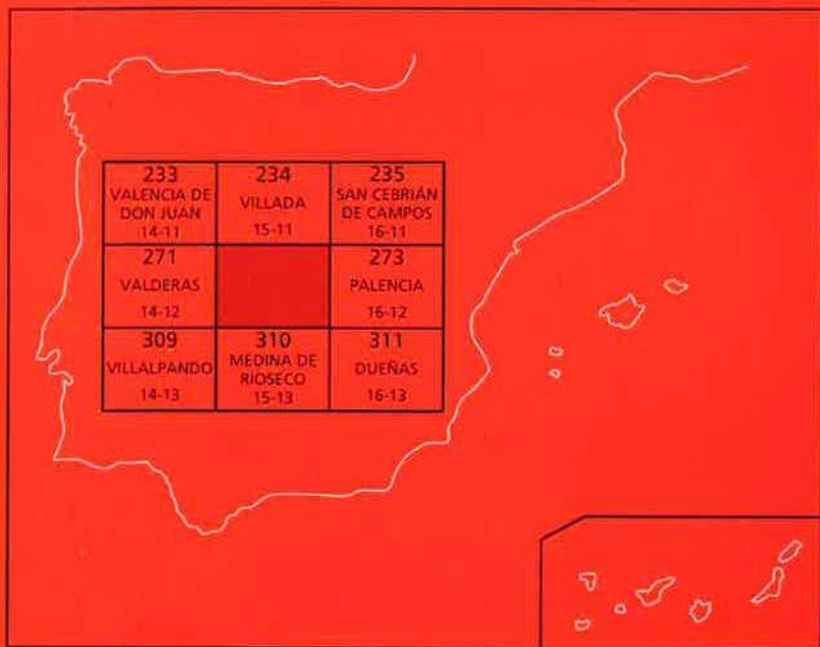




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



VILLALÓN DE CAMPOS

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

VILLALÓN DE CAMPOS

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

Depósito Legal: M-22823-2007

ISBN: 978-84-7840-689-0

NIPO: 657-07-007-X

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S.A:

Impresión: Gráficas Muriel, S.A.

La presente Hoja nº 272 (Villalón de Campos) y su Memoria explicativa han sido realizadas por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y EPTISA, Servicios de Ingeniería, S.A., bajo normas, dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Responsable del Proyecto: A. Suárez Rodríguez (IGME)

Autores:

Mapa Geológico: A. del Olmo Sanz y A. Suárez Rodríguez (IGME) y A. Pineda Velasco (EPTISA)

Mapa Geomorfológico: A. Suárez Rodríguez (IGME)

Memoria: A. del Olmo Sanz, A. Pineda Velasco y A. Suárez Rodríguez.

- Sedimentología: A. del Olmo Sanz (IGME)
- Geomorfología: A. Suárez Rodríguez (IGME)
- Tectónica y Geología Económica: A. Suárez Rodríguez (IGME) y A. Pineda Velasco (EPTISA).

Digitalización y tratamiento SIG: M. Navas Cernuda y B. Delgado Gordillo (EPTISA)

Dirección y Supervisión del IGME: N. Heredia

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones
- Informes 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.....	7
1.3. MARCO GEOLÓGICO.....	9
2. ESTRATIGRAFÍA.....	10
2.1. MIOCENO.....	11
2.1.1. Arenas, limos y arcillas ocre. Facies Tierra de Campos s.l. Aragoniense-Vallesiense Inferior (1).....	12
2.1.2. Microconglomerados, areniscas y arenas (paleocanales). Aragoniense-Vallesiense inferior (2).....	14
2.1.3. Areniscas y arenas (paleocanales). Aragoniense-Vallesiense inferior (3).....	14
2.1.4. Calizas oquerosas y nodulares (costras calcáreas). Aragoniense-Vallesiense inferior (4).....	15
2.2. CUATERNARIO.....	15
2.2.1. Gravas y arenas. Terrazas (5). Pleistoceno.....	16
2.2.2. Limos, arenas, gravas. Llanura de inundación (9). Holoceno.....	17
2.2.3. Arenas, limos, gravas. Fondos de valle (11). Holoceno.....	17
2.2.4. Arenas, gravas, limos. Abanicos aluviales y conos de deyección (10) Holoceno.....	18
2.2.5. Limos y arcillas. Depósitos de zonas encharcadas (y terrazas lacustres) (6). Pleistoceno-Holoceno.....	18
2.2.6. Cantos, arenas. Coluviones (8). Holoceno.....	18
2.2.7. Arenas y limos, con cantos. Depósitos de deslizamientos (7). Holoceno.....	19
3. TECTÓNICA.....	19
4. GEOMORFOLOGÍA.....	20
4.1. DESCRIPCIÓN FISOGRÁFICA.....	20
4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	23
4.2.1. Estudio morfoestructural.....	23
4.2.2. Estudio del modelado y Formaciones superficiales.....	27
4.2.3. Evolución dinámica (Historia geomorfológica).....	32
4.2.4. Morfodinámica actual-subactual y tendencias futuras.....	32
5. HISTORIA GEOLÓGICA.....	33
6. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	36
6.1. RECURSOS MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES.....	36
6.2. HIDROGEOLOGÍA.....	36
6.2.1. Acuíferos superficiales.....	38
6.2.2. Acuíferos profundo.....	38
7. BIBLIOGRAFÍA.....	39

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja de Villalón de Campos, nº 272 (15-12), está situada en la Comunidad de Castilla y León. La mayor parte de la Hoja (las zonas oeste y central de la misma) pertenece a la provincia de Valladolid, correspondiendo la zona oriental a la de Palencia. El clima está caracterizado por inviernos fríos y veranos templados, así como por no muy abundantes precipitaciones.

La Hoja se sitúa en la comarca natural de Tierra de Campos, y se caracteriza por un relieve poco accidentado, con zonas de escaso y alomado relieve ("campiña"). La red hidrográfica que surca la Hoja pertenece a tributarios derechos o septentrionales del río Duero, siendo los más importantes, nombrados de oeste a este, los ríos Valderaduey, Valdeduey y Sequillo. El Canal de Campos corta la Hoja sólo por su ángulo suroriental, con dirección NE-SO, yendo a unirse con el río Sequillo en la vecina Hoja meridional de Medina de Rioseco. Las alturas máxima y mínima de la Hoja oscilan entre los 837 m. sobre el nivel del mar en la parte central del borde norte, y los 730 m. en el ángulo noroeste de la misma (en el valle del Valderaduey).

Por lo que respecta a los núcleos urbanos, las principales localidades son Villalón de Campos (Valladolid), que da nombre a la Hoja y se localiza en la parte centro-norte de la misma, y Villarramiel (Palencia). Además, están las poblaciones de Cuenca de Campos, Ceinos de Campos, Villacid de Campos, Fontihoyuela, Bustillo de Chaves, Villanueva de la Condesa, Gatón de Campos, Villabaruz de Campos, Villagómez la Nueva y Castroponce (provincia de Valladolid), y Guaza de Campos, Herrín de Campos, Villafrades de Campos y Capillas (provincia de Palencia), siendo la mayoría de ellos pequeños núcleos, con escasa población, situados a lo largo de los valles que atraviesan la Hoja o en sus inmediaciones.

Desde el punto de vista económico, la zona se caracteriza por una actividad fundamentalmente agrícola y, en menor medida, ganadera. Dominan los cultivos de secano (cereales y vid), en las campiñas, siendo más minoritarios, los de regadío (remolacha, alfalfa, maíz, etc.) o alguna plantación de chopos, en las vegas fluviales. En cuanto a la ganadería, destaca el ganado ovino y, en menor proporción, el vacuno.

La Hoja está atravesada por dos vías de comunicación nacional, como son la N-601 (Madrid a León, por Segovia) y la N-610 (Palencia-León). Como carreteras de nivel comarcal se encuentran la C-611 (Tordesillas a Riaño, por Sahagún) y la C-620 (Villalón a Puebla de Sanabria, por Benavente). En conjunto, la red de carreteras es buena y con una cierta disposición radial, desde Villalón, permitiendo el acceso al resto de las localidades. Si se tiene en cuenta, además, la existencia de numerosos caminos de tierra o pistas afirmadas, así como la suave topografía de la zona, el fácil acceso a la casi totalidad de la superficie de la Hoja es un hecho manifiesto.

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, 1929).

Los trabajos paleontológicos o estratigráficos sobre el Mioceno, prosiguen con VILLALTA y CRUSAFONT (1948), BERGONIUX y CROUZEL (1958), CRUSAFONT (1951), CRUSAFONT *et al.* (1968), AGUIRRE (1975), AGUIRRE *et al.* (1976), LÓPEZ (1977) y LÓPEZ *et al.* (1982 y 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. Es importante después el trabajo de AEROSERVICE (1967), fundamentalmente cartográfico y a escala 1/250.000.

Los estudios posteriores sobre la Cuenca, prosiguen después 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.* (1986-1989 y 1996), y para el borde norte de la Cuenca, los de COLMENERO *et al.* (1982) MANIÓN *et al.* (1982).

La realización de Hojas del Plan MAGNA en la parte central de la Cuenca supuso 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 Cuaternario (y Geomorfología) son, en líneas generales, de realización más tardía. Se inician con MARTÍN-SERRANO SOLÉ-SABARIS (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, 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, etc.) 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 Villalón de Campos se ubica en el sector centro-septentrional 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 el sustrato hercínico de la Cuenca. Por el contrario,

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 Villalón de Campos, el espesor de relleno terciario debe ser del orden de 2000 m, según datos extrapolables de sondeos profundos próximos.

Para la región del borde norte de la Cuenca del Duero, COLMENERO *et al.* (1982) y MANJÓN *et al.* (1982) establecen la serie estratigráfica general del Terciario, resultante de la sedimentación de sucesivos sistemas de abanicos aluviales a los que se han denominado según las localidades que se enclavan en sus partes apicales: Complejo de Vegaquemada (Paleógeno), Abanicos poligénicos de Candanedo, Aviñante, Modino y Puente Almuhey, y calcáreo de Cuevas (Oligoceno a Mioceno inferior-medio) y Abanicos silíceos de Cegoñal, Vidanes, Guardo y Cantoral (Mioceno superior). Hacia el sur, los abanicos de Candanedo y Aviñante/Modino pasan lateral y respectivamente a las Facies de Tierra de Campos y de La Serna, sumergiéndose bajo ellas, los abanicos paleógenos y del Mioceno inferior. Por el contrario, los abanicos silíceos quedan topográficamente colgados en Hojas más al norte que la presente, debido a la intensa erosión originada en el Cuaternario.

En el centro de la Cuenca, la parte superior del relleno terciario aflora con espesores visibles máximos del orden de 100 – 150 m., estando constituida por tres tramos litológicos, ya clásicos en la literatura geológica sobre el Mioceno Castellano (HERNÁNDEZ-PACHECO, 1915) y que, de abajo a arriba, son:

- La facies terrígena, fluvial, de “Tierra de Campos” (s.s.), de color ocre y edad, sobre todo, Mioceno medio. Esta facies representa un sistema fluvial, de ríos anastomosados y meandriformes efímeros, con canales y llanuras de inundación, dirigido de NO/N a SE/S.
- La facies blanca, lacustre, de “Cuestas”, margo-arcillosa, frecuentemente yesífera y, minoritariamente, caliza. De edad Mioceno superior (Vallesiense, fundamentalmente).
- La facies caliza de “Los Páramos”, de edad Mioceno superior.

En partes centrales de la Cuenca, a techo de la Tierra de Campos (s.s.), 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 señalar que, hacia el norte, la Facies Cuestas pasa lateralmente a la Facies de La Serna, también terrígena y de color ocre, aunque con mayor proporción de suelos calcimorfos que Tierra de Campos s.s.

