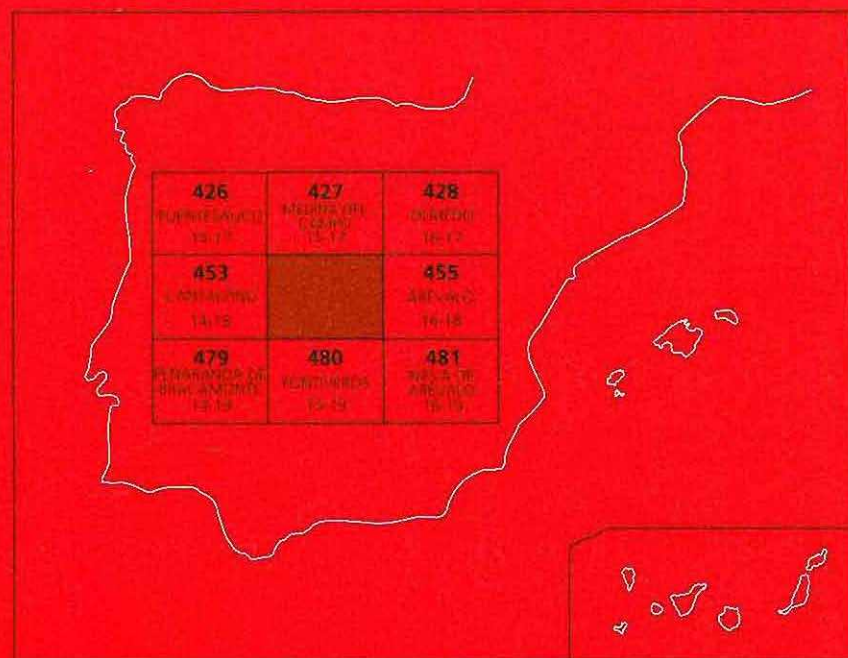




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



MADRIGAL DE LAS ALTAS TORRES

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

MADRIGAL DE LAS ALTAS TORRES

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid

www.igme.es

NIPO: 657-07-007-X

ISBN: 978-84-7840-717-0

Depósito legal: M-53985-2007

Fotocomposición: Les Trappistes, S. L.

Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

La presente Hoja nº 454 (Madrigal de las Altas Torres) y su Memoria explicativa han sido realizadas por la agrupación de empresas EPTISA, Servicios de Ingeniería, S.A. y Auxiliar de Recursos y Energía, S.A (AURENSA), bajo normas, dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Responsable del Proyecto:

-A. Pineda Velasco (EPTISA)

Dirección y Supervisión del IGME:

-L. R. Rodríguez Fernández (Dirección)

-A. Martín-Serrano García y F. Nozal Martín (Supervisión)

Autores:

-A. Pineda Velasco (EPTISA). Cartografía geológica.

-A. Herrero Hernández. Memoria.

-Y. Camarero Benito. Cartografía geológica y Memoria.

-P. Cabra Gil. Cartografía geológica, geomorfológica y Memoria.

Han participado en aspectos parciales:

-M. Leguey Galán (AURENSA). Recursos minerales

-M. Leguey Galán (AURENSA). Puntos de Interés Geológico

-C. Sesé Benito y J. Morales Romero (Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid). Paleontología

-M. Navas Cernuda, B. Delgado Gordillo y J. García Villar (EPTISA). Digitalización y tratamiento SIG

-I. Armenteros, P. Huerta y M. Suárez. (Universidad de Salamanca). Estudios de muestras

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

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

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. ESTRATIGRAFÍA	11
2.1 Terciario	11
2.1.1 Arcosas fangosas rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas cuarcíticas (1). Mioceno inferior.....	11
2.1.2 Arcosas y fangos arcóscicos gris-verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (2). Mioceno inferior	12
2.1.3 Arenas gruesas feldespáticas, con gravas de cuarzo y cuarcita (3). Mioceno inferior.....	14
2.1.4 Niveles de arcosas cementadas (4). Mioceno inferior	15
2.1.5 Fangos arcóscicos, a veces micáceos, y arcosas, con predominio de tonos pardos, y frecuentes niveles de suelos calcimórfos (5). Mioceno inferior...	15
2.1.6 Fangos arcóscicos, y arcosas finas, ocre, con frecuentes estratificaciones centi-decimétricas (6). Mioceno medio-superior	16
2.1.7 Niveles carbonatados (7). Mioceno medio-superior.....	17
2.1.8 Fangos oscuros (8). Mioceno superior	18
2.1.9 Arenas arcóscicas blanquecinas, gruesas y cementadas (9). Mioceno superior.....	19
2.1.10 Arenas arcóscicas blanquecinas, gruesas y cementadas (10). Mioceno superior.....	19
2.2 Cuaternario	20
2.2.1 Arenas con cantos y gravas de cuarzo y cuarcita (11,12 y 13). Terrazas ...	20
2.2.2 Limos grises, arenas finas y materia orgánica (14). Fondos endorreicos	20
2.2.3 Arenas, cantos y gravas (15). Conos de deyección	21
2.2.4 Limos, arenas finas y cantos (16 y 18). Llanura de inundación y cauces abandonados	21
2.2.5 Arenas cuarcíticas con limos y gravas (17). Fondo de valle	22
2.2.6 Arenas, limos y cantos (19). Coluviones	22
3. PALEONTOLOGÍA	24
4. TECTÓNICA	26

5. GEOMORFOLOGÍA	27
5.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA	27
5.2. ANTECEDENTES.....	28
5.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	28
5.3.1. Estudio morfoestructural	29
5.3.2. Estudio del modelado.....	30
5.3.2.1. Formas de ladera	30
5.3.2.2. Formas fluviales	30
5.3.2.3. Formas lacustres	31
5.3.2.4. Formas eólicas	32
5.4. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	32
5.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA	34
5.6. MORFODINÁMICA ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS	36
 6. GEOLOGÍA HISTÓRICA	 38
 7. GEOLOGÍA ECONÓMICA	 41
7.1 MINERÍA Y CANTERAS	41
7.2 HIDROGEOLOGÍA.....	42
7.2.1 Antecedentes.....	42
7.2.2 Climatología e hidrología superficial.....	43
7.2.3 Localización, características y funcionamiento hidrogeológico	43
7.2.4 Cartografía hidrogeológica.....	44
7.2.5 Inventario de puntos de agua	45
 8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO	 47
 9. BIBLIOGRAFÍA	 51

1. INTRODUCCIÓN

La Hoja de Madrigal de las Torres se sitúa en la parte norte-noroeste de la provincia de Ávila, zona este de Salamanca y sur de Valladolid. En la superficie que abarca la Hoja, se incluyen 30 términos municipales, 9 en su totalidad y el resto parcialmente. La mayoría, 17 términos municipales pertenecen a la provincia de Ávila, 5 a Salamanca y 8 a Valladolid.

La localidad de Madrigal de las Altas Torres (Ávila), que da nombre a la Hoja, se localiza en la zona centro-este de la misma, contando con 2.028 habitantes, correspondiendo a la mayor población dentro de la Hoja; Horcajo de las Torres (Ávila) cuenta con 827 habitantes y Langa (Ávila) con 605 habitantes; por otro lado, la población de Cantalapiedra (Salamanca), situada al noroeste de la Hoja, tiene un censo de 1.385 habitantes, siendo la segunda población importante en población, de la Hoja. El resto de los pueblos oscilan entre 50 y 250 habitantes.

Hidrográficamente, la Hoja está atravesada, de sur a norte, por dos afluentes del Duero por su margen izquierda: el río Zapardiel y el río Trabancos. El río Zapardiel recorre el tercio más oriental de la Hoja, con varios afluentes, por su margen derecha de cierta entidad: arroyo Valtodano, de la Fuente y del Caño; este río se encaja en el valle más profundo y productivo de la Hoja, observándose cómo los pueblos de la zona se han emplazado a lo largo de su curso. El río Trabancos recorre el tercio más occidental de la Hoja, y tiene un menor caudal; sus afluentes más importantes son: río Regamón, arroyo Minine y el arroyo Baladrón.

La superficie de la Hoja se encuentra dentro de una región, la Submeseta norte, de clima mediterráneo continentalizado, con temperaturas medias de 11.51° C, tórrido en verano y frío en invierno, cuando las temperaturas mínimas pueden llegar a los -16°. Las precipitaciones medias anuales son de 610 mm.

Topográficamente, la superficie de la Hoja es bastante homogénea, con una altitud media de 800 m.s.n.m. El relieve desciende de sur a norte, desde las máximas cotas de 870 y 846 m, en el sureste y suroeste de la Hoja, respectivamente, hasta los 760 m en el borde norte.

El entorno de Madrigal, integrado en la comarca de La Moraña, se corresponde con un ecosistema de "estepa cerealista". Su aparente monotonía, formada por campos de labor, lavajos (charcas o lagunas) y bosquetes-islas (de pinos y encinas), esconde una enorme riqueza natural, conociéndose esta zona como un paraíso ornitológico de Europa; multitud de aves (cernícalo primilla, otras rapaces, aláudidos y avutardas) anidan en los pinos de la comarca y se alimentan en sus campos. Incluso, los núcleos urbanos son residencia de aves de interés, tales como la cigüeña blanca.

Respecto al paisaje, la Hoja refleja un territorio con una red hidrográfica insuficientemente jerarquizada. Por un lado, los amplios y casi indefinidos interfluvios, de pendiente débil y superficies alomadas, que acogen lagunas y lavajos, son el paisaje dominante; por otro, las escasas y estrechas franjas aluviales, suponen un cambio puntual y lineal en el paisaje.

La economía de la zona de la Hoja es fundamentalmente agrícola y ganadera. En la actualidad, los cultivos son de cereal (cebada y trigo), remolacha (que ocupa la mayor parte del regadío) y girasol, mientras que la cabaña ganadera es, sobre todo, ovina. Los sectores industriales, mercantil y de servicios no están muy desarrollados, aunque en el municipio de Cantalapiedra, existen modernos talleres y almacenes de maquinaria agrícola, de interés.

En cuanto a las comunicaciones, la Hoja está atravesada básicamente por la carretera comarcal 610, con dirección suroeste-noreste, desde Peñaranda de Bracamonte a Medina del Campo, y la carretera comarcal 605, con dirección noroeste-sureste, desde Arévalo a Madrigal de las Altas Torres. El ferrocarril de Salamanca a Medina del Campo, atraviesa la esquina noroeste de la Hoja. Por lo demás, existe una red aceptable de carreteras secundarias y caminos de concentración parcelaria, que completan la malla de comunicaciones de la Hoja.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Madrigal de las Altas Torres se ubica en la parte centro-suroccidental de la Depresión terciaria del Duero. La Depresión o Cuenca del Duero conforma, junto con las del Tajo y Ebro, las tres grandes cuencas terciarias intracontinentales, características del interior de la Península Ibérica. La Cuenca del Duero es la más noroccidental, y la que está situada a mayor altitud promedio, con 700 m sobre el nivel del mar.

La Cuenca del Duero es el resultado de un relleno terciario de materiales de tipo fluvial y lacustre, depositados en ambiente continental y endorreico, producido en una depresión localizada en el borde oriental del Macizo Hespérico, zócalo hercínico peninsular. Los límites de dicha cuenca son: al oeste, por el Macizo Hespérico, sin relieves importantes, al norte, la Cordillera Cantábrica, al este el Sistema Ibérico y, al sur, el sistema Central. La diversidad de composiciones litológicas de cada borde, carbonatada en la Cordillera Cantábrica oriental y en el Sistema Ibérico y plutónica y metamórfica de alto grado en la parte meridional del borde occidental y Sistema Central, condicionó como áreas fuente, la litología de los materiales del relleno.

Por otro lado, cada borde tuvo un comportamiento geodinámico diferente, que determinó la asimetría en cuanto al espesor de dicho relleno. Así, el zócalo hercínico del Macizo Hespérico se hunde suavemente hacia el este y más irregularmente hacia el norte, mediante fallas escalonadas desde el Sistema Central. Como consecuencia de este hecho, los mayores espesores de sedimentos terciarios, que llegan a alcanzar los 3.000 y 4.000 m se localizan junto al borde oriental y septentrional de la cuenca. El borde occidental puede ser considerado como pasivo, y los bordes septentrional, oriental y meridional, como activos, desde un punto de vista geodinámico.

En toda la mitad oriental de la Cuenca, sobre el zócalo hercínico y bajo el relleno terciario, se encuentra una cobertura mesozoica, más potente y completa cuanto más hacia el este. Esta cobertura se encuentra también en los sistemas montañosos contiguos, alcanzando su máximo desarrollo en el Sistema Ibérico. Han quedado registradas invasiones marinas de procedencia oriental, cuyo máximo transgresivo acaeció durante el Cretácico superior.

La historia geológica del relleno terciario es compleja. Comienza en el Paleógeno, cuyos límites de depósito rebasaron ampliamente hacia el oeste, el máximo transgresivo cretácico. Probablemente, en ese primer estadio evolutivo, la actual Cuenca estaba dividida en subcuencas distintas, que a lo largo de la evolución sedimentaria posterior se unieron o colmataron, formando una cuenca única, que en la actualidad tiene unos 55.000 km² de extensión. Los modelos sedimentarios, son a grandes rasgos, orlas de abanicos aluviales que evolucionan hacia el interior de la Cuenca a sistemas fluviales de red más diferenciada primero, y después a condiciones palustres-lacustres en las partes centrales y menos activas de la depresión.

Se han distinguido diversos ciclos sedimentarios, como consecuencia de retracciones o migraciones de esta facies lacustres centrales a lo largo del tiempo, así como de la actividad tectónica de algunos bordes (que se traducen en progradaciones o discordancias progresivas en el material de relleno).

Hay que destacar que la Cuenca del Duero no ha sido totalmente endorreica, ya que hubo comunicación con la Cuenca del Ebro, al menos durante el Neógeno, a través del pasillo de la Bureba, situado al noreste de la provincia de Burgos, entre los límites septentrionales de la Cordillera Ibérica y los meridionales de la Cantábrica.

El relleno predominantemente endorreico de la Cuenca del Duero finalizó aproximadamente en el límite Mioceno-Plioceno, cuando la red hidrográfica atlántica (coincidente con el actual tramo portugués del río Duero), en su acción remontante hacia el este, contactó con el apilamiento de sedimentos terciarios. Desde ese momento, la Cuenca del Duero se hace exorreica, comenzando su vaciado erosivo. Este vaciado no se produjo simultáneamente en ella, comenzando antes en las zonas occidentales (lo que se refleja en que las formaciones terciarias más recientes se encuentren en la zona más oriental de la Cuenca). Incluso, recientemente se ha sugerido que, al menos en el área zamorano-salmantina, pudo haber ya exorreísmo desde el Mioceno.

Los antecedentes bibliográficos referentes al Terciario de la Cuenca del Duero son muy numerosos, en las diferentes disciplinas geológicas: cartografía, paleontología, sedimentología, etc., todos ellos aportando una valiosa información para el conocimiento general de la misma. Sin embargo, algunos de ellos son de carácter local o circunscritos a cuestiones muy concretas, originando diversos nombres locales para los distintos niveles cronoestratigráficos y de facies.

La primera síntesis cartográfica del conjunto de la Cuenca del Duero, a escala 1:250.000, es realizada por AEROSERVICE (1967), donde se definen diversas facies litológicas, muchas de las cuales siguen en uso. Posteriormente, en la primera reunión sobre geología de la Cuenca del Duero, celebrada en Salamanca (1979), PORTERO *et al.* (1982) inician un ensayo de correlación de las distintas unidades cronoestratigráficas referidas a la misma. Otros trabajos destacados en el conocimiento de la zona son los de JIMÉNEZ *et al.* (1983), donde se realizaron otros ensayos de correlación importantes, en este caso para el Paleógeno.

Los primeros trabajos sobre la zona o la temática de la Hoja de Madrigal de las Altas Torres y su entorno, comienzan con los de CORTÁZAR (1877), quien realiza una Memoria geológica provincial de Valladolid, con cartografía a escala 1:400.000, y siguen con HERNÁNDEZ-PACHECO (1930), sobre la Geología y Paleontología de esa misma provincia.

En épocas más modernas (años 70), destacan los trabajos de CORRALES *et al.* (1978) y CORRALES (1982), que estudian las facies miocenas del sector sur de la Cuenca del Duero, y el de PÉREZ-GONZÁLEZ (1979), sobre el Cuaternario de la región central de la Cuenca y sus principales rasgos geomorfológicos. Más adelante, hay que destacar el trabajo de CIVIS *et al.* (1989) sobre la paleontología terciaria de Castilla y León.

En cuanto a la Cartografía Geológica moderna, uno de los primeros documentos es la Hoja nº 44 (Ávila) del Mapa Geológico de España a escala 1:200.000 (Síntesis de la Cartografía existente)(IGME, 1970). Las Hojas MAGNA de los alrededores de la de Madrigal de las Altas Torres se realizan en los años 1979-1982: Hojas nº 428 (Olmedo)(PORTERO *et al.*, 1979), nº 480 (Fontiveros)(ÁGUEDA *et al.*, 1982), nº 481 (Nava de Arévalo)(CARRERAS *et al.*, 1979) y nº 479 (Peñaranda de Bracamonte)(DÍEZ *et al.*, 1980).

2. ESTRATIGRAFÍA

En la Hoja de Madrigal de las Altas Torres se han diferenciado y representado formaciones del Neógeno y del Cuaternario. Las formaciones neógenas corresponden al Mioceno inferior y superior, ocupando el 90% de la superficie de la Hoja, y las formaciones cuaternarias, al Pleistoceno y Holoceno.

Los depósitos terciarios se caracterizan por la presencia de sedimentos de naturaleza siliciclástica y carbonatada, representando a facies fluviales y lacustres, adscritas a los ciclos Mioceno inferior y Mioceno medio- Mioceno superior, ya definidos por JIMÉNEZ *et al.*, (1983), ALONSO GAVILÁN *et al.*, (1983), CORROCHANO y ARMENTEROS (1989) y PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.* (1994).

Las formaciones terciarias corresponden fundamentalmente a términos arcóscicos (del Mioceno inferior al Mioceno superior), más antiguos en el borde suroeste de la Hoja y más modernos hacia el borde sureste de la misma. Aunque están representados en la mayor parte de ella, la cantidad y calidad de los afloramientos es escasa, en parte debido al carácter blando de dichos materiales y al aprovechamiento agrícola de la zona, motivo por el cual, algunos de los contactos representados son supuestos. Se han distinguido un total de diez términos, en el conjunto del Mioceno.

El Cuaternario tiene un desarrollo escaso en el conjunto cartografiable. Se han separado nueve términos, de los cuales tres corresponden a pequeños retazos de terrazas del Pleistoceno, relacionadas con los principales ríos que atraviesan la Hoja, y el resto, seis términos, corresponden al Holoceno, y se distribuyen en toda la Hoja, siendo pequeños depósitos, casi todos de origen fluvial y de ladera.

2.1 Terciario

2.1.1. Arcosas fangosas rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas cuarcíticas (1). Mioceno inferior.

Esta unidad cartográfica es la más antigua de la Hoja, aflorando en el sector suroeste, y estando atravesada por los ríos Trabancos y Regamón. Su muro no es visible, siendo la cota más baja de afloramiento, a unos 800 m sobre el nivel del mar, la confluencia del Trabancos con el arroyo Minine.

El mejor corte-tipo se encuentra en la localidad de Horcajo de las Torres, donde se ha realizado la columna estratigráfica nº4 (Horcajo de las Torres), de 6 m de potencia.

Litológicamente, la unidad esta formada por arcosas fangosas rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcita. Las arcosas son de tamaño muy grueso a medio, con granoselección y con intercalaciones de limos arenosos, en paquetes de 1 metro. La matriz esta compuesta por limos y arenas de grano fino. La composición mayoritaria es de cuarzo y feldespato, con algunos clastos de cuarcita y lidita.

Algunas veces, presentan una geometría canalizada, con la base erosiva de relieve medio y el techo plano.

Granulométricamente, las arcosas suelen estar formadas por arena muy gruesa a gruesa (45.44%), con el 32.95 % de arena media, fina y muy fina y, a veces un 12.54 % de grava. El porcentaje de limos y arcillas, de granulometría inferior a 0,062 mm, es de 8.69%. Estos porcentajes indicarían una energía de flujo elevada y un transporte en tracción. Tanto la textura de las rocas (con bajo redondeamiento y esfericidad de granos) como el contenido en matriz arcillosa, superior al 5%, indicarían un roca texturalmente inmadura y reflejarían un transporte no muy prolongado.

Los niveles de gravas aparecen en la base de las secuencias. Son de cuarcita, cuarzo e incluso lidita, con matriz de arena gruesa, color generalmente rojizo, con algunos tonos gris-verdosos, y escaso cemento silíceo. El tamaño máximo de centil es de 5 centímetros, y el inferior de 2 centímetros. Se presentan con estratificación cruzada de surco de media a gran escala en facies Gt, con "sets" de 2 a 3 m. Forman cuerpos sedimentarios de geometría lenticular con la base erosiva y canalizada, de espesor inferior a 4 m y de extensión lateral inferior a 100 m.

Los cuerpos sedimentarios conglomeráticos se interpretan como canales, con depósitos en forma de barras de gravas que migran libremente por el lecho. La relación anchura/profundidad es de 30/5. Por otro lado, los sedimentos finos presentan hidromorfías y bioturbaciones y se interpretan como un depósito de llanura de inundación. Todo ello parece indicar un sistema fluvial bien jerarquizado, de baja sinuosidad y con canales bien definidos, que se mueven lateralmente en la llanura de inundación.

Los cuerpos canalizados representan un volumen de sedimentos mínimo en relación con los depósitos de llanura de inundación, que son los más abundantes en esta unidad. Las características sedimentológicas permiten diferenciar canales de baja sinuosidad y carga de gravas y arenas. Las paleocorrientes medidas señalan una dirección de los paleoflujos dirigidas hacia el noreste y localmente al NNO.

Esta unidad pasa en cambio lateral de facies a la unidad nº 2, siendo su contacto concordante supuesto y a techo, a la unidad nº 5, como contacto concordante

Al no existir restos fósiles clasificables en los materiales aflorantes, no se ha podido obtener una datación directa y precisa de los mismos. Por ello, se ha atribuido por correlación litológica y cartográfica, al Mioceno inferior, respecto a materiales de posición estratigráfica similar de la Hoja meridional contigua (Fontiveros).

2.1.2. Arcosas y fangos arcósicos gris-verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (2). Mioceno inferior

Esta unidad es la más representada en el conjunto de la Hoja y se localiza en toda la mitad sur y este de la misma: en las cercanías de Palacios Rubios y en todo el valle del Zapardiel, así como de sus afluentes por la margen izquierda, arroyo Tajuña y de la Encerrada, al este y

oeste de Madrigal de las Altas Torres. La cota más baja de afloramiento se encuentra en el río Zapardiel, en el borde noreste de la Hoja, a 760 m.

Dentro de esta unidad, se han levantado un total de 24 m de serie, en cuatro columnas: Lomoviejo, Blasconuño de Matababras, Madrigal I y Madrigal II. Aunque es la formación más extensa, los afloramientos son pocos y de escasa potencia.

Litológicamente, esta formada por arcosas y fangos arcósicos gris-verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas, y con frecuentes niveles de suelos calcimorfos.

Las arenas arcósicas de tamaño grueso a medio con matriz limosa aparecen masivas con granoselección. Presentan migraciones de manganeso, rizolitos y un incipiente enrejado de carbonato. También se aprecian "sets" de areniscas de tamaño de grano muy grueso, con matriz areno-limosa y escaso cemento de sílice. La composición mayoritaria es de cuarzo y feldespatos y presentan cantos de tamaño mayor de cuarcita de hasta 1 cm. La geometría es canalizada con una extensión inferior a 20 m y una potencia de 3 m. Lateralmente pasan a las arenas de grano muy grueso.

A partir del estudio de las muestras tomadas durante la realización de la Hoja, estas arenas tienen, según la clasificación de Folk, una composición subarcósica y grauváquica. Los componentes son mayoritariamente cuarzo metamórfico e ígneo en cantidades que oscilan entre 35 % y 85%, feldespato, de 3% a 25%; fragmentos de rocas metamórficas en proporciones del 10% y minerales de arcilla entre 10% y 40%. Desde el punto de vista de la granulometría, se trata de arenas muy gruesas a gruesas (46.35%), con una fracción de grava importante (35.94%) y un término de arena media y fina escaso (11.82%), al igual que el contenido en limos y arcillas, inferior a tamaños de 0.062 mm (4.15%). Estos porcentajes granulométricos indicarían una energía de flujo elevada y un transporte en tracción. Tanto la textura de la roca (con bajo redondeamiento y esfericidad de granos) como el contenido en matriz arcillosa (superior al 5%), son indicativos de una roca texturalmente inmadura.

Algunas arenas arcósicas de grano grueso pueden ser consideradas ortoconglomerados, ya que presentan cantos de cuarcita de hasta 4 cm, subredondeados a redondeados. La geometría de estas arcosas con cantos es canalizada, con una extensión inferior a 100 m y una potencia entre 3 y 4 m. Lateralmente pasan a arenas. Presentan una estratificación cruzada de media a gran escala, con "sets" de hasta 3 m de amplitud. Forman cuerpos sedimentarios de geometría lenticular con la base erosiva y canalizada lateralmente, las areniscas de grano grueso y los conglomerados dan paso a arenas de grano más fino y a limos arenosos.

Los suelos calcimorfos aparecen en el cuadrante noreste de la Hoja. Se forman a techo de las secuencias arcósicas gruesas, constituido por arenas arcósicas de grano fino. También presentan migraciones de manganeso y otras texturas edáficas, como los rizolitos y incipientes enrejados de carbonato.

Las características sedimentológicas indican que la unidad se depositó según un sistema fluvial bien jerarquizado de baja sinuosidad, con canales definidos, que se movían lateralmente en la llanura de inundación.

Esta unidad pasa lateralmente hacia el este, en la Hoja de Arévalo, a la facies litológicamente similar, denominada Pedraja de Portillo, atribuida al Mioceno inferior-medio. Hacia el oeste, pasa a la Hoja de Cantalpino, donde se dispone discordante sobre las Series Rojas (Facies Castillejo, equivalente a la Facies Roja de Toro), atribuidas al Mioceno inferior

2.1.3. Arenas gruesas feldespáticas, con gravas de cuarzo y cuarcita (3). Mioceno inferior.

Esta unidad se dispone concordantemente en distintas unidades (1, 2 y 5). La litología predominante es de arenas gruesas feldespáticas, muy sueltas, con escasa cementación, de colores generalmente crema claro, con matriz arenosa de grano fino y presencia característica de gravas de cuarzo y cuarcita, que llegan a superar los 25 cm de centil, como se observan entre Bercial de Zapardiel y Madrigal, a la altura del kilómetro 28 de dicha carretera.

Estos materiales dan lugar a un paisaje característico, formando escalones o formas aterrazadas, con una dirección noreste-suroeste, no sólo en esta Hoja, sino también en Medina del Campo y en Cantalpino. Debido a su ligera mayor resistencia a la erosión, se encuentran siempre en una posición culminante, aunque realmente representan replanos sedimentarios terciarios exhumados, es decir, paleocanales.

Esta unidad es una de las más extensas en la cartografía de la Hoja y aflora en casi toda la extensión de ésta, excepto en el borde sur y sureste. Pero a pesar de su gran extensión, solamente se encuentran buenos afloramientos al noroeste de Madrigal, antes de llegar al cerro Moriscos, en el borde suroeste al noreste de Aldehuela de las Flores y, sobre todo, en unas antiguas canteras al oeste de Cantalapiedra.

Los estudios granulométricos de los materiales de esta unidad, en Cantalapiedra, presentan un contenido en gravas del 42.67%, de arena muy gruesa a gruesa del 33.98%, de arena media a fina y muy fina del 7.99 %, y de limo y arcillas del 7.84%, lo que indica que, en sentido estricto, se trata, en gran parte, de microconglomerados. Estos porcentajes granulométricos indicarían una energía de flujo elevada y un transporte en tracción. Tanto la textura de la roca (con bajo redondeamiento y esfericidad de granos) como el contenido en matriz arcillosa, superior al 5%, indicarían materiales texturalmente inmaduros, indicativos de un transporte no muy prolongado.

En Cantalapiedra, los materiales constitutivos de esta unidad presentan estratificación cruzada en surco (Gt) con "sets" de hasta 2 m de altura (aunque en otros afloramientos no se reconocen como tal) y, a veces, clastos imbricados y granoselección positiva. Son interpretables como canales con depósitos de barras de gravas que migran libremente por el lecho, siendo la relación anchura/profundidad de 30/5. Estos canales podrían representar un medio de depósito de sistema fluvial jerarquizado de baja sinuosidad, con canales bien definidos, que migran lateralmente sobre la llanura de inundación. Esto explicaría que se

apoyen en diferentes unidades arcóscicas más finas y limosas (representantes, pues, de la mencionada llanura de inundación). Las paleocorrientes medidas señalan una dirección de los paleoflujos dirigidas hacia el NE y localmente al NNO.

Cronológicamente, se han considerado Mioceno inferior, por su posición de yacencia con las demás unidades cartográficas, con las que se relacionan. Sin embargo, en la hoja de Fontiveros, al sur, los materiales de esta unidad se han considerado como superficies del Pleistoceno, por tratarse de materiales poco coherentes, con aspecto de antiguas terrazas fluviales y suponerlos, por tanto, relacionados con la evolución reciente del relieve. Los datos más fehacientes de que son unidades terciarias se constatan en la Hoja de Medina del Campo.

2.1.4. Niveles de arcosas cementadas (4). Mioceno inferior

Esta unidad es la que tiene menos representación en la cartografía geológica de la Hoja, restringiéndose sus afloramientos al cuadrante sureste de la misma. El mejor corte o afloramiento se encuentra en el kilómetro 15 de la carretera comarcal 605, de Arévalo a Madrigal, a una cota de 800 m sobre el nivel del mar. Aparecen como pequeños afloramientos alargados, alineados NE-SO, de longitudes inferiores a un kilómetro y con anchuras de 100-200 m.

Litológicamente, corresponden a arcosas cementadas, de colores claros, beige o blanco sucio (aunque el aspecto es color teja), de grano grueso, con grandes cristales de feldespato.

Se disponen intercalados en la unidad 2 (arcosas y fangos arcóscicos gris-verdosos y pardos, aflorantes en la mitad oriental de la Hoja). Por ello se les asigna una edad Mioceno inferior, que es la correspondiente a la unidad en la que se encuentran.

2.1.5. Fangos arcóscicos, a veces micáceos, y arcosas, con predominio de tonos pardos, y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (5). Mioceno inferior

Esta unidad aflora en el sector NO de la Hoja, fundamentalmente: al este de la margen izquierda del Trabancos (desde donde pasa a la Hoja de Cantalpino) y en el borde norte, en el arroyo de la Huelga (desde donde pasa a la de Medina del Campo). La mejor sección tipo se encuentra al sureste de Cantalapiedra, en la ladera noroeste de una zona alta denominada La Serranilla, no superando los 3 m de corte.

La litología, fundamentalmente se compone por fangos arcóscicos, a veces micáceos, que la diferencian de las unidades adyacentes, aunque también tiene arcosas con predominio de tonos pardos y frecuentes niveles de suelos calcimorfos. Normalmente, son mayoritarios los fangos arcóscicos y se intercalan pasadas de arenas arcóscicas gruesas y arcillas de tonos verdes y rojizos, con grandes feldespatos.

Respecto a las unidades anteriormente citadas, presentan mayor abundancia de limolitas y lutitas de color ocre y gris-verdosas. Se encuentran algo edafizadas y marmorizadas,

pudiendo contener bioturbaciones y raíces. Forman cuerpos sedimentarios de geometría tabular, con extensión mayor de 200 m y espesor inferior a 4 m.

Estos sedimentos finos corresponderían a depósitos de llanura de inundación, dentro de un sistema fluvial jerarquizado de baja sinuosidad, con algunos canales definidos, que migran lateralmente. Representan, dentro de la Hoja, las facies más finas y por lo tanto las de menor energía. Las paleocorrientes medidas, en esta misma unidad pero en la Hoja de Medina del Campo, señalan direcciones con sentido NE.

En afloramientos más meridionales, al sur de la laguna de los Lavajores, se observan restos de caliches o suelos calcimorfos, con nódulos de manganeso.

Al no disponerse de restos fósiles clasificables, la edad atribuida (Mioceno inferior), se ha asignado teniendo en cuenta la correlación de las unidades adyacentes.

2.1.6. Fangos arcósicos, y arcosas finas, ocre, con frecuentes estratificaciones centimétricas (6). Mioceno medio-superior

Esta unidad cartográfica se localiza en el borde sur-sureste de la Hoja, apareciendo entre las cotas 825 y 840 m. Los afloramientos, como en las unidades anteriores y debido al tipo de materiales que lo forman, son escasos y de poca potencia. Al suroeste de Fuentes de Año, se encuentra uno de los mejores afloramientos, de 3 a 4 m de potencia y con una extensión lateral considerable, en una antigua cantera.

Durante la realización de esta Hoja, se ha levantado una columna con esta unidad y la superior, en la localidad de Canales, con casi cuatro metros de serie.

Litológicamente, esta formada por fangos arcósicos y arcosas finas, ocre y marrón claro. Las arenas arcósicas van de tamaños medios a finos a techo, con cristales de feldespato inferiores a 1 cm y con estratificación cruzada de gran escala, en "sets" de hasta 20 cm, que llegan a dar paquetes de 1 m, siendo la facies más común St y Sm. También se aprecian bases erosivas en las arcosas más gruesas. En conjunto, la unidad se considera con tendencia granodecreciente.

Esta secuencia termina con limos arenosos, con facies típica Fm, donde se distinguen cementaciones de carbonato, rizolitos, y migración de arcillas y óxidos esporádicamente. La geometría de estos depósitos es de tendencia tabular.

En general, estas litologías presentan una ciclicidad de estructuras sedimentarias que se basa en estratificaciones cruzadas de tendencia plana y de pequeña escala en la base, a la que suceden gradualmente, areniscas masivas y finalizando en limos masivos. Esto correspondería a una secuencia típica St-Sm-Fm. Este tipo de materiales se atribuyen a ambientes de tipo fluvial con canales trenzados, con una relación anchura/profundidad de 30/2 y con carga de fondo arenosa, siendo los limos depósitos de llanura de inundación adyacentes a los canales fluviales.

El límite inferior es concordante con las unidades arcóscicas descritas anteriormente, en cambio lateral con la unidad 2.

Hacia el este, en la Hoja de Arévalo, esta unidad se denomina "Margas y fangos de Arévalo", atribuyéndola una edad Mioceno medio-superior, por sus relaciones con las unidades de "Puente Runel" y "Pedraja de Portillo". En dicha Hoja se considera, por su carácter "margoso" con intercalación de fangos arcóscicos, un ambiente de playa con episodios lacustres intercalados ("Calizas de Arévalo") en tránsito a los de llanura de inundación, correspondientes a facies distales de abanicos.

Por otro lado, y hacia el sur, esta unidad es descrita en la hoja de Fontiveros, como fangos arcóscicos con cantos, y fangos arenosos, de color beige rojizo, con intercalaciones margosas, atribuidos al Mioceno superior; correspondientes a arroyadas de fangos que llegan a charcas, con desarrollo de suelos a techo.

Al no disponer de restos fósiles clasificables, la atribución de edad Mioceno medio-superior para estas unidades, se ha realizado teniendo en cuenta la relación con las adyacentes.

2.1.7. Niveles carbonatados (7). Mioceno medio-superior

Esta unidad cartográfica es de extensión todavía más restringida que la anterior, aunque también está limitada al cuadrante sureste de la Hoja. Aparece en las zonas de Rasueros y Mamblas (a 840-858 m de cota), entre Mamblas y Cabezas del Pozo (a 840-850 m) y entre Villanueva del Arenal y Canales, al noroeste de Langa (a 840-857 m).

Litológicamente, se ha concretado como niveles carbonatados, en sentido amplio, ya que presentan distintas litologías y texturas. Su espesor máximo es inferior a 2 m, presentándose como calizas arenosas de color blanco, que pueden pasar lateralmente hacia calizas micríticas de color más grisáceo. Muestran una geometría tabular y una extensión lateral de varios kilómetros, originando un replano morfológico.

Junto a la localidad de Canales, la unidad tiene 1 m de espesor y está constituida por varios niveles de encostramiento calcáreo, afectando a fangos arcóscicos (unidad 6). En estos niveles "calcáreos" puede conservarse la estratificación original del sedimento arenoso. Estas facies de encostramiento, están constituidas por mosaicos carbonatados micríticos, microesparíticos y esparíticos. Los rasgos más comunes en estos caliches son la brechificación incipiente que puede estar pseudomorfizando una textura previa, quizá condicionada por la presencia de yesos. En los restos de materiales subarcóscicos se observan, al microscopio, granos que presentan unos contactos puntuales y largos y en la matriz arcillosa se pueden apreciar removilizaciones *in situ* que dan lugar a una fábrica arcillosa birrefringente, relacionada con procesos edáficos. Por lo demás, el análisis de DRX de muestras tomadas durante la realización de esta Hoja, revela un contenido en cuarzo del 4%, feldespatos potásicos 6%, filosilicatos 25%, calcita 53% y yeso en cantidades del 10%.

En la zona de Rasueros-Mamblas, donde también constituyen replano morfológico, la textura y la forma de aflorar es diferente, ya que tan solo son observables los restos

acumulados por los agricultores cuando cultivan la zona, constituidos por bloques de 30-40 cm de tamaño. Estos materiales son calcretas generadas sobre un sustrato arenoso, en el que se pueden distinguir de *visu* los siguientes procesos: brechificación producida *in situ* por raíces, cementación por carbonato precipitado por la actividad biológica de raíces, y láminas de bacterias y algas. También se observan zonas de relleno de los huecos de las raíces (motivo por el cual son porosas) con pequeños cantos, y pisolitos incipientes, y aunque alguno bien desarrollado, con varias láminas de envueltas producidas por los organismos citados anteriormente.

Considerando los ambientes sedimentarios de los materiales a los que afecta, hay que indicar que, en conjunto, se trata de ambientes palustres y de llanura fluvial sometida a fuertes procesos edáficos, llegando a formar horizontes de costras carbonatadas. Por todo lo descrito, y en conjunto, se puede decir que estos materiales corresponden a un suelo bastante maduro, que podría ser un nivel guía y representar una discontinuidad de cierta importancia temporal, al menos a escala local.

Al igual que la unidad anterior, esta unidad se continúa por las Hojas de Arévalo y de Fontiveros. En la Hoja de Arévalo, se ha representado como una superficie con depósito, de arenas blanquecinas y con gravillas, de edad Pleistoceno medio que, a su vez, está relacionada con zonas endorreicas y charcas. Sin embargo, en la de Fontiveros, al sur de la de Madrigal, se ha identificado como niveles carbonatados tabulares, de 0.3 a 1 m de espesor, y lentejones de calizas margosas y arenosas micríticas, de color gris claro a blanco, donde se describen nódulos irregulares dispersos, concentrados, masivos e incluso con carbonato laminar. Por ello, se ha interpretado como la etapa final de charcas o depresiones, con escaso tiempo de cubierta de agua, que da lugar a calcretas, pudiéndose reconocer la colonización por vegetación.

Por sus relaciones con las unidades adyacentes, se atribuyen al Mioceno medio-superior. Por cota, equivalen aproximadamente a las Calizas de Arévalo, que a su vez por cota, deben corresponder a niveles calcáreos dentro de la Facies Cuestas.

2.1.8. Fangos oscuros (8). Mioceno superior

Esta unidad está constituida por limos arenosos y arenas sueltas de composición arcósica y colores pardos y blanquecinos. Estos limos tienen un contenido en arena medio-alto, con una cantidad de limo estimada en 40-50% y un porcentaje de gravas de 10%. Los principales afloramientos se sitúan al oeste de Cabezas del Pozo y al borde sureste de la Hoja, entre la carretera que une Canales y Aldeaseca, y Langa. Presenta menos extensión cartográfica que la unidad anterior y se localiza a cotas entre 850 y 870 m, con potencia máxima visible (al suroeste de Langa y en el Pico Cuestas, al oeste de Canales) de 20 m.

Estos materiales se disponen concordantemente sobre la unidad infrayacente. Se interpretan como un ambiente distal de una llanura de inundación fluvial. Los fangos se depositan en la llanura de inundación, sobre la que pueden desarrollarse charcas someras, y las arenas en el interior de los canales, donