un 0,4 % de minerales pesados (porcentaje medido entre las fracciones arena media y limo grueso).

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

Las facies de arenas son abundantes y presentan un color ocre-amarillento, aunque pueden aparecer bandas de color rojo (10R4/6; 10YR5/4).

Por un lado, se encuentran arenas de tamaño medio a fino, bastante limosas. Están muy bien clasificadas y, son bastante homogéneas. El límite inferior es neto, ligeramente erosivo sobre facies más finas, y el superior es gradacional. La geometría general es de cuerpos tabulares de cierta extensión lateral.

En estos sedimentos no suelen aparecer estructuras tractivas, que indiquen el medio de depósito. Aunque aparecen un conjunto de rasgos paleoedáficos, como nódulos de carbonato (a veces septarizados), rizolitos de tamaño variable, nódulos de oxihidróxidos de hierro y varios tipos de

cutanes. Destaca una estructuración del sedimento en prismas y poliedros, en los que, puntualmente, se observa una gradación en el tamaño.

Por otro lado, existen arenas asociadas a bancos conglomeráticos canalizados. Son de tamaño grueso a medio. Suelen presentarse sueltas, o bien, con cementación de carbonato cálcico, que localmente puede ser fuerte. El color es ocre y amarillento (10R4/6). El límite inferior suele ser erosivo, estando asociadas a facies más gruesas. El límite superior es gradacional hacia facies más finas.

En este tipo de sedimentos se desarrolla estratificación cruzada en surco. En algún caso se aprecia que la base está remarcada por clastos de carbonato intraformacionales. Otras veces, estas arenas presentan laminaciones de ripples. En la medida de paleocorrientes se obtiene una mezcla de procedencias, tanto del NE, como del NO y N.

Dentro de las facies arenosas, los análisis realizados por DRX dan como mineral principal el cuarzo (30-70%), a veces con dolomita (8%), calcita (14-4%) y dentro de la fracción arcilla: mica, caolín, clorita y esmectita.

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, las segundas representan el relleno de canales con la construcción de dunas y megaripples; o bien, por una pérdida de flujo, una etapa de abandono de los canales.

Las facies fangosas son limos y arcillas con un contenido apreciable en arena fina, ocasionalmente alto. El color es también muy variable aunque predominan los colores ocre (10 YR 6/6; 10 YR 5/4; 5YR5/6; 5GY7/2). El límite inferior es gradacional y el superior está en general erosionado por otras facies de grano más grueso. Estas facies forman cuerpos tabulares de cierta extensión lateral.

Internamente no se aprecia ninguna estructura tractiva, pero sí rasgos paleoedáficos. Entre estos últimos, destaca la presencia de agregados en el suelo, en ocasiones muy desarrollados. Los más característicos son los tipos prismático y poliédrico, de diverso tamaño. También suelen aparecer rizolitos y nódulos de carbonato, además de cutanes de arcillas.

Todos los datos recabados apuntan 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. A veces, aparecen ligadas a facies de gravas, encontrándose restos de caráceas, gasterópodos de agua dulce y espinas de peces. Responden en este caso, al relleno de canales abandonados.

Las facies de costras carbonatadas afloran de forma ocasional en la Hoja, con un desarrollo limitado y con un espesor muy reducido. En su composición aparecen una alta proporción de arenas. Su extensión lateral es corta y presentan tonos claros (10 YR 8/6-10 YR 6/6).

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, dismi-

nuyendo 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.

Las calcretas que tienen origen edáfico y, por tanto asimilables a paleosuelos (horizontes petrocálcicos Bca), se superponen indistintamente a casi todas las litologías sedimentarias anteriores, transformando totalmente sus características litológicas y estructuras sedimentarias.

En lámina delgada las facies carbonáticas corresponden en general a caliches micríticos, micro-esparíticos y/ esparíticos, siendo el resultado de la precipitación secundaria de calcita. Algunas de estas facies presentan ostrácodos y caráceas, 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". Los carbonatos que se pueden asignar a calizas palustres son muy escasos.

A partir de los análisis mineralógicos se puede decir que los principales minerales de estas facies son la calcita, el cuarzo, feldspatos y dentro de la fracción arcilla: mica y caolinita.

Son depósitos localizados en una 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 áreas lacustres muy someras y efímeras, que pueden quedar emergidas y sometidas a edafización y epigénesis carbonatada.

Interpretación sedimentológica

La Unidad Polimíctica en esta zona se puede asimilar a extensas llanuras de inundación, alimentadas por canales fluviales, con desplazamiento lateral muy grande. Los canales son estrechos con cierta profundidad; tienen una fase de relleno activo, con barras de gravas y arenas y, una fase de abandono, con una alta edafización (génesis de paleosuelos, incluso carbonatados) más o menos desarrollada, que está en relación con periodos largos de exposición subaérea al finalizar la construcción de las secuencias; marcando áreas inactivas durante la sedimentación. Todo ello, en un clima árido o semiárido con lluvias estacionales (GOUDIE, 1983).

Las paleocorrientes medidas proceden tanto del NNE, como del NO, la cual, parece ser más distal.

VARGAS *et al.*, (1984a,b) y CORRALES *et al.*, (1986) señalan la presencia de un sistema fluvial trenzado laxo, para el sistema de Carrizo-Benavides y Benavides respectivamente.

Correlación

La Unidad Polimíctica de esta Hoja se correspondería con el Sistema de Carrizo-Benavides (VARGAS *et al.*, 1984b) cuando ya ha confluído con el Sistema de Villagatón (VARGAS *et al.*, 1984b), o bien se correlacionaría con el Sistema de Benavides de CORRALES *et al.*, (1986).

Esta Unidad se podría correlacionar de forma indirecta (por la distancia) con las partes distales de los sistemas de abanicos aluviales de clastos poligénicos de COLMENERO *et al.*, (1982 a), MANJÓN *et al.*, (1982 a, b) y GARCÍA-RAMOS *et al.* (1982a, b)

Hacia el S la correlación sería más directa con la Facies Tierra de Campos sl. (HERNÁNDEZ PACHECO, 1915).

Al mismo tiempo, esta Unidad en parte sería equivalente a las denominadas "Series Ocre" de MARTÍN- SERRANO (1989), definidas más al SO de la Hoja, en el borde Zamorano-Leonés de la Cuenca del Duero.

Edad

Respecto a la edad de la Unidad Polimíctica, aunque las muestras analizadas para micromamíferos han resultado estériles, existen datos anteriores de macromamíferos 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 (Hoja 161) (*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 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.

En varios cortes y canteras se ha recogido el testimonio de los lugareños que indican la presencia de huesos y mandíbulas de macromamíferos, como es el caso de la Cantera del Tejar del Cristo en Villacé, al SE de la Hoja, pero hasta el momento sin restos fósiles que lo confirme.

1.3. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios en la Hoja de Sta. Maria del Páramo alcanzan un excelente desarrollo superficial, ocupando más del 80% de la superficie total de la Hoja, con una edad comprendida entre el Pleistoceno y el Holoceno.

Normalmente se considera que el paso del Plioceno al Pleistoceno se hace a lo largo de un proceso de cambio en régimen fluvial (de endorreico a exorreico) de las Mesetas. Así, todas las terrazas altas de los ríos de la Península Ibérica pueden asignarse al Pleistoceno (AGUIRRE, 1989).

MARTÍN SERRANO (1988a,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, determinado así el inicio del "Cuaternario", en 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 Esla. Otros depósitos frecuentes son los de fondo de valle, llanura de inundación del río principal -Esla-, los conos de deyección y abanicos aluviales, junto con otros sedimentos 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, por falta de datos paleontológicos, se realizará una cronología relativa de éstos tal y como se expresa en las leyendas de los Mapas Geológico y Geomorfológico. Las terrazas medias-altas a medias se asignan al Pleistoceno y a las bajas Pleistoceno superior-Holoceno. Al 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 derecho del río Bernesga y en algunos yacimientos de las terrazas del río Órbigo (Fig. 4).

1.3.1. Gravas silíceas y arenas. Terrazas (2, 3-3', 4-4')

En la Hoja aparecen distintos niveles de terrazas, que pertenecen al río Órbigo en la parte occidental y a los ríos Bernesga y Esla en la oriental. También existen terrazas de rango menor pertenecientes a los Arroyos del Valle de Fontecha, del Reguero, del Valle Grande y del Prado .

Entre otros autores previos, que han estudiado la cuenca del río Esla, podemos citar a LEGUEY y RODRIGUEZ (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 terrazas. 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. En el mapa geológico de esta Hoja están representadas tres de los niveles diferenciados por estos últimos autores: las terrazas medias-altas, medias y bajas.

En la esquina nororiental se observa la parte más baja del río Bernesga, que corre con una dirección próxima a la N-S antes de unirse al río Esla. Este último es el principal curso de agua que atraviesa el sector oriental de esta Hoja, con una dirección prácticamente N-S. Ambos ríos tienen una buena representación de depósitos de terrazas en la mitad oriental de la misma. SUAREZ RODRIGUEZ *et al.*, (in litt.) representan once terrazas agrupadas en 4 niveles de este sistema fluvial al N (Hoja -161-), parte de las cuales se continúan en esta zona.