2. ESTRATIGRAFÍA

De los tres tramos clásicos del Mioceno, sólo la facies ocre de tipo Tierra de Campos está representada en la Hoja de Villalón de Campos.

Las Facies Tierra de Campos de la Hoja de Villalón de Campos se continúan por el sur por la de Medina de Rioseco, donde se ha descrito un paso transicional entre ellas 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.s. y La Serna es, de momento, imposible en esta zona. Es por esta razón que a las facies terrígenas ocreas de esta Hoja se les ha denominado Facies Tierra de Campos s.l.

La Facies Tierra de Campos s.l., así definida, equivale a la Unidad Polimíctica de la vecina Hoja septentrional de Villada (NOZAL *et al.*, 1995) y sería equivalente, en parte, a las "Series Ocreas" de MARTÍN-SERRANO (1989), descritas en el borde zamorano-leonés de la Cuenca. La Facies Tierra de Campos s.s. equivale a la Facies Grijalba-Villadiego de AEROSERVICE (1967) y a la Unidad 1 de MEDIAVILLA y DABRIO (1986), mientras que la Facies de La Serna equivale a las Facies de Relea y Carrión, de MABESONE (1959).

Los depósitos cuaternarios están, fundamentalmente, asociados a la red fluvial, habiendo también pequeños depósitos endorreicos en la parte oriental de la Hoja.

2.1. MIOCENO

Como ha sido indicado anteriormente, las facies miocenas de la Hoja corresponden a la Facies Tierra de Campos s.l., constituida por arenas, limos y arcillas ocreas (unidad cartográfica 1), que intercalan microconglomerados, areniscas y arenas (paleocanales) (unidad cartográfica 2), areniscas y arenas (paleocanales) (unidad cartográfica 3) y calizas oquerosas y nodulares (costras calcáreas) (unidad cartográfica 4).

No se conoce el espesor real de esta facies, en la Hoja, ya que no se observa su muro. Sin embargo, puede asegurarse que supera los 107 m, dados su disposición subhorizontal y sus puntos de cota máxima (837 m) y mínima (730 m) de afloramiento. En Hojas localizadas más al norte, al disponerse las capas en abanico en las proximidades del borde cantábrico, y configurar una discordancia progresiva (ALONSO *et al.* 1996), las potencias estimadas son considerablemente mayores, habiéndose cifrado en más de 1000 m.

En la Hoja no se han encontrado fósiles que permitan su datación. Las dataciones efectuadas por LÓPEZ *et al.* (1986) y ÁLVAREZ SIERRA *et al.* (1990) en el cerro Buenaventura (en las cercanías de la población de Medina de Rioseco, en la vecina Hoja meridional del mismo nombre), 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 s.s., y Mioceno superior (Vallesiense) para las Facies Cuestas y La Serna.

Como se verá a continuación, las características sedimentológicas principales de los cortes estudiados en la facies principal de arenas, limos y arcillas (1) y sus diferenciaciones microconglomeráticas (2), areniscosas (3) y carbonatadas (4), son las de una llanura aluvial de piedemonte, con

extenso desarrollo de llanuras aluviales de fangos (facies de desbordamiento), en un contexto de transición entre partes distales de abanicos aluviales no confinados y ambientes de “playas” más o menos salinas, hacia el centro de la Cuenca. Además, la presencia de paleosuelos carbonatados, y su madurez, indican áreas inactivas más o menos extensas del sistema aluvial durante períodos prolongados de tiempo, bajo un clima árido o semiárido, con lluvias estacionales (Goudié, 1983).

2.1.1. Arenas, limos y arcillas ocre. Facies Tierra de Campos s.l. Aragoniense-Vallesiense Inferior (1)

Esta unidad aflora en toda la extensión de la Hoja. No se conoce el espesor real de esta unidad, ya que no se observa su muro. Sin embargo, puede asegurarse que, en la Hoja, superan los 107 m, dados su disposición subhorizontal y sus puntos de cota máxima (837 m) y mínima (730 m) de afloramiento. En Hojas localizadas más al norte, al disponerse las capas en abanico en las proximidades del borde cantábrico, y configurar una discordancia progresiva (ALONSO *et al.* 1996), las potencias estimadas son considerablemente mayores, habiéndose cifrado en más de 1000 m.

En el conjunto de la Hoja, las observaciones y cortes son escasos, dados el escaso relieve de la misma y el carácter blando, fácilmente erosionable, de estas litologías. Sin embargo, esta unidad presenta una cierta variación en cuanto al tamaño de grano de los materiales, que aumenta hacia el norte o noroeste, y se hace más fino hacia el sur (que es donde suelen aparecer las costras calcáreas que intercala). Así, de norte/noroeste a sur/sureste aparecen, preferentemente, las siguientes asociaciones litológicas:

- Arenas gruesas-medias y limos.
- Arenas medias-finas y limos.
- Arenas finas, limos y arcillas.

Arenas gruesas-medias y limos

Estos materiales, alternantes entre sí, suelen dominar en el tercio noroeste de la Hoja.

Las capas de arenas muestran color ocre-amarillento, granoclasificación positiva y un espesor variable de 0,5-1m. En su base, ligeramente erosiva, se localizan los clastos más gruesos, de cuarzo, cuarcita y óxidos de hierro, sin faltar, a veces, fragmentos de costras calcáreas. Hacia techo se encuentran arenas más finas, que suelen estar algo cementadas por carbonatos (caliches). La estructura más común en estas capas de arenas, no siempre observable, es la estratificación cruzada. No es raro observar la presencia de nódulos calcáreos intercalados dentro de estos paquetes arenosos.

Las intercalaciones de limos tienen entre 0,5 y 3 m de espesor, y colores ocre más vivos que los de las arenas. Presentan frecuentes fenómenos de marmorización.

Los cuerpos arenosos de base más canalizada habrían sido depositados por ríos de canales mean-

driformes, mientras que los de base menos erosiva corresponderían a ríos de canales entrelazados. Los limos habrían sido depositados en ambientes de llanura de inundación, afectados por procesos edafo-freáticos.

Arenas medias-finas y limos

Estas litologías, alternando entre sí, suelen aparecer en la parte central de la Hoja.

Las capas de arenas tienen un espesor de 0,5-1,5 m, longitud hectométrica y base poco erosiva. Están constituidas fundamentalmente por cuarzo, no faltando fragmentos de rocas metamórficas tales como cuarcitas y filitas. Presentan frecuentemente nódulos de carbonato de tamaño centimétrico, que a veces se asocian, disponiéndose en horizontes de longitud decamétrica. El techo de estas capas de arenas suele estar algo cementado por carbonatos, observándose en algunos casos la presencia de huellas y raíces.

Las capas de limos tienen un espesor de 1-3 m, presentando colores jaspeados, con claros signos de marmorización y de procesos hidromórficos.

Al igual que el caso anterior, los cuerpos arenosos de base menos canalizada habrían sido depositados por ríos de canales entrelazados, mientras que los de base más erosiva corresponderían a ríos de canales meandriformes. Los limos habrían sido depositados en ambientes de llanura de inundación, afectados por procesos edafo-freáticos. Frecuentemente, los cuerpos arenosos pueden testimoniar desbordamientos sobre la llanura de inundación sometida a procesos edáficos.

Arenas finas, limos y arcillas

En la parte sureste de la Hoja, las Facies Tierra de Campos *s.l.* suelen estar constituidas por alternancias de arenas finas, limos y arcillas, a las que se asocian capas de calizas oquerosas (unidad cartográfica 4).

Las arenas finas están constituidas por cuarzo y se presentan teñidas por los óxidos de hierro que le dan el color ocre característico de la Facies Tierra de Campos. Forman capas de espesor decimétrico, con base plana o poco erosiva.

Los limos y arcillas son de colores vivos y constituyen capas de espesor superior al metro. Muestran signos de haber sufrido hidromorfismo y marmorizaciones.

Estas litologías habrían sido depositadas en ambientes de llanura de inundación, con frecuentes procesos edafo-freáticos (para los limos y arcillas) y/o de ríos de canales entrelazados (para las arenas finas). Como en el caso anterior, las facies arenosas pueden indicar desbordamientos sobre la llanura de inundación.

2.1.2. Microconglomerados, areniscas y arenas (paleocanales). Aragoniense-Vallesiense inferior (2)

Estas litologías forman intercalaciones en la Facies Tierra de Campos *s.l.*, preferentemente en las facies de arenas gruesas-medias y limos de la parte noroeste de la Hoja. Por su mayor grado de cementación, presentan mayor resistencia a la erosión y forman, frecuentemente, pequeños resaltes.

Están constituidas por cuerpos de forma canalizada y espesores que pueden llegar a los 5-8 m, formados por la superposición de capas decimétricas, compuestas por arenas gruesas y microconglomerados, de varias decenas de metros de longitud.

Los cuerpos de microconglomerados, de espesor inferior a los 0,5 m, presentan estratificación cruzada y base erosiva. Están formados por clastos redondeados de cuarcita, cuarzo y otras rocas metamórficas (elementos "alóctonos" a la Cuenca) y, frecuentemente, de limos de varios centímetros de longitud, siendo otras veces dominantes los de intraclastos carbonatados (elementos "autóctonos", propios de la Cuenca). El cemento de estos microconglomerados es siempre carbonatado.

Sedimentológica y paleogeográficamente, corresponden a depósitos fluviales, fundamentalmente de ríos de canales meandriformes. Para los microconglomerados de elementos "alóctonos", los canales tienden a ser estrechos y profundos (relación anchura/profundidad muy baja), lo que sugiere una energía de transporte relativamente elevada y con cierto poder erosivo. Los niveles con elementos "autóctonos" cabe asociarlos a canales de pequeña envergadura, con trazado discontinuo y efímero, que desmantelarían parte de los suelos calcimorfos (costras carbonatadas y caliches), preexistentes; representarían, pues, cursos fluviales originados dentro de la propia Cuenca, por concentración de escorrentía superficial después de grandes tormentas, que fluirían sobre amplias superficies de llanuras aluviales inactivas.

2.1.3. Areniscas y arenas (paleocanales). Aragoniense-Vallesiense inferior (3)

Constituyen paquetes de areniscas y arenas gruesas, de morfología canalizada, que forman intercalaciones en las Facies Tierra de Campos *s.l.*, preferentemente en las partes meridional y oriental de la Hoja. Por su mayor grado de cementación, presentan mayor resistencia a la erosión y forman, frecuentemente, pequeños resaltes.

Presentan clasificación granulométrica positiva, estratificación cruzada y longitud entre decamétrica y hectométrica. Es frecuente la presencia de nódulos de carbonato, inmersos en la matriz arenosa.

Están constituidas por cuarzo y, minoritariamente, fragmentos de filitas y cuarcitas, con cemento carbonatado.

Desde el punto de vista sedimentológico y paleogeográfico corresponden a depósitos fluviales, fundamentalmente de ríos de canales meandriformes. La aparición de *point bar* arenosos indica-

ría la existencia de una llanura aluvial con canales de sinuosidad elevada y carga suspendida. Algunas facies arenosas asociadas a facies microconglomeráticas podrían representar el relleno de canales, con la construcción de dunas y megaripples.

2.1.4. Calizas oquerosas y nodulares (costras calcáreas). Aragoniense-Vallesiense inferior (4)

Aparecen en la parte más meridional de la Hoja, intercalados en la Facies Tierra de Campos *s.l.*, y preferentemente en las litologías de arenas finas, limos y arcillas.

Forman capas de espesor individual decimétrico, que se superponen verticalmente (con intercalaciones de las mencionadas arenas, arcillas y limos) para conformar tramos de espesor métrico-decamétrico, de morfología escalonada y longitud superior al centenar de metros.

Los cuerpos calcáreos son de naturaleza micrítica y oquerosa, presentando una cierta ordenación y ciclicidad, ya que la base de los mismos es nodular mientras que el techo presenta un aspecto estratificado. En varios puntos se observan moldes de raíces, lo que indica la importancia que, en su formación, han tenido los procesos edáficos.

Corresponden a suelos calcimorfos, cuyo origen se debe a procesos edafo-freáticos en que las aguas cargadas de carbonatos han cementado a sedimentos detríticos. No son descartables procesos hidroquímicos edáficos, que hayan transformado parte de las arcillas en carbonatos.

Estos cuerpos calcáreos se habrían formado en la llanura de inundación del sistema fluvial que representa la Facies Tierra de Campos *s.l.* Podrían corresponder a evoluciones extremas de procesos edafo-freáticos y/o procesos de encharcamiento en la misma.

2.2. CUATERNARIO

Como se indicará en los capítulos de Geomorfología e Historia Geológica, tradicional y convencionalmente se ha considerado que es en el paso del Plioceno al Pleistoceno, cuando tiene lugar el proceso de cambio de régimen endorreico (con relleno terciario) a exorreico (con vaciado erosivo del mismo) en las Cuencas terciarias de la Península Ibérica. Por ello y de forma general, todas las terrazas altas de los ríos de la Península Ibérica se han asignado al Pleistoceno (AGUIRRE 1989).

Sin embargo, no es lógico pensar en un paisaje finineógeno sincrónico de las grandes Cuencas terciarias, puesto que la progresión de la red fluvial (con menor nivel de base) que, por erosión remontante, les captura, no debe ser simultánea en todas ellas. Además, tras la captura de las mismas, la extensión dendriforme y de la definición de la red hidrográfica que les vacía, son procesos que pueden tener diferente "velocidad" en cada Cuenca. La aplicación de esta hipótesis, explica el diferente grado de disección y de vaciado de las distintas cuencas terciarias peninsulares, lo que ya indica que habrían sido capturadas en épocas diferentes. De este modo, el Cuaternario deja de ser un límite cronológico simultáneo y preciso a todos estos efectos: las for-

maciones “cuaternarias” de cada Cuenca, pueden y deben ser notablemente heterócronas (las más antiguas pueden ser –¿por qué no?- incluso, terciarias) tanto considerando comparativamente Cuencas entre sí, como sectores de una misma Cuenca, ya que el exorreísmo es progresivo (MARTÍN-SERRANO, 1988 y 1991).

Pero, a pesar de todo lo argumentado y, puesto que, de momento, no hay dataciones disponibles, es conveniente considerar convencionalmente como Cuaternario, todo sedimento que se relaciona directa o indirectamente con la red fluvial actual.

En la Hoja de Villalón de Campos, los depósitos cuaternarios de origen fluvial son los más importantes, desde el punto de vista morfogenético. Existe una discreta representación de terrazas fluviales, correspondientes a los ríos Valderaduey y Sequillo, que dejan sucesivos niveles encajados en las vertientes de los interfluvios. Otros depósitos fluviales representados son las llanuras aluviales y de inundación, los fondos de valle, y de forma minoritaria los abanicos y conos aluviales.

Además, en el sector oriental de la Hoja se encuentran representadas parte de las terrazas lacustres relacionadas con el sistema endorreico de la laguna de La Nava (Palencia) y disectadas por el río Valdejinate.

Por último, hay también depósitos de ladera (coluviones y depósitos de deslizamientos), poco importantes dado el escaso vigor del relieve de la Hoja.

De todos estos depósitos cuaternarios, que se describen a continuación, se ofrece una descripción más detallada en el capítulo de Geomorfología.

2.2.1. Gravas y arenas. Terrazas (5). Pleistoceno

En los mapas geológicos de la Cuenca del Duero se han agrupado las terrazas, de manera simplificada, en altas, medias y bajas. Esta división no implica una cronología bien definida, por ausencia de dataciones, aunque sí expresa una cierta relación temporal (AGUIRRE 1989, MOLINA y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1989), atribuyéndose los depósitos más altos, al Pleistoceno inferior, y los más bajos, al Pleistoceno superior y Holoceno.

En esta Hoja, las terrazas que aparecen son todas bajas, pertenecientes a los ríos Valderaduey, Sequillo, Valdeduey y Valdejinate. Estos ríos nacen en la propia Cuenca terciaria y son, por tanto, menos importantes (y menos antiguos) que los que provienen de la Cordillera Cantábrica. Pese a su escaso caudal, constituyen un elemento de drenaje significativo en este sector de la Tierra de Campos.

Las terrazas topográficamente más altas aparecen en el ángulo NE de la Hoja y pertenecen al Río Valderaduey, que presenta un valle marcadamente asimétrico, con casi todas las terrazas en su margen derecha. Las terrazas se presentan como un conjunto de pequeños replanos desconectados entre sí; uno de ellos, el más elevado, se encuentra al oeste de Villagómez La Nueva, a +20 m sobre el nivel del cauce actual; el resto de niveles se encuentra a entre +7 y +2 m.

El Río Sequillo presenta sus terrazas también como un conjunto de pequeños replanos, desconectados entre sí y subparalelos al cauce, habiéndose diferenciado cuatro niveles en relevo, situados a entre +20m y +2m sobre el fondo del valle.

El resto de los ríos presenta un discreto sistema de terrazas escalonadas, generalmente dispuestas en sus márgenes orientales, aunque las más recientes se encuentran también en los occidentales.

Las terrazas del Valderaduey presentan un alto porcentaje (60-70%) de cantos y gravas, subredondeados y de 4-25 cm de tamaño, con características litológicas bastante constantes: alto contenido en cantos de cuarcitas y en menor proporción, de areniscas y de cuarzo, aumentando aguas abajo los cantos de intraclastos calcáreos (terciarios). En estas terrazas se aprecian cementaciones carbonatadas, a veces de forma pelicular (*coats*) envolviendo los cantos.

Las terrazas de los Ríos Sequillo y Valdejinete están, por el contrario, constituidas mayoritariamente por arenas y gravas de intraclastos calcáreos y esporádicas cuarcitas.

Los niveles de terrazas de la Hoja presentan un espesor discreto, estando comprendido normalmente entre 1,5 y 2m. En los cortes observables, se pueden reconocer estructuras sedimentarias internas tales como estratificación cruzada de gran escala, cicatrices de relleno de canal, estratificación cruzada planar, barras, imbricaciones, etc., que indicarían una configuración de canales tipo "braided".

2.2.2. Limos, arenas, gravas. Llanura de inundación (9). Holoceno

Son depósitos fluviales recientes relacionados directamente con la red actual. Los más significativos son los que constituyen las vegas del Valderaduey, Sequillo y Valdeduey, en su parte más meridional, que oscilan entre 0,5 y 1 Km de anchura.

Los depósitos presentan una litología similar a la de los niveles de terraza de dichos ríos, si bien suelen presentar una mayor proporción de finos. A techo, aparecen los limos y arcillas de inundación, sobre los que se desarrollan los característicos y fértiles suelos pardos de vega (Entisoles).

2.2.3. Arenas, limos, gravas. Fondos de valle (11). Holoceno

Son los depósitos fluviales actuales y subactuales, diferenciables de los de llanura de inundación por su funcionalidad y, en algunos casos, por un cierto orden jerárquico.

Se han considerado fondos de valle a todos aquellos depósitos asociados a pequeños valles de fondo plano, ya sea los que representan cursos fluviales de funcionamiento prácticamente estacional (Río Valdeduey y arroyos) o aquellos otros, más secundarios, en los que se combina su naturaleza fluvial con los aportes procedentes de las laderas (y que, en este caso, serían depósitos aluviales-colviales, en sentido estricto).

En este apartado se encontrarían también los lechos actuales de los ríos Sequillo y Valderaduey, pero a lo largo de esta Hoja dichos cauces se encuentran encauzados artificialmente.

2.2.4. Arenas, gravas, limos. Abanicos aluviales y conos de deyección (10). Holoceno

Responden estos depósitos a una misma génesis, diferenciándose tan solo en la morfología que presentan. Los conos de deyección son de dimensiones más pequeñas y generalmente con mayor pendiente que los abanicos aluviales, apareciendo localizados preferentemente en la salida de pequeños barrancos que desembocan en un valle de fondo plano. Los abanicos aluviales, más amplios y aplanados que los conos, se desarrollan sobre las llanuras de inundación y las terrazas bajas, sobre las que progradan, siendo los más significativos los que aparecen sobre las terrazas y en la vega del Sequillo y Valderaduey.

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

2.2.5. Limos y arcillas. Depósitos de zonas encharcadas (y terrazas lacustres) (6). Pleistoceno-Holoceno

En este apartado se describen terrazas ligadas al endorreísmo local (antiguas condiciones de drenaje deficiente) de los paleo-interfluvios de algunos ríos de este sector de la Cuenca. Las más importantes son las existentes en la parte oriental de la Hoja, disectadas por el río Valdejinete, subsidiario del Carrión. Hay también terrazas y formaciones de este tipo en la parte central de la Hoja, hoy en día parcialmente disectadas por el Sequillo y afluentes.

En la vecina Hoja oriental de Palencia (273) se observa que los depósitos incididos por el Valdejinete están relacionados con la depresión cerrada de la Laguna de La Nava (Palencia). Forman, pues, superficies que se han originado por el endorreísmo temporal que existió en esta zona, antes de ser capturada y erosionada por el Carrión y afluentes. De acuerdo con la descripción que realizan MOLINA y PORTERO (en PORTERO y del OLMO, 1982), para la Hoja colindante de Palencia (273), los dos niveles de terrazas que aquí aparecen estarían dentro del grupo de las bajas (con cotas relativas sobre el cauce del Valdejinete a entre +12 m y +5 m).

En la Hoja de Villalón, estas formaciones están constituidos por limos y fangos (provenientes de la Facies Tierra de Campos s.s.), con arcillas hinchables (montmorilloníticas) frecuentes y algún canto esporádico de cuarcita o caliza, así como cantos blandos en su parte basal. Su espesor oscila entre 0,5 y 1,5 m.

2.2.6. Cantos, arenas. Coluviones (8). Holoceno

Son depósitos escasamente representados en la Hoja, dado el escaso vigor del relieve en la misma. Se encuentran en las laderas vertientes a los fondos planos de pequeños arroyos, por lo

que le es atribuible una edad holocena.

Puesto que provienen de la Facies Tierra de Campos, su litología es similar a la de ésta, es decir areno-limo-arcillosa (con algún canto esporádico de microconglomerado, arenisca o costra calcárea), aunque su color es más pardo (menos ocre). Su espesor es de orden decimétrico-métrico.

2.2.7. Arenas y limos, con cantos. Depósitos de deslizamientos (7). Holoceno

En la Hoja de Villalón, sólo se ha distinguido un depósito de deslizamiento, de dimensiones decahémicas, y espesor métrico, en la ladera septentrional (solana) de un pequeño arroyo de fondo plano, afluente derecho del Sequillo.

Está constituido por materiales fundamentalmente areno-limo-arcillosos (con algún canto o bloque esporádico de microconglomerado o arenisca), dada su procedencia de la Facies Tierra de Campos.

Dada su naturaleza litológica fácilmente erosionable, el hecho de que conserve aún su morfología es indicativo de su edad reciente, por lo que le es atribuible una edad holocena.

3. 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 Villalón de Campos, al encontrarse en una posición central 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 debe localizarse a cotas variables entre 100 y -100 m respecto del nivel del mar, según se considere la parte más suroccidental o la más nororiental de la Hoja, respectivamente. Teniendo en cuenta que la altitud promedio de la Hoja es de unos 780 m sobre el nivel del mar, el espesor de Terciario oscila, por tanto, entre los 680 y 880 m. Asimismo, y según dichas interpretaciones, el techo de los materiales sintectónicos debe localizarse a unos 400-300 m (según se considere la parte suroeste o la noreste de la Hoja) sobre el nivel del mar, es decir, que en el conjunto de la Hoja deben presentarse del orden de 380-580 m de materiales post-tectónicos, de edad fundamentalmente Mioceno y quizá también Paleógeno alto.

Las características tectónicas referidas a esta Hoja son, por tanto, muy limitadas, por no decir inexistentes, puesto que los materiales que en ella afloran se caracterizan por su disposición horizontal o subhorizontal, con una muy ligera pendiente deposicional hacia el sur. La disposición de la red hidrográfica, hacia el sur (centro de la Cuenca) en los cauces principales de la Hoja y aproximadamente dendriforme en sus afluentes secundarios, es completamente normal, sin presentar síntomas de anomalías geomorfológicas, indicativos de posible Neotectónica.

No obstante, si se considera un sector más amplio, son de interés:

Los lineamientos, bien conocidos, que definen algunos ríos, tales como el Valderaduey (NE-SO).

Los datos indicados por GRACIA *et al.* (1991) que señalan la existencia de una posible banda de deformación de dirección ENE-OSO, de unos 50 km de anchura, que cruza la parte norte de la Cuenca del Duero, desde el sur de Villafáfila (OSO) al norte de Palencia (ENE), marcada en superficie por anomalías del trazado (de orientación N 60° E, muy constante) de la red hidrográfica. Esta banda es interpretable como una densa familia de fracturas escalonadas ("shear planes") de escaso salto, desarrolladas sobre el relleno de la Cuenca, y generadas como fallas R (Riedel), generadas por el movimiento incipiente de desgarramiento sinetral, de un supuesto y profundo accidente de zócalo ENE-OSO.

La atribución de los mencionados lineamientos y banda a fracturas de zócalo están avalados por la distribución de las isosistas del terremoto de Zamora del 2/10/61 (PAYO, 1962), que se elongan siguiendo ambas estructuras.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. DESCRIPCIÓN FISOGRÁFICA

Como ya se ha mencionado en el capítulo de Introducción, el relieve de la Hoja es muy suave, con una altura media de 760-780 m. Las cotas más altas (837-836 m) se localizan en la parte septentrional de la misma, entre las localidades de Fontihoyuela y Villanueva de la Condesa, mientras que las más bajas (por debajo de los 730 m) se encuentran en el cauce actual del río Valderaduey y en la llanura aluvial del mismo, situados en la esquina NO de Hoja. Como vértices geodésicos más importantes podemos citar: Navajos (837 m), Somada (836 m), Otrera (822 m), Ángulo (815 m), Villarramiel (778 m), Villalón de Campos (782 m) y Castroponce (742 m).

La red fluvial se encuentra bien desarrollada. En la Hoja existen cuatro “subcuencas” hidrográficas que, nombradas de oeste a este son las siguientes:

La correspondiente al río Valderaduey, en la esquina noroccidental de la Hoja. Este río atraviesa la misma de NE a SO y tiene como tributarios principales a los arroyos de Santa Engracia y San Miguel. El Valderaduey es afluente derecho del Duero, uniéndose con éste a la altura de Zamora.

La que define el Valdeduey, en la parte occidental de la Hoja. El Valdeduey nace en la parte septentrional de la misma y la atraviesa de NNE a SSO, saliendo por la esquina suroccidental. Es afluente izquierdo del Valderaduey, con el que se une a la altura de Villalpando (Zamora).

La del Sequillo, en la parte centro-oriental de la Hoja. Este río atraviesa la Hoja de norte a sur, estando actualmente canalizado en su recorrido por la misma, y tiene como afluentes principales (en su margen derecha) a los arroyos de Estetuado, del Monte, de los Ríos, de Maripelaez, de Hustillejos y de la Fuente. El Sequillo es afluente izquierdo del Valderaduey, con el que se une entre Villalpando y Zamora.

La de los afluentes del Valdejinete, en la parte oriental de la Hoja. El Valdejinete discurre al este, en la Hoja de Palencia (Nº 273), y es afluente del Carrión. El Carrión es afluente derecho del Pisuerga, con el que se une a la altura de Venta de Baños (Palencia). A su vez, el Pisuerga es afluente derecho del Duero, con el que confluye entre Valladolid y Tordesillas.

Así pues, en la Hoja de Villalón de Campos existe una divisoria hidrográfica de importancia entre las subcuencas del Valderaduey y la del Pisuerga. Tal divisoria, como también las que limitan las otras subcuencas, están muy poco definidas en la Hoja, dado el escaso vigor del relieve alomado de la misma.

Fisiográficamente, en la Hoja solo se puede distinguir una unidad, de las definidas por HERNÁNDEZ-PACHECO en 1915, dentro de la Cuenca del Duero, para el Mioceno castellano: La Campiña.

La Campiña, que presenta una morfología inconfundible, con un relieve muy suave y alomado, y cotas por debajo de los 835-810 m, corresponde aquí con la denominada “Tierra de Campos”. Los valles están poco incididos y son frecuentes las zonas con drenaje deficiente, las cuales pueden, o pudieron, llegar a ser focos endorreicos, a veces de extensión considerable, como sucede en el sector oriental de la Hoja.

Según el “Atlas Climático de España” (FONT TULLOT, 1983), que establece una división en regiones climáticas basada en las variaciones en la circulación atmosférica general, en los índices de continentalidad e hídricos y en los regímenes pluviométricos, esta comarca de la Campiña palentina y vallisoletana se halla incluida en la denominada **Iberia Parda Continental Extremada** (Meseta Norte). Esta región se caracteriza por su clima “Mediterráneo Templado frío” al norte y “Mediterráneo Templado”, ambos del interior, con inviernos severos y veranos secos (zona semiárida), insolación abundante y precipitaciones muy irregulares distribuidas entre el otoño, invierno y primavera.

Los parámetros climatológicos más significativos de la zona señalan unas precipitaciones medias

anuales de 400 a 800 mm, apreciándose una tendencia al incremento en dirección N. Las temperaturas medias se cifran entre los 11°-12°C, variando entre los 23°-35°C del mes más cálido, a los 4°- 2°C del mes más frío.

La vegetación autóctona prácticamente ha desaparecido o se encuentra muy degradada en la mayor parte de la Hoja, ya que la escasa competencia del sustrato rocoso y la baja inclinación de las vertientes han permitido el laboreo agrícola en la mayor parte de la extensión que ocupa esta Hoja.

Antecedentes

La bibliografía que existe sobre la zona, relativa a aspectos geomorfológicos concretos, es escasa y de ámbito regional. Los primeros trabajos corresponden a HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915) donde trata sobre la Geología y Paleontología de Palencia, y define las tres unidades clásicas del sector central del Duero: la Campiña, las Cuestas y el Páramo. Más tarde, HERNÁNDEZ-PACHECO (1930) realiza el estudio de la Geología y Paleontología de Valladolid. Posteriormente, hay que citar a BIROT y SOLE (1954), HERNÁNDEZ-PACHECO (1957) y MABESONE (1961). En la década de los 60-70 se realizan trabajos cartográficos generales, tales como el de AEROSERVICE LTD (1967) a escala 1/250.000 de la Cuenca del Duero y el de GARCÍA ABBAD y REY SALGADO (1973) a 1/50.000 del Mioceno y Cuaternario de la provincia de Valladolid.

Otros autores como DANTÍN-CERECEDA (1931), MACAU (1960), PLANS (1970), ESPEJO *et al.* (1973), TORRENT (1976), GUTIÉRREZ ELORZA y PORTERO (1982), PORTERO *et al.* (1982), y MOLINA y ARMENTEROS (1986), realizan aportaciones concretas de los diferentes aspectos geomorfológicos que existen en la zona: áreas endorreicas, paleovertientes, etc. PÉREZ-GONZÁLEZ (1979) estudia el Cuaternario del sector central de la Cuenca del Duero. También son importantes los trabajos de MOLINA y PÉREZ-GONZÁLEZ (1989), MARTÍN SERRANO (1989, 1991, 1994) y PÉREZ-GONZÁLEZ (1989).

Más recientemente, PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, (1994) abordan una descripción general, basada fundamentalmente en una exhaustiva revisión bibliográfica, de los grandes Dominios que desde el punto de vista geomorfológico se establecen en la Cuenca del Duero.

Un significativo avance de la cartografía de la región se produce en las dos últimas décadas, con la realización para el proyecto Plan MAGNA de Mapas Geomorfológicos a escalas 1:100.000 y 1:50.000 con sus respectivas Memorias. En el entorno de la Hoja de Villalón de Campos, son de interés las Hojas colindantes, como la de Palencia (273) de GUTIÉRREZ ELORZA y PORTERO (1982) y la de Villada (234) realizada por NOZAL *et al.* (in press.). Por otro lado, ITGE-ENRESA (1991) realiza el Mapa Neotectónico y Sismotectónico de España a escala 1:100.000, donde se señalan y tratan numerosas anomalías geomorfológicas. Además, se debe citar el Mapa del Cuaternario de España a escala 1:1.000.000, realizado en 1989 y el nuevo Mapa Geomorfológico de España a 1/1.000.000 (in press.). Finalmente, son dignos de mención otros trabajos, derivados de algunas de estas realizaciones cartográficas, tales como los de SUÁREZ RODRIGUEZ *et al.* (1994), NOZAL (1994) y NOZAL y ESPINA (1994).

4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

4.2.1. Estudio morfoestructural

La totalidad de la Hoja pertenece al gran dominio morfoestructural de la Depresión del Duero (Fig. 1), encuadrándose dentro del Sector Central del Duero s.s. de PÉREZ-GONZÁLEZ (1989) y PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.* (1994). Está ubicada en el parte septentrional de este sector, que, al sur y sures-te, contiene los relieves de los Páramos Calcáreos. Al oeste y norte limita con el Sector Noroccidental de PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.* (1994), donde predominan sistemas fluviales importantes y paisajes abiertos formados por altiplanicies aluviales. Al este, limita con el Sector Nororiental donde destacan los depósitos de Raña de Guardo y las acumulaciones fluviales del Carrión y Alto Pisuerga.

Dentro del Sector Central del Duero s.s. se encuentra en la unidad denominada "*Tierra de Campos*", caracterizada por suaves relieves policíclicos y un modelado muy suave, organizado en un sistema de *talwegs* y divisorias poco diferenciadas, sobre fangos ocreos con intercalaciones de paleocanales arenosos del Mioceno, como ya describía PLANS (1970).

Un estudio más detenido permite diferenciar en la Hoja de Villalón dos dominios. El que predomina en la mayor parte de la Hoja se podría denominar de Campiña propiamente dicha, caracterizado por un modelado fluvial con áreas pantanosas y/o encharcadas en la parte central de la Hoja. El segundo dominio se presenta sólo en el sector este de la Hoja, tratándose de la parte más occidental de una gran depresión cerrada, que coincide con la cuenca endorreica de 864 Km² de la antigua Laguna de La Nava (Palencia) formada por los ríos de Valdejinete y Retortillo (MACAU, 1960). En la Hoja de Villalón de Campos se encuentran los emisarios de la margen derecha del Río de Valdejinete.

La actuación de la red fluvial durante el Cuaternario (*s.l.*), mediante procesos erosivos y sedimentarios, ha generado la morfología actual de la zona estudiada (morfogénesis fluvial), la cual se ha labrado sobre un sustrato de litológico de gran homogeneidad y escasa competencia (fundamentalmente, arenas y limos, con algunas intercalaciones discontinuas de conglomerados y calcimorfos, dispuestas subhorizontalmente) que originan formas alomadas suaves, con cerros aislados y algunos replanos esporádicos, que originan un paisaje monótono e isótropo. La morfogénesis fluvial está materializada por los valles NE-SO o N-S de los ríos Valderaduey, Valdeduey y Sequillo, valles con fondo plano y escasos replanos de terrazas, muy poco marcados en dicho paisaje monótono.

El Río Sequillo y el Valderaduey se encuentran totalmente encauzados en su recorrido dentro de esta Hoja. La campiña, drenada por los ríos Valderaduey, Sequillo, Valdeduey y Valdejinete, muestra una red secundaria de corto recorrido bastante densa y con grado de incisión variable, y en el sector septentrional a veces acarreada.

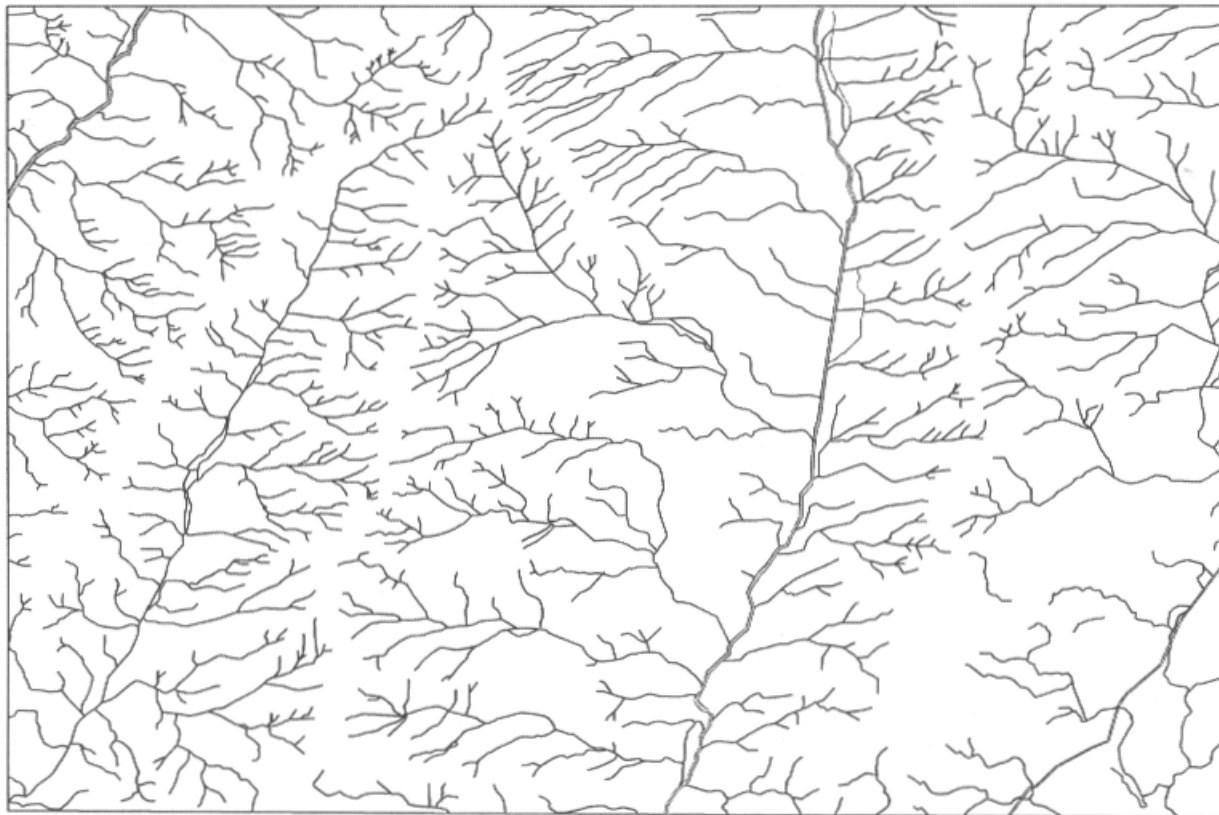


Fig. 1.- Los grandes dominios morfoestructurales de la Depresión del Duero. Tomado de PÉREZ-GONZÁLEZ *et. al.* (1994).

De acuerdo con BARBA MARTÍN (1981a) y con lo expuesto en el Capítulo de Tectónica, se puede considerar que, por su carácter notablemente rectilíneo, tanto el trazado del río Valderaduey como la mayor parte del Valdeduey definen lineamientos, que pueden ser el reflejo de fracturas de zócalo. Además, el Valderaduey presenta un valle de sección asimétrica, con la mayoría de sus terrazas localizadas en la margen derecha, lo que sugiere una persistente tendencia del curso a migrar hacia el SE.

A este respecto, son interesantes los datos aportados por GRACIA *et al.* (1991), donde se postula la existencia de una banda de deformación, a partir de un conjunto de anomalías geomorfológicas que presenta la red fluvial. Esta banda (en la que estaría incluida la Hoja de Villalón) tiene dirección ENE-OSO, y una anchura de unos 50 km, cruzando gran parte de la Cuenca del Duero, desde el sur de Villafáfila (OSO) hasta el norte de Palencia (ENE). En esta banda, sobre las márgenes occidentales de los cursos fluviales de la red secundaria, sus tributarios presentan un trazado N 60° E, como si quisieran fluir aguas arriba. Esta peculiar distribución de la red, con cauces rectilíneos a "contrapendiente" en las márgenes occidentales y "normal" en las márgenes orientales, y ambas con la misma dirección aproximada (N60E), se interpreta que debe corresponder a una densa familia de fracturas escalonadas ("*shear planes*") de escaso salto, desarrolladas sobre el relleno de la cuenca. Considerándose a estas como fallas R (Riedel), generadas por el movimiento incipiente de desgarre sinistral, de un supuesto y profundo accidente de zócalo de trazado ENE-OSO.

Salvo las anomalías geomorfológicas citadas, que en la Hoja se manifiesta por un drenaje paralelo en algunas zonas, la red hidrográfica de los afluentes de los ríos principales citados adopta una disposición dendrítica sin direcciones preferentes (Fig.2), más incidida (y con cárcavas ocasionales) en su parte superior.



E.: 1:200.000

Fig. 2.- Esquema de la red de Drenaje de la Hoja de Villalón de Campos

4.2.2. ESTUDIO DEL MODELADO Y FORMACIONES SUPERFICIALES

Como ya se ha comentado anteriormente, el encajamiento y jerarquización de los ríos que circulan por la Depresión del Duero, sucede desde hace millones de años y prosigue en la actualidad. Se produce sobre materiales terciarios provocando una pérdida de volumen en la Cuenca, además del reciclaje de los materiales cuaternarios previamente depositados.

Las características litoestructurales de los materiales terciarios de la Hoja (arenas, limos y arcillas, con disposición subhorizontal), permite considerarlos como homogéneos y fácilmente erosionables en conjunto, aunque algunos niveles carbonatados, más resistentes, originan resaltes, por erosión diferencial, reflejando el carácter estructuralmente horizontal de la pila sedimentaria terciaria. El agente principal o proceso generador que ha condicionado el modelado de la Hoja, ha sido la morfogénesis fluvial, y en menor medida la lacustre-endorreica, la de gravedad-vertiente y la ligada a la actividad antrópica.

A continuación se describen las diferentes morfologías (formas), tanto de acumulación como de erosión, derivadas de la actuación de los agentes externos, que se describirán agrupadas según el tipo de proceso generador, correspondiendo la numeración que se indica a la marcada en el Mapa Geomorfológico.

Formas estructurales (1 a 4)

La erosión diferencial sobre las capas más duras de la Hoja (niveles carbonatados, sobre todo y, en menor medida, paleocanales microconglomeráticos, etc.) origina rellanos subhorizontales (**superficies estructurales degradadas**), delimitados por escarpes (**escarpes estructurales**). Se han diferenciado dos tipos de escarpes en el Mapa Geomorfológico: aquellos en los que el escarpe es inferior a 100 m, y aquellos otros en los que es inferior a 25 m.

Estas formas se observan dispersas en la Hoja, localizándose preferentemente sobre los interfluvios principales, teniendo más importancia en la parte meridional de la misma, en el entorno de las localidades de Villabaruz de Campo y Capillas (donde ocupan posiciones topográficas relativamente bajas: entre los 770 y los 750 m, de oeste a este) y en la esquina noroeste.

Algunos de estos replanos, en general de pequeñas dimensiones, quedan resaltados con respecto al entorno circundante, como cerros testigo de cumbre plana. Cuando la cobertera (detrítica) que los protege desaparece por erosión, evolucionan a **cerros cónicos**.

Formas de laderas (5 a 7)

Se han separado dentro de este tipo de formas exógenas los **coluviones**, originados por la acción conjunta de la gravedad, soliflucción y arroyada laminar en las laderas. Cartográficamente se ha limitado su representación pues gran parte de las **vertientes** de la Hoja se encuentran **regularizadas**, estando recubiertas de cantos y material fino que enmascara el sustrato terciario. Tanto de los coluviones como de las laderas regularizadas, sólo se han representado los más importantes

en el Mapa Geomorfológico.

Existen además puntualmente fenómenos gravitacionales asociados a las vertientes, consistentes en pequeños deslizamientos.

Formas fluviales (8 a 21)

Dentro de las formas fluviales con depósito (formaciones superficiales), destacan las terrazas, así como la llanura de inundación (con meandros abandonados), los fondos de valle, abanicos aluviales y conos de deyección. Como formas erosivas de génesis fluvial, están presentes las marcas de arroyada, la incisión lineal en “v” (barrancos) y las cárcavas, habiéndose distinguido también en el Mapa, los cursos fluviales permanentes, las divisorias de aguas (poco definidas) y los manantiales.

Las terrazas (junto con sus escarpes, a veces degradados) representan los distintos momentos de estabilidad entre las sucesivas etapas de encajamiento del sistema fluvial, constituyendo una de las formas más interesantes para reconstruir la evolución cuaternaria de los valles. La llanura aluvial o llanura de inundación representa los depósitos más recientes de los cursos fluviales mayores. Como ya se ha comentado anteriormente, la división en terrazas altas, medias y bajas, aun siendo totalmente arbitraria, intenta mantener una cierta relación temporal con el Pleistoceno inferior, el Pleistoceno medio y el Pleistoceno superior-Holoceno (AGUIRRE, 1989; MOLINA y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1989).

Las terrazas mejor representadas en la Hoja son las de los ríos Valderaduey, Sequillo y Valdeduey. La numeración y ordenación de estas terrazas corresponde a la homologación que se ha hecho en el Mapa Geomorfológico para el sistema de terrazas del río principal, de acuerdo con sus cotas respecto a su cauce actual, considerando todas las terrazas del sistema, aunque no todas ellas estén comprendidas en la Hoja. En la Tabla I se presenta la ordenación y correlación de las terrazas de dichos ríos en la Hoja.

TERRAZAS FLUVIALES	VALDERADUEY	VALDEDUEY	SEQUILLO
T. ALTAS	-----	-----	-----
T. MEDIAS	-----	-----	-----
T. BAJAS	+20 c		+20-18 c
			+12 -10 d
	+7-5 e		+5 e
	+2 f	+2 f	+2 f

Tabla I.- Correlación de los niveles de terrazas correspondientes a los diferentes sistemas fluviales presentes en la Hoja de Villalón.

El Río Valderaduey, en su proceso de encajamiento ha dejado en el tramo bajo una serie de niveles de terrazas escalonadas, colgadas o solapadas, preferentemente en la margen derecha. Para este río aparecen niveles de terrazas escalonadas (como se observa en el corte geomorfológico I-I') a +20 m, +7-8 m, y a +2 m: **Tc**, **Te**, y **Tf**. Todas ellas son terrazas bajas respecto al sistema fluvial en su conjunto. La terraza más baja **Tf** se desarrolla en ambas márgenes, pero con más extensión en la margen izquierda. La llanura de inundación presenta poca extensión superficial a lo largo de la Hoja, estando desarrollada a entre +2 m y +1 m, sobre el lecho actual.

El Río Sequillo, por su parte, también presenta una serie de terrazas bajas, preferentemente en su margen derecha, en el sector más septentrional de la Hoja. Al igual que el Valderaduey, presenta escaso desarrollo en las terrazas **Tc** (+20-18 m), **Td** (+12-10m), **Te** (+5 m) y **Tf** (+2 m).

Además, también existen terrazas en otros ríos, como son las del Río Valdeduey y las del Arroyo de Los Ríos-Berruez, a las cuales se les ha asignado la letra (**f**) en función de la terraza del curso principal con la cual podrían enlazar (Terrazas bajas del Valderaduey y Sequillo respectivamente).

A continuación se exponen los datos de que se dispone respecto a la litología, textura, consolidación y ordenamiento, de las terrazas y de la llanura de inundación.

La potencia de las terrazas es variable, aunque lo normal es que esté comprendida entre 1,5 y 2 m. A techo, suele desarrollarse un suelo más o menos evolucionado, y en función de la antigüedad del nivel, dan lugar a suelos aluviales, suelos pardos de vega, y suelos pardo-rojizos para los niveles más altos. En los niveles más bajos, y sobre todo en la llanura de inundación, el perfil se desarrolla sobre un nivel limoso (de inundación) de cierta importancia.

Los depósitos de las terrazas de los diferentes sistemas fluviales, tienen una litología bastante parecida. En general, se tratan de gravas, arenas y limos, diferenciándose en los porcentajes de cada uno de ellos, tipos de cantos predominantes y estructuración interna más o menos acusada. Las terrazas presentan ordenamientos internos: estratificaciones cruzadas, imbricaciones de cantos, barras laterales discontinuas, a veces con moderada clasificación de cantos; y otras veces, su aspecto es masivo sin clasificación de cantos y sin gradaciones. En general el grado de cementación es bajo a medio. El grado de redondeamiento varía entre subangulosos a muy redondeado.

Las terrazas del Valderaduey presentan un espectro litológico grueso, con alto porcentaje (60-70%) de cantos y gravas con características litológicas bastante comunes: alto contenido en cantos de cuarcitas y en menor proporción, de areniscas y cuarzo como elementos mayoritarios. Los tamaños de canto oscilan entre 4 y 25 cm de diámetro, siendo la matriz arenosa amarillenta y mayoritariamente silíceo. Aguas abajo presenta un contenido, cada vez mayor, de intraclastos calcáreos (terciarios), A veces se aprecian cementaciones carbonatadas, generalmente de forma pelicular (*coats*), envolviendo los cantos.

Las terrazas del Río Sequillo están, por el contrario, constituidas mayoritariamente por arenas y gravas de intraclastos calcáreos y esporádicas cuarcitas.

La llanura aluvial de los ríos Sequillo y Valderaduey presenta unos depósitos similares a las terra-

zas pero con un horizonte, a techo, de limos grises o pardos que por su fertilidad, constituye las llamadas “vegas” de los ríos, de gran interés agrícola. Los lechos actuales de estos dos ríos se encuentran encauzados a lo largo de su recorrido dentro de la Hoja, con lo que su funcionalidad hoy en día es prácticamente nula.

El régimen de escorrentía, con caudales mínimos y máximos extremos, unido a un drenaje indeciso, con numerosos y poco profundos cauces, propiciaron frecuentes inundaciones en los ríos Valderaduey y Sequillo, tanto en tiempos históricos como recientes (la última, catastrófica, en el invierno de 1959-60), anegando y depositando limos a lo largo de todo el valle. Los frecuentes desbordamientos obligaron a encauzarlos artificialmente, excavándose un único y rectilíneo cauce, reforzado por dos diques laterales.

En la llanura de inundación se presentan huellas de antiguas zonas de circulación de agua, cauces o **meandros abandonados**, a menudo conservados como zonas encharcadas.

Los **fondos de valle** son aquellos depósitos que ocupan y tapizan las partes bajas de los valles y barrancos de la red secundaria. Su génesis puede ser puramente fluvial y más frecuentemente mixta, con aportes generados en las vertientes (solifluxión). Los depósitos más representativos se encuentran repartidos por toda la Hoja, incluyéndose en el sector oriental fondos de valle de arroyos emisarios del Río Valdejinete (situado al este, fuera ya de la Hoja). Son pequeños valles de fondo plano y barrancos de funcionamiento estacional, formados por materiales de carácter aluvial o por la combinación de éstos con los aportes de las laderas (aluvial-coluvial). Entre los más desarrollados destacan el del Río Valdeduey en la zona más próxima a su nacimiento, el del Arroyo Berruez, y el que forma el Arroyo Corredizas en su confluencia con el Arroyo El Toro (del sistema del Río Valdejinete).

Sobre las llanuras de inundación, las terrazas, los fondos de valle y en la desembocadura de cursos de orden menor, aparecen otras formas de acumulación como son los **abanicos aluviales** planos y los **conos de deyección**. Estas formas tienen un mismo origen, diferenciándose por la mayor dimensión de los primeros, así como su menor pendiente longitudinal y un perfil convexo más suave. Destacan por su tamaño, los abanicos aluviales planos que se han desarrollado sobre la llanura aluvial del río Sequillo en su margen derecha, procedentes de los arroyos del sector occidental de dicho río. Dada su escasa pendiente, estos abanicos son, muchas veces, confundibles con dicha llanura.

Otras formas denudativas son las **cárcavas**, formas que con diferente desarrollo están presentes al norte de la Hoja. Son consecuencia de la incisión lineal por barrancos, en aquellas laderas y/o escarpes de formas más o menos planas colgadas. A la vez, la **incisión lineal** es patente en muchas de las vertientes de los arroyos de la red secundaria, que afecta a los sedimentos detríticos de la Hoja de Villalón.

En el Mapa Geomorfológico, se han señalado las líneas **divisorias de aguas**, tanto en los interfluvios principales como en algunos secundarios, tales como el del Río Valdeduey (afluente del Valderaduey).

Formas lacustres y endorreicas (22 a 25)

En el Mapa Geomorfológico, se han delimitado las principales formas lacustres y endorreicas que se encuentran en la Hoja, destacando las zonas de **áreas pantanosas** en el sector central de la misma, entre las divisorias de aguas de la cuenca del Valderaduey y la del Sequillo. La mayoría de estas zonas endorreicas se encuentran conectadas con arroyos actuales, o bien cercanas a ellos. En general, son charcas o zonas de lagunas desecadas, de formas redondeadas u ovoides, ligeramente deprimidas y de drenaje deficiente, no faltando algún ejemplo de **laguna estacional** pequeña.

También hay que resaltar, dentro de este grupo, las **terrazas lacustres**, en varios casos limitadas por **rebordes**, del sector oriental de la Hoja, que están relacionadas con el Río Valdejinete y otros emisarios de la antigua Laguna de La Nava (cuenca endorreica), situados al Este, en la Hoja de Palencia (Nº 273). Como se observa en la Tabla II, en esta Hoja afloran parte de las terrazas bajas del Río Valdejinete, la **Tk** (+12-10m) y **TI** (+ 5m) respecto al cauce actual. Forman parte de un sistema de superficies escalonadas, situadas en los interfluvios y bordes de la depresión endorreica de La Nava. La litología de estos depósitos es variada, predominando la derivada de los fangos de Tierra de Campos (limos y fangos) con arcillas hinchables y algunos cantos cuarcíticos y calcáreos esporádicos.

TERRAZAS LACUSTRES	VALDEJINATE
T. BAJAS	
	+12-10 k
	+5 l

Tabla II.- **Niveles de terrazas correspondientes al sistema lacustre-endorreico de la Laguna de Nava, presentes en la Hoja de Villalón.**

De acuerdo con GUTIÉRREZ ELORZA y PORTERO (1982), estas superficies se generan en áreas endorreicas, por cursos de red difusa y funcionalidad temporal, reflejando los escalonamientos los distintos momentos del paso a condiciones exorreicas, por captura de la red del Carrión.

Como ya se ha comentado anteriormente, en la actualidad esta zona endorreica está totalmente disecada y saneada, estando los cursos fluviales totalmente encauzados, de manera artificial.

Formas antrópicas (26 a 28)

Las formas que se han diferenciado en este apartado pertenecen a los asentamientos, y actividades humanas, en general, más destacadas: canales, canteras y escombreras de núcleos urbanos.

En cuanto a **canales**, se ha marcado el Canal de Campos, que corta la Hoja por su ángulo suroccidental. Las **canteras** marcadas se encuentran en las riberas o llanuras de inundación de los ríos, correspondiendo a extracciones para áridos. Respecto a **escombreras y vertederos**, se han seña-

lado los existentes (de muy pequeña entidad) junto a la población de Capillas, en el ángulo sures-te de la Hoja.

4.2.3. Evolución dinámica (Historia geomorfológica)

Considerando la zona donde se ubica la Hoja, así como las características litológicas del sustrato y la ausencia de controles tectónicos importantes, según se ha descrito anteriormente, la evolución dinámica de la zona se caracteriza por una morfogénesis de disección fluvial.

Esta morfogénesis se inicia a partir de un paisaje finieógeno dominado por la sedimentación (al menos para este sector de la Cuenca) en un contexto de abanicos aluviales húmedos de alta efica-cia de transporte, procedentes del borde norte, cantábrico, de la Cuenca. En este contexto se generan los últimos episodios sedimentarios miocenos y se depositan, finalmente, los abanicos cuarcíticos conocidos como "Rañas", que progradan hacia el interior de la Cuenca. La disección se inicia a partir de dichos abanicos (o se inició ya con ellos), y según los mismos cursos fluviales que los han generado, es decir según los grandes ríos cantábricos Esla, Cea y Carrión.

El comienzo del proceso de disección, que habitualmente se ha considerado como el tránsito Neógeno-Cuaternario, habría sido consecuencia de la captura de la Cuenca del Duero por la red fluvial que progresa desde el Atlántico, con diferente grado de disección según los diversos sec-tores de la Cuenca. Necesariamente se trata de un proceso progresivo a nivel cuencal, por lo que no debe ser considerado un límite cronológico preciso, sino más bien heterócrono (MARTÍN-SERRANO, 1988, 1991).

Así pues, a partir de las Rañas, tiene lugar el encajamiento de los grandes ríos cantábricos Esla, Cea y Carrión, entre los que se sitúa la Hoja, progresando el encajamiento precisamente en ese orden, es decir hacia el este. A lo largo de este proceso se produce la erosión y el vaciado del relleno neógeno y se desarrollan numerosos niveles de acreción lateral que constituyen las terrazas, conformando una serie de plataformas escalonadas a partir del techo de los depósitos de Raña.

Ligeramente retardada en el tiempo, se habría originado y encajado la red secundaria autóctona de la propia Cuenca, constituida por los ríos Valderaduey, Sequillo, Valdeduey y Valdejinete y, por último, la red menor de arroyos y barrancos. La morfología disimétrica de los valles y de las terrazas, reflejan en el Valderaduey una migración también hacia el este.

En el Holoceno la morfogénesis fluvial continúa, reflejándose en los depósitos más recientes de los ríos, y que junto con otros procesos morfodinámicos que tienen lugar en las vertientes, tien-den también a rebajar los interfluvios.

4.2.4. Morfodinámica actual-subactual y tendencias futuras

En la Hoja de Villalón, la estabilidad tectónica, el escaso vigor del relieve y el clima imperante en la misma, son los factores principales que determinan la práctica inexistencia de procesos geoló-

gicos recientes de importancia, tanto denudativos como sedimentarios.

La arroyada difusa, la incisión en barrancos, el desarrollo de algunas cárcavas y los procesos de ladera, tienden a rebajar los interfluvios con el fin de conseguir un mayor equilibrio y homogeneización del relieve. Por otro lado, los procesos fluviales de sedimentación actual se presentan en los fondos de valle con formación de pequeños conos de deyección (que pueden ser activos estacionalmente) a la salida de cursos menores, así como en las zonas activas de los cauces mayores. En cuanto a las áreas endorreicas, pueden agrandarse o retraerse, en función de años lluviosos o secos.

De cara a un futuro próximo, no se prevén cambios sustanciales en los procesos actuales descritos ni, por tanto, disequilibrios morfológicos.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

La Historia Geológica del conjunto de la Cuenca del Duero, donde se localiza la Hoja de Villalón de Campos, 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 late-ritico 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 de la actual Península Ibérica. 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 presente Hoja. A finales del Cretácico y, sobre todo, a partir del Maastrichtiense, comienza a instalarse en la parte oriental de la actual Cuenca del Duero, un régimen diferente (paso de condiciones marinas a continentales, puesto de manifiesto mediante la instalación de ambientes litorales salobres restringidos), relacionado con el comienzo de las fases alpinas compresivas.

En el borde oeste de la Cuenca, 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 fragmentación del área cambia el entorno geográfico. Se crearon pequeños valles de origen tectónico, y de dirección N-S, y otros, más importantes, orientados NE-SO, que tienen su máxima expresión actual en la fosa de Ciudad Rodrigo, y en la falla de Alba-Villoria. En las partes más centrales de la Cuenca, se crearon altos y depresiones de origen tectónico, que fueron desmantelados y sepultados 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 encajamiento de la red hidrográfica.

Durante todo el Paleógeno se van perfilando los relieves que constituyen los bordes activos norte (C. Cantábrica), este (C. Ibérica) y sur (Sistema Central), de la Cuenca y otros relieves en el interior de la misma. El final del Paleógeno parece 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. Es básicamente durante el Oligoceno cuando se acentúan los mayores relieves de dichos bordes activos, mientras que otros relieves, en el interior de la misma, son posteriormente sepultados y enrasados (en el Mioceno inferior) por el relleno posterior.

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 suroeste 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. 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-medio, 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.l.*) que en la Hoja de Medina de Rioseco y en gran parte de la Cuenca se presenta en facies de llanura de inundación, con abundantes desarrollos 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 esta facies desagaba hacia el surco Ebro-Rioja. Ello obedece a una probable retracción hacia el este del cuerpo lacustre indicado anteriormente para el Mioceno inferior-medio, 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 vecina Hoja meridional 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 final, importantes fenómenos de edafización y karstificación, en condiciones de estabilidad tectónica en los márgenes de la Cuenca.

En un momento indeterminado, probablemente al final del Mioceno, o en el Plioceno, comienza en la Hoja la gliptogénesis fluvial, esto es, 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.

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

Durante el Pleistoceno se va definiendo la red fluvial actual. 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. 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.

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1. RECURSOS MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES

Dada la constitución geológica de la Hoja, sólo existen posibilidades para arcilla y/o arena en el Terciario (Facies Tierra de Campos *s.l.*). En cuanto a graveras, el carácter frecuentemente poligénico de los aluviales, fondos de valle y terrazas de los ríos de la Hoja, debido a su carácter "autóctono", es decir, naciente dentro de la Cuenca terciaria, limita el interés de los mismos.

En el ámbito de la Hoja, sólo han existido dos explotaciones, en el Terciario: una en el término municipal de Villarramiel (Palencia) y otra, en el de Ceños de Campos (Valladolid).

En Villarramiel, se explotó arcilla mediante cantera (cantera "Guerra"), y por un número muy limitado de operarios, inmediatamente al noreste de la población, junto a la carretera 610. El material se destinaba, principalmente, a una pequeña industria cerámica adyacente.

En Ceños de Campos, hay referencias de una pequeña explotación de arena, hoy en día inactiva, a unos 4,5 km al SSE de la población (en el punto de coordenadas X: 323.400; Y: 4653.800).

6.2. HIDROGEOLOGÍA

La Hoja de Villalón de Campos, de acuerdo con la distribución de los Sistemas Acuíferos en la Península (NAVARRO *et al.* 1989), formaría parte del Sistema Acuífero nº 8 (Región Norte o del Esla-Valderaduey). En función del conjunto de materiales descritos en la Hoja, se pueden diferenciar dos tipos de acuíferos: superficiales (libres) y profundos (confinados o semiconfinados) (Fig. 3).

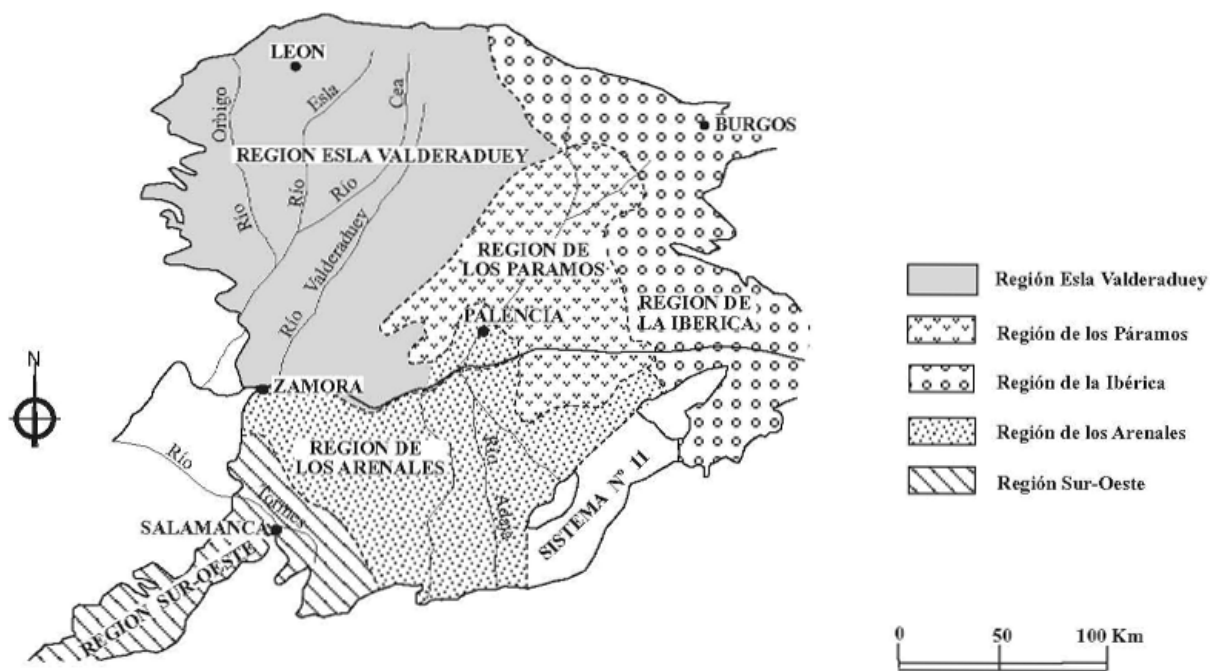


Fig. 3.- Distribución de los Sistemas Acuíferos en la Cuenca del Duero. Tomada de Navarro *et.al.*(1989)

6.2.1. Acuíferos superficiales

Presentan como característica común el encontrarse próximos a la superficie del terreno y comportarse hidrodinámicamente como acuíferos libres. Se recargan por infiltración de lluvia y, más raramente, por escorrentía superficial. Su explotación se realiza mediante pozos excavados de gran diámetro (1-3 m) y poca profundidad (3-10 m).

Los acuíferos superficiales más importantes corresponden a las llanuras aluviales de los ríos, incluyendo, además de los depósitos aluviales en sentido estricto (fondos de valle y llanura de inundación), a las terrazas más bajas, con las que pueden estar conectados.

El interés de estos acuíferos es escaso, debido al poco espesor saturado y a las bajas permeabilidades y transmisividades que presentan, pudiendo cubrir, no obstante, pequeñas necesidades puntuales. Localmente, se pueden obtener caudales interesantes en las llanuras aluviales de los principales cursos fluviales, en algunos casos por drenaje diferido de las aguas del propio río, aunque presentan el inconveniente de la alta vulnerabilidad frente a la contaminación.

6.2.2. Acuíferos profundos

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

Litológicamente, están constituidos por niveles discontinuos (lentejonares) de conglomerados y arenas de potencia métrica, intercalados en una matriz semipermeable de limos arenosos y arcillas, que funcionan en conjunto como un acuífero único heterogéneo y anisótropo, definiendo un modelo de "acuífero multicapa". La circulación del agua subterránea se establece desde los interfluvios hacia los ríos, en cuyos valles son frecuentes los sondeos surgentes. El nivel piezométrico es variable en la vertical de un pozo, en función de la profundidad del mismo.

Los caudales específicos obtenidos son muy variables (0,5-35 l/seg.), al igual que los otros parámetros hidráulicos, que también están condicionados por la distribución, potencia y frecuencia de los niveles de arenas y gravas atravesados, así como por la granulometría de éstos y de la matriz que contienen. Asimismo, influye muy directamente la técnica de perforación efectuada y el posterior "desarrollo del pozo".

En cuanto a calidad química, las aguas obtenidas suelen ser de tipo bicarbonatadas calcico-magnésicas, y aptas para el consumo humano.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE LTD. (1967).- Mapa Geológico de la Cuenca del Duero, E. 1.250.000. *Inst. Nacional de Colonización-IGME*. Madrid.
- AGUIRRE, E. (1975).- División estratigráfica del Neógeno Continental. *Est. Geol.*, 31; 587-595.
- AGUIRRE, E. (1989).- El límite inferior del Pleistoceno. En: *Mapa del Cuaternario de España*. ITGE, 87-94.
- 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.
- ALONSO, J.L., PULGAR, J.A., GARCÍA RAMOS, J.C. Y BARBA, P. (1996).- Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). En: *Tertiary Basins of Spain*. Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds). Cambridge University Press.
- ÁLVAREZ SIERRA, M. A., CIVIS, J., CORROCHANO, A., DAAMS, R., DABRIO, C. J., GARCÍA, E., GONZÁLEZ, A., LÓPEZ, 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 Torremorjón (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).
- 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.
- BARBA MARTÍN, A. (1981 a).- Memoria y *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000 N° 270 (Benavente) 2° Serie-MAGNA. IGME. Madrid. 32 pp.
- BARBA MARTÍN, A. (1981 b).- Memoria y *Mapa Geológico de España* a E.1:50.000 N° 271 (Valderas). 2° Serie-MAGNA. IGME. Madrid. 19 pp.
- BERGONIOUX, F. Y CROUZEL, F. (1958).- Les mastodontes de l'Espagne. *Est. Geol.*, 14; 223-365.
- BIROT Y SOLÉ, L. (1954).- Recherches morphologiques dans le Nord-Ouest de la Peninsule Iberique. *Mem. Doc. C. N. R. S.*, 4, 9-61. París.
- 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.
- COLMENERO, J.R.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; MANJÓN, M. Y VARGAS, I. (1982).- Evolución de la sedimentación terciaria en el borde N. de la Cuenca del Duero entre los valles del Torio y Pisuerga (León-Palencia). *I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero*, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME, VI (I), 171-181.
- COLMENERO, J.R.; MANJÓN, J.; GARCÍA-RAMOS, J.C. Y VARGAS, I. (1982).- Depósitos aluviales cíclicos en el Paleógeno del borde N. de la Cuenca del Duero (León-Palencia). *I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero*, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME, VI (I), 185-196.
- 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.
- 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 SANTONJA, J. (1960).- El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica. *Notas y Comun.* 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. *Tomo extr. de la Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 215-227.
- 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.
- DANTÍN CERECEDA, J. (1931).-La cuenca endorreica de La Nava (Palencia). *Asoc. Esp. Prog. de las Ciencias. 12 Congr. Barcelona*, 1929. Secc.II, T.III y IV. 97-100. Madrid 1931.
- ESPEJO, R.; TORRENT, J. Y ROQUERO, C. (1973).-Contribución a la caracterización de niveles de terrazas fluviales en ríos españoles. *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat. (Geol.)*, T. 71; 231-236.
- GARCÍA ABBAD, F.J. Y REY SALGADO, J. (1973).-Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de

Valladolid. *Boletín Geológico y Minero*, 84.213-227 pp.

- GOUDIÉ, A.S. (1983).- Calcrete. En: *Chemical Sediments and geomorphology. Precipitates and residua in the near surface environments*, (A. S. Goudie y P. Kenneth, Eds). Academic Press. London: 93-131.
- GRACIA PRIETO, F. J.; MORENO F. Y NOZAL, F. (1991).- Neotectonics and associate Seismicity in the NorthWestern Duero Basin. *Monografías IGN*, N° 8; 255-267.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. Y CARRERAS, F. (1982).- Esquema geomorfológico y geomorfología. En: *Memoria del Mapa Geológico a E. 1:50.000 n° 197 (Carrión de los Condes)*. 2ª Serie-MAGNA, IGME, pp.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. Y OLIVE, A. (1982).- Esquema geomorfológico y geomorfología. En: *Memoria del Mapa Geológico a E. 1:50.000 n° 235 (San Cebrian de Campos)*. 2ª Serie-MAGNA, IGME, pp.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. Y PORTERO, J.M. (1982).- Esquema geomorfológico y geomorfología. En: *Memoria del Mapa Geológico a E. 1:50.000 n° 273 (Palencia)*. 2ª Serie-MAGNA, IGME, pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1912).- "Observaciones con motivo del descubrimiento de Mastodontes en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia)" *Bol. R. Soc. Esp. Histo. Nat.*, 12,68-69 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915).- Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Trab. Com. Invest. Paleont. Prehist*, 5, 204 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1921).- "Descubrimientos paleontológicos en Palencia. Las tortugas fósiles gigantes". *Iberia*, 328-330 pp. Tortosa.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1930).- Fisiografía e historia geológica de la altiplanicie de Castilla La Vieja. *Anales de la Univ. de Valladolid*, 9, 129-142 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1930).- Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid. *Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehist*, 37: 38-95.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1932).- *Síntesis fisiográfica y geológica de España*. Trabajos Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Geol., 38: 584 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1957).- Las formaciones de raña de la Península Hispánica. *Resúmenes des Comun. V Congreso Internacional INQUA.(Madrid-Barcelona)*, 78-79.
- IGME (1970).- Mapa Geológico de España a escala 1:200.000 (Síntesis de la Cartografía existente), núm. 19 (León). *Publicaciones del IGME*. Madrid.
- ITGE-ENRESA (1991).- Mapa Neotectónico y Sismotectónico de España a escala 1/100.000. Inédito.

- LÓPEZ, N. (1977).- Revisión sistemática y bioestratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario Inferior de España. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 470 pp.
- LÓPEZ, N. (1977).- Nuevos Lagomorfos (Mammalia) del Neógeno y Cuaternario Español. *Trab. Neóg. Cuat.* ILM (CSIC), Madrid, 8, 7-46.
- 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.
- MABESOOONE, J.M. (1959).- Tertiary and Cuaternary Sedimentation in a part of the Duero Bassin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded*, 24; 31-180.
- MABESOOONE, J.M. (1961).- La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia). *Est. Geol.*, 17 (2); 101-130.
- MACAU, F. (1960).- Assechement et mise en irrigation de "La Nava de Campos". 5.000 Ha. *Int.Comm.Irr. and Drain. 4' Congr.Irr. and Drain. Madrid 1960*. Reports for Discusion. Question II Part. I. R. I. to 20. 11305-11332.
- MANJÓN, M.; COLMENERO, J.R.; GARCÍA-RAMOS, J.C. Y VARGAS, I. (1982).- Génesis y distribución espacial de los abanicos silicioclásticos del Terciario superior en el borde N de la Cuenca del Duero (León-Palencia). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero*. Salamanca, 1979, *Temas Geológico Mineros*, VI (I), IGME, 357-370.
- MANJÓN, M.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R. Y VARGAS, I. (1982).- Procedencia, significado y distribución de diversos sistemas de abanicos aluviales con clastos poligénicos en el Neógeno del borde N. de la Cuenca del Duero. *I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero*, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*, IGME, VI (I), 373-388.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988).- *El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico*. Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo. CSIC. Diputación de Zamora. 306 pp.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1989).- Características, rango, significado y correlación de las series ocre del borde occidental de la Cuenca del Duero. *Studia Geologica Salmanticensis*. Vol. 5. Ediciones Universidad de Salamanca. 239-252.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1991).- La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica Alpina. *Rev. Soc. Geol. España*, 4 (3-4), 337-351.

- MARTÍN-SERRANO, A. (1994).- Macizo Hespérico Septentrional. *Geomorfología de España*. Ed. Rueda. 25-62.
- MARTÍN-SERRANO, A., MAESTRO GONZÁLEZ, A., NOZAL MARTÍN, F., SALAZAR RINCÓN, A. Y SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. (in prep.).- *Mapa Geomorfológico de España y del Margen Continental, Escala: 1: 1.000.000*. Guía para su elaboración. IGME, Madrid, 120 pp. Ed. A. Martín-Serrano, IGME.
- 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. (1988).- Controles sedimentarios neógenos en la Depresión del Duero (Sector Central). *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 1 (1-2): 187-195.
- MEDIAVILLA, R.M. Y DABRIO, C.J. (1989).- Análisis sedimentológico de los conglomerados de Tariego (unidad 4, neógeno de la depresión del Duero). *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 5: 293-310.
- 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.), Cambridge University Press. 6: 228-236.
- MEGIAS, A.G. (1982).- Introducción al análisis tectosedimentario: aplicación al estudio dinámico de cuencas. *V Congr. Latinoamer. Geol*, Actas,1: 385-402.
- MEIN, P. (1975).- Biozonation du Neogene Méditerranéen a partir des Mammifères. *Rep. Act. RCMNS Working Groups*, Bratislava. 78-81.
- MOLINA, E. Y ARMENTEROS, I. (1986).- Los arrasamientos pliocenos y plio-pleistocenos en el sector suroriental de la cuenca del Duero. *Studia Geológica Salmanticensia* 22, 293-307.
- MORENO, E. Y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1989).- Depresión del Duero. En: *Mapa del Cuaternario de España*. E. 1: 1.000.000. I.T.G.E. Madrid. 153-163.
- MORENO, E. (1987).- Roedores y Lagomorfos del Mioceno de la Zona central de la Cuenca del Duero. Sistemática, Biostratigrafía y Paleocología. Tesis Doctoral. Univ. Complutense de Madrid. 219 pp.
- NAVARRO, A.; FERNÁNDEZ, A.; Y DOBLAS, J.G. (1989).- *Las aguas subterráneas en España*. Estudio de

Síntesis. Tomo I: Memoria, 591 pp, Tomo II: Cartografía.

- NOZAL, F. (1994).- Cuaternario y Geomorfología. En: *Mapa Geológico de la Provincia de León. E. 1: 200.000. ITGE-Diputación Provincial de León. 79-90.*
- NOZAL, F. Y ESPINA, R.G. (1994).- Evolución morfológica del Esla: Un ejemplo de captura. *Resúmenes. XVI Reunión de Xeoloxía e Minería do NO Peninsular. Lab. Xeoloxico de Laxe. 23-26.*
- NOZAL, F.; SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. Y ESPINA, R. G. (1995, in litt).- Memoria explicativa y *Mapa Geológico de España a E. 1: 50.000, Nº 234 (Villada). 2ª Serie-MAGNA*, ITGE. Madrid.
- OLIVÉ, A.; Y CARRERAS, F. (1982).- *Memoria y Mapa Geológico de España, E. 1: 50.000 nº 235 (San Cebrián de Campos). 2ª Serie-MAGNA. IGME.*
- PAYO SUBIZA, G. (1962).- El notable sismo de Zamora del 10 de Febrero de 1961. *Mem. Inst. Geogr. Y Catastral, 4-16.*
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1979).- Depresión del Duero. En Bielza de Ory, V. (Coord.): *Territorio y Sociedad en España I. Geografía Física. Taurus.162-175.* Madrid.
- 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 principales 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. (1989).- Depresión del Duero. En: *Territorio y Sociedad en España, I. Geografía física.* (Coord: V. Bielza). 162-175.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; CABRA, P., Y MARTÍN-SERRANO, A. (Eds.) (1989).- *Mapa del Cuaternario de España, E. 1: 1.000.000.* Inst. Tecnológico y GeoMinero de España, 279 p. Madrid.
- 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.
- PINEDA, A. (1996).- El enlace y la paleogeografía neógena entre las cuencas del Duero y del Ebro en La Bureba (Burgos). *Bol. Geol. y Min., 107, 14-28.*
- PLANS, P. (1970).- La Tierra de Campos. *Inst. Geograf. Aplic. Patronato "Alonso de Herrera".- CSIC. 289.*
- PORTERO, J. M. Y OLMO, P (1982).- Memoria y Mapa Geológico de España, E. 1: 50.000 nº 273 (Palencia). *2ª Serie-MAGNA. IGME. 64 pp.*

- PORTERO, J.M.; OLMO, P. DEL; 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.; 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).- Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 26, 259-279.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1926).- Terciario continental de Burgos. XIV Cong. Geol. Inter. Madrid, Guía Exc. A-6, 69 pp.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1926).- Tectónica del Terciario Continental Ibérico. XIV Cong. Geol. Int., fasc. 1, Madrid. 593-523.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1929). Nuevos yacimientos de Mamíferos miocenos en la provincia de Valladolid. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 29, 105-112.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1929).- Moluscos del Terciario continental de la provincia de Burgos. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 29, 239-244.
- SOLÉ SABARIS, 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.
- SUÁREZ RODRÍGUEZ, A.; BARBA, P.; HEREDIA, N.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L. R.; FERNÁNDEZ L.P. Y HERRERO, A. (1994).- Mapa Geológico de la Provincia de León. E.1:200.000. ITGE-Diputación de León.
- TORRENT, J. (1976).- Soil developmen in a sequence of river terraces in nothern Spain. *Catena*, 3, 137-151.
- VILLALTA, J.F. Y CRUSAFONT, M. (1948).- Les gisements de mammiferes du miocene espagnol: 8. Bassin du Duero C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., 10: 186-188.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA