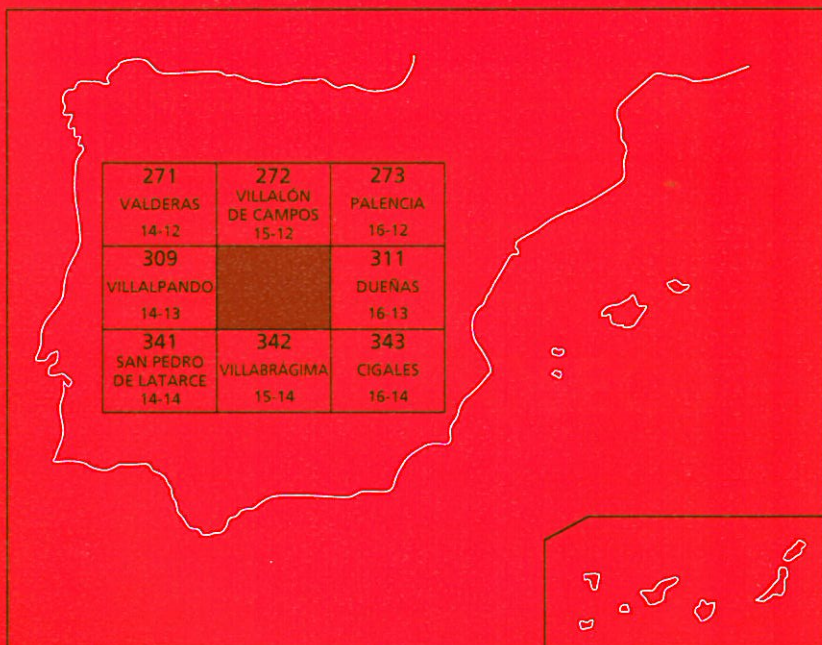




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



MEDINA DE RIOSECO

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

MEDINA DE RIOSECO

© INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. 28003. MADRID

Depósito Legal: M-22824-2007

ISBN: 978-84-7840-690-6

NIPO: 657-07-007-X

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S.A:

Impresión: Gráficas Muriel, S.A.

La presente Hoja nº 310 (Medina de Rioseco) y su Memoria explicativa han sido realizadas por la agrupación de empresas EPTISA, Servicios de Ingeniería, S.A. y Auxiliar de Recursos y Energía, S.A. (AURENSA), bajo normas, dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Responsable del Proyecto: A. Pineda Velasco (EPTISA)

Autores:

Mapa Geológico: A. del Olmo Sanz y P. Cabra Gil (EPTISA)

Mapa Geomorfológico: P. Cabra Gil (EPTISA)

Memoria: A. del Olmo Sanz y P. Cabra Gil

Han participado en aspectos parciales:

- Hidrogeología: Y. Camarero Benito (EPTISA)
- Recursos Minerales: M. Leguey Galán (AURENSA)
- Puntos de Interés Geológico: M. Leguey Galán (AURENSA)
- Paleontología: C. Sesé Benito y J. Morales Romero (Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid)
- Digitalización y tratamiento SIG: M. Navas Cernuda, B. Delgado Gordillo y J. García Villar (EPTISA)
- Estudios de muestras: I. Armenteros, P. Huerta y M. Suárez (Universidad de Salamanca)

Dirección y Supervisión del IGME:

Dirección: L.R. Rodríguez Fernández

Supervisión: A. Martín-Serrano García y F. Nozal Martín

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 y fichas petrográficas, paleontológicas y sedimentológicas de dichas muestras
- Columnas estratigráficas de detalle
- Álbum de fotografías
- Informe sedimentológico
- Puntos de Interés Geológico

Í N D I C E

1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
1.2. ANTECEDENTES.....	8
1.3. MARCO GEOLÓGICO.....	9
2. ESTRATIGRAFÍA.....	11
2.1. TERCIARIO.....	11
2.1.1. Facies Tierra de Campos (s.l.).....	12
2.1.2. Facies transicionales entre Tierra de Campos y Cuestas (Aragoniense superior - Vallesiense inferior).....	14
2.1.3. Facies Cuestas (Vallesiense).....	15
2.1.4. Facies de los Páramos (Vallesiense superior).....	17
2.2. CUATERNARIO.....	17
3. PALEONTOLOGÍA.....	20
4. TECTÓNICA.....	21
5. GEOMORFOLOGÍA.....	23
5.1. DESCRIPCIÓN FISOGRÁFICA.....	23
5.2. ANTECEDENTES.....	24
5.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	24
5.3.1. Estudio morfoestructural.....	24
5.3.2. Estudio del modelado.....	26
5.4. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	28
5.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA.....	30
5.6. MORFODINÁMICA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS.....	31
6. HISTORIA GEOLÓGICA.....	32
7. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	34
7.1. RECURSOS MINERALES.....	34
7.2. HIDROGEOLOGÍA.....	37
7.2.1. Antecedentes sobre las investigaciones hidrogeológicas en la Cuenca del Duero.....	37
7.2.2. Climatología e hidrología superficial.....	37
7.2.3. Localización y funcionamiento hidrogeológico.....	38
7.2.3.1. <i>Funcionamiento Hidrogeológico</i>	39
7.2.4. Cartografía Hidrogeológica.....	40
7.2.5. Inventario de puntos de agua.....	40
8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO.....	42
9. BIBLIOGRAFÍA.....	43

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja de Medina de Rioseco nº 310 (15-13), está situada en el sector central de la Cuenca del Duero, en la Comunidad de Castilla y León. La mayor parte de la Hoja pertenece a la provincia de Valladolid, correspondiendo el sector nororiental a la de Palencia.

Presenta un clima de tipo mediterráneo templado continental, con inviernos fríos y veranos templados, con temperaturas medias del orden de 4 y 20° C, respectivamente. La temperatura media anual oscila entre 11 y 12° C, y los valores de precipitación media anual están comprendidos entre 400 y 500 mm. En cuanto al régimen de humedad, y respecto a la duración, intensidad y situación estacional del período seco, la zona de estudio se puede clasificar como de clima mediterráneo seco.

En la Hoja están representadas las comarcas naturales de Tierra de Campos y Montes Torozos (Páramos), y se caracteriza por un relieve poco accidentado. Los elementos geográficos más importantes son las altiplanicies o páramos, las laderas de los mismos, denominadas cuestas, y las zonas llanas y alomadas de las campiñas o "Tierra de Campos".

El río más importante, que atraviesa la Hoja con dirección NE-SO, es el río Sequillo, que pasa por la ciudad de Medina de Rioseco. El resto de los cursos fluviales lo constituyen arroyos de escaso caudal que desembocan en el río Sequillo, o en el río Valderaduey que circula por la hoja vecina occidental de Villalpando (309) El Canal de Campos recorre la hoja con dirección NE-SO, yendo a unirse con el río Sequillo en Medina de Rioseco. Otros canales, de menor entidad, que recorren el sur de la Hoja son el canal de Macías y el de Picavea. Todos estos cursos fluviales forman parte de la red de afluentes de la margen derecha del Duero.

Por lo que respecta a los núcleos urbanos, la principal localidad es Medina de Rioseco, que da nombre a la Hoja, además de Aguilar de Campos, Villalba de los Alcores, Moral de la Reina, Palazuelo de Vedija, Morales de Campos, Meneses de Campos, Villerías de Campos, Montealegre, Valdenebro de los Valles y Berrueces.

La mayoría de las carreteras parten radialmente de Medina de Rioseco, permitiendo el acceso al resto de las localidades. Esta red, unida a otras de menor importancia, permite que todos los núcleos queden comunicados entre sí. Si, además, se tiene en cuenta la existencia de numerosos caminos de tierra y la suave topografía de la zona, el fácil acceso a la casi totalidad de la superficie de la hoja es un hecho manifiesto.

Desde el punto de vista económico, la zona se caracteriza por una actividad fundamentalmente agrícola, destacando cultivos de regadío (remolacha, alfalfa, maíz, etc.), en las vegas fluviales, y de secano (cereales y vid) en las campiñas. En las cuestas y páramos hay, sobre todo, aprovechamientos ganaderos (ganado ovino) a pequeña escala.

1.2. ANTECEDENTES

Los depósitos terciarios aflorantes en la Hoja son, como se verá, de edad miocena.

El Mioceno de la Depresión terciaria del Duero, en gran parte por los hallazgos tempranos de grandes mamíferos fósiles, ha atraído la atención de la investigación geológica desde finales del siglo XIX e inicios del XX. De estos primeros trabajos, que tuvieron una gran componente paleontológica, merecen destacarse los de CORTAZAR (1877), HERNÁNDEZ-PACHECO E. y F. (1912-1932) y ROYO GÓMEZ (1922-1926).

Los trabajos paleontológicos, o estratigráficos sobre el Mioceno, prosiguen con VILLALTA y CRUSAFONT (1948), BERGONIOUX y CROUZEL (1958), CRUSAFONT (1951) y CRUSAFONT et al. (1951-1968), AGUIRRE (1975) y AGUIRRE et al. (1975- 1976) y LÓPEZ et al. (1982-1986).

Los estudios más puramente estratigráficos, sedimentológicos o, incluso, paleogeográficos, se inician con MABESONE (1959-1961), de la escuela holandesa que, al contrario que en otras muchas zonas de España, no continuaron sus investigaciones en la Cuenca del Duero. Después, prosiguen a partir de dos grandes líneas o centros de investigación: la Universidad de Salamanca y la realización del Plan MAGNA, del IGME.

La Universidad de Salamanca, al ser la única localizada en la Cuenca del Duero que contaba con enseñanzas e investigaciones de la Geología, inicia programas de investigación estratigráfica, sedimentológica y también paleontológica, sobre el Terciario de la Depresión del Duero una gran parte de ellos centrados en el Paleógeno del borde occidental zamorano-salmantino de la misma. Sobre el Mioceno, hay que destacar los trabajos de CORRALES et al. (1986), ARMENTEROS y CORROCHANO (1994) y MEDIAVILLA et al. (desde 1986).

La realización de Hojas del Plan MAGNA en la parte central de la Cuenca supone un gran avance en el conocimiento de los cuerpos sedimentarios presentes, la definición de facies y sus interrelaciones mutuas, además de la materialización de una buena cartografía a escala 1 / 50.000. No obstante, hay que señalar que el trabajo pionero, desde el punto de vista cartográfico, fue probablemente el de AEROSERVICE (1967) en el que, además de proporcionar una primera cartografía geológica a escala 1/200.000, se describen y nombran por primera vez, facies que, con el paso del tiempo irían tomando carta de naturaleza en el conjunto de grandes zonas de la Cuenca. Los Mapas Geológicos a escala 1/200.000 del IGME (Síntesis de la Cartografía existente)(1970-1971), abundando en todo lo anterior, suponen de hecho, la base geológica previa al inicio del Plan MAGNA.

El Plan MAGNA se inicia en el conjunto de España en 1971-1972, realizándose desde 1973-1974, y de manera esporádica, Hojas en la parte central, miocena, de la Cuenca. La realización de estas Hojas supone, además, aportaciones de trabajos más o menos puntuales pero siempre importantes, como, por ejemplo, el de ARAGONÉS (1982), para el contexto de la presente Hoja. Pero los trabajos más fundamentales, fruto de la realización de esas primeras Hojas, son los de PORTERO et al. (1982, 1983), en los que se presenta, en una transversal norte-sur por la parte central de la Cuenca, una síntesis de todas las facies existentes y sus relaciones entre sí, así como con los bordes norte y sur de la misma.

Los estudios de Geomorfología y Cuaternario son, en líneas generales, de realización más tardía. Se inician con SOLÉ SABARÍS (1952), en sus estudios sobre el relieve del conjunto de España, en los que aparece integrada la Cuenca del Duero. Más tarde, PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) y PÉREZ-GONZÁLEZ et al. (1994) realiza investigaciones sobre depósitos cuaternarios del río Duero y sobre superficies de erosión/depósito, en las partes centrales de la Cuenca. Finalmente, aparecen las investigaciones de MARTÍN-SERRANO (1989, 1991, 1994) quien, por vez primera, relaciona tipos de alteración en el borde occidental de la Cuenca con depósitos en las partes centrales de la misma, además de aplicar conceptos tales como endorreísmo, exorreísmo, niveles de base, etc., en el conjunto de la Cuenca, contribuyendo al conocimiento morfodinámico de la misma.

Los trabajos de índole estructural o tectónica son prácticamente inexistentes en la parte central de la Cuenca, dada la disposición subhorizontal de los cuerpos sedimentarios presentes.

Finalmente, hay que mencionar que del subsuelo de la Cuenca del Duero existe cierta información, en gran parte inédita, procedente de investigaciones de Geofísica sísmica y sondeos profundos realizados con fines fundamentalmente petroleros. Estas investigaciones se realizaron solo en la mitad oriental de la Cuenca, dado que buscaban trampas estructurales en el Mesozoico, y que éste solo existe en dicha mitad oriental.

1.3. MARCO GEOLÓGICO

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Medina de Rioseco se ubica en el sector centro-occidental de la Depresión terciaria del Duero. La Depresión o Cuenca del Duero conforma, conjuntamente con las del Tajo y del Ebro, las tres grandes cuencas terciarias intracontinentales, características del interior de la Península Ibérica. De las tres, es la más noroccidental, y la que se sitúa a mayor altitud promedio: unos 700 m sobre el nivel del mar.

La Cuenca del Duero es el resultado del relleno terciario de materiales depositados en ambiente continental y predominantemente endorreico (fluvial y lacustre), producido en una depresión localizada sobre la parte oriental del Macizo Hespérico, zócalo hercínico peninsular. En toda la mitad oriental de la Cuenca, sobre el zócalo hercínico se encuentra una cobertera mesozoica, más potente y completa cuanto más hacia el este. Refleja invasiones marinas de procedencia oriental, cuyo máximo transgresivo acaeció durante el Cretácico superior. En el norte, este y sur, la Cuenca aparece limitada por sistemas montañosos alpinos (Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico y Sistema Central, respectivamente).

Conviene puntualizar que la Cuenca del Duero no ha sido totalmente cerrada, habiendo existido comunicación con la del Ebro, al menos durante el Neógeno, a través del pasillo de La Bureba (NE de la provincia de Burgos), entre los límites septentrionales de la Cordillera Ibérica y los meridionales de la Cantábrica.

Desde el punto de vista geodinámico, los bordes de la Cuenca se comportaron de forma diferente mientras se producía la acumulación de materiales en la misma: el borde occidental debe ser considerado como un borde "pasivo", no montañoso, ya que el Macizo Hespérico se hunde suavemente hacia el este y norte, constituyendo así, el sustrato hercínico de la Cuenca. Por el con-

trario, los bordes septentrional, oriental y meridional se comportaron como bordes montañosos "activos", elevados mediante fallas inversas vergentes hacia la depresión, cabalgantes sobre el relleno terciario en diversos períodos de la acumulación de éste. Este distinto comportamiento geodinámico de los bordes determinó la asimetría del espesor del relleno terciario: en consecuencia, los mayores espesores de sedimentos (3.000-4.000 m) se localizan junto a los bordes oriental y septentrional. En la Hoja de Medina de Rioseco, el espesor de relleno es del orden de 700 - 1.050 m, según datos extrapolables de sondeos profundos próximos.

La parte superior del relleno terciario aflora con espesores visibles máximos del orden de 100-150 m, y en las partes centrales de la Cuenca constituida por tres tramos litológicos, ya clásicos en la literatura geológica sobre el Mioceno Castellano, y que, de abajo a arriba, son:

- La facies terrígena, fluvial, de "Tierra de Campos", de color ocre y edad, sobre todo, Mioceno medio.
- La facies blanca, lacustre, de "Cuestas", marga-arcillosa, frecuentemente yesífera y, minoritariamente, caliza. De edad Mioceno superior (Vallesiense, fundamentalmente).
- La facies caliza de "Los Páramos", de edad Mioceno superior.

Estos tres tramos clásicos constituyen la totalidad de la Hoja de Medina de Rioseco. Las Calizas de Los Páramos forman las planicies altas de los relieves amesetados existentes en el tercio sur y, sobre todo, sureste, de la Hoja. La Facies Tierra de Campos se extiende formando las campiñas y zonas más bajas del centro y norte de la misma. Por último, y como su nombre indica, la Facies Cuestas aflora en las laderas que existen, enlazando dichas altas planicies con las campiñas, si bien no aparecen las facies yesíferas en la presente Hoja.

En partes centrales de la Cuenca, a techo de la Tierra de Campos (s.sr.), y bajo la Facies Cuestas, existe una alteración de espesor métrico, atribuida a un paleosuelo de tipo "pseudogley" (Pozo et al., 1984), que debe implicar una interrupción sedimentaria (y probablemente, un límite entre ciclos sedimentarios). Además, hay que indicar que hacia el norte de la Cuenca, la Facies Cuestas pasa lateralmente a litologías terrígenas ocres (Facies de La Serna), similares a las de Tierra de Campos.

En la presente Hoja existe, como se verá más adelante, un paso transicional entre las Facies de Tierra de Campos y las de las Cuestas. Esta transición indica que la parte más alta de la Facies Tierra de Campos debe ser, en sentido estricto, la facies de La Serna y, por tanto, que la separación entre Tierra de Campos s.sr. y La Serna es, de momento, imposible en esta zona. Es por esta razón que a las facies terrígenas ocres de esta Hoja se les ha denominado Facies Tierra de Campos s.l.

Los depósitos cuaternarios están, fundamentalmente asociados a la red fluvial y a las laderas o cuestas. Hay, no obstante, y también relacionados con la red fluvial, pequeños depósitos endorreicos en la parte centro-oriental de la Hoja. Sobre los Páramos del sureste se localizan pequeños restos de depósitos eólicos que adquieren mucha mayor importancia en la Hoja meridional de Villabrágima (nº 342).

2. ESTRATIGRAFÍA

En este capítulo se describirán las distintas diferenciaciones cartográficas realizadas en la Hoja de Medina de Rioseco, agrupadas en dos subcapítulos, el primero referido al Terciario, y el segundo al Cuaternario.

2.1. Terciario

Como ha sido indicado en el capítulo anterior, los tramos representados, a grandes rasgos, en la Hoja, son los clásicos del Mioceno Castellano que fueron definidos por HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915), y que, de muro a techo, son:

- Facies Tierra de Campos
- Facies Cuestas
- Calizas de los Páramos (subdivididas posteriormente en Páramo 1 ó inferior, y Páramo 2 ó superior)

No obstante, dentro de cada una de estas grandes unidades, son diferenciables, a su vez, litologías minoritarias.

Así, la Facies Tierra de Campos está constituida por limos, arcillas y arenas ocreas (unidad cartográfica 1). Dentro de ella se han diferenciado costras calcáreas (2) y paleocanales de arenas y gravas (3). Como ha sido indicado en el capítulo anterior, la Facies Tierra de Campos de esta Hoja debe ser considerada en sentido amplio, pudiendo comprender también, en su parte más alta, la Facies de la Serna.

Entre la Facies Tierra de Campos (1) y las litologías de la Facies Cuestas, que se citan en el párrafo siguiente, aparece una facies transicional, constituida por arcillas y margas grises y negras, arenas y costras calcáreas (4).

La Facies Cuestas propiamente dicha se ha subdividido en dos conjuntos principales, uno inferior, de arcillas y margas grises, con intercalaciones de calizas (6) y otro, superior, de margas grises con intercalaciones calizas (8), que es, en realidad, el tránsito a las Calizas de los Páramos, que se describen en el siguiente apartado. Además, se han diferenciado bancos de calizas arenosas y cristalinas, con gasterópodos y caráceas (5), localizados, sobre todo, en la parte baja o basal de la unidad 6, y bancos de calizas grises y calizas margosas (7), situados entre las unidades 6 y 8.

Dentro de las Calizas de los Páramos (correspondiente en la Hoja a las del Páramo 1) se ha diferenciado la litología dominante, constituida por calizas con gasterópodos (9), y niveles de margas grises y blancas (10), intercalados en dicha litología mayoritaria.

Las dataciones efectuadas por LÓPEZ et al. (1986) y ÁLVAREZ SIERRA et al. (1990) en el cerro Buenaventura (en las cercanías de Medina de Rioseco), mediante micromamíferos, adjudican una edad Aragoniense superior a las facies de transición entre las Cuestas y Tierra de Campos, mientras que otros autores (MORENO, 1987) consideran que dicha facies transicional pertenece al tránsito Aragoniense/Vallesiense.

Las dataciones regionales del conjunto de la Cuenca indican una edad Mioceno medio para la Facies Tierra de Campos, y Mioceno superior (Vallesiense) para la Facies Cuestas. Para las Calizas de los Páramos se han indicado edades comprendidas entre el Vallesiense superior y el Turolense, habiéndose supuesto, en algún caso, que pueden incluso alcanzar el Rusciniense (Plioceno).

2.1.1. Facies Tierra de Campos (s.l.)

En la Hoja, esta Facies pasa, lateralmente y hacia techo, a las Facies Cuestas mediante facies de transición. Es por esta razón, y según se ha argumentado anteriormente, que se denominan Facies Tierra de Campos s.l. ya que deben englobar, en su parte alta, a la facies de La Serna. Recuérdese que las Facies Tierra de Campos s.sr. están separadas de las Facies Cuestas por un paleosuelo de tipo pseudogley, indicativo de una interrupción sedimentaria prolongada, y que la Facies de La Serna, muy similar, litológicamente a Tierra de Campos, pasa lateralmente a la Facies Cuestas.

En la Hoja, se distinguen una facies dominante (1) y diferenciaciones (2 y 3) intercaladas en la misma.

Limos, arcillas y arenas ocreas (1)

Como se ha indicado antes, los materiales que integran esta unidad, tienen las características litológicas propias de la Facies Tierra de Campos, definida en la comarca del mismo nombre de la vecina provincia de Palencia. En la presente Hoja se extiende constituyendo las campiñas del norte, oeste y centro de la misma, a cotas promedio de unos 750 m.

En la Hoja de Medina de Rioseco no aflora su muro. Es por ello que el espesor visible debe considerarse mínimo: más de 80 m desde la cota más baja (723 m) en el suroeste de la Hoja, hasta el punto más alto (815 m en el cerro Tras de la Fuentes), en el noroeste de la misma.

Los materiales que la componen son arcillas, limos y arenas de característico color ocre, debido a la presencia de óxidos de hierro limoníticos. De ahí que se les denomine también Facies ocreas, particularmente en sectores más occidentales de la Cuenca. Son frecuentes las apariciones de paleosuelos con potencia decimétrica, que poseen tramos de oxidación-reducción y estructura prismática que en la mayor parte de los casos corresponden a suelos de tipo *pseudogley*.

Las arenas aparecen intercaladas dentro de los depósitos limo-arcillosos y constituyen canales, que están formados por materiales arenosos de grano fino, no cementados por carbonatos, por

lo que tienen un aspecto suelto. El espesor de los cuerpos arenosos alcanza los 2 m. La estructura más importante es la estratificación cruzada, en la que algunos niveles de cantos de cuarzo y cuarcita tapizan las láminas de estratificación. Estos cuerpos de arena están formados por la superposición de canales más pequeños y base ligeramente erosiva. Los mejores afloramientos de estas litologías se encuentran en el SO de la Hoja, junto a la población de Morales de Campos. Se pueden interpretar estos canales como posibles "point-bar" debido a su trazado sinuoso, aunque es difícil asegurarlo debido a que los afloramientos no tienen suficiente extensión longitudinal, ya que están cubiertos por cultivos y removidos por las labores agrícolas.

Además de los canales de arenas descritos, hay otros con mayor proporción de gravas que, por su entidad, se han diferenciado cartográficamente. Constituyen la unidad cartográfica (3) y se describen más adelante. Asimismo, dentro de esta unidad cartográfica (1) que representa la Facies Tierra de Campos propiamente dicha, se han diferenciado cartográficamente niveles de costras calcáreas (2), que también se describen más adelante.

El conjunto de la Facies Tierra de Campos representa un sistema de canales sinuosos, con sus correspondientes llanuras de inundación. El número de estos canales aumentaría hacia el SE, disminuyendo su profundidad y anchura. Los materiales más pesados serían arrastrados por el fondo formando depósitos de lag, mientras que los que iban en suspensión eran depositados formando estratificación cruzada cuando la fuerza de la corriente no podía transportarlos. Las zonas de llanura de inundación y los canales abandonados sufrían procesos edáficos y freáticos que dieron lugar a las costras o suelos calcimorfos (2), tan abundantes en la Hoja.

Los cuerpos fluviales de las Facies Tierra de Campos pasan lateralmente y hacia techo a las Facies Cuestas mediante facies de transición (4) que se describen más adelante.

Costras calcáreas (2)

En cartografía se han distinguido, dentro de la Facies Tierra de Campos, numerosas costras calcáreas que representan suelos calcimorfos (2) que afloran por toda la Hoja, intercalados dentro de las arcillas, limos y arenas, en toda la serie. En campo constituyen pequeños resaltes y replanos de extensión hectométrica/kilométrica, destacando por su extensión los situados en el ángulo NO de la hoja, donde hay una tabla calcárea, situada entre los 790-800 m, y de notables dimensiones, que forma el vértice Traselafuente. La repetición frecuente en la vertical de estas litologías carbonatadas, origina una topografía de forma escalonada que se manifiesta claramente en la zona NO, entre los pueblos de Palazuelos de Vedija, Berruecos y Aguilar de Campos.

Estos suelos calcimorfos son micritas areno-arcillosas de aspecto muchas veces cavernoso, y su espesor oscila entre algunos centímetros y varios decímetros. Presentan una cierta ordenación y ciclicidad, habiendo depósitos más puramente arenosos o limo-arenosos entre los carbonatados. La base de los mismos es nodular mientras que el techo presenta un aspecto estratificado.

Su origen probablemente se deba a procesos edafo-freáticos en los que aguas cargadas de carbonatos han cementado los sedimentos detríticos (la presencia, en ciertos puntos, de moldes de raíces indicaría la importancia que, en su formación, han tenido los procesos edáficos). No hay

que descartar la actuación de procesos hidroquímicos edáficos que hayan transformado una parte de las arcillas en carbonatos.

Paleocanales de arenas y gravas (3)

Esta diferenciación cartográfica corresponde a canales cartografiables, de espesor mayor que 2 m, y anchuras que llegan a sobrepasar los 8 m, siendo de destacar los situados en las proximidades de Villerías de Campos y Aguilar de Campos. Suelen estar algo cementados por carbonatos, lo cual les confiere cierta consistencia, que origina un ligero resalte morfológico.

Son de trazado sinuoso y forman cuerpos arenosos constituidos por la superposición de canales más pequeños, de base erosiva. Posiblemente sean del tipo point-bar, pero no se puede decir mucho más de su medio de sedimentación, debido a las malas condiciones de afloramiento.

Litológicamente, son arenas polimícticas (cuarzo, rocas metamórficas, etc.) en los que abunda el cuarzo, de grano medio y fino, aunque no faltan las gravas y conglomerados, situados principalmente en la base. La estructura más frecuente es la estratificación cruzada, de bajo ángulo. A techo de estos canales pueden existir suelos calcimorfos. En algunos puntos se ha observado bioturbación.

2.1.2. Facies transicionales entre Tierra de Campos y Cuestas (Aragoniense superior - Vallesiense inferior)

Arcillas y margas, grises y negras, arenas y costras calcáreas (4)

La parte alta de las Facies Tierra de Campos s.l. de la Hoja, pasa lateralmente y hacia techo a una serie de arcillas, margas grises y negras, arenas y costras calcáreas (unidad cartográfica 4), que, a su vez, pasa tanto hacia arriba como por cambio lateral de facies a las Facies Cuestas (unidad cartográfica 6). Estas litologías transicionales entre las Facies Tierra de Campos y Cuestas, se observan bien en los cerros situados al este de Medina de Rioseco (Cerros de Buenaventura, Caballeros y, sobre todo, Garañón, a unos 2 km al este de la población de Montealegre). Estas litologías son semejantes a la Facies Zaratan, definida en los alrededores de Valladolid.

Esta serie transicional tiene un espesor máximo de 45 m, que decrece hacia el este. Está constituida por una superposición de ciclos menores, cuyo conjunto compone otro ciclo de orden superior. Estos ciclos menores son como sigue, descritos de base a techo:

0,5 - 2 m:	arenas y arcillas ocreas
0,2 - 0,5 m:	arcillas negras
0,2 - 0,5 m:	margas calcáreas grises
0,2 m:	costra caliza micrítica, oquerosa y nodular.

Los ciclos menores representan una sucesión desde facies fluviales a facies lacustres y deltaicas, que son coronadas por un paleosuelo. El conjunto del ciclo responde a una etapa expansiva,

sobre las facies fluviales de Tierra de Campos, de los depósitos deltaicos, primero, y de los lacustres después, materializados éstos, finalmente, por las Facies Cuestas.

En el Cerro de Buenaventura, en esta serie, se han encontrado asociaciones de micromamíferos. MORENO (1987) encuentra un nivel fosilífero constituido por una marga arenosa gris parduzca, con muchos restos de gasterópodos: la asociación faunística pertenece al límite Aragoniense/Vallesiense. Sin embargo otros autores como LÓPEZ et al., (1986), ÁLVAREZ SIERRA et al., (1990), consideran que esta asociación faunística correspondería del Aragoniense Superior.

Calizas arenosas y cristalinas, con gasterópodos y caráceas (5)

En algunos puntos de la parte oriental de la Hoja, el conjunto de materiales transicionales descritos en el apartado anterior, está coronado por un cuerpo calcáreo de 1,5-2,5 m de espesor (unidad cartográfica 5), que también puede presentarse intercalado en la base de la Facies Cuestas (unidad cartográfica 6), y que forma un resalte en el paisaje que coincide aproximadamente con la cota topográfica 800 m.

Este nivel calcáreo se observa bien en el Cerro de Buenaventura, donde presenta un carácter arenoso, con base erosiva y clara estratificación cruzada. Hacia el este, las calizas pierden el carácter arenoso y adquieren una constitución compacta y micrítica, reconociéndose caráceas y gasterópodos. Se organizan mediante la superposición de cuerpos de 0,3-0,5 m de espesor y están, en parte, karstificadas. Corresponden a un medio de depósito fluvio-lacustre, mediante corrientes de agua con elementos detríticos silíceos al oeste, pero que pierden este carácter hacia el este. Estas aguas limpias habrían favorecido el florecimiento de las caráceas y un hábitat idóneo para gasterópodos dulceacuícolas y ostrácodos.

Este paquete de calizas puede interpretarse como la culminación de un ciclo de orden superior que tendría en la base el conjunto de ciclos menores formado por la alternancia de arenas ocreas, arcillas negras y costras (unidad cartográfica 4), y en la parte superior tendría las arcillas, margas y calizas típicas de las Facies Cuestas (6). Este carácter culminante queda reforzado por la existencia de fenómenos de edafización y karstificación.

2.1.3. Facies Cuestas (Vallesiense)

Los materiales que forman la Facies Cuestas afloran, sobre todo, por encima del nivel de calizas (5), que constituye el techo del ciclo anteriormente descrito, y forman a su vez, otros dos ciclos, de un orden similar al mencionado. El ciclo inferior está representado por una serie arcillo-margosa con intercalaciones calizas (6) y culmina con un nivel calcáreo (7). El ciclo superior está formado por un conjunto fundamentalmente margoso, con intercalaciones calcáreas (8).

Arcillas y margas grises, con escasas intercalaciones de calizas (Vallesiense inferior) (6)

Este tramo tiene un espesor de 15-25 m, aumentando hacia el este. Se localiza en el ángulo SE

de la Hoja, estando bien expuesto en el Cerro Caballero, en el convento de Matallana y en el Cerro San Cristóbal, donde se han levantado series estratigráficas. Representa la mayor parte del ciclo inferior de la Facies Cuestas.

Está formado por margas y arcillas grises entre las que se intercalan niveles centimétricos de calizas fosilíferas con caráceas, y algunos niveles de arcillas negras y grises de hasta 0,5 m de espesor. También hay niveles centimétricos de calizas arenosas de cuarzo, en los que se observa estratificación cruzada, que corresponden petrográficamente a biomicritas arenosas.

Se interpretan estos depósitos como formados en áreas deltaicas y lacustres. Este tramo representa la sucesión de una fase transgresiva a otra regresiva. Las margas y arcillas grises serían depósitos deltaico-lacustres, alimentados por "ríos de Facies Ocre o Tierra de Campos", situados en el oeste.

Calizas grises y calizas margosas (Vallesiense inferior) (7)

El tramo anterior está coronado por un nivel calcáreo a veces margoso (7), discontinuo, pero que la mayor parte de las veces está presente. Es una caliza que puede alcanzar 1,5 m de espesor, organizada en cuerpos de 0,2-0,5 m de potencia. Es, a veces, cavernosa, rica en fósiles (gasterópodos, caráceas), de color gris crema, con estratificación cruzada y ondulada y huellas de raíces. Su base se presenta frecuentemente erosiva.

Este nivel representa el final, o culminación, del ciclo inferior de la Facies Cuestas, significando una regresión de los sedimentos lacustres anteriores, e indicando una etapa de emersión.

Margas grises con intercalaciones calizas (Vallesiense superior) (8)

Sobre la unidad 7, o sobre la 6 cuando la anterior se presenta de forma discontinua, se encuentra un nivel de margas y arcillas grises con intercalaciones de niveles calizos, sobre todo hacia techo. Esta unidad cartográfica (8) representa el ciclo superior de la Facies Cuestas.

Los niveles calizos son centimétricos y decimétricos (generalmente, de 20-30 cm), alternan con las margas, y tienen a su techo costras. Petrográficamente, son micritas fosilíferas con ostrácos y caráceas y presentan estratificación cruzada. En el Cerro San Cristóbal, 3 km al sureste de Medina de Rioseco, esta unidad presenta, a su techo, niveles arenosos de color ocre de espesor decimétrico, intercalados entre arcillas grises.

Estos materiales son interpretables como sedimentos, con base onlapante, depositados en ambientes deltaicos y lacustres. El carácter regresivo de su techo se manifiesta por la presencia de suelos en los niveles calizos y por la existencia de arenas ocreas.

2.1.4. Facies de los Páramos (Vallesiense superior)

Se sitúan en el ángulo SE de la Hoja, culminando los sedimentos terciarios de la misma. Su techo forma una superficie plana, sólo algo inclinada hacia el noroeste en las cercanías de Valverde de Campos (Cerro Caballero). Son depósitos calizos (unidad cartográfica 9), en la que se han diferenciado intercalaciones margosas (10).

Calizas con gasterópodos (9)

Este tramo tiene un espesor variable entre 1 y 7 m, mostrando, a veces, base erosiva, y estando constituido por cuerpos calizos que se organizan en capas de 0,3 - 0,5 m de espesor, en los que suele observarse estratificación cruzada. Generalmente, estas calizas son cristalinas pero, a veces, son arenosas y/o margosas, con gasterópodos, caráceas y ostrácodos. Suelen presentar bioturbación (huellas de raíces) y karstificación, por lo que a techo, pueden estar recubiertas por depósitos de "terra rossa".

Las litologías descritas son interpretables como depósitos fluvio-lacustres depositados en aguas limpias carentes de materiales siliciclásticos, donde abundaban praderas de caráceas y fauna asociada (principalmente, ostrácodos y gasterópodos). La ausencia de siliciclastos puede asociarse con una morfología muy suave, sin desniveles apreciables, en el entorno del área de depósito de estas calizas.

Posteriormente, estos ambientes fluvio-lacustres sufrieron procesos de edafización, como lo indican las huellas de raíces y la karstificación. Esta problemática será tratada, más extensamente, en el capítulo de Geomorfología.

Margas grises y blancas (10)

Intercaladas entre las capas calizas descritas en el apartado anterior, se encuentran niveles de margas grises y blancas cuyo espesor es muy variable, oscilando entre algunos decímetros y 2 m. Cartográficamente, se han diferenciado los tramos mayores, menos resistentes a la erosión y que, por ello, ofrecen posibilidades de un buen seguimiento o control fotogeológico.

2.2. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios presentan una gran variedad y una representación superficial importante. Fondos de valle, terrazas, glaciares, conos de deyección y coluviones son algunas de las formaciones más características. La descripción se realiza en orden a su edad, empezando por los sedimentos más antiguos.

Gravas, cantos, arcillas y limos (Abanicos aluviales) (11)

Los abanicos aluviales aparecen a la base de las laderas del Páramo y están relacionados con la

evolución de dichas vertientes. El área madre de estos depósitos la constituyen el Páramo y las Cuestas y, a veces, tapizan a estas últimas. Entre Palacios de Campos y Valdenebro de los Valles aparece la mayor concentración de abanicos. Sus depósitos están constituidos por cantos gravas y bloques de calizas, más redondeados cuanto más lejos de la zona de aporte, y una matriz arcilloso-limosa, de color pardo grisáceo. Aunque la mano del hombre, en su laboreo intensivo, ha trastocado la superficie de estos depósitos, se observan fragmentos sueltos de costras, lo que hace suponer la existencia anterior de procesos edáficos que han dado lugar a estos encostramientos. La edad asignada a estos depósitos es Pleistoceno.

Arenas finas y limos (Manto eólico) (12)

Los depósitos eólicos aparecen sobre el Páramo de Montes de Torozos. Aunque son muy escasos, en la contigua Hoja meridional de Villabrágima, alcanzan un amplio desarrollo. Este tipo de depósitos ha sido citado con anterioridad en las hojas próximas, donde se caracterizan por estar instaladas en las cabeceras de los valles (hojas de Dueñas, nº 311 y Cigales, nº 343). Se trata de arenas síliceas finas, redondeadas a subredondeadas y de color pardo amarillento, a veces anaranjadas. La potencia observada, de 0,50 m, no es probablemente la original, por el alto grado de removilización que existe sobre la superficie. Su edad es Pleistoceno-Holoceno.

Bloques, cantos, arcillas y arenas (Coluviones) (13)

Son aquellos depósitos que tapizan la base de las vertientes y que se han originado por acción de la gravedad. Existen dos tipos de coluviones:

- Los que derivan de los fangos con paleocanales arenosos de Tierra de Campos. Estos depósitos se componen de limos y arenas con cantos y gravas de calizas, areniscas y cuarcitas. El espesor es pequeño y rara vez superan los 2 m. Se trata de materiales sueltos, poco coherentes, y con una textura caótica. Su conservación esta condicionada por las labores agrícolas, puesto que Tierra de Campos constituye, por su naturaleza, la base fundamental de los cultivos de secano de La Campiña castellana.
- Los que derivan de la erosión de las Facies Páramo y Cuestas. En este caso, los coluviones están formados por fragmentos anguloso-subangulosos de calizas, incluidos en una matriz limo-arcillosa. A medida que estos coluviones se alejan del Páramo se hace mayor el contenido en finos. Aunque su espesor es muy variable, al igual que los anteriores, no parecen sobrepasar los 2 m. Los de mayores dimensiones se localizan al suroeste de Palacios de Campos.

Arcillas, arenas y limos negros (Fondos endorreicos) (14)

Son muy numerosos y, aunque aparecen en toda la superficie de la Hoja, el mayor desarrollo de los mismos tiene lugar en el cuadrante noreste, sobre las facies Tierra de Campos. Cuando son de pequeño tamaño, adoptan formas redondeadas u ovaladas, pero cuando alcanzan mayores

proporciones, su morfología es irregular y poco definida. Tales son los ejemplos que aparecen al este de los arroyos del Cáncer, Quintanamarco, Corremayor y del Prado, relacionándose con los ríos y arroyos que discurren por las áreas más llanas, donde se retienen y estancan.

Los depósitos que aquí se originan son el producto de aportes fluviales. Se trata de limos y arcillas con cierto contenido en arenas, no descartándose la presencia de fragmentos de calizas y areniscas de grano fino, procedentes de los suelos calcimorfos y de los paleocanales arenosos más próximos. A techo, desarrollan suelos de carácter vértico topomorfo, de color gris oscuro o negro, que indican condiciones reductoras. La evidencia de su funcionalidad hace que su edad pueda considerarse como Holoceno-actual.

Gravas, cantos, limos y arcillas (Conos de deyección) (15)

Los conos de deyección se sitúan sobre los diferentes fondos de valle que existen en la Hoja. Aunque no ha sido posible la observación de ningún perfil, por los datos de superficie y por su posición, puede deducirse que su composición está en relación con el área madre de donde proceden sus aportes. En función de su procedencia, bien sea de Tierra de Campos o de Cuestas y Páramos, sus gravas serán menos o más calcáreas, y su matriz más o menos abundante, pero siempre de carácter limo-arcillosa. Por su directa relación con los fondos de valle, la edad que se les ha atribuido es Holoceno.

Cantos, gravas, arenas y limos (Fondos de valle) (16)

El aluvial del río Sequillo está constituido por gravas y cantos, de cuarcitas y areniscas, pero en algunos puntos aparecen cantos de calizas, más o menos abundantes, en relación a los arroyos que pueden proporcionarlas. En cuanto a los aluviales que discurren por Tierra de Campos, se ha observado que contienen gravas de areniscas de grano fino y de calizas, procedentes de los paleocanales arenosos y de los suelos calcimorfos. La matriz es areno-limosa muy abundante. Los fondos de valle formados a expensas del Páramo, como los del río Aguijón y del arroyo de Matallana, son los que tienen la casi totalidad de sus gravas de naturaleza calcárea y una matriz limoso-margosa, debido a su paso por las Facies Cuestas. El tamaño de los clastos, como es de suponer, ofrece una gran variedad y no se puede dar una media precisa, pero las observaciones realizadas en el campo permiten señalar un rango de 2 a 6 cm. La potencia también es difícil de concretar, pero se puede afirmar que los fondos de valle menos potentes son los pertenecientes al sector de Tierra de Campos, y el más potente es el del río Sequillo. La edad asignada a estos depósitos es Holoceno, puesto que corresponden a la última etapa funcional de la red de drenaje.

Limos, arcillas, arenas y cantos (Llanura de inundación y cauces abandonados) (17 y 18)

El aluvial del río Sequillo, a partir de Tamariz de Campos, adquiere características de llanura de inundación. La naturaleza y textura de sus depósitos son similares a las de su fondo de valle pero tienen, a techo, un nivel de limos arenosos de casi 1 m de espesor. Sobre él se desarrolla un suelo

de carácter aluvial, con un horizonte A orgánico y unos horizontes B y C limosos con concentraciones de carbonatos. La potencia total no ha podido ser observada en ningún punto, pero parece superar los 2 m. También, la edad atribuible a estos depósitos es Holoceno.

3. PALEONTOLOGÍA

La información paleontológica correspondiente a la Hoja de Medina de Rioseco, recopilada previamente a la realización de la presente cartografía geológica, indica la existencia de dos zonas con yacimientos fosilíferos: Buenaventura y Valverde de Campos.

La zona de Buenaventura se localiza a 2.500 m al SE de la localidad de Medina de Rioseco (MORENO, 1987). En ella se encontraron al menos tres puntos fosilíferos (BV 5, BV 4 y BV 3) cuyas coordenadas son:

- BV 5: 51 0'57"W; 411 52'30" N
- BV 4: 51 0'50"W; 411 52'15" N
- BV 3: 51 0'48"W; 411 52'16" N

Estos tres niveles fosilíferos se encuentran dentro de la Facies Cuestas, y, más concretamente en la unidad cartográfica 6 diferenciada en esta Hoja.

La lista faunística de estos yacimientos es la siguiente, según MORENO (1987):

Megacricetodon minor - *M. debruijini* (BV 3)

Megacricetodon ibericus (BV 3, 4 y 5)

Megacricetodon debruijini (BV 5)

Cricetodon albanensis (BV 3)

Microdyromys aff. koenigswaldi (BV 3)

Microdyromys koenigswaldi (BV 5)

Ramys PÉREZi (BV 4 y 5)

Prolagus oeningensis (BV 3)

Esta asociación se sitúa dentro de la biocronozona de *Megacricetodon ibericus*, correlacionable con la zona H de Calatayud-Daroca. MORENO (1987) sitúa el límite del Aragoniense / Vallesiense (Mioceno medio / superior) en algún momento de la biocronozona *M. ibericus*.

En LÓPEZ et al. (1986) y ÁLVAREZ SIERRA et al. (1990) también se citan estos yacimientos, y según estos autores, el límite Aragoniense / Vallesiense está por encima de la biocronozona de *M. ibericus*, por lo que los yacimientos de Buenaventura tendrían una edad de Aragoniense superior, es decir, Mioceno medio. Esta asociación es correlacionable con la de Torrelobatón, localidad situada en la vecina Hoja de Villabragima, al sur de la presente Hoja. Por tanto, ambas tienen la misma edad.

Los yacimientos de la zona de Valverde de Campos (Valverde 1-3, en el borde sur de la presente Hoja) fueron citados y estudiados por LÓPEZ et al. (1986), sin resultados. CUESTA y MORALES

(1999) sitúan geográficamente este yacimiento de mamíferos dentro de la región central de la Cuenca del Duero, aunque sin precisar su edad dentro del Terciario.

Durante la realización de la presente Hoja se realizó una inspección paleontológica general, aunque no se tomó ninguna muestra para levigado, debido a no haberse localizado nuevos niveles respecto a los ya conocidos, descritos anteriormente.

4. TECTÓNICA

Desde el punto de vista estructural, la Cuenca del Duero está limitada por grandes unidades estructurales alpinas, la Cordillera Cantábrica, al norte, el Sistema Ibérico, al este, y el Sistema Central, al sur, que han funcionado como bordes activos, suministrando el volumen principal de sedimentos y condicionando la geometría de la misma. El límite occidental, correspondiente al Macizo Hespérico, se puede considerar como un margen pasivo que se hunde progresivamente hacia el este. Esta interacción de bordes activos y pasivos durante el Terciario ha determinado que los mayores espesores de sedimentos se localicen en la proximidad de estos bordes activos.

La disposición tabular y subhorizontal de las litologías aflorantes en la mayor parte de la Cuenca del Duero oculta, sin embargo, una estructura interna más compleja (que comenzó a conocerse mediante investigaciones petroleras o mineras: geofísica sísmica y sondeos profundos), con altos de basamento y depresiones, generalmente localizados en la proximidad de los bordes activos, y subparalelos a ellos. Materiales sintectónicos, de edad predominantemente paleógena, tienden a rellenar esas depresiones, enrasando en sus partes terminales con la parte superior de dichos altos. Asimismo, materiales similares se encuentran junto a los bordes activos, y frecuentemente cobijados por el Mesozoico (preectónico). No obstante, la Hoja de Medina de Rioseco, al encontrarse en una posición centro-occidental respecto del conjunto de la Cuenca, se localiza lejos de las zonas con altos y depresiones sepultados.

Según interpretaciones de subsuelo, basadas en dichas investigaciones de geofísica y sondeos, el Terciario de la Hoja se dispone sobre materiales del Macizo Hespérico (probablemente recubiertos por un delgado tegumento mesozoico) suavemente inclinados hacia el este. La base del Terciario se localiza a cotas variables entre +50 y -250 m sobre el nivel del mar, según se considere la parte más occidental o la más oriental de la Hoja, respectivamente. Teniendo en cuenta que la altitud promedio de la Hoja es de unos 750-800 m sobre el nivel del mar, el espesor de Terciario oscila, por tanto, entre los 700 y 1.050 m. Asimismo, y según dichas interpretaciones, el techo de los materiales sintectónicos se localiza a unos 300 m sobre el nivel del mar, es decir, que en el conjunto de la Hoja se presentan del orden de 450-500 m de espesor, de materiales post-tectónicos, de edad fundamentalmente Mioceno y quizá también Paleógeno alto.

En cuanto a la Tectónica reciente, es decir, aquella que afectaría a los materiales del Mioceno (medio y superior) aflorantes en la Hoja, no se han encontrado estructuras (fallas, pliegues, etc.) demostrativas de su existencia. Cabe, sin embargo, mencionar la presencia de lineamientos, a los que se asocian anomalías geomorfológicas, de interés a este respecto.

El lineamiento más notable recorre la Hoja desde la parte central del borde sur (en las proximi-

dades de Valverde de Campos) hasta la esquina noreste (junto a Boada de Campos). Queda marcado por diversos cursos fluviales alineados, con drenaje difuso y zonas endorreicas asociadas.

Desde Valverde hasta Palacios de Campos, el lineamiento viene representado por el arroyo de la Vega (fluente hacia el suroeste), que origina un estrecho valle entre dos relieves amesetados. Entre Palacios y Meneses de Campos, el arroyo del Cáncer fluye anómalamente hacia el noreste y presenta frecuentes zonas endorreicas. Desde Meneses hasta Boada de Campos, el arroyo Quintanamarco subraya el lineamiento, aunque fluye de forma normal hacia el suroeste. Los arroyos de Cáncer y Quintanamarco no originan valles sino que constituyen, además, el límite geográfico y geomorfológico de los relieves amesetados típicos de toda la parte centro-oriental de la Cuenca del Duero.

En posible relación con este lineamiento, cabe señalar la existencia de un ligero buzamiento hacia el noroeste (es decir, hacia el propio lineamiento) de las calizas del Páramo situadas inmediatamente al este de Valverde de Campos. Sin embargo, este buzamiento podría también deberse a una fluencia plástica, debida a fenómenos de ladera, de los materiales margosos infrayacentes (Facies Cuestas).

Existe otro lineamiento comparable al descrito, aunque quizá menos marcado y con menor desarrollo en la Hoja, en el suroeste de la misma. Es el constituido por el río Sequillo, que presenta también dirección NE-SO y fluencia normal hacia el suroeste. Prosigue su desarrollo en la vecina Hoja meridional de Villabrágima y más al suroeste aún, conformando también el límite de los relieves amesetados típicos de la parte centro-oriental de la Cuenca del Duero.

Ambos lineamientos pueden ser el reflejo de fallas de zócalo NE-SO, que probablemente condicionaron el depósito de las facies lacustres del Mioceno superior (Facies Cuestas y Páramo). Lineamientos comparables, tanto en longitud como en dirección, son frecuentes en el conjunto de la Cuenca del Duero: lineamiento del Pisuerga-Arlanzón, Falla de Alba-Villoria, etc.

Finalmente, sólo indicar algunas observaciones acerca de la superficie del Páramo. Esta, en la Hoja y en zonas limítrofes, presenta una pendiente hacia el suroeste, calculada en un 1 por mil, que aumenta progresivamente hasta el 12 por mil hacia el norte de la Cuenca. Esta inclinación ha sido atribuida como posiblemente original, deposicional, por OLMO et al. (1978). Por otro lado, la superficie del Páramo presenta un gran número de dolinas y sumideros, sobre todo bien expuesta en hojas vecinas, que podrían corresponder a una fracturación en forma de un denso diaclasado en la "tabla" caliza del Páramo. Esta fracturación podría corresponder con una débil elevación regional relacionada con una fase de amplia deformación y erosión, a la que se asociarían procesos kársticos generalizados y formación de "terra rossa". Esta elevación estaría relacionada con la denominada tectónica post-Vallesiense.

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

Desde el punto de vista geológico, los materiales existentes en la Hoja de Medina de Rioseco abarcan un escaso registro cronológico, desde el Neógeno (Mioceno medio) hasta la actualidad. Sobre ellos, la actuación de los procesos externos, da como resultado el relieve que se observa en la actualidad.

Morfológicamente, el área se sitúa en el sector central de la Cuenca del Duero, donde están representadas las tres unidades morfológicas definidas por E. HERNÁNDEZ-PACHECO, en 1915, para el Mioceno castellano: La Campiña, Las Cuestas y El Páramo.

La Campiña corresponde, aquí, con la denominada Tierra de Campos. Ocupa la mayor parte de los sectores norte y oeste, siendo la de mayor extensión dentro de la Hoja. Su morfología es inconfundible, pues se trata de un relieve muy suave, labrado en los limos, arenas y arcillas de la Facies Tierra de Campos, de característico color ocre. En este relieve alternan lomas y pequeñas colinas con valles poco incididos y, frecuentemente, se originan zonas con drenaje deficiente que terminan generando focos endorreicos, algunos de ellos de dimensiones considerables. En esta unidad es donde están las menores alturas, desde 810 a 723 m, con una cota media de 760 m.

La unidad de Las Cuestas es mucho más restringida y sirve de enlace entre la Tierra de Campos y el Páramo, constituyendo las laderas de este último. Es donde se encuentran las mayores pendientes y constituye la base del desarrollo de glaciares y conos aluviales, productos de la compleja evolución de estas vertientes. La unidad se esculpe sobre margas y arcillas con niveles calcáreos (Facies Cuestas), por lo que su color blanco grisáceo destaca sobre los colores pardos y ocre de la unidad anterior.

La tercera unidad es la representada por el Páramo, en este caso, el de los Montes de Torozos, que ocupa parte del cuadrante sureste de la hoja, continuando hacia el sur, donde se desarrolla ampliamente, ocupando gran parte de la contigua hoja de Villabrágima. Como señalan algunos autores, forma el contrafuerte, por el sur, de la Tierra de Campos, sobreelevándose 80-100 m por encima de ella. Su altura media es de 850 m, destacando como puntos más altos los parajes de Somadilla (855 m), Sardanedo (853 m) y Atalayas (846 m). Esta extensa planicie está construida sobre las calizas terminales del Mioceno superior (Calizas de los Páramos). Su continuidad sólo se deja interrumpir por la incisión de algunos ríos y arroyos, que da como resultado valles largos y estrechos, muy característicos de este sector.

Además de estas tres unidades clásicas hay que destacar el valle del río Sequillo que entra por la mitad norte de la Hoja, con una dirección N-S, para cambiar de dirección en la localidad de Medina de Rioseco y desde allí dirigirse hacia el suroeste. Su trazado divide a la hoja, casi por el sector central. Sus afluentes principales son, por el este, el río Aguijón y los arroyos de la Fuente, de Zanjón, de la Vega y de Valverde; por el oeste, los arroyos de Silos, de Valdecilagos, de Pozopedro, de las Plateras, de Cantalavacía y otros más. También existen otros cauces, dignos de destacar por su longitud, como el Mijares, afluente del río Aguijón y el Marrandiel, este último, en el sector occidental de la hoja. Hay que mencionar la presencia en la hoja de dos cana-

lizaciones importantes de origen antrópico: el canal de Macías Picavea, paralelo al río Sequillo en gran parte de su trazado y el canal de Campos que, aunque también paralelo a este río, desde Medina de Rioseco hasta Belmonte, a partir de esta localidad se desvía, con una dirección NE, hacia Capillas, en la hoja contigua por el norte.

5.2. ANTECEDENTES

La bibliografía sobre Cuaternario y Geomorfología de la Hoja de Medina de Rioseco, no es abundante, pero sí existen numerosos datos de este sector central de la Cuenca del Duero. Entre los trabajos más antiguos destaca el de E. HERNÁNDEZ-PACHECO (1915) sobre la Geología y la Paleontología de Palencia, donde ya define las tres unidades morfológicas clásicas del sector de la Cuenca: La Campiña, Las Cuestas y El Páramo. También de interés es el estudio de F. HERNÁNDEZ-PACHECO (1930) que incluye la Geología y Paleontología del territorio de Valladolid.

Con posterioridad, se realizan una serie de cartografías importantes, de las que, por su mayor incidencia en los aspectos geomorfológicos, cabe destacar la de AEROSERVICE (1967), a escala 1:250.000, de gran parte de la Cuenca del Duero, y la de GARCÍA ABBAD y REY SALGADO (1973), a escala 1:50.000, del Mioceno y Cuaternario de la provincia de Valladolid.

Más tarde, PÉREZ-GONZÁLEZ (1979) estudia el Cuaternario del sector central de la Cuenca del Duero y determina las características geomorfológicas del mismo. Otros autores como PLANS (1970), GUTIÉRREZ-ELORZA (1994), MOLINA et al. (1989), etc, dedican su esfuerzo a aspectos morfológicos concretos, tales como: áreas endorreicas, cerros testigo, paleovertientes o superficies poligénicas.

Finalmente, la realización del Mapa del Cuaternario de España, a escala 1:1000.000, junto con la cartografía de las hojas geológicas, a escala 1:50.000, del Plan MAGNA, próximas a esta Hoja, ha servido de gran ayuda para la confección de esta cartografía.

5.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

En este apartado se tiene en cuenta el relieve desde un punto de vista estático, pero considerando dos aspectos, uno endógeno y otro exógeno. El primero se refiere a la morfoestructura y el segundo, al modelado.

5.3.1. Estudio morfoestructural

Se trata de establecer, aquí, las relaciones que existen entre el relieve y la arquitectura geológica, es decir, dados unos materiales y una determinada disposición de los mismos, cuál es el resultado después de su exposición a los agentes meteorológicos.

Para ello es conveniente situar la zona en un contexto más amplio y, en este caso, la Hoja a estudiar pertenece al sector central de la Cuenca del Duero. Lo más característico de este sector es

la presencia de las tres unidades definidas, clásicamente, para el Mioceno castellano: La Campiña, Las Cuestas y El Páramo. Como la disposición de los sedimentos miocenos es horizontal y cada una de estas las unidades tiene características litológicas bien diferenciadas, son éstas, en gran medida, las responsables de su morfología.

La Campiña tiene como base las facies Tierra de Campos. Su litología consiste en fangos ocreos con paleocanales arenosos y algunos suelos calcimorfos. El resultado, después de la actuación de los procesos externos, es un relieve ondulado, poco importante, en el que se suceden una serie de divisorias redondeadas y valles de fondo casi plano. La morfoestructura resultante es un conjunto de replanos, degradados o no, de escarpes suaves y de pequeño salto, así como un conjunto de relieves residuales debidos a la presencia de paleocanales arenosos. En este relieve, tan poco disectado, se encuentran zonas muy llanas, a veces limitadas por contactos muy rectilíneos, en donde se producen fenómenos de endorreísmo de gran desarrollo. Aunque PLANS (1970) señala que los focos endorreicos de Tierra de Campos se debe a factores morfotopográficos, por lo que se ha podido ver en esta hoja, influyen también, un clima y una litología favorables, además de algunos posibles condicionamientos de carácter tectónico.

Las Cuestas, por su parte, están constituidas por una sucesión de margas lacustres, que culmina con un tramo de calizas lacustre-palustres denominado Páramo. Las Cuestas intercalan episodios detríticos de origen aluvial. Con estas características, su morfología queda condicionada por la presencia de niveles calizos más resistente a la erosión que los niveles margosos y detríticos. El resultado es un relieve en graderío en el que se escalonan los replanos estructurales, a veces de gran amplitud, labrados en los niveles más competentes.

La tercera unidad es El Páramo. Se trata de una gran plataforma estructural, afectada por la erosión que, en la hoja de Medina de Rioseco, ocupa parte del cuadrante sureste de la misma. Esta plataforma se extiende hacia el sur, y en la contigua hoja de Villabrágima, comprende la mayor parte de la superficie de dicha Hoja. Su continuidad suele estar interrumpida por el encajamiento de algunos valles y por los procesos de karstificación que, a veces, dan lugar al desarrollo de importantes dolinas.

El Páramo de Montes de Torozos es, según PÉREZ-GONZÁLEZ (1982), una magnífica superficie poligénica de erosión-acumulación, construida sobre los términos finales de la serie carbonatada del Vallesiense superior (del OLMO y PORTERO, 1979). Se trata de una superficie prácticamente desnuda en este sector, con algunas dolinas y huecos de disolución rellenos de terra rossa. La edad de formación de esta superficie no se conoce de forma precisa, pero se cree comprendida entre el final del Plioceno superior y el principio del Pleistoceno inferior. PÉREZ-GONZÁLEZ et al. (1994) consideran muy probable que Montes de Torozos equivalga a la superficie inferior de MOLINA y PÉREZ-GONZÁLEZ (1989).

Por lo que se refiere a la red de drenaje, ésta ofrece una morfología de tipo dendrítico, con tendencia, en algunos sectores, a subparalela. Un análisis detallado de la misma lleva a reflexionar sobre una posible influencia de la tectónica en su disposición. La linearidad de algunos cauces, los cambios bruscos en los perfiles longitudinales de ríos y arroyos, la interacción con zonas endorreicas, así como la asimetría de numerosos valles, predisponen a considerar la presencia de movimientos recientes en la zona.

5.3.2. Estudio del modelado

En este apartado se enumeran y describen las diferentes formas que se han generado bajo la actuación de los agentes externos, ya sean de carácter zonal (climáticos) o azonal (fluviales, kársticos, etc.). Tanto las formas denudativas como las acumulativas se describen según los procesos que las han generado o según los sistemas morfogenéticos a los que pertenecen.

Formas de ladera

Están constituidas por aquellos depósitos coluvionares que tapizan la base de las vertientes y que se han originado por acción de la gravedad. Su morfología es muy característica pues dan lugar a bandas alargadas en la dirección de los ríos y arroyos y casi siempre están en contacto con los fondos de valle con los que, a veces, interdentan sus depósitos. Aparecen en Tierra de Campos y sobre las Facies "Cuestas", variando la naturaleza de sus depósitos, según se desarrollen sobre unas u otras.

Formas fluviales

Dentro de este apartado se incluyen fondos de valle, llanuras de inundación, cauces abandonados, conos de deyección, y abanicos aluviales, como formas asociadas a un depósito. Arroyada difusa, incisión, cárcavas, cabeceras de cárcavas y aristas constituyen las formas de erosión.

Los fondos de valle son muy frecuentes en la Hoja y aparecen ocupando las zonas de topográficamente más bajas. Su forma en planta es alargada, de longitud variable y con un trazado rectilíneo o sinuoso. A excepción del aluvial del río Sequillo, el resto de los fondos de valle son estrechos, no superando apenas los 500 m. La linealidad de muchos cauces es persistente en determinadas direcciones, destacando la NE-SO, dirección de algunos accidentes importantes como las fallas de Alba-Villoria, lineamiento del Arlanzón, Ciudad Rodrigo y Logroño-Santa María de Nieva.

La llanura de inundación sólo aparece en el río Sequillo, donde se desarrolla desde la localidad de Tamariz de Campos hacia el sur. Su morfología en planta es sinuosa, con una superficie muy plana y una anchura media de aproximadamente 1 km. Sobre ella se desarrollan suelos de carácter aluvial y a veces, quedan grabadas las huellas del funcionamiento de antiguos cauces, actualmente abandonados.

Otra de las formas son los conos de deyección. Éstos se forman cuando algunos cauces desembocan en otros de mayor rango. Por lo general, se presentan como formas aisladas, de pequeño tamaño y con una característica disposición en abanico. Es más frecuente encontrarlos en los valles de los arroyos que, partiendo del Páramo, se dirigen hacia el norte (río Aguijón y arroyos de la Molina, Matallana, del Tejarezo, etc.) que en los valles desarrollados sobre Tierra de Campos. Allí donde aparecen se relacionan con los coluviones, llegando a interdentarse lateralmente.

Los abanicos aluviales, por su parte, aparecen en las laderas del Páramo y están relacionados con la evolución de dichas vertientes. El área madre de estos depósitos la constituyen el Páramo y las Cuestas, tapizando, muchas veces, a estas últimas. Entre Palacios de Campos y Valdenebro de los Valles aparece la mayor concentración de abanicos, debido a la multitud de barrancos que tienen aquí su confluencia. La proximidad de estos barrancos y el gran tamaño que a veces alcanzan, produce la coalescencia de sus depósitos dando lugar a una banda continua de sedimentos que cubren las laderas bajas del Páramo.

Por lo que se refiere a las formas erosivas, las mayores manifestaciones se dan en la unidad de Las Cuestas. La litología margosa de los sedimentos, unida a las pendientes más acusadas, da lugar a que los procesos de incisión profundicen más que en otros sectores y se desarrollen acaravamientos. Por el contrario, en el sector de Tierra de Campos, de suave topografía es más fácil encontrar procesos de arroyada difusa o de erosión en regueros, en las cabeceras de ríos y arroyos. En este sentido, PLANS (1970) señala como un excelente ejemplo de la erosión fluvial, el retrotraimiento de las Cuestas en la mesa de Medina de Rioseco y los cerros testigos o motas que emergen de 30-40 m, en esos sectores.

Formas lacustres

Son muy numerosas y, aunque aparecen en toda la superficie de la Hoja, el mayor desarrollo de las mismas tiene lugar sobre las Facies Tierra de Campos, en el cuadrante noreste. Son áreas ligeramente deprimidas y de drenaje deficiente. Cuando son de pequeño tamaño, adoptan formas redondeadas u ovoides, pero cuando su extensión alcanza mayores proporciones, su morfología es irregular y poco definida. Tales son los ejemplos que aparecen en el sector oeste, relacionados con los arroyos del Cáncer, Quintanamarco, Corremayor, del Prado, etc. Es decir, se relacionan con los ríos y arroyos que discurren por las áreas más llanas, de topografía prácticamente plana, donde las aguas procedentes del Páramo circulan difícilmente, produciéndose su retención y estancamiento. De entre estas formas destaca, en la esquina noreste, la Laguna de la Nava, de contorno redondeado y con un kilómetro cuadrado de superficie, aproximadamente. Esta laguna tiene una serie de emisarios que la alimentan, pero en la actualidad está totalmente desecada, lo que no impide que en épocas de lluvias abundantes, pueda acumular agua en su interior.

Formas eólicas

Dentro del ámbito de la Hoja, aparecen sobre el Páramo de Montes de Torozos. Aunque aquí son muy escasas, su mayor desarrollo es hacia el sur, donde, en la contigua hoja de Villabrágima, alcanzan grandes extensiones. Se trata de arenas silíceas muy finas, sin estructura definida y modificadas por la mano del hombre. Este tipo de depósitos ha sido citado con anterioridad en las hojas próximas, donde suelen describirse como instaladas en las cabeceras de algunos valles (hojas de Dueñas, nº 311 y Cigales, nº 343).

Formas kársticas

Son el resultado de los procesos de disolución sobre las calizas terciarias del Páramo y su forma más característica son las dolinas. Su morfología es la de áreas algo deprimidas, no más de 3 m, redondeadas u ovaladas y de diversos tamaños. Cuando varias dolinas se unen entre sí, dan lugar a las uvalas, depresiones que se reconocen por su morfología arriñonada en planta. También sobre la superficie del Páramo, aunque no cartografiables en esta Hoja, aparecen unas arcillas rojo-vinosas, conocidas como terra rossa, que aparecen rellenando dolinas, uvalas, grietas, huecos de disolución etc. Al ser un material que empieza a formarse en el Plioceno (AGUIRRE et al., 1976) es natural que haya sufrido diversos procesos de erosión por lo cual es difícil, en la actualidad, poder encontrar un registro completo de su perfil original y realizar una cartografía de su distribución.

5.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Las formaciones superficiales de la Hoja coinciden en su totalidad con los depósitos cuaternarios. Deben tratarse por un doble motivo, primero porque dan una información geomorfológica adicional y, segundo, porque definen formas propias y porque la caracterización de las mismas es de gran importancia, pues su conocimiento y localización son imprescindibles en muchas ramas de la Geología Aplicada.

Se consideran formaciones superficiales a aquellos materiales coherentes o no, pero que han podido sufrir una consolidación posterior, y que están relacionadas con la evolución del relieve observable en la actualidad.

Una síntesis relativa a estos conceptos es la realizada por Goy et al. (1980) en la que señalan como rasgo más relevante su cartografiabilidad, añadiéndole una serie de atributos imprescindibles como son: geometría, textura, consolidación, espesor y, siempre que sea posible, cronología. Por considerar que se trata de una clasificación de carácter genético, estos depósitos se van a describir según su origen.

Las formaciones superficiales de ladera están representadas por los coluviones. Aparecen cubriendo algunas partes de las vertientes. Si se tienen en cuenta los materiales de los que proceden, se pueden distinguir dos tipos de coluviones:

- Los que derivan de los fangos con paleocanales arenosos de Tierra de Campos. Estos depósitos se componen de limos y arenas con cantos y gravas de calizas, areniscas y cuarcitas. El espesor es escaso y rara vez superan 2 m. Se trata de materiales sueltos, poco coherentes y con textura caótica. Su conservación esta condicionada por las labores agrícolas, puesto que Tierra de Campos constituye, por su naturaleza, la base fundamental de los cultivos de secano de La Campiña castellana.
- Los que derivan de la erosión de las facies Páramo y Cuestas. En este caso los coluviones están formados por fragmentos angulosos-subangulosos de calizas, incluidos en una matriz limo-arcillosa. A medida que estos coluviones se alejan del Páramo se

hace mayor el contenido en finos. Aunque su espesor es muy variable, al igual que los anteriores, no parecen sobrepasar los 2 m. Los de mayores dimensiones se localizan al suroeste de Palacios de Campos.

Entre las formaciones de origen fluvial destacan los fondos de valle. Al igual que los depósitos anteriores, éstos también varían atendiendo a su procedencia. El aluvial del río Sequillo está constituido por gravas y cantos de cuarcitas y areniscas, pero en algunos puntos aparecen cantos de calizas, más o menos abundantes, en relación a los arroyos que pueden proporcionarlas. Los aluviales que discurren por Tierra de Campos contienen gravas de areniscas de grano fino y de calizas, procedentes de los paleocanales arenosos y de los suelos calcimorfos. La matriz es arenoso-limosa muy abundante. Los fondos de valle formados a expensas del Páramo, como los del río Aguijón y los del arroyo de Matallana, son los que tienen la casi totalidad de sus gravas, de naturaleza calcárea y en una matriz limoso-margosa, debido a su paso por las Facies Cuestas. El tamaño de los clastos, como es de suponer, ofrece una gran variedad y no se puede dar una media precisa, pero las observaciones realizadas en campo permiten apuntar un rango de 2 a 6 cm. La potencia también es difícil de concretar, pero se puede afirmar que los fondos de valle menos potentes son los pertenecientes al sector de Tierra de Campos y el más potente el de el río Sequillo.

El aluvial del río Sequillo, a partir de Tamariz de Campos, adquiere características de llanura de inundación. La naturaleza y textura de sus depósitos son similares a las de su fondo de valle pero tienen, a techo, un nivel de limos arenosos de casi 1 m. Sobre él se desarrolla un suelo de carácter aluvial con un horizonte A orgánico y unos horizontes B y C limosos con concentraciones de carbonatos. La potencia total no ha podido ser observada en ningún punto, pero parece superar los 2 m.

Los conos de deyección se sitúan sobre los diferentes fondos de valle que existen en la Hoja. Aunque no ha sido posible la observación de ningún perfil, por los datos de superficie y por su posición, puede deducirse que su composición está en relación con el área madre de donde proceden sus aportes. En función de su procedencia de Tierra de Campos o de Cuestas y Páramos, sus gravas serán menos o más calcáreas y su matriz más o menos abundante, pero siempre será de carácter limo-arcilloso.

Los abanicos aluviales proceden en su mayoría del Páramo y de las Cuestas por lo que sus depósitos están constituidos por cantos gravas y bloques de calizas, más redondeados cuanto más lejos de la zona de aporte, y una matriz limoso-arcillosa de color pardo grisáceo. Aunque su laboreo intensivo ha trastocado la superficie de estos depósitos, se observan fragmentos sueltos de costras, lo que hace suponer la existencia anterior de procesos edáficos que han dado lugar a estos encostramientos. También se han podido observar estas pequeñas costras en los coluviones.

Las formaciones superficiales de origen lacustre tienen su máxima representación en los fondos endorreicos y semiendorreicos. Los depósitos que aquí se originan son el producto de aportes fluviales y de aportes laterales de algunos abanicos aluviales. Se trata de limos y arcillas con cierto contenido en arenas, no descartándose la presencia de fragmentos de calizas y areniscas de grano fino, procedentes de los suelos calcimorfos y de los paleocanales arenosos más próximos.

A techo desarrollan suelos de carácter vértico topomorfo, de color gris oscuro o negro que indican condiciones de poca oxigenación. Como se indica en la contigua hoja oriental de Dueñas (nº 311), es muy frecuente en estos suelos la presencia de arcillas montmorilloníticas con poca cantidad de humus en la arcilla. En épocas de lluvias intensas estas zonas quedan total o parcialmente inundadas.

Las formaciones superficiales de origen eólico tienen una escasa representación en esta Hoja, pero no sucede lo mismo en la contigua, por el sur, la hoja de Villabragima (nº 343), donde estos depósitos alcanzan un gran desarrollo. Se localizan, fundamentalmente, sobre la superficie del Páramo, sin una morfología definida. Se trata de arenas silíceas finas, redondeadas a subredondeadas y de color pardo amarillento, a veces anaranjadas. La potencia observada, de 0,50 m, probablemente no será la original, por el alto grado de removilización que existe sobre la superficie.

5.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

La evolución geomorfológica de esta zona hay que incluirla dentro de la evolución general de la Cuenca del Duero, en sus etapas finales.

En el Neógeno, la configuración de la Cuenca del Duero, y en particular la de sus áreas centro-orientales, no es muy distinta de la actual. En el Vallesiense superior comienza la sedimentación de la serie carbonatada del Páramo que termina en el Tuoliense (o quizá incluso, Plioceno) con las últimas manifestaciones endorreicas de la cuenca. En la parte oriental de la Cuenca se reconocen, entonces, dos niveles de calizas del Páramo (Páramo 1 o inferior, y 2 o superior, de las que, en la Hoja de Medina de Rioseco solo estaría representada la inferior), cuya existencia ha sido interpretada de diferentes maneras, aunque la opinión más generalizada para esta etapa terminal del relleno es la de una estabilidad tectónica manifiesta (HERAIL, 1984; BERTRAND y BERTRAND, 1984; MARTÍN-SERRANO, 1988). La estabilidad queda patente al comprobar que los sediplanos de la cuenca se prolongan hacia el interior de los bordes montañosos a través de pedimentos bien desarrollados.

Antes de la sedimentación de las Calizas del Páramo superior, y sobre las del Páramo inferior, se producen interrupciones sedimentarias, karstificaciones, formación costras y acumulaciones de terra rossa. Con posterioridad al fin del ciclo endorreico, se desarrolla una superficie poligénica que arrasa los dos niveles de Páramo (1 y 2), prolongándose, como ya se ha dicho más arriba, hacia los marcos montañosos.

En un momento determinado de esta evolución y probablemente en relación con las primeras etapas del Cuaternario, al menos en las partes occidentales y centrales de la Cuenca, se inicia un proceso de exorreísmo que, para algunos autores como HERNÁNDEZ-PACHECO (1932), se produce como consecuencia del basculamiento de la Meseta y, para otros se trata simplemente de la captura de la Depresión por la red hidrográfica atlántica (MARTÍN-SERRANO, 1988). Este cambio tiene su representación en los depósitos de la Raña y otros similares que, a veces, se encajan morfológicamente en la última superficie del Páramo, ya que parece que estos depósitos están ya en relación con los encajamientos de la red hidrográfica.

El vaciado fluvial también se produce por etapas, como lo demuestran las amplias plataformas aluvionares, o terrazas, que se escalonan, dando cada vez depósitos más estrechos, en bandas alargadas y paralelas a los cauces. Se trata del proceso de instalación y jerarquización de la red de drenaje. Las principales arterias y sus afluentes van desmantelando poco a poco grandes extensiones, siendo las Facies Tierra de Campos y Cuestas las más afectadas. Un ejemplo de ello es esta Hoja, donde se ha producido una profundización de 80-90 m desde el nivel de los Páramos.

Aunque el proceso de vaciado fluvial es el más importante, existen otra serie de procesos de menor actividad que contribuyen a perfilar la morfología local. Volviendo a la Hoja, hay que destacar el endorreísmo local desarrollado sobre Tierra de Campos, favorecido por la topografía plana y la impermeabilidad del sustrato. También importante es el modelado de laderas, en el que intervienen la formación de coluviones y abanicos aluviales y el retroceso de los escarpes. Tampoco hay que olvidar la acción del viento que, desde el Pleistoceno medio hasta la actualidad, ha dejado sentir su acción.

Por último, no hay que desechar la posible existencia de movimientos tectónicos recientes, pues numerosos accidentes geográficos y fisiográficos muestran direcciones coincidentes, sospechosamente, con las de las principales fracturas alpinas. La linealidad de los cauces, los cambios bruscos en el perfil longitudinal y transversal de algunos ríos, las capturas, la distribución de las áreas endorreicas, la disimetría manifiesta de los valles y otros muchos aspectos, inducen a pensar en un control tectónico de dichos rasgos. Un ejemplo aclarador, en la Hoja de Medina de Rioseco, lo constituye la alineación de los arroyos de la Vega, del Cáncer y de Quintanamarco, y las áreas endorreicas desarrolladas al este de la misma.

5.6. MORFODINÁMICA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

En la Hoja de Medina de Rioseco no existen procesos morfodinámicos actuales de gran envergadura. Sin embargo, sí tienen lugar ciertas actividades de baja intensidad que pueden, a largo o medio plazo, producir pequeñas modificaciones en la morfología local.

Los procesos de ladera apenas tienen aquí representación. No obstante, se debe hacer mención a algunas caídas de bloques que desde el Páramo o desde los escarpes que dan los niveles de calizas, tienen lugar. Su existencia no se ha representado en el Mapa Geomorfológico debido a su escasa incidencia.

Por lo que respecta a los procesos fluviales, su actividad es fundamentalmente erosiva. La arroyada difusa actúa sobre los suaves relieves de Tierra de Campos, mientras que la incisión vertical lo hace sobre las laderas de las Cuestas. En ellas, el acarreamiento y el retroceso de cabeceras van produciendo un lento retrotraimiento del gran frente del Páramo hacia el sur.

La formación de áreas endorreicas, incluso el agrandamiento de las que hay, es un hecho que puede observarse en la actualidad. En las épocas en que las lluvias son abundantes, una parte

importante de estos fondos se cubre de agua, albergando una flora característica de zonas húmedas y que contribuye con su actividad a crear las condiciones reductoras idóneas.

Finalmente hay que hacer mención a los procesos de origen tectónico, puesto que un análisis detallado de la red de drenaje y la distribución del endorreísmo llevan a reflexionar sobre una posible influencia de la tectónica en su disposición. La linealidad de algunos cauces, los cambios bruscos en los perfiles longitudinales de ríos y arroyos y la similar asimetría de numerosos valles, predisponen a considerar la presencia de movimientos recientes en la zona.

A la vista de estos hechos, es fácil deducir la escasa actividad de los diferentes procesos y la seguridad de que no se van a producir cambios importantes en el relieve, al menos en un futuro inmediato.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

La Historia Geológica del conjunto de la Cuenca del Duero, donde se localiza la Hoja de Medina de Rioseco, comienza a finales del Mesozoico.

Durante la mayor parte del Mesozoico, el Macizo Hespérico (que constituye los bordes meridional y occidental de la Cuenca) representó un área emergida, con relieves poco importantes, y tectónicamente estable. La ausencia de sedimentación durante este período y la actuación de un clima tropical húmedo, dieron lugar a la formación de un importante manto de alteración laterítico sobre los metasedimentos y rocas ígneas del zócalo (MARTÍN-SERRANO, 1988). Al este, bajo la mitad oriental de la actual Cuenca del Duero, dominaban durante el Mesozoico ambientes marinos, en general de plataformas, relacionados con transgresiones y regresiones a partir del Tethys, el océano situado al este del Macizo Ibérico. El máximo transgresivo acaeció durante el Cretácico superior, no sobrepasando los sedimentos marinos de esta edad, hacia el oeste y aproximadamente, la línea León-Avila, es decir, los alrededores occidentales de la Hoja de Medina de Rioseco.

En el tránsito Cretácico-Terciario, la desestabilización de las condiciones climáticas y tectónicas dio lugar al desmantelamiento de los perfiles de alteración heredados del Mesozoico. Sus relictos quedaron acumulados en las partes bajas de una paleotopografía irregular, que es la suma de erosión diferencial y de tectónica. Sobre el zócalo, el resultado fue una topografía rebajada, salpicada de relieves más resistentes (menos alterados, originalmente), y cuyo estadio final, después de una lenta evolución policíclica es la penillanura fundamental (MARTÍN-SERRANO, 1988).

Los primeros sistemas fluviales trenzados, constituidos a expensas de estos perfiles desmantelados, fosilizan progresivamente estos relieves, de tal forma que en el Paleoceno el paisaje estaba dominado por la planitud. Los sedimentos asignables a dichos sistemas fluviales constituyen las unidades denominadas en la literatura regional, como siderolíticas y silíceas (que constituyen las formaciones paleógenas basales, sobre el zócalo, en la zona de Salamanca-Zamora).

Después, una nueva fracturación del área (fase neolarámica?) cambia el entorno geográfico. Se crearon pequeños valles de origen tectónico, de dirección N-S, y otros, más importantes, orien-

tados NE-SO, que tienen su máxima expresión actual en la fosa de Ciudad Rodrigo, y probablemente, también en la falla de Alba-Villoria. En las partes más centrales de la Cuenca, se crearon altos y depresiones de origen tectónico erosionados y fosilizados después durante, aproximadamente, el resto del Paleógeno. Durante el Eoceno inferior y medio se desarrolló un paisaje fluvial que dio lugar a un importante registro sedimentario, fruto de sistemas de ríos inicialmente sinuosos y, después, trenzados, procedentes del oeste y dirigidos hacia el este, y con profusión de interrupciones sedimentarias. Ello se produjo según una tendencia climática hacia condiciones menos húmedas y la persistencia y/o aceleración de la actividad tectónica, hecho que puede quedar registrado en la sedimentación mediante encostramientos y ligeras disarmonías estratigráficas de carácter regional. Durante esta etapa paleógena, al oeste, sobre las zonas elevadas del zócalo, debió proseguir una lenta denudación, con un rejuvenecimiento del relieve imperceptible, lo que se tradujo en un débil encajamiento de la red hidrográfica.

Al final del Paleógeno y principio del Neógeno parecen enmarcarse en un significativo cambio de situación geodinámica, tal como lo sugeriría el carácter discordante y el cambio en la naturaleza de las formaciones correlativas. El relleno terciario en el conjunto de la Cuenca ha enrasado los antiguos relieves tectónicos creados durante el Paleógeno.

En el inicio del Neógeno, el carácter nuevamente discordante, y el color rojo de las formaciones correlativas (Facies Roja de Toro, Facies Aspariegos, etc., aflorantes al oeste de la presente Hoja) indica que han cambiado, otra vez, el área fuente y también las condiciones climáticas. El cambio de área fuente puede deberse a una elevación, probablemente muy localizada, del borde occidental (constituido por Paleozoico poco metamórfico), quizá en relación con la reactivación de las fallas NE-SO, tales como las de la fosa de Ciudad Rodrigo, etc., durante la fase sálica/stáfrica. Por otra parte, el color característicamente rojo de las formaciones indica un cambio a condiciones climáticas más secas, de tipo mediterráneo. Los sistemas fluviales, procedían, pues, del oeste, y se dirigían hacia el este-noreste.

Durante el Mioceno inferior, existe en toda la parte central y nororiental de la Cuenca del Duero, un área lacustre (Facies Dueñas) alimentada por aparatos fluviales procedentes del este (probablemente, comportando facies ocres) y del sur / suroeste (con facies arcósicas). Esta área lacustre no era exclusiva de la actual Cuenca del Duero sino que se extendía más al NE, por La Bureba, y quizá también por gran parte de la Cuenca del Ebro.

Durante el Mioceno medio (cuyos sedimentos son los más antiguos aflorantes en la presente Hoja), continúa la sedimentación fluvial procedente del norte y oeste (facies ocre de Tierra de Campos s.s.) que en la Hoja de Medina de Rioseco y en gran parte de la Cuenca se presenta en facies de llanura de inundación, con abundante desarrollo de procesos edáficos. Los datos de paleocorrientes de esta Hoja indican que los aparatos fluviales se dirigían hacia el E-SE. Por otro lado, la generalizada presencia de esta facies ocre en el conjunto de la Cuenca, y las paleocorrientes hacia el NE que presenta en la zona de Burgos, indica que este sistema fluvial desagaba hacia el surco Ebro-Rioja. Ello obedece a una probable retracción hacia el este del cuerpo lacustre indicado anteriormente para el Mioceno inferior, cuyos límites no llegan, en el Mioceno medio, a la actual Cuenca del Duero.

Aproximadamente en el límite Mioceno medio - Mioceno superior se interrumpe la conexión

entre las Cuencas del Duero y del Ebro, instaurándose a partir de ese momento una sedimentación lacustre (Facies Cuestas) en la parte centro-oriental de la Cuenca del Duero. Esta sedimentación lacustre es alimentada sobre todo desde el norte, noroeste y oeste de la Cuenca mediante las Facies ocreas de La Serna, también fluviales y de llanura de inundación. En la Hoja de Medina de Rioseco se presentan las facies transicionales, deltaicas, entre ambas. La sedimentación lacustre (Facies Cuestas) se hace progresivamente expansiva, y culmina, en el fin del Mioceno superior, con el depósito fundamentalmente lacustre de las Calizas de los Páramos.

Las Calizas de los Páramos suponen el final del relleno endorreico de la Cuenca del Duero. Sobre ellas se desarrollan, en el Mioceno terminal o ya en el Plioceno, importantes fenómenos de edafización y karstificación, en condiciones de estabilidad tectónica en los márgenes de la Cuenca.

En un momento indeterminado del Plioceno o del principio del Pleistoceno comienza en la Hoja y también en las partes centro-occidentales de la Cuenca, el vaciado erosivo de la pila sedimentaria terciaria. El proceso de vaciado se debe a la irrupción de la red hidrográfica atlántica en la Cuenca, a partir del borde occidental de la misma, y probablemente por erosión remontante. La diferencia que existe entre el nivel de base de esta red (que, por ejemplo, está en la zona fronteriza de La Fregeneda a unos 120 m sobre el nivel del mar) respecto de la parte superior del relleno terciario (a 800 m o más) es la causa del inicio y continuación actual del proceso de vaciado erosivo.

El vaciado erosivo se realiza según etapas en las que alternan condiciones de estabilidad temporal con otras de más rápida incisión vertical de la red hidrográfica, como queda testimoniado por la existencia de terrazas fluviales escalonadas. Asimismo, se realiza de forma preferente o selectiva según la litología infrayacente. Así, los materiales blandos (Facies Tierra de Campos y La Serna, por ejemplo) son más fácilmente eliminados creándose sobre ellos valles anchos que, por coalescencia, terminan por crear zonas onduladas de escaso relieve, tales como la Campiña; por el contrario, en las zonas donde existían las Calizas de los Páramos, éstas han funcionado a manera de escudo protector frente a la erosión, por lo que ésta se ha desarrollado, fundamentalmente según la vertical.

Aunque la causa última del vaciado erosivo es, como se ha apuntado anteriormente, el menor nivel de base de la nueva red hidrográfica (la atlántica), existen otros procesos erosivos (o de pérdidas de volúmenes de relieve) asociados, tales como los deslizamientos de ladera o los procesos de deflación eólica. Siempre, todos estos procesos erosivos generan depósitos (las formaciones superficiales: terrazas, manto eólico, etc.), efímeros en términos de tiempo geológico ya que, al continuar el proceso de vaciado, están sometidos a la amenaza de erosión futura.

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. RECURSOS MINERALES

Además de las observaciones en campo, al realizar la cartografía geológica, las fuentes de información empleadas para la elaboración del apartado referente a los Recursos Minerales de la hoja nº 310 (Medina de Rioseco) han sido las siguientes:

- Mapa Geológico-Minero de Castilla y León. E. 1:400.000.
- Mapa de Rocas Industriales. E. 1:200.000. Hoja 29 (Valladolid)
- Visitas realizadas a las Delegaciones Territoriales de Industria, Comercio y Turismo, Sección de Minas de Valladolid, y Palencia

En ninguna de las fuentes de información consultadas se ha encontrado mención alguna sobre aspectos históricos relevantes que tuvieran que ver con actividades mineras desarrolladas en la Hoja. Los únicos indicios mineros y explotaciones activas encontradas son los correspondientes a rocas industriales. Respecto a las actividades mineras en activo, éstas se reducen a una sola explotación de caliza para roca ornamental. También existen una serie de pequeñas explotaciones de arcillas, arenas y calizas, inactivas en la actualidad, que fueron explotadas en el pasado para usos cerámicos y en la construcción local.

La mencionada explotación de caliza ornamental se localiza al sur de Villalba de los Alcores. Los materiales explotados corresponden a las Calizas Inferiores del Páramo, y se presentan en bancos de 20 a 45 cm. Tiene buenas cualidades de pulido y se comercializa con en el nombre de Piedra del Alcor y Crema Páramo.

En las cercanías de los pueblos de Meneses de Campos, Villerías de Campos y Castilvela, en terrenos pertenecientes a la facies Tierra de Campos, existen pequeñas canteras de arcillas y arena empleadas localmente en aplicaciones cerámicas y en la construcción. Al sur del municipio de Montealegre, y ubicada dentro de la facies Cuesta, se encuentra una pequeña cantera de caliza empleada para mampostería.

En la Tabla I se incluye una relación de las explotaciones incluidas en la hoja nº 310, citándose las características más relevantes de las mismas. También se adjuntan las fichas de minas e indicios mineros correspondientes a la Hoja, obtenidas de la base de datos del Mapa Geológico y Minero a escala 1:400.000 de Castilla y León. En la tabla se adjunta el número que cada indicio posee en el mencionado Mapa.

N° en Mapa G y M	Localizado en trabajo de campo	Registrado en sección de minas	Situación	Coordenadas UTM		Sustancia	Término Municipal	Observaciones
				X	Y			
4928	No	Si	Activa	343650	4633600	Calizas	Villalba de Alcores (Vall.)	Produce la Piedra del Alcor y el Crema Páramo
3759	No	No	Inactiva	333250	4639500	Arc-Margas	Medina de Rioseco (Vall.)	
3762	No	No	Inactiva	346410	4645760	Arcillas	Villerrías de Campos (Pal.)	
3760	No	No	Inactiva	337980	4650340	Arcillas	Castil de la Vela (Pal.)	
3761	No	No	Inactiva	341360	4645250	Arcillas	Meneses de Campos (Pal.)	
-	Si	No	Inactiva	327150	4641150	Calizas	Medina de Rioseco (Vall.)	
-	Si	No	Inactiva	330450	4646050	Arcillas	Tamariz de Campos (Vall.)	
-	Si	No	Inactiva	341000	4639500	Calizas	Montealegre (Vall.)	
-	Si	No	Inactiva	332500	4648950	Arcillas	Tamariz de Campos (Vall.)	

Tabla I.- Indicios mineros de la Hoja 1: 50.000 n° 310 (Medina de Rioseco)

7.2. HIDROGEOLOGÍA

En el presente apartado se describe la hidrogeología de la hoja de Medina de Rioseco, haciéndose referencia a las Unidades Hidrogeológicas presentes en la misma y a su funcionamiento en el contexto de la Cuenca. Asimismo se dan indicaciones sobre la climatología e hidrología de superficie. También se describen las características hidrogeológicas de los materiales diferenciados (en función de su permeabilidad) en el esquema Hidrogeológico a escala 1:200.000, incorporado en el Mapa Geológico (algunos de los distintos términos hidrogeológicos representados en el esquema agrupan varios niveles o facies de la columna cronoestratigráfica del Mapa Geológico). Por último, se ha recopilado en un cuadro-resumen los puntos de agua existentes en la zona, con las características principales de los mismos.

7.2.1. Antecedentes sobre las investigaciones hidrogeológicas en la Cuenca del Duero

La Planificación Hidráulica, en España, se inició con el *Plan Nacional de Obras Hidráulicas* de 1902 (Plan Gasset), en el que se trataban todos los problemas hidráulicos, de forma general. Surge una nueva etapa con la creación de las Confederaciones Hidrográficas, creándose en 1927 la *Confederación Hidrográfica del Duero*. Desde este momento, se contempla la Cuenca Hidrográfica, como una unidad para el estudio, planificación, construcción y explotación de los recursos hidráulicos.

El Servicio Geológico de Obras Públicas (SGOP), realizó varios proyectos de recopilación y síntesis de recursos hidráulicos en las cuencas del Arlanzón (1976) y Esgueva (1977). Posteriormente, en 1979, cuando mediante un Real Decreto da comienzo la realización de los *Planes Hidrológicos*, con los datos disponibles en la Confederación Hidrográfica correspondiente y otros organismos. En el caso de la Cuenca del Duero, el IGME es el organismo encargado de realizar el *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Duero (P.I.A.S. - Duero, 1980)*

7.2.2. Climatología e hidrología superficial

Debido a su localización geográfica, la Hoja se encuentra situada dentro de la banda de clima Mediterráneo templado, siendo los valores medios de sus variables climáticas los siguientes: la temperatura media anual oscila entre 11 y 12° C, los valores de precipitación media anual están comprendidos entre 400 y 500 mm, la evapotranspiración media en la zona varía entre 700 y 800 mm, valores que son frecuentes como media en toda la Cuenca del Duero. En cuanto al régimen de humedad, la duración, intensidad y situación estacional del período seco, la zona de estudio se puede clasificar como Mediterráneo seco. Existe una estación termopluviométrica, en la localidad de Medina de Rioseco, denominada de igual manera, con el número 598 y coordenadas 41° 53' 00" N, 5° 02' 37" O.

El principal curso de agua de carácter permanente es el río Sequillo, y su afluente el Agujón. El río Sequillo atraviesa la Hoja con dirección noreste-sur oeste. Recoge por su margen izquierda las aguas del río Agujón que discurren con dirección este-oeste, por la zona noreste. El canal fun-

damental es el de Campos. Sus aguas provienen del río Carrión; llegando desde el norte hasta Medina de Rioseco. Antes de llegar a esta localidad parte de su caudal se desvía al canal de Macías Picavea, discurriendo por la margen izquierda del Sequillo hasta desaparecer por el sur.

Según la clasificación de zonas hidrológica establecida en el Plan Hidrológico del Duero y que responde a un criterio de evaluación de recursos hidráulicos, la Hoja de Medina de Rioseco se encuentra dentro de la Zona II, correspondiendo a la Junta de Explotación llamada Pisuerga en su mayor parte y en menor proporción a la Zona III, que es la Junta de Explotación denominada Esla.

Dentro de esta Zona II, comprende parcialmente la subcuenca C-35 con una aportación parcial media anual de 77 hm^3 y en el borde noreste de la Hoja a la subcuenca C-20, con una aportación parcial media anual de 110 hm^3 . En la Zona III, y situada en el borde noroeste de la hoja, entra a formar parte de ésta la subcuenca C-34, con una aportación parcial media anual de 26 hm^3 . En Medina de Rioseco se encuentra la estación de aforos EA-124, instalada con escala y limnigrafo en funcionamiento.

La demanda para la Zona II (Pisuerga) es de $64 \text{ hm}^3/\text{a}$ para abastecimiento urbano, 62 hm^3 para riegos con aguas subterráneas y 590 hm^3 con aguas superficiales. En cuanto a la calidad química de las aguas superficiales, no hay datos sobre el índice de calidad general (I.C.G).

7.2.3. Localización y funcionamiento hidrogeológico

La Hoja de Medina de Rioseco se encuentra dentro de varias unidades hidrogeológicas, según la *Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas y síntesis de sus características* (DGOH-IGME, 1988): U.H. 02.06, Río Esla-Valderaduey y U.H. 02.07, Páramo de Torozos.

U.H. 02.06, Río Esla-Valderaduey

Esta unidad es una de las que más superficie tiene en la Cuenca del Duero, con $13.264,6 \text{ km}^2$, en total. Se caracteriza por presentar una litología formada por materiales detríticos terciarios: limos, y arcillas ocreas con paleocanales de la Facies Tierra de Campos.

El funcionamiento hidrogeológico de la unidad puede resumirse de la siguiente manera: las entradas se efectúan mediante lluvia directa ($173 \text{ hm}^3/\text{año}$), ríos ($6 \text{ hm}^3/\text{año}$), y por entradas laterales de otras unidades ($10 \text{ hm}^3/\text{año}$). Las salidas se producen principalmente por ríos ($119 \text{ hm}^3/\text{año}$) y por bombeos ($70 \text{ hm}^3/\text{año}$). Los usos del agua se concentran sobre todo en la agricultura, con $66 \text{ hm}^3/\text{año}$. Los parámetros hidrogeológicos- coeficiente de almacenamiento, transmisividad y caudales específicos- son muy variables.

Los datos referentes a la piezometría indican valores comprendidos entre 975 y 650 m, en toda la unidad; correspondiendo a 755-707m en la zona de estudio. Hay que resaltar que se diferencian una piezometría superficial y otra profunda; dirigiéndose ambas desde los interfluvios a los ríos. La piezometría superficial tiene valores entre 975 y 650 m y la profunda de 900 a 700 m.

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, se califican en facies bicarbonatada cálcico-magnésica, bicarbonatada sódica y clorurada sódica. La conductividad oscila entre valores de 112 y 3783 $\mu\text{S}/\text{cm}$ el valor medio de 810 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La concentración de nitratos oscila de 0 a 120 mg/l, con valor medio de 19 mg/l.

La clasificación para abastecimiento se considera buena con excepciones, por la elevada salinidad, y para el riego de C2S1 (clasificación de las aguas para riego según el procedimiento del U.S. Salinity Laboratory Staff), donde C2 indicaría aguas de salinidad media y S1 con baja concentración de sodio.

U.H. 02.07, Páramo de Torozos

Esta unidad tiene una superficie de 1.631,7 km², en el total de la Cuenca. Se caracteriza por presentar una litología formada por calizas y niveles discontinuos de margas, típicas de las facies del Páramo.

El funcionamiento hidrogeológico de la unidad puede resumirse de la siguiente manera: las entradas se efectúan mediante lluvia directa (50 hm³/año). Las salidas se producen principalmente por manantiales (39-42 hm³/año), ríos (6-9 hm³/año), y por bombeos (2 hm³/año).

Los usos del agua se concentran sobre todo en la agricultura, con 5-8 hm³/año, así como en abastecimiento urbano 0,8 hm³/año; las posibilidades de explotación son reducidas por el escaso espesor saturado del acuífero, estimándose en 5 m. De los parámetros hidrogeológicos: transmisividad y caudales específicos- se desconocen sus valores, no así del coeficiente de almacenamiento, que oscila entre 0,01 y 0,02. Los datos referentes a la piezometría - en ambas unidades- son muy escasos aunque según las redes del ITGE (1513 2 001 y 1513 2 002, dentro de la U.H.02.06 o Esla-Valderaduey), los datos referentes a la campaña de abril de 1999 indican que la piezometría se encuentra entre los 755 y 707 m.

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, se califican en facies sulfatada cálcica. La conductividad oscila entre valores de 1606 y 1748 $\mu\text{S} / \text{cm}$ siendo el valor medio de 1677 $\mu\text{S} / \text{cm}$. La concentración de nitratos oscila de 22 a 31 mg/l, con valor medio de 27 mg/l, inferior al límite permitido por la Unión Europea que es de 50 mg/l.

La clasificación para abastecimiento se considera de apta a no utilizable y para el riego de C1S1 (clasificación de las aguas para riego según el procedimiento del U.S. Salinity Staff), donde se clasifica de aguas de baja salinidad, apta para la mayor parte de los cultivos y con baja concentración de sodio.

7.2.3.1. Funcionamiento Hidrogeológico

Se pueden diferenciar dos zonas con diferente tipo de funcionamiento: La zona sureste, correspondiente al acuífero libre que forma el Páramo de Torozos, donde la recarga se produce por

infiltración de agua de lluvia y las descargas se producen fundamentalmente por manantiales periféricos a dicho páramo, en el contacto entre las calizas y las margas. Y por otro lado, el acuífero detrítico terciario, que se define como un acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo; donde las recargas son por agua de lluvia y por aportes de otras unidades, y las descargas por los ríos y en menor medida por bombeos de la zona. La dirección de los flujos se produce desde los interfluvios hacia los ríos, en este caso al río Sequillo.

7.2.4. Cartografía Hidrogeológica

Para la definición de las unidades hidrogeológicas se ha realizado una simplificación y unificación de términos geológicos, pasando de 18 términos geológicos a 11 unidades cartográficas hidrogeológicas.

Los primeros seis términos corresponden a materiales terciarios. De ellos, los tres primeros corresponden al acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo correspondientes en esta zona a la U.H. 02.06 Esla-Valderaduey. Se caracteriza litológicamente por tener materiales detríticos finos, alternantes con niveles más gruesos (canales), que dan al conjunto una permeabilidad media. Por otro lado, los términos 4, 5, y 6 forman parte de la U.H.02.07 Páramo de Torozos, formado por niveles de calizas del Mioceno superior (de permeabilidad alta), entre niveles margosos, típicos de la Facies Cuestas y del Páramo. Estos materiales constituyen un acuífero libre, que ocupa el tercio sureste de la Hoja.

Los materiales correspondientes al Pleistoceno y Holoceno, están definidos por los términos del 7 al 11. Tan sólo hay que destacar la importancia, local de los depósitos aluviales con permeabilidad alta y la escasa presencia de arenas eólicas con permeabilidad alta, al sureste de la Hoja, sobre la superficie del Páramo.

7.2.5. Inventario de puntos de agua

Respecto al inventario de puntos de agua existentes en la zona, aparece reseñado en la tabla II, en el que se muestran las características más importantes: coordenadas, naturaleza, profundidad, uso, columna litológica y si pertenece a las redes de Calidad y/o Piezometría del IGME. Se tienen registrados un total de 24 puntos de agua, que corresponden, en todos los casos, a sondeos. De ellos, 5 tienen una profundidad inferior a 100 m, 8 entre 100 y 200 m, y 11 entre 200 y 300 m. El 33.3% de los usos se dedica a la agricultura, el 20.8 % al uso doméstico y el 46 % no se utiliza o se desconoce su uso.

Nº PUNTO	COOR. X	COOR. Y	COTA	PROF.	NATURALIZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITO
151310001	481600	819685	760	250	Sondeo	Desconocido			SI
151310002	482400	818800	760	290	Sondeo	Agricultura			SI
151320001	485550	820050	768	112	Sondeo	Agricultura		P	SI
151320002	485554	817532	760	250	Sondeo	Desconocido		P	
151320003	486060	819300	758	196	Sondeo	Agricultura			SI
151320004	485060	821310	762	207	Sondeo	Abastecimiento no urbano		P	SI
151320005	484750	820600	769	192	Sondeo	Agricultura			
151320006	484050	816970	760	238	Sondeo	Agricultura			SI
151340001	502950	815975	760	230	Sondeo	No se utiliza			
151350001	476950	806830	750	134	Sondeo	Agricultura			SI
151360001	485510	811980	750	200	Sondeo	Abastecimiento no urbano			
151360002	487250	809218	738	233	Sondeo	Abastecimiento e industria			SI
151370001	491125	811700	780	252	Sondeo	Desconocido			
151370002	492475	804735	848	?	Sondeo	Desconocido			
151370003	493070	809690	750	256	Sondeo	Agricultura			
151370004	492900	806500	785	180	Sondeo	Abastecimiento no urbano			SI
151380001	498850	804600	852	144.5	Sondeo	Desconocido			SI
151380002	502147	806410	855	64	Sondeo	Desconocido			SI
151380003	502147	806410	855	33	Sondeo	Desconocido			
151380004	496498	804760	855	43	Sondeo	Desconocido			
151380005	499445	811560	808	185	Sondeo	Abastecimiento no urbano			SI
151380006	502100	811560	789	25	Sondeo	Desconocido			
151380007	502310	811600	780	300	Sondeo	Agricultura			SI
151380008	503050	807750	850	180	Sondeo	No se utiliza			

Tabla II.- Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Medina de Rioseco

8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO

Desde el punto de vista del Patrimonio Natural Geológico, en la Hoja de Medina de Rioseco se han seleccionado tres puntos de interés geológico (PIG), todos por el proceso geomorfológico que los ha generado y también por sus aspectos estratigráficos. Los tres puntos suponen las mejores observaciones de la Hoja, para entender la geomorfología de las Cuestas, como forma de enlace entre el Páramo y la Campiña, y para la observación de las Facies Cuestas y Páramo, así como de la facies transicional entre Tierra de Campos y Cuestas.

PIG 310 - 1

Está constituido por un cerro testigo ubicado al norte de la localidad de Medina de Rioseco. Sus dimensiones son reducidas, ya que no supera los 50 m de altura sobre la cota del río Sequillo. En su parte alta aparecen unas calizas blanquecinas de 3 m de potencia (calizas basales de la Facies Cuestas), y unos 200 m² de extensión, bastante oquerosas y algo margosas. Bajo éstas se encuentran sedimentos arcillosos y arcillo-margosos. La zona se presenta subhorizontal, disposición habitual en gran parte de la Cuenca del Duero.

PIG 310 - 2

Este punto corresponde a afloramientos de la Facies Cuestas, es decir, a sedimentos lacustres y fluvio-lacustres compuestos por materiales arcillosos y margosos, altamente erosionables, coronados a techo por bancos de caliza bien consolidados (Calizas de Los Páramos). Los primeros son susceptibles de sufrir importantes procesos de acarreamiento que no afectan a las calizas y confieren un aspecto característico a los afloramientos de esta facies.

En este caso, el punto consiste en un afloramiento situado al sur de Medina de Rioseco, concretamente en el cerro de San Cristóbal. En este lugar se observa muy bien el cambio de facies en la vertical entre las Facies Cuestas y Páramo, mediante una mayor abundancia de tramos calcáreos, que obstaculizan (hasta impedir totalmente) los acarreamientos.

PIG 310 - 3

El último punto se ubica en la localidad de Montealegre, en la base del cerro Garañón y a sólo 1.500 m al noreste del pueblo. Se trata de un afloramiento de la base de las Facies Cuesta, en el cual vemos cómo niveles de arenas y gravas fluvio-lacustres van siendo sustituidos hacia techo por sedimentos arcillosos de origen puramente lacustre (facies transicional entre Tierra de Campos y Cuestas) y, finalmente, por materiales calizos correspondientes a las calizas basales de la Facies Cuestas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE Ltd. (1967).- *Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000*. Instituto Nacional Colonización - IGME.
- AGUIRRE, E. (1975).- División estratigráfica del Neógeno Continental. *Est. Geol.*, 31; 587-595.
- AGUIRRE, E., DÍAZ MOLINA, M. Y PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1976).- Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central española. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*. Museo de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid. 5; 7-29.
- ALBERDI, M^a. T. (1972).- El género *Hipparion* en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía. Revisión e Historia evolutiva. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 2 v.
- ALBERDI, M^a. T. (1974).- Las "faunas de *Hipparion*" de los yacimientos españoles. *Est. Geol.*, 30 (2-3), 189-212.
- ÁLVAREZ SIERRA, M. A., CIVIS, J., CORROCHANO, A., DAAMS, R., DABRIO, C. J., GARCÍA, E., GONZÁLEZ, A., LÓPEZ MARTÍNEZ, N., MEDIAVILLA, R., RIVAS CARBALLO, R. Y VALLE, M. F. del (1990).- Un estratotipo del límite Aragoniense-Vallesiense (Mioceno medio-Mioceno superior) en la sección de Torremormojón (Cuenca del Duero, Provincia de Palencia). *Acta Salmanticensia, Biblioteca de las Ciencias*, 68, *Actas de Paleontología*, Civis Llovera, J. y Flores Villarejo, J. A. (Eds.). 57-64.
- ARAGONÉS, E. (1982).- Sedimentos fluviales de la facies "Tierra de Campos" (Cuenca del Duero, Palencia). I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geol.*- Min. VI (I). IGME.
- ARMENTEROS, I. Y CORROCHANO, A. (1994).- Lacustrine record in the continental Tertiary Duero Basin (northern Spain). En: *Global Geological Record of Lake Basins. Volume I. World and Regional Geology*, Gierlowski-Kordesch, E. y Kelts, K. (eds.), 4: 47-52. Cambridge University Press.
- ARRIBAS, A. Y JIMÉNEZ, E. (1971).- Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 29 (Valladolid). IGME.
- BERGONIOUX, F. Y CROUZEL, F. (1958).- Les mastodontes de l'Espagne. *Est. Geol.*, 14; 223-365.
- BERTRAND y BERTRAND, (1984).- Des rañas aux rasas. Remarque sur le système montagne-piémont de la Cordillère Cantabrique Central, Espagne du nord-ouest. *Montagnes et piémonts. Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, vol. Esp, 247-260.
- BLANCO, J.A. (1991).- Los procesos de alteración en las cuencas terciarias meseteñas. En: *Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del Oeste peninsular. Zócalo hercínico y cuencas terciarias*. J.A. Blanco, E. Molina y A. Martín-Serrano (Coords.). *Mongr. SEG-ITGE*, 6; 45-67.
- CALVO, J.P.; DAAMS, R.; MORALES, J.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; AGUSTÍ, J.; ANADÓN, P.; ARMENTEROS, I.;

- CABRERA, L.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DÍAZ MOLINA, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MARTÍN-SUÁREZ, E.; MARTÍNEZ, J.; MOISSENET, E.; MUÑOZ, A.; PÉREZ-GARCÍA, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; PORTERO, J.M.; ROBLES, F.; SANTISTEBAN, C.; TORRES, T.; VAN DER MEULEN, A.J.; VERA, J.A. Y MEIN, P. (1993).- Up to date continental neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Rev. Soc. Geol. España*, 6; 29-40.
- 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.
- CORROCHANO, A. Y CARBALLEIRA, J. (1983).- Las Depresiones del borde Suroccidental de la Cuenca del Duero. Libro jubilar de J.M. Ríos: *Geología de España*, (2), IGME; 513-521.
- CORTAZAR, D. (1877).- Descripción física, geológica, y agrológica de la provincia de Valladolid. Mem. Com. Mapa Geol. España, Madrid, 121 pp, 8 pl.
- CORTÉS, A.; MAESTRO, A. Y SORIANO, M.A. (1998).- Determinación de patrones de fracturación en el Neógeno del NE de la Cuenca del Duero a partir de una imagen de satélite. *Geogaceta*, 24; 91-94.
- CRUSAFONT (1951).- Los nuevos Mamíferos del Neógeno de España. *Not. y Com. IGME*, 22, 127 pp.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E. Y GARCÍA, J. (1968).- Un nuevo yacimiento de mamíferos del Mioceno de la Meseta española. *Acta Geol. Hisp.*, Barcelona, 3, 22-24.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E., GARCÍA, J. Y TRUYOLS, J. (1960).- El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica. *Not. y Com. IGME*, 60; 127-140.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E., GARCÍA, J. Y VILLALTA, J.C. (1954).- Ensayo de Síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, T. extr., 215-227.
- CUESTA, M.A. (1999).- Las faunas de mamíferos del Eoceno de la cuenca del Duero (Castilla y León, España). Síntesis bioestratigráfica y biogeográfica. En: *Revista Española de Paleontología*. 14 (2); 203-216.
- CUESTA, M. A. Y MORALES, J. (1999).- Paleontología de mamíferos terciarios en Castilla y León: desarrollo histórico y estado actual. *Temas Geológico Mineros, ITGE*, XV Jornadas de Paleontología, 26; 78-82.
- GARCÍA ABBAD, F.J. Y REY SALGADO, J. (1973).- Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid. *Bol. Geol. Min.*, 84, 2 mapas, 213-227.
- GOY, J.L.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; PORTERO, J.M. Y ZAZO, C. (1980).- Aportaciones para un modelo de Mapa de Formaciones Superficiales en España. *Actas de la I Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*. Santander.

- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1994).- *Geomorfología de España*. Editorial Rueda, Madrid. 526 pp.
- HERAIL, G. (1984).- Dynamique géomorphologique et sédimentologique des piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne et géologie de l'or détritico. Chron. Rech. Min., 474, 49-68.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1912).- Observaciones con motivo del descubrimiento de Mastodontes en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia). Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 12; 68-69.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1915).- Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. Junta Ampl. Est. e Inv. Cient. Comunicación de Inv. Paleont. y Prehist. 5.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1921).- Descubrimientos paleontológicos en Palencia. Las tortugas fósiles gigantes. Ibérica. Tortosa. 328-330.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1932).- Síntesis fisiográfica y geológica de España. Trabajos Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Geol., 38: 584 pp.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1930).- Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid. Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehist., 37: 38-95.
- LÓPEZ, N. Y SANCHÍZ, F.B. (1982).- Los primeros microvertebrados de la cuenca del Duero: listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). Temas Geológico Mineros. IGME, Madrid, 6 (1): 339-353.
- LÓPEZ, N.; GARCÍA MORENO, E. Y ÁLVAREZ SIERRA, M.A. (1986).- Paleontología y Bioestratigrafía (Micromamíferos) del Mioceno medio y superior del sector central de la Cuenca del Duero. Stvd. Geol. Salmanticensis, 22, 191-212.
- MABESOONE, J.M. (1959).- Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin (Palencia, Spain). Leidse Geol. Meded., 24; 31-180.
- MABESOONE, J.M. (1961).- La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia). Est. Geol., 17 (2); 101-130.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988).- El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico. Tesis doctoral. Inst. Est. Zamoranos "Florián de Ocampo", Dip. Zamora, 306 pp.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1989).- Características, rango, significado y correlación de las series ocreas del borde occidental de la Cuenca del Duero. Stvd. Geol. Salmanticensis, 5:239-252.
- 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. Esp., 4 (3-4): 337-351.

- MARTÍN-SERRANO, A. (1994).- El relieve del Macizo Hespérico: Génesis y cronología de los principales elementos morfológicos. Cuad. Lab. Xeológico de Laxe, 19: 37-55.
- MAZO, A.V. Y JORDÁ PARDO, J.F. (1997).- Un Tetralophodon Longirostris (KAUP, 1832) (Proboscidea, Mammalia) en el Mioceno medio de Villavieja del Cerro (Sector central de la Cuenca del Duero, Valladolid). Rev. Soc. Geol. Esp., 10 (3-4), 219-235.
- MEDIAVILLA, R.M. Y DABRIO, C.J. (1986).- La sedimentación continental del Neógeno en el sector centro-septentrional de la depresión del Duero (Prov. de Palencia). Stvd. Geol. Salmanticensia, 5, 22, 111-132.
- MEDIAVILLA, R.M. Y DABRIO, C.J. (1987).- Tectonics as a major control of sedimentation and facies distribution in the neogene of the Duero basin (Spain). Int. Ass. Sedim. STH reg. Meeting of sedimentology. Abstr.: 346-347.
- MEDIAVILLA, R.M. Y DABRIO, C.J. (1989).- Las Calizas del Páramo en el sur de la Provincia de Palencia. Stvd. Geol. Salmanticensia, 5:273-291.
- MEDIAVILLA, R.M., DABRIO, C.J. ; MARTÍN-SERRANO, A. Y SANTISTEBAN, J.I. (1996).- Lacustrine Neogene Systems of the Duero Basin: evolution and controls. En: Tertiary Basins of Spain: the stratigraphical record of crustal kinematics. World and Regional Geology, Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds.), 6; 228-236. Cambridge University Press.
- MOLINA, E.; VICENTE, A.; CANTANO, M. Y MARTÍN-SERRANO, A. (1989).- Importancia e implicaciones de las paleoalteraciones y de los sedimentos siderolíticos del paso Mesozoico-Terciario en el borde suroeste de la Cuenca del Duero y Macizo Hercínico Ibérico. Stvd. Geol. Salmanticensia, vol.esp. 5: 177-186.
- MORENO, E. (1987).- Roedores y Lagomorfos del Mioceno de la Zona central de la Cuenca del Duero. Sistemática, Biostratigrafía y Paleoecología. Tesis doctoral. Univ. Complutense de Madrid. 219 pp.
- OLMO, P. DEL Y PORTERO, J.M. (1979).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 343 (Cigales). IGME.
- OLMO, P. DEL Y PORTERO, J.M. (1979).- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 372 (Valladolid).IGME.
- PARADELO, L.; PARAMIO, M. Y FERNÁNDEZ ANGLIO, D. (1968).- Geología de Valladolid. En: Mapas provinciales de suelos. Valladolid. Mapa Agron. Nac., Ministerio Agricultura; Madrid, 7-13.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1979). - El límite Plioceno-Pleistoceno en la Submeseta meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos. Reunión del grupo español del límite Neógeno-Cuaternario. Trab. Neóg. Cuat. 9.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1982).- El Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero y sus prin-

- cipales rasgos geomorfológicos. I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, 1979. Temas Geológico Mineros. IGME, VI (2), 641-659.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; MARTÍN-SERRANO GARCÍA, A. Y POL, C. (1994).- Depresión del Duero. En: Geomorfología de España. Gutiérrez Elorza, M. (coord.). Ed. Rueda, Madrid, 351-388.
- PLANS, P. (1970).- La Tierra de Campos. Inst. de Geograf. Aplic. Patr. Alonso de Herrera. CSIC. Madrid.
- PORTERO, J.M.; OLMO, P. DEL, Y OLIVÉ, A. (1983).- El Neógeno de la transversal Norte - Sur de la Cuenca del Duero. En: Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España (Comba, J.A. Coord.), (II). IGME, Madrid; 494-502.
- PORTERO, J. M.; OLMO, P. DEL; RAMÍREZ DEL POZO, J. Y VARGAS, I. (1982).- Síntesis del Terciario continental de la cuenca del Duero. I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), Temas Geológico Mineros. IGME, VI (1); 11-37.
- POZO, M. Y CARAMES, M. (1983).- Sobre la presencia de minerales de la arcilla en el sector central de la Cuenca del Duero (Facies Cuestas). Bol. Soc. Esp. de Min.; 51-58.
- POZO, M.; CARAMES, M.C. Y FONOLLA, F. (1984).- Estudio mineralógico, geoquímico y paleontológico de los materiales de transición de facies fluviales a evaporíticas en sector central de la Cuenca del Duero. Rev. Mat. Proc. Geol., UCM; 2, 95-113.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1922).- El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica. Mem. Com. Invest. Pal. y Prehist., 30, 230 pp.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1926).- Tectónica del Terciario Continental Ibérico. XIV Cong. Geol. Int., fasc. 1, Madrid. 593-523.
- SANTISTEBAN, J.I.; ALCALÁ, L.; MEDIAVILLA, R.M.; ALBERDI, M.T.; LUQUE, L.; MAZO, A.; MIGUEL, I.; MORALES, J. Y PÉREZ, B. (1997).- El yacimiento de Tariago de Cerrato: El inicio de la red fluvial actual en el sector central de la Cuenca del Duero. Cuad. Geol. Ibérica, 22; 431-446.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1952).- El relieve de la Península Ibérica y sus elementos estructurales. Geografía de España y Portugal, 1. Edit. Montaner y Simón. 17-269
- SOLÉ SABARIS, L. (1958).- Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la meseta española en el sector de Zamora. Brev. Geol. Ast., Oviedo, año II, 1-2, 3-8.
- VILLALTA, J.F. y CRUSAFONT, M. (1948).- Les gisements de mammiferes du miocene espagnol: VIII. Bassin du Douro C. R. somm. Soc. Geol. Fr., (9/10) : 186-188.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