El río Bernesga presenta 9 niveles de terrazas, que se sitúan entre +95 m y + 5 m, sobre el cauce actual; la terraza que hemos denominado media-alta se encuentra bien desarrollada al N, de ahí su separación del resto, con una cota de +95-80 m en relación al "talweg". Las terrazas medias van desde los +75-70m a los +40-28m. Y las terrazas bajas están entre niveles de +18-16m a los de +5m.

El río Esla, en la zona oriental del área estudiada, ha dejado varios niveles de terrazas bajas, con cotas entre +8 m y +5m.

El río Órbigo, que se encuentra en la actualidad inmediatamente al oeste de esta Hoja, ha dejado importantes terrazas, al menos en extensión superficial, en la mitad occidental del mapa, formando la comarca natural del Páramo Leonés. En la Hoja de León al N (Fig. 1), afloran 9 niveles de terrazas de este sistema fluvial (SUÁREZ RODRÍGUEZ *et al.*, in litt.), desdoblándose algunas de ellas en ésta Hoja, al mismo tiempo que aparecen otras nuevas. En esta Hoja afloran 6 niveles de terrazas pertenecientes al río Órbigo, algunas de las cuales muestran escarpes intermedios, bien separando dos terrazas con lo cual serían terrazas solapadas, bien dejando aflorar intermitentemente el sustrato terciario. Al ser normalmente estos escarpes menores a 1m de desnivel, no se han diferenciado como terrazas independientes, apareciendo agrupadas tanto en el mapa geológico como en el geomorfológico.

De acuerdo con la tendencia general de la Cuenca del Duero estos depósitos del Órbigo se han considerado como terrazas medias y bajas, que van desde cotas de +77-75m a + 14m; aunque existen niveles inferiores a éstos que aparecen al O, en la Hoja de Astorga (193).

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 apareciendo calizas.

Los tamaños oscilan entre 4 y 25cm de diámetro, los mayores centiles corresponden a las terrazas del Órbigo y Esla. La matriz, si existe, suele ser arenosa y mayoritariamente silíceo, con granos de cuarzo y feldespatos; ocasionalmente puede ser microconglomerática.

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 Zona Cantábrica y de la ZAOL, donde se encuentran las cabeceras de estos sistemas fluviales.

La mayoría son terrazas siliciclásticas con un color rojizo predominante, presentando las más antiguas tonos más fuertes, y, algunas cementaciones ferruginosas.

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 y algunos cantos fracturados en la terraza media-alta y a veces en las medias.

Aunque la extensión superficial de algunas de las terrazas es grande, su potencia no suele sobrepasar los 4 m, siendo normalmente menor a 3 m, y algunas con 1 metro. Su espesor no siempre es fácil de observar ya que no suele aflorar su base y se encuentran muy modificadas por la acción antrópica.

El nivel más alto de terrazas, que se registra en esta Hoja, es del río Bernesga, situado a +95-80m al NNE, instalado sobre los materiales terciarios de la Unidad Polimíctica, de la misma forma que lo hacen el resto de las agrupaciones de terrazas que existen en la zona; aunque en algún sector, para las terrazas medias, bajas y dentro de la llanura de inundación del Esla, se sitúan sobre otra terraza previa, pudiendo hablar de terrazas solapadas, ya que no se observa el sustrato entre ellas.

Las terrazas son 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. Predominan las facies de gravas (conglomeráticas) sobre las facies de arenas, existiendo una escasa representación de facies lutíticas de acuerdo con (HERRERO, 1994), todo ello indicando un modelo de canales de tipo "braided".

HERRERO (1994) realiza un estudio detallado de la sedimentación fluvial en la que denomina "terrace media del río Esla", aunque a nuestro entender, se trata de una de las terrazas bajas del río Bernesga (entre Vega de Infanzones y Villamañan) y parte de una de las más bajas del río Esla, entre Valencia de Don Juan y Villaquejida (casi siempre dentro de la Hoja 194). De este trabajo se obtiene información del análisis de facies, centrado en la identificación de los tipos de barras y su situación dentro del canal.

Este autor describe para la terraza baja del sistema del Bernesga (en la esquina NE de la Hoja) una serie de medidas de paleocorrientes que proporcionan una dirección de flujo hacia el SSE. Por último se debe indicar que la división en terrazas media-alta, medias y bajas no implica una cronología clara, respecto a las divisiones del Pleistoceno y del Holoceno.

Edad

La edad de estos depósitos es 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. Así con las debidas reservas, si para la Raña se admite, de forma general, una edad Villafranquiense, 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.

CASTELLANOS (1986) realiza un estudio del Paleolítico inferior en la Submeseta Norte, trabajando básicamente en la Hoja de León y otras colindantes hacia el Sur y Este. Este autor encuentra, entre otras, industria lítica del Paleolítico Inferior sobre las terrazas medias de la margen derecha del río Bernesga, clasificándola como Achelense Medio (Pleistoceno Medio). Estos hallazgos en el Mapa Geológico de la Hoja 194 (Fig. 4) se sitúan en las terrazas medias del Bernesga y Órbigo (Bd, Oc y Of). Los restos aparecen de forma secundaria, es decir no in situ , lo cual limita la datación pero en todo caso, dichas terrazas serían contemporáneas o anteriores al periodo considerado, entre los 400.000 y 128.000 años a.A.

1.3.2. Limos, arenas y cantos. Fondos de valle (+ zonas encharcadas) (5).

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 esta Hoja los de los Arroyos de Fontecha, de la Mata del Páramo, y del Carrizal, entre otros.'

Dentro de este apartado, se han incluido en el Mapa Geológico zonas de encharcamiento estacional, no así en el Mapa Geomorfológico donde se han diferenciado del resto de los depósitos superficiales, formadas básicamente por limos muy finos de colores pardo-verdosos.

1.3.3. Limos, arenas y gravas. Llanura de inundación (6) .

En este apartado se incluyen los depósitos fluviales recientes, relacionados directamente con la red principal actual. En esta zona constituyen la ribera del Bernesga en la esquina NE y forman la ribera del Esla, con anchuras de más 2 km o de 3 Km a la altura de Fresno de la Vega.

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 ribera del río Esla se detectan 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 mediante presas en zonas de cabecera, de algunos de los caudales de los principales ríos de la Cuenca del Duero, (entre los que se encuentra el río Esla), 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.

La edad de la llanura de inundación del río Esla en Villarrabines (Hoja de Villamañan -232- Fig. 1) según TORRENT & ROQUERO (1974), datada a partir de Carbono 14, es del Neolítico : 3.300 años a A. (datada en "graneros y hogares", a 3 m sobre el lecho del cauce), lo que indica que esta llanura de inundación no es reciente.

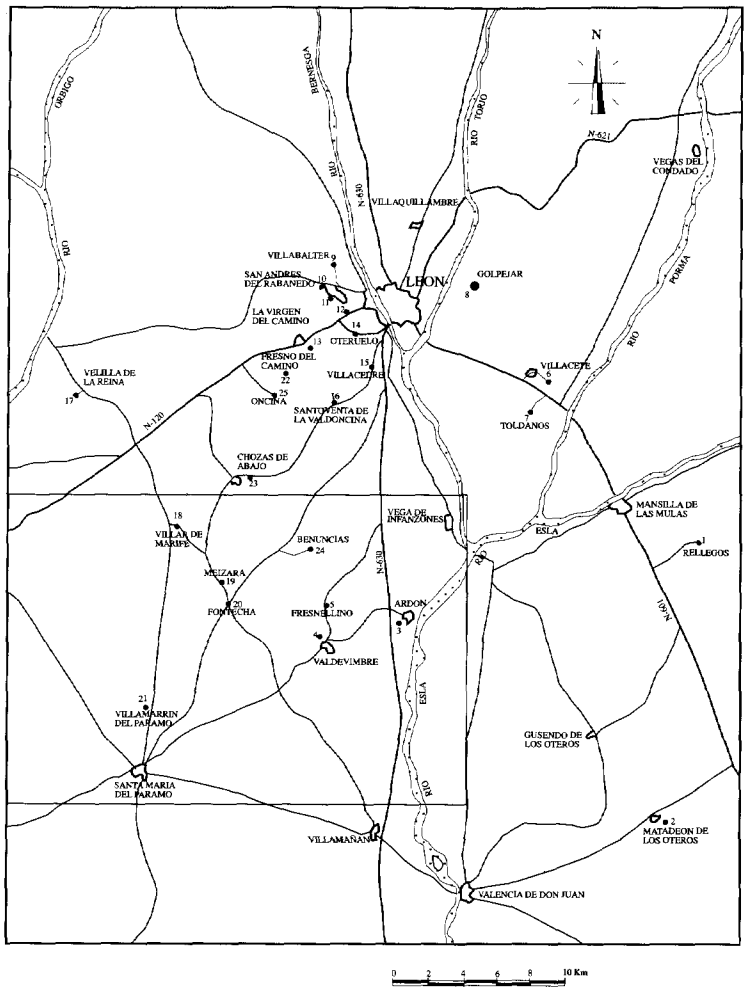


Fig. 4.- Localización de los yacimientos del Paleolítico Inferior de los alrededores de León. Tomado de Castellanos (1986).

1.3.4. Cantos, limos y arenas. Conos de deyección y abanicos aluviales (7).

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 se presentan en la margen derecha del río Esla, y en varios arroyos, como el A° del Valle de Fontecha.

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 progreda; como los que aparecen en la ribera del Bernesga-Esla.

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.

1.3.5. Arenas y cantos. Coluviones (8).

Los coluviones son depósitos frecuentes en toda la Hoja, fundamentalmente a lo largo de las laderas y escarpes regularizados, entre las terrazas y fondos de valle o entre terrazas. Tan solo se han representado algunos de estos depósitos en la parte nororiental, con el fin de no ocultar cartográficamente el sustrato terciario donde se asientan.

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

1.3.6. Arenas y gravas. Lecho actual (9).

El lecho actual corresponde a los depósitos estrictamente fluviales asociados a los cursos permanentes, en este caso el Bernesga y Esla al E. En él 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.

2. TECTÓNICA

2.1. TECTÓNICA ALPINA

La Hoja de Santa María del Páramo se sitúa a unas decenas de kms. del borde oriental de la Zona Asturoccidental-Leonesa y algo más lejos del borde meridional de la Zona Cantábrica (Fig. 2).

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 monoclinal 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 (GARCÍA-RAMOS *et al.*, 1982) situados por delante.

Las variaciones estructurales que se presentan a lo largo de este frente de cabalgamiento alpino, pueden explicarse en función de la disposición previa de las estructuras variscas (ALONSO *et al.*, 1994, 1996).

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 rejugos pasando a comportarse como inversas. Todo ello puede observarse en los perfiles sísmicos del sector septentrional de la Cuenca del Duero, en donde la deformación alpina fué escasa.

Hacia el oeste el frente N de la Cuenca del Duero se ramifica, dando lugar a fallas siniestras NE-SO, a las que se encuentran asociadas pequeñas cuencas de antepaís terciarias como son las de la zona de El Bierzo (Fig. 2).

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. Esta cuenca ha ido rellenándose con 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 este carácter atectónico se muestra en esta Hoja, por la disposición horizontal o subhorizontal de los materiales terciarios que en ella afloran, con una ligera pendiente deposicional (0,5%) hacia el sur (Fig.5. Perfil 85-04V y 85-01V).

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 .

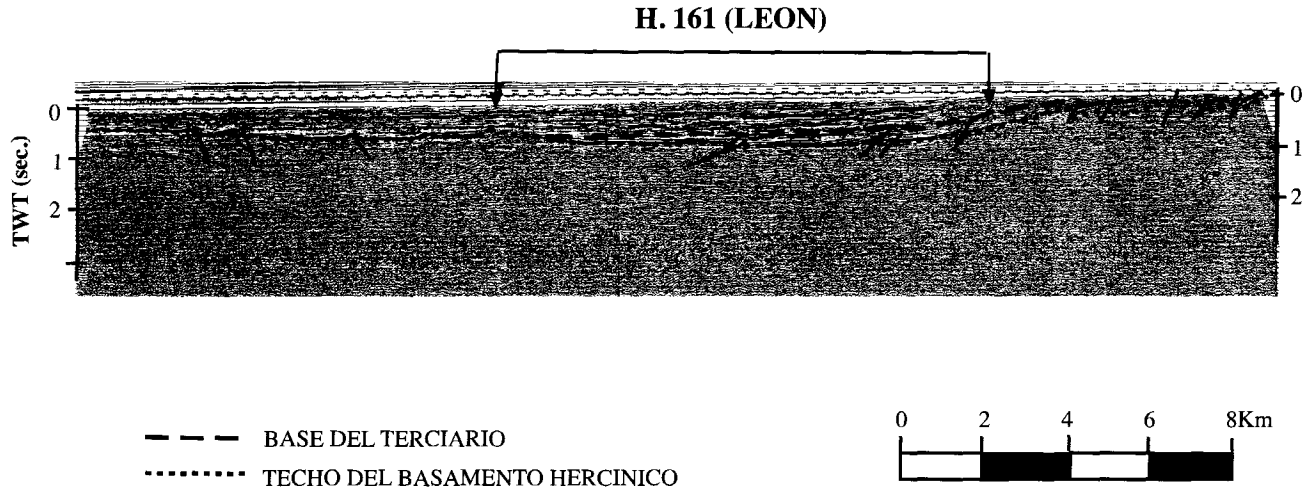


Fig. 6.- Interpretación geológica del perfil sísmico DR85-01V. Situación en la Fig.5.
Según Redondo *et. al.* (1995), ligeramente modificada.

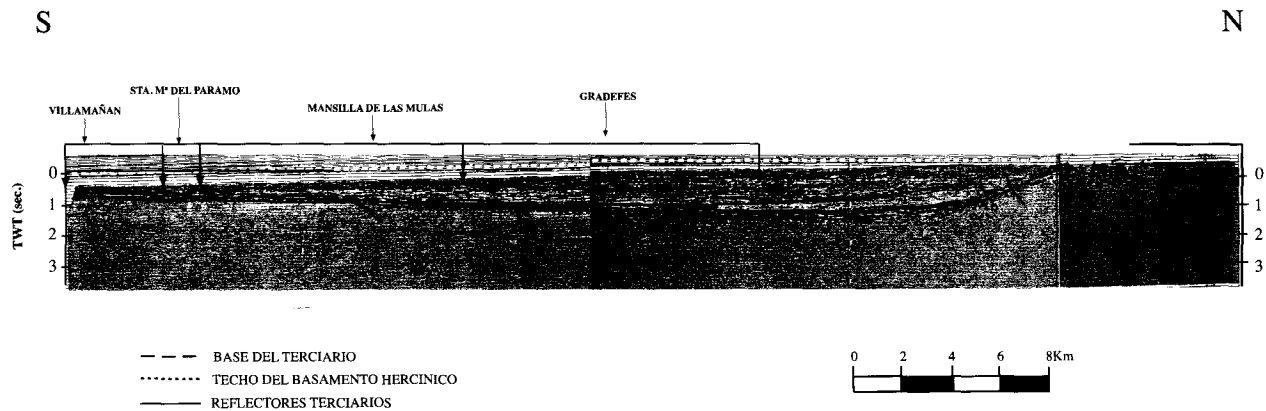


Fig. 7.- Interpretación geológica de los perfiles sísmicos DR85-01V y DR87-10V. Situación en la Fig.5. Según Redondo *et. al.* (1995), ligeramente modificada.

Dentro de la Hoja de Santa María del Páramo se interpretan dos perfiles sísmicos (DR85-01V y DR85-04V- Fig. 6, 7). En ellos se interpretan cuatro niveles: base del Terciario continental, techo de las Calizas Cretácicas, techo de la Formación. Utrillas y el techo del basamento (hercínico).

El DR85-01V (Fig. 6) es un perfil N-S, (en esta zona ocupa los nº de CDP: 1000-final) que está situado en el extremo occidental de la Hoja, (prácticamente fuera de ella). 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 otros estudios 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 (en toda la Hoja 194) no aparecen las formaciones cretácicas, por lo que los sedimentos del Terciario se sitúan discordantemente sobre el zócalo o basamento paleozoico (situado a una profundidad mínima de 0,5 sgs y máxima de 0,6 sg. dentro de la Hoja). En este sector 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 el acuñamiento de la Fm. Utrillas se produce por truncamiento erosivo del Terciario.

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

El DR85-10V (Fig. 7) se trata también de un perfil N-S, situado en extremo oriental de la Hoja (nº de CDP: 1950-2015). En él aparecen las calizas cretácicas sobre la Fm. Utrillas y ésta sobre el basamento hercínico (situado en este sector a una profundidad entre de 0.8 y 0,7 sg.).

En este perfil aparecen siempre los cuatro niveles diferenciados, dónde se aprecia como las calizas cretácicas y los sedimentos terciarios adquieren mayor potencia hacia el N. También se observan fallas inversas al N de la Hoja, que se interpretan de la misma forma que en el perfil anterior. Hacia el NO de esta Hoja, (por el estudio de otros perfiles sísmicos), 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).

En general, en ambos perfiles se puede ver como los materiales terciarios presentan algunos reflectores sísmicos con cierta continuidad, que permiten observar las características morfológicas de la cuenca y su evolución hacia el sur dónde presenta un menor espesor.

En estos dos perfiles (DR85-01V y DR85-04V) se observa como la profundidad de la cuenca disminuye hasta la altura de León capital. En la Hoja de Villamañán (232) al S de la que tratamos, el zócalo o techo del Paleozoico se sitúa 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.

Por otro lado se observa que se trata de una cuenca asimétrica, con el depocentro en su parte norte, cerca del borde activo que se está levantando, disminuyendo su potencia progresivamente.

te hacia las partes distales (hacia el sur), como se muestra en los mapas de isobatas (Figs. 8, 9). 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 ("fore-land"), con una zona más profunda hacia las coordenadas 4730000-330000 de los mapas (Figs. 8, 9), perdiendo profundidad bruscamente hacia el borde N, y más suavemente hacia las zonas distales del S y lateralmente hacia el E.

Existen irregularidades debido a que los diferentes horizontes se ven afectados por fallas, que pueden ser rejugos que afecten al basamento.

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 sísmica o de sondeos y al oeste un acuñamiento o cambio lateral de facies. Así la Caliza cretácica desaparece al O, ya que en esta zona se situaba una zona elevada sobre la que se sucede un cambio de facies desde marinas a continentales.

En general 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 ("Forebulge").

Dentro del Mapa de Isobatas del Techo de la Fm. Utrillas (Fig. 8), la Hoja de Santa María del Páramo se sitúa en el extremo suroccidental del mismo.

El mapa de isobatas nos indicaría, "a grosso modo", que la base del Terciario, se sitúa en el entorno de dicha Hoja, entre los 1600 y 1300 m en la parte NE, disminuyendo hacia el S y O (hasta unos 700-500m), llegando a menos de 400 m en la esquina SO. Este último dato se ha comprobado por sondeos realizados para aguas (IGME) a la altura de Villazala entre esta Hoja y la de Astorga (193), donde el zócalo se encuentra a unos 316 m. de profundidad. Además también se aprecia una zona "plana" elevada al NO, entre los intervalos de 900-800 m, donde el espesor de los sedimentos miocenos parece constante y puede alcanzar 800-700m.

Por otra parte, el Mapa de isobatas del Techo del Basamento-Base del Mesozoico (Fig. 9) refleja una zona hundida y "plana" en la zona central de la Hoja, entre los intervalos de 1500-1600 m., lo que nos da una idea de como sería la "topografía" del techo del basamento.

3. GEOMORFOLOGÍA

3.1. DESCRIPCIÓN FISOGRÁFICA

La Hoja de Santa María del Páramo se sitúa en el sector noroccidental de la depresión del Duero, próxima a su límite con a los Montes de León y a la Cordillera Cantábrica (Fig. 1).

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. Esto da como resultado un modelado con amplias superficies escalonadas y valles amplios de fondo plano, con laderas algo más verticalizadas en la red secundaria, de la zona oriental. En toda la Hoja se observa una morfología de plataformas, destacando en la mitad occidental un sector importante del Páramo Leonés, producto de los depósitos fluviales que ha dejado el río Órbigo.

La altura media está entre los 850-800 m, situándose las cotas más altas (880 m en la zona NE y 861m en el vértice de Cuevas al E del A° de Fontecha) en los interfluvios que desde el noreste van descendiendo suavemente hacia el sur, dónde se encuentran las cotas más bajas (760-755 m en la llanura aluvial del Esla, esquina SE).

El modelado fluvial es una de las características de este paisaje meseteño. El Bernesga y el Esla son los principales cursos de agua que atraviesan la Hoja, además de otros cursos de rango menor, como son los arroyos del Valle de Fontecha, del Valle, Reguero y Valle Grande-del Prado al NE-E.

El clima es Mediterráneo Templado fresco a mediterraneo seco o continentalizado, ya que aunque corta, tiene sequía estival. 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. PENAS *et al.* (*in litt.*) la incluyen dentro del Piso Bioclimático Supramediterraneo Inferior . La temperatura media anual se sitúa entre los 10-11° , siendo el mes más frío enero y el más cálido julio.

Las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 550 y 300 mm; las mayores precipitaciones se producen en los meses de octubre a febrero. En el Mapa de Ombroclimas de PENAS *et al.* (*in litt.*), para el Atlas del Medio Natural de la Provincia de León, la Hoja de Santa María del Páramo presentaría dos sectores, al N, NO y E Seco Medio (436-515 mm) y en la mayor parte del O y al SO Seco Inferior (350-435 mm).

El régimen de vientos es mayoritariamente de componente oeste, aunque también existen, con carácter subordinado, otras componentes como noreste, norte y suroeste, siendo el valor medio de rachas máximas unos 87 Km/h.

La vegetación es variada, en las zonas más altas a veces se observa "matorral con arbolado" y algún robledal. En la vegas del valle del Bernesga y del Esla además de la característica vegetación de ribera y prados naturales, destacan las repoblaciones de chopos, olmedas y saucedas. Entre los cultivos que se desarrollan en la parte oriental predominan los de secano y viñedos y, en la mitad occidental, los de regadío (Páramo Leonés). En la margen del río Esla destacan las praderas y cultivos en regadío con productos hortícolas para consumo local.

Dentro de los núcleos urbanos destaca Santa María del Páramo, así como Cembranos, Valdevimbre, Villagallegos, Fresno de la Vega, Villalobar, Bercianos del Páramo, etc.

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

En esta Hoja se encuentran varias lagunas casi todas de carácter estacional, aunque se puede

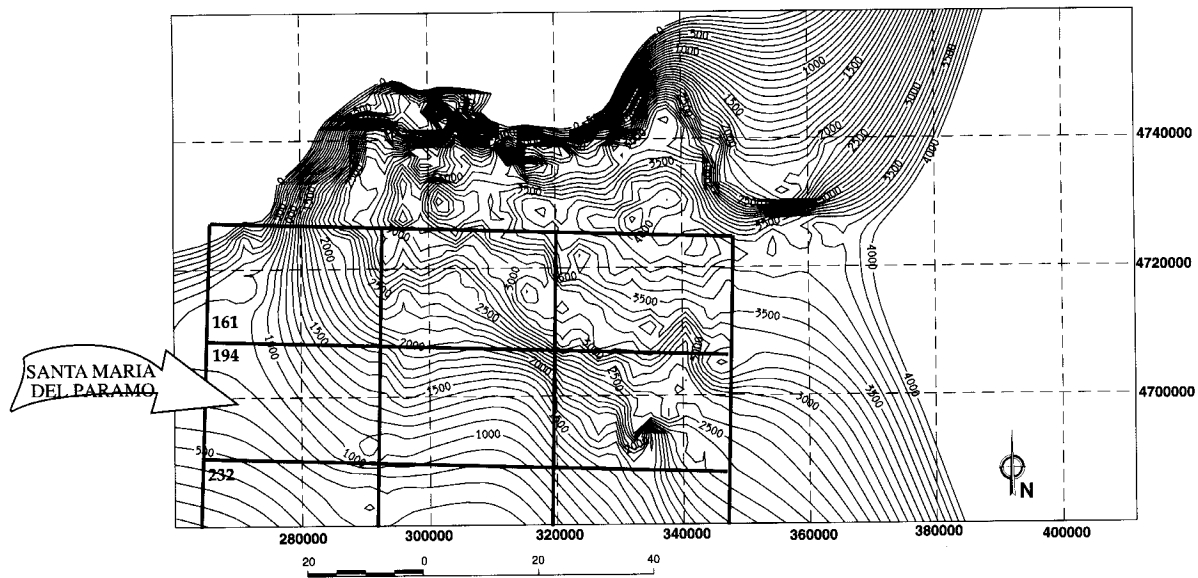


Fig. 8.- Mapa Isobatas del Techo de la Formación Utrilla. Intervalo de contornos: 100m. Según Redondo *et. al.* (1995).

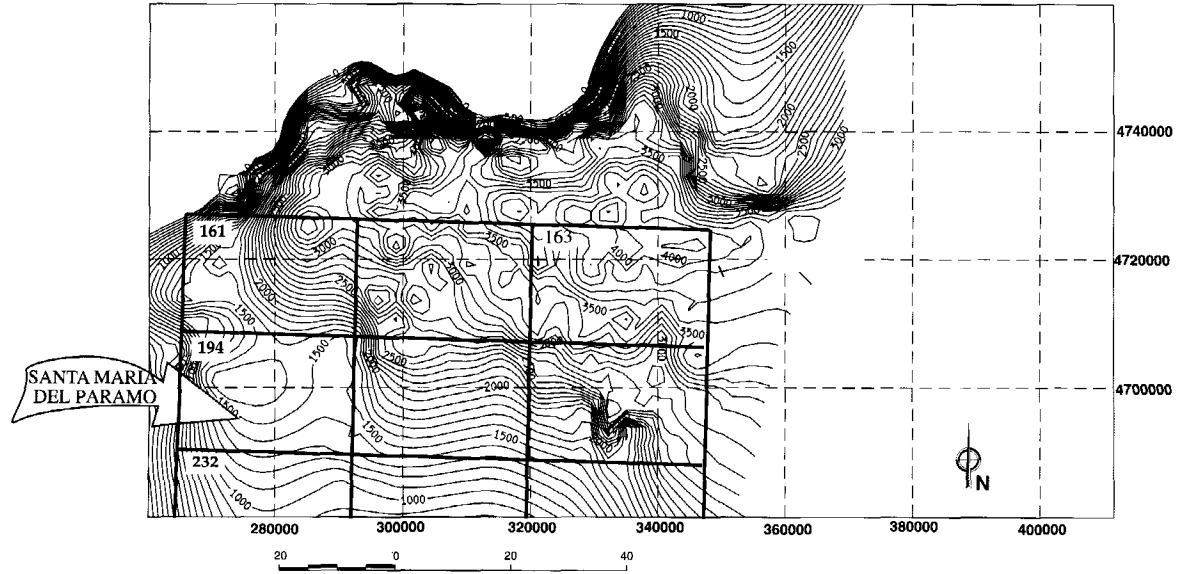


Fig. 9.- Mapa Isobatas del Techo del Basamento-Base del Mesozoico. Intervalo de contornos:100m. Según Redondo *et. al.* (1995).

destacar la Laguna Rey, situada a unos 860m. Otras lagunas mayores dentro del ámbito de esta Hoja, situadas sobre las terrazas del Órbigo, son la Lagunas de Sordón, de los Quintales, Som y La Laguna, entre otras. En la mayoría se encuentra vegetación palustre, además de acoger a diversas aves acuáticas, y especies migratorias en invierno.

3.2. ANTECEDENTES

La bibliografía que existe sobre la zona, relativa a aspectos geomorfológicos concretos, es escasa, estando siempre referida a aspectos regionales. Los primeros trabajos corresponden a BIROT y SOLE SABARIS (1954), HERNÁNDEZ PACHECO (1957) y MABESOONE (1961). A continuación destacan los de 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), MARTÍN SERRANO (1994), y NOZAL (1994).

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) constituyendo el piedemonte de la Cordillera Cantábrica y los Montes de León, de donde proceden los sistemas fluviales más importantes, como son el Bernesga, el Órbigo y el Esla.

La actuación de la red fluvial durante el Cuaternario, mediante importantes procesos erosivos, ha proporcionado la morfología actual de la zona estudiada. Se trata de una región de altiplanicies aluviales determinada por la morfogénesis fluvial, la cual ha actuado sobre rocas detríticas sub-horizontales mas o menos homogéneas y deleznales, constituidas fundamentalmente por limos con intercalaciones discontinuas de conglomerados, areniscas y caliches.

Las formas planas son los elementos que conforman el modelado de más del 95% de la Hoja. Estas formas son las terrazas fluviales que con distribución y desarrollo variable se escalonan hasta el cauce actual. La destrucción de estas plataformas conglomeráticas de escaso espesor (menor a 4 m.) por la red de drenaje secundaria da lugar a un paisaje de relieve invertido, donde los retazos de terrazas ocupan altiplanicies flanqueadas por desniveles escarpados, descubriendo entre terraza y terraza el sustrato neógeno. En el sector occidental existen "terrazas solapadas" dónde no se observa el sustrato terciario.

Las arterias principales de drenaje corresponden al río Órbigo, en la parte occidental, que transcurre por un amplio valle (ver Hoja colindante de Astorga -193-), con mayor desarrollo de terrazas en su margen izquierdo, aunque actualmente el río tiende a erosionar, en algunos puntos, dicho margen. En el sector oriental discurren el Bernesga y el Esla, uniéndose ambos en las proximidades de la esquina NE (Hoja de Mansilla de las Mulas (195)) para dar paso al Esla. El Bernesga ha dejado una importante representación de depósitos fluviales en su margen derecha, con tendencia igualmente a erosionar el margen izquierdo. El Esla deja sus terrazas basicamente en su margen izquierda, dónde presenta una importante extensión superficial, aunque en el entorno de esta Hoja se observan en ambos márgenes, con tendencia clara a erosionar su margen derecha.

La distribución y morfología de la red secundaria de drenaje puede considerarse a grandes rasgos en la parte oriental como un drenaje dendrítico, y en la mitad occidental un drenaje paralelo, ya que es una zona donde los interfluvios se encuentran con una dirección predominante N-S y bastante alejados entre sí. Este último tipo de red es típica de regiones con litologías uniformes y ausencia de controles estructurales, discurriendo por superficies de pendientes uniformes, como es este caso (Fig. 10).

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 (NOZAL y ESPINA, 1994; HERRERO, 1994), dando como resultado que las terrazas se sitúen a veces, transversales y asimétricas a la alineación del cauce actual, como se puede observar en las cartografías geomorfológicas.

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 ha mencionado, son las formas fluviales las que tienen mayor significado y desarrollo. Otras formas son las de laderas, que junto con las formas ligadas a la actividad lagunar y las antrópicas completan el conjunto de formas exógenas presentes en la Hoja, que se describirán a continuación agrupadas según el proceso generador.

Formas de laderas (1)

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 solo se encuentren representados algunos de ellos en el sector nororiental.

Formas fluviales (2 a 15)

Dentro de las formas fluviales, como se puede observar en el Mapa Geomorfológico destacan las terrazas y sus escarpes, los escarpes de terrazas solapados, los escarpes degradados y regularizados, la llanura de inundación (meandros abandonados), lecho actual, cauce activo, fondos de valles, abanicos aluviales, conos de deyección, barras de acreción lateral, erosión lateral del cauce 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.

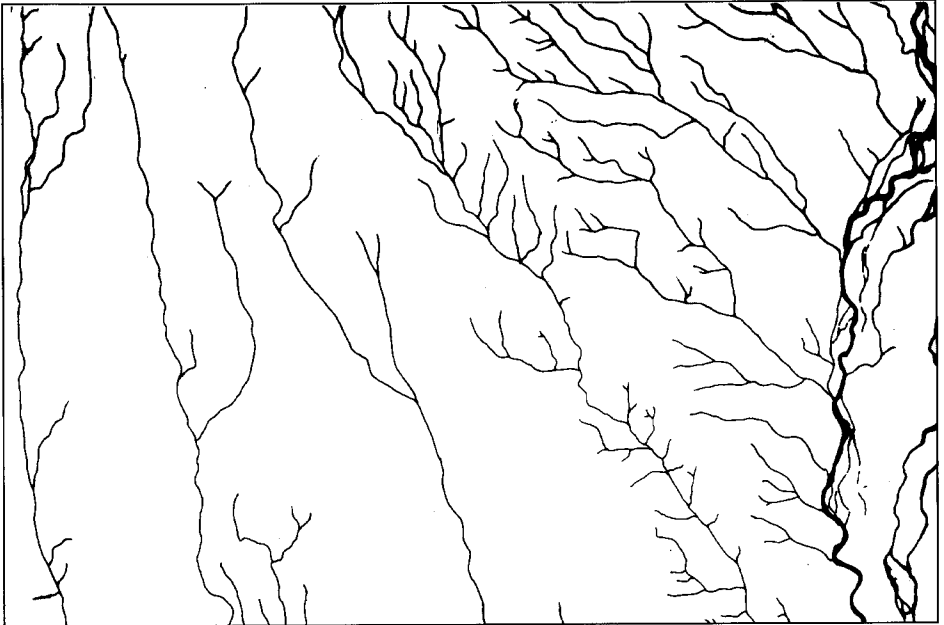


Fig. 10.- Esquema de la red de drenaje de la Hoja de Santa María del Páramo.

La numeración y ordenación de estas terrazas corresponde a la correlación que se ha hecho en el Mapa Geomorfológico de los diferentes sistemas de terrazas de los tres ríos principales, de acuerdo con sus cotas respecto al cauce actual. Se han considerado todas las terrazas de cada sistema, aunque no afloren en la Hoja y siguiendo la nomenclatura utilizada por SUÁREZ RODRÍGUEZ *et al.* (in litt.) en el Mapa Geomorfológico de León (Hoja 161).

ORBIGO	BERNESGA	ESLA
T.MEDIA-ALTA		
	+95-80 b	
T. MEDIAS		
+77-75 c	+75-70 c	
	+65-60 d	
+48-43 e	+57 e	
+42 f	+50-47 f	
+37-32 g	+40-28g	
T. BAJAS		
+31-21 h		
+14 i	+18-16 i	
	+10 j	
		+8 k
	+6-5 l	+5 l
	+3-2m	+3-2m

Para el río Órbigo aparecen 6 niveles de terrazas escalonadas (como se observa en los Cortes geomorfológicos), situadas a +77-75m, +48-43m, +42m, +37-32m, +31-21m y +14m. Desarrolla una amplia llanura aluvial en la Hoja 193 (Astorga), situada entre 3-2 m sobre el lecho actual. La terraza media Oc es la primera terraza con gran extensión superficial dentro de este sistema fluvial, se encuentra al NE del Aº de Fontecha y tiene una dirección NO-SE. El resto de los niveles de terrazas medias del río Órbigo (Oe, Of y Og) y las bajas (Oh, Oi) destacan por su amplio desarrollo, a partir del Arroyo de Fontecha hacia el oeste y sur, formando parte de la región fisiográfica del Páramo Leonés.

Para las terrazas del Órbigo se ha representado diferentes tipos de escarpes, así los escarpes de terrazas solapadas se observan en la terrazas Of, Og y Oh, ya que se tratan de niveles complejos. Por su parte los escarpes de terrazas degradados y regularizados, se refieren a los escarpes que existen entre terrazas de este mismo sistema, pero que como su nombre indica, se encuentran totalmente modificados por la acción del hombre, no apreciándose siempre bien en el campo. Al E de la Hoja, el río Bernesga presenta diez niveles de terrazas, sobre el cauce actual. Así la terraza media-alta se sitúa a +95-80m (Tb), las terrazas medias van desde la de +75-70m, a la de + 40-28m, y las bajas de +18-16m , +10m a la de +6-5m. La llanura de inundación se encuentra entre los 3-2 m, con escasa representación en la Hoja.

En el Mapa Geomorfológico existen dos terrazas con una cota topográfica actual muy similar pero atribuidas a diferentes sistemas fluviales, se tratan de las terrazas "d" del Bernesga y "e" del Órbigo.

Teniendo en cuenta que ambos ríos no llegaron a confluir, puesto que el Órbigo ha migrado hacia el oeste y el Bernesga hacia el E, estas terrazas deben estar desfasadas en el tiempo. Es decir, la terraza Bd (+65-60 m respecto al cauce actual) se depositaría primero que la Oe (+48-43m respecto del Órbigo). Posteriormente, cuando se deposita la terraza "e" del Órbigo, la Bd actuaría como interfluvio entre ambos ríos.

Esto implica que el sistema Porma-Bernesga se encontraba más encajado que el sistema del Órbigo. Este encajamiento se manifiesta también en las Hojas colindantes situadas al E, originando la captura del río Esla por el sistema Porma-Bernesga (NOZAL y ESPINA, 1994 y ESPINA *et al. in litt*).

Actualmente el encajamiento del Esla-Bernesga sigue siendo mayor que el del Órbigo, manifestándose por el desfase de cotas en sus llanuras aluviales, 40 m en la latitud de las Hojas de Santa M^o del Páramo-Astorga.

Por último, el río Esla presenta dos niveles de terrazas bajas en esta Hoja, a +8m y +5m y una llanura de inundación bien desarrollada, que se encuentra entre los 3-2 m sobre el cauce actual del río.

A veces el espesor de las terrazas de estos ríos no es fácil de deducir, pues no se observa su base o bien se encuentran sobre facies conglomeráticas miocenas, lo que enmascara su límite basal. Esto explica que su separación debe realizarse atendiendo al grado de alteración que presentan los depósitos de éstas, en mayor o menor grado rubefactados, o bien por las características de los sedimentos terciarios. De este modo los sedimentos terciarios suelen presentar "sets" de estratificación cruzada a media escala, mientras que los materiales de terrazas en general son más masivos, con groseras granoclasificaciones de los clastos, etc (BARBA, 1991).

Respecto a 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, tienen una litología bastante parecida. En general se trata 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.

Todas las terrazas presentan ordenamientos internos: estratificaciones cruzadas, imbricaciones de cantos, barras laterales discontinuas, a veces con moderada clasificación de cantos. 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,

cuarcos y alguno de conglomerados. El grado de redondeamiento varía entre subangulosos a muy redondeado; presentándose algunos de ellos fracturados y 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 8 cms. El porcentaje de arenas y limos varía igualmente, con colores entre pardo-amarillentos y rojizos.

Según LEGUEY y RODRÍGUEZ (1970), en un estudio de la distribución estadística de los depósitos de la cuenca del Esla (menores a dos milímetros), el río Órbigo en "su segunda terraza" o en las terrazas medias del presente trabajo, destaca por la abundancia de las fracciones superiores de la arena (arenas gruesas y medias) así como las de arcilla (17-20%). Para estos autores en el cauce o lecho actual, hacia el SO de la Hoja, predominan en la matriz 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.

Los niveles más bajos de las terrazas de los ríos Bernesga y Esla para LEGUEY y RODRÍGUEZ (1970) están formados por sedimentos uniformes bien clasificados, aumentando la proporción de arena media y fina respecto a los niveles más antiguos.

En cuanto al grado de cementación que presentan las terrazas del Bernesga y Esla, 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 dentro de esta Hoja en ambos márgenes del río (esquina NE); tiene un espesor visible de 2 o 3 m. En su parte basal existen gravas no consolidadas con un 60-80% de clastos, mayoritariamente cuarcíticos, dentro de una matriz cuarcítica de tamaño arena en casi su totalidad. 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 Esla, se desarrolla básicamente en el margen izquierdo con una dirección N-S, y se encuentra muy modificada por la acción del hombre. En el lecho del río y en sus márgenes los sedimentos son mayoritariamente gravas con matriz arenoso-limosa, pasando hacia techo a arcillas arenosas con abundante materia orgánica.

Prácticamente estas dos llanuras aluviales no son funcionales hoy en día, al menos en toda su extensión, ya que aún 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.

Sobre el lecho actual o "lecho aparente" de los cauces mayores discurre de forma divagante el cauce activo, yendo de una orilla a otra dejando barras, tanto longitudinales como laterales, de gravas y arenas. Son comunes asimismo las cicatrices de acreción y las huellas de antiguas zonas de circulación de agua, cauces o meandros abandonados, a menudo conservadas como zonas encharcadas, que se pueden observar en el sector oriental (río Esla). Todo ello típico de ríos trenzados o "braided" simples.

Además de las terrazas descritas también existen terrazas de redes secundarias, como son las de los Arroyos de Fontecha, del Reguero y de Prado, a las cuales se les ha asignado diferentes letras (h, g, i, e, f, g..), 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 oriental de la misma.

Sobre las llanuras de inundación, las terrazas y los fondos de valle, 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 Esla; siendo quizás el más representativo el de las proximidades de Ardón, donde el río Esla se acerca a su margen derecha formando un escarpe erosivo de más de 5 m sobre el cauce actual.

Otra forma denudativa es la incisión lineal, la cual es patente en las vertientes de los arroyos de la red secundaria, que inciden las plataformas de terrazas en la zona oriental de la Hoja. Sobre estas laderas, a veces con fuerte pendiente, se desarrolla un conjunto de regueros cortos, juntos y paralelos entre sí, conformando con el colector principal un drenaje cercano al pinnado.

Formas endorreicas/lacustres (16, 17)

Dentro de este grupo de formas se incluyen todas aquellas zonas con un drenaje deficiente; habiéndose 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.

La mayoría de estas lagunas han sido desecadas o están en proceso de desecación. Esto es debido fundamentalmente a la acción del hombre; que ha propiciado el descenso del nivel piezométrico al sobreexplotar de los acuíferos, incorporándolas al suelo agrícola.

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

Entre las zonas endorreicas de la Hoja destacan entre otras, la Laguna Rey, la Laguna de los Quintales, ambas ubicadas en las terrazas medias del río Órbigo y La Laguna, sobre una terraza media del Bernesga.

Formas antrópicas (18 a 20)

Las formas que se han diferenciado en este apartado pertenecen a los asentamientos y actividades humanas más destacadas: Canteras, núcleos urbanos y canales de regadío. Las canteras se encuentran en las riberas o llanuras de inundación de los grandes ríos y en el entorno del valle del A° de Fontecha, donde se extrae materiales para áridos, otras, aunque generalmente abandonadas, explotan arcillas miocenas, que comentaremos en el apartado de Geología Económica.

Como es normal en la cartografía geomorfológica se han señalado todos los núcleos urbanos, destacando Santa María del Páramo como núcleo más importante.

Por último indicar que 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, la evolución dinámica se caracteriza por una morfogénesis de disección fluvial.

Esta evolución se iniciaría a partir de un paisaje finieógeno dominado por la sedimentación, en un contexto de abanicos aluviales húmedos de alta eficacia de transporte. Al N y NO de la Hoja que tratamos, el paisaje finieógeno vendría definido por los últimos episodios sedimentarios del abanico silíceo o Raña de Camposagrado.

Posteriormente al depósito finieógeno (no visible en esta Hoja) se produce la disección y jerarquización de la red fluvial, en la que la disposición de los principales cursos de agua es prácticamente la misma que la de los abanicos neógenos, dando 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 de la captura de la Cuenca del Duero por la red fluvial que progresa desde el Atlántico.

Así pues en esta Hoja, tendría lugar el encajamiento de los ríos Órbigo, Bernesga y Esla progresando el encajamiento precisamente en ese orden, es decir hacia el E. 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 la migración se produce hacia el Este. En el río Esla la migración de las terrazas más modernas (ESPINA *et al*, *in litt*) sería hacia el O-SO.

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 correlacionar temporalmente con algunas terrazas de los grandes ríos.

3.5. LA MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

En la Hoja de Santa María del Páramo la estabilidad neotectónica de la zona, la disposición y 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 Esla existe actualmente, a nivel local, por migración lateral del cauce en las zonas de meandro, produciendo socavamiento en los márgenes cóncavos.

Los procesos sedimentarios actuales 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 Santa María del Páramo se corresponde estrechamente 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 Formación 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 Paleogéno 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 suroeste de la Cuenca es donde está situada la Hoja de Santa María del Páramo.(Figs. 6, 7)

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 "sábanas" 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 postectónicos, en condiciones más húmedas que las precedentes (HERRERO *et al.*, 1994).

En el Mioceno superior-Plioceno tiene lugar el depósito de lo que en otras zonas, distintos autores han englobado bajo el término de Rañas. Estos depósitos, con cierto carácter progradante, representarían las últimas acumulaciones con expresión morfológica conservada.

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 Astorga situada al oeste de la que tratamos, donde VARGAS *et al.* (1984b) citan la existencia de movimientos tectónicos durante el Cuaternario, detectados por la presencia de capturas en diferentes puntos, como consecuencia del basculamiento de bloques en distintos sentidos. 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 Santa María del Páramo 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 (Villamañán); las explotaciones abandonadas (Valdevimbre) estaban asociadas a plantas cerámicas cercanas a los grandes núcleos de población.

-Arenas y Gravas: Se usan como áridos naturales para la construcción y obras públicas. La procedencia de las sustancias explotadas está básicamente centrada en los materiales cuaternarios, sobre todo en las riberas de los grandes ríos (Bernesga y Esla), aunque excepcionalmente, pueden explotarse niveles asociados al relleno de canales conglomeráticos de la Unidad polimíctica. Los principales puntos se encuentran en la ribera del Esla, todas ellas en explotación activa (Tabla I).

ARCILLA (Cuenca del Duero).

NUMERO	HOJA	COORDENAX	COORDENAY	MUNICIPIO	EST.	ENSAYOS
324	194	284.350	4.695.550	VALDEVIMBRE	EB	SI
326	194	286.950	4.691.500	VILLAMAÑAN	EA	NO

ARENA- GRAVA (Materiales Cuaternarios)

NUMERO	HOJA	COORDENAX	COORDENAY	MUNICIPIO	EST.	ENSAYOS
321	194	292.800	4.705.000	VEGA DE INFANZONES	EA	NO
322	194	290.600	4.702.900	CAMPO DE VILLADIEL	EA	NO
323	194	289.450	4.696.200	ARDON	EA	NO
325	194	289.200	4.696.200	VILLAMAÑAN	EA	NO

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

Tabla 1.- Listado de explotaciones más importantes dentro de la Hoja de Santa María del Páramo. Tomado del Mapa de Rocas y Minerales Industriales E. 1: 200.000 de la Provincia de León (ITGE)

Tabla I.- Listado de explotaciones más importantes dentro de la Hoja de Santa María del Páramo. Tomado del Mapa de Rocas y Minerales Industriales E. 1:200.000 de la Provincia de León (ITGE)

5.2. HIDROGEOLOGÍA

La Hoja de Santa María del Páramo 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 Norte o del Esla-Valderaduey (Fig. 11), dentro de la Cuenca del Duero. 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.

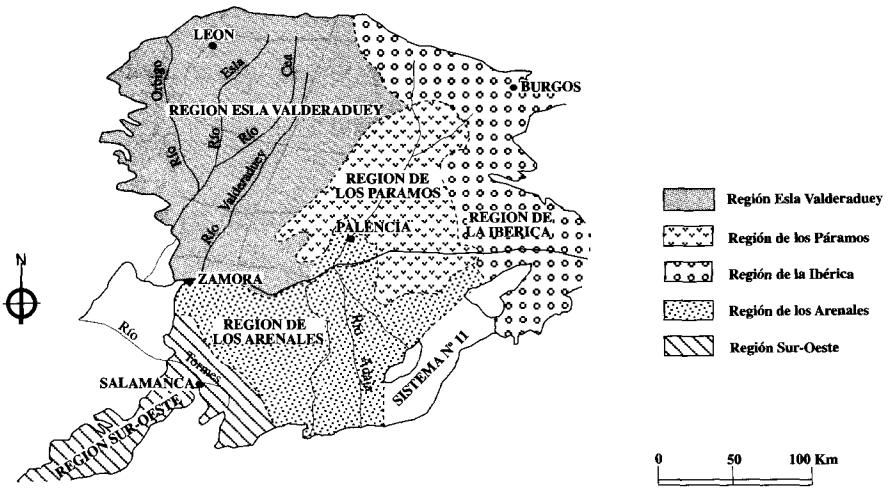


Fig. 11.- División de flujo en la Región del Esla-Valderaduey. Tomado de Navarro et. al. (1993).

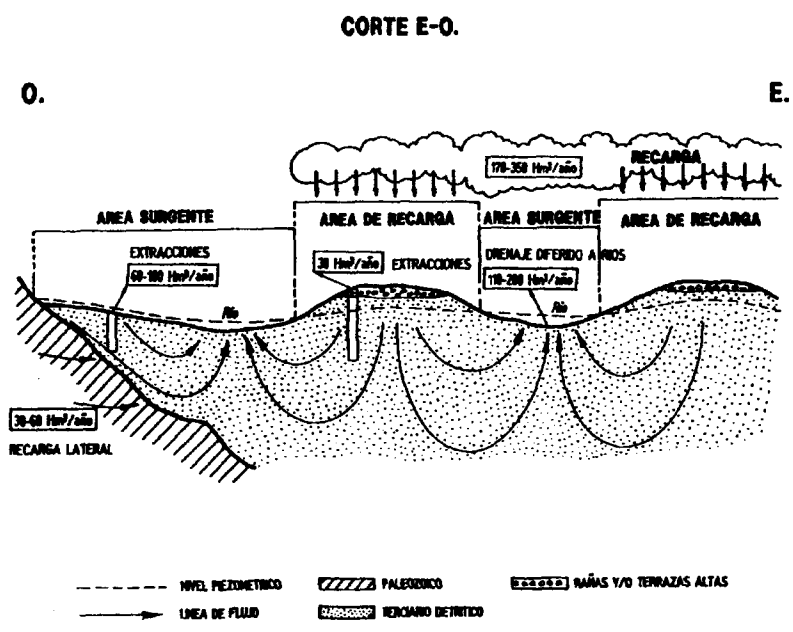


Fig. 12.- Esquema de flujo en la Región del Esla-Valderaduey. Tomado de Navarro et. al. (1993).

Los páramos detríticos incluyen 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 en la llanura del Esla, 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.

En la Hoja de Sta. María del Páramo y en la de Villamañán (232), se están realizando las obras del "canal del Páramo Bajo", el cual consolidará los regadíos de esta zona del Páramo Leonés. Traerá agua desde el embalse de Riaño, utilizando para ello el Canal de los Payuelos hasta la parte baja del Páramo. Este canal tiene 27 Km. de recorrido y regará 24.000 hectáreas pertenecientes a unos 13.000 habitantes de 49 pueblos.

-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 y arenas intercalados en una matriz semipermeable de limos arenosos y arcillas, que funcionan en conjunto, como un acuífero único heterogéneo y anisótropo, confinado o semi-confinado 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 y Esla, en cuyos valles son frecuentes las captaciones surgentes (Fig. 12).

Los caudales específicos obtenidos son muy variables (0,5-50 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 existente en el IGME, se han extraído dentro de la Hoja, algunos datos ilustrativos, que muestran la variabilidad de los distintos parámetros (Tabla II).

Localización	Nº Niveles	Prof. Total	Esp. Niveles	Emplaz. Niv.	Caudal
Villavante 1-001	1	360			7,7 l/s (24.500 m3/año)
Bustillo del Páramo 1-006	6	400	2/2/4/2/2/2	120/154/186 /194/264/ 344	7,5l/s
La Mata del Páramo 2-009	1	13			3 l/s (17.500 m3/año)
Villar de Mazarife 2-010	2	60	0,5/11	14/35	6,66 l/s
Valdevimbre 3-001		232			7,77 l/s (24.500 m3/año)
Vega de Infanzones 4-001	1	280			7,77 l/s
Ardón 4-002	14	4/2/6/6/4/2/4 437	227/239/262 /4/6/2/4/2/6/8 363/372/388 402/414	280/301/328 336/343/350	13 l/s
Villavidel 4-0011	1	4,5			16,66
Villavidel 4-017	1	5			22,22 l/s
Matalobos del Páramo 5-003	1	380			5 l/s
Sta.Mº Páramo 6-005	1	18			40 l/s
Sta.Mº Páramo 6-010	1	18			50 l/s
S.Pedro Bercianos 6-018	1	41			40 l/s
Villarín del Páramo 6-019	1	200			20 l/s
Villacalbiel 7-004	1	350			6,11 l/s
Fresno de la Vega 8-002	1	253			30 l/s
Villalobar 8-008	1	9			27,77l/s
Fresno de la Vega 8-033	1	5			22,22l/s

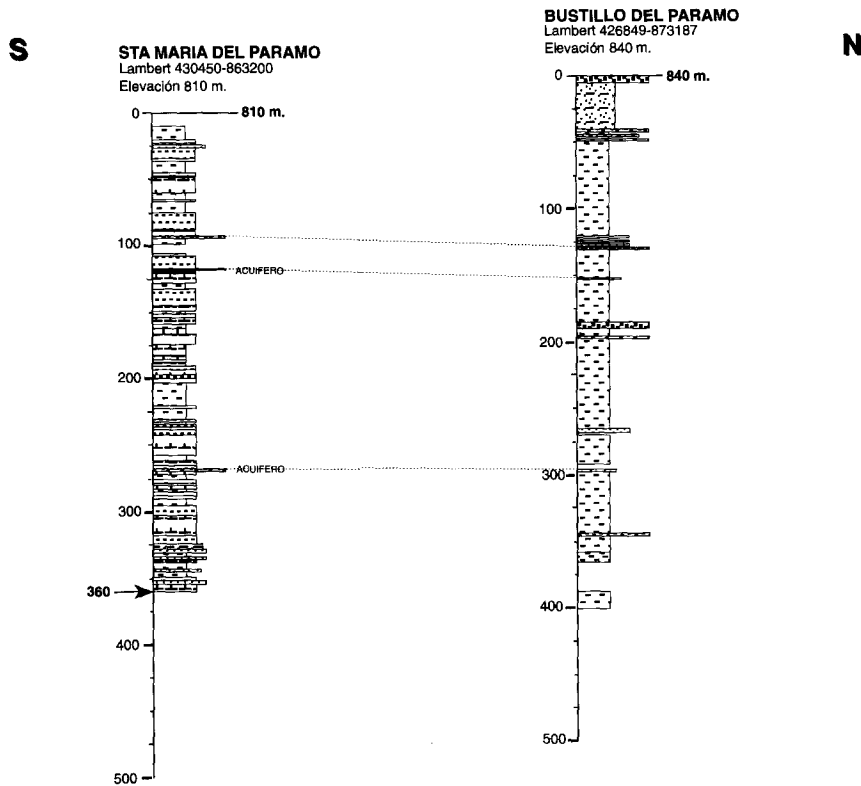
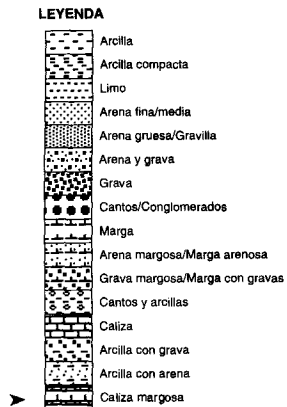


Fig. 13.- Propuesta de correlación entre los distintos acuíferos del subsuelo de la Hoja de Santa María del Páramo. Según Redondo *et. al.* (1995).

Los núcleos urbanos de la zona de la ribera del Órbigo y la mayor parte de los del Páramo Leonés enmarcados en esta Hoja, se abastecen normalmente de aguas superficiales (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 de correlación de los acuíferos en el subsuelo de la zona (Fig. 13). 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.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE LTD. (1967).- Mapa Geológico de la Cuenca del Duero, escala 1:250.000. *Inst. Nacional de Colonización e IGME*. Madrid.
- AGUIRRE, E. (1989).- El límite inferior del Pleistoceno. En: *Mapa del Cuaternario de España*. ITGE, 87-94 .
- ALBERDI, M.T. y AGUIRRE, E. (1970).- Adiciones a los Mastodontes del Terciario español. *Estudios. Geol.* 26. 401-405.
- ALONSO HERRERO, E. (in litt.).- Mapa de Síntesis de Rasgos Geomorfológicos a Escala 1:400.000. En: *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. ITGE-Diputación de León.
- 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. Cambidge University Press.
- 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). Comunicaciones : 19-22.
- ARAGONÉS, E.; GUTIÉRREZ ELORZA, M. y MOLINA, E. (1982).- Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España* a E. 1:50.000, N° 164 (Saladaña). Segunda Serie MAGNA. IGME . Madrid. 34 p.
- BARBA MARTÍN, A. (1981 a).-Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España* a E. 1:50.000 N° 270 (Benavente) Segunda Serie MAGNA.. IGME. Madrid.
- BARBA MARTÍN, A. (1981 b).- Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España* a 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.
- BARDAJI, T (1989).- Geomorfología y Mapa Geomorfológico. En: *Mapa Geológico de España* aE. 1:50.000 N° 128 (Riello).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 SOLÉ SABARIS, L. (1954).- Recherches morphologiques dans le Nord- Ouest de la Peninsule Iberique. *Men. et Doc. du C. N. R. S.*, 4, 9-61 . Paris.
- BOILLLOT, G y MALOD, J. (1988).- The north and north-west spanish continental margin: a review. *Rev. Soc. Geol. España*, 1 (3-4), 295-316 .
- 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. Temas Geol. Min.* 6. I.G.M.E. . 171-196.
- COLMENERO, J.R.; VARGAS ALONSO, I.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; MANJÓN RUBIO, M.; GUTIÉRREZ ELORZA M. Y MOLINA, E. (1982 c).- Memoria del *Mapa Geológico de España a E. 1:50.000 Nº131 (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 ,Nº 195 (Mansilla de las Mulas)*. Segunda Serie MAGNA. ITGE. Madrid.
- ESTEVEZ, C y ARCE, J.M. (1981).- Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España a E. 1: 50.000, Nº 269 (Arrabalde)*. Segunda Serie MAGNA. IGME Madrid.
- 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 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.
- GONZÁLEZ, J.C.; MONTESERIN, V. y ARCE, J.M. (1981).- *Mapa Geológico de España a Escala 1: 50.000, Hoja 268 (Molezuelas de la Caballada)*. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
- 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.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, 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; COMBA, A. y LACASA, A. (1929).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional a Escala 1:50.000, n° 195 (Mansilla)*. IGME. Madrid.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P; LACASA, F y COMBA, A. (1931).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional a Escala 1:50.000., n° 232 (Villamañán)* . 23.IGME. 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.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P; LACASA, F. y COMBA, A. (1932).-Mapa y Memoria explicativa del *Mapa Geológico Nacional a Escala 1:50.000., n° 161 (León)* . IGME. 31p.
- 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, Geología 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 .
- HERRERO, A. (1994).- Sedimentación fluvial en la terraza media del Río Esla entre Vega de Infanzones y Villaquejada (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 projection 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 a Escala 1: 200.000, n° 19 (León)*. Sintesis de la cartografía existente. 1ª edición. IGME. Madrid.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J. Mº; RIBEIRO, A. y NABAIS CONDE, L.E. (1972).- *Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares Escala 1:1.000.000, Memoria explicativa: 1-113* (1974). Inst. Geol. Min. España.
- 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.
- LEYVA, F; MATAS, J. y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. (1984).- Hoja y Memoria del *Mapa Geológico Nacional a E. 1:50.000. N° 129 (La Robla)*, 2ª Serie MAGNA Primera Edición .IGME. 98 .
- 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 variscidos de la Meseta Ibérica. *Publ. Extr. Geol. España*, V, .149-166).
- MABESOONE, J.M. (1959).- Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Cuero Bassin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.* 24, . 31-180.
- 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.; GUTIÉRREZ ELORZA, M.; MOLINA, E. (1982 c).- Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España a E.1:50.000*. N° 130 (*Vegas del Condado*).Segunda Serie MAGNA.Primer 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 ocreas 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. y PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1989).- Depresión del Duero. En: *Mapa del Cuaternario de España a Escala 1: 1.000.000*.. I.T.G.E. Madrid. 153-163 .
- NAVARRO, A.; FERNÁNDEZ, A. y DOBLAS, J.G. (1989).- Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis, *Tomo I: Memoria*, 591 p., *Tomo II: Cartografía*.
- NOZAL, F. (1994).- Cuaternario y Geomorfología. En: *Mapa Geológico de la Provincia de León a Escala 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 Xeoloxia e Minería do NO Peninsular. *Laboratorio Xeoloxico de*

Laxe. 43-44 .

- NOZAL, F. y SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. (in litt).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España a E. 1:50.000 N° 163 (Almanza)*. Segunda Serie MAGNA.ITGE. Madrid.
- NOZAL, F.; SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. y ESPINA, R.G. (in litt).- Memoria explicativa del *Mapa Geológico de España a E. 1: 50.000, N° 162 (Gradefes)*. Segunda Serie MAGNA.ITGE. Madrid.
- OLIVE DAVO, A.; PORTERO GARCIA, J.M.; DEL OLMO ZAMORA, P.; ARAGONES VALLS, E.; CARRERAS SUAREZ, 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).- Memoria del *Mapa Geológico de España a E. 1: 50.000 N° 129 (La Robla)*. 1ª Serie. MAGNA. IGME. Madrid.
- PASTOR GÓMEZ, V. (1969).- Hoja y Memoria del *Mapa Geológico de España a E.1:50.000, N° 128 (Riello)*. 1ª Serie MAGNA. IGME. Madrid.
- PENAS MERINO,A.; GARCÍA GONZÁLEZ y HERRERO CEMBRANOS, L. (in litt.).- Mapa de Vegetación, Escala 1:200.000. *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 a Escala 1:400.000. *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. .ITGE-Diputación de León.
- PENAS MERINO,A.; GARCÍA GONZÁLEZ; HERRERO CEMBRANOS, L. y PUENTE GARCÍA, E. (in litt.).- Mapa de Ombroclimas a Escala 1:400.000. *Atlas del Medio Natural de la Provincia de León*. .ITGE-Diputación de León.
- PENAS MERINO,A.; HERRERO CEMBRANOS, L. y GARCÍA GONZÁLEZ, M.E. (in litt.).- Mapa de Unidades Fisionómicas de Vegetación a Escala 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. (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 MÉNDEZ. 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.; DEL OLMO, P.; RAMÍREZ, J. y VARGAS, I. (1982).- 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.* ,n°3, 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 Complementario. Fondo Documental del ITGE.

- 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.
- 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. y NOZAL, F. (in litt).- Memoria explicativa y Mapa Geomorfológico del *Mapa Geológico de España a E.1: 50.000, N°161 (León)*. Segunda Serie MAGNA. ITGE. Madrid.
- 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 a Escala 1:200.000*. ITGE-Diputación Provincia de León Madrid.
- SUÁREZ RODRÍGUEZ, A.; HEREDIA, N. y NOZAL, F. (in litt).- Hoja del *Mapa Geológico de España N° 161 (León)*. Segunda Serie MAGNA. ITGE. Madrid.
- TORRENT, J. (1976).- Soil development in a sequence of the river terraces in Northern 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 RUÍZ, J. Y PÉREZ ESTAÚN, A. (1984a).- Memoria del *Mapa Geológico de España a E.1:50.000. N° 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 RUÍZ, J. Y PÉREZ ESTAÚN, A. (1984b).- Memoria del *Mapa Geológico de España a E. 1:50.000. N° 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 RUÍZ, J. Y PÉREZ ESTAÚN, A. (1984c).- Memoria del *Mapa Geológico de España a E.1:50.000. N° 231 (La Bañeza)* Segunda Serie MAGNA Primera Edición. IGME. Madrid.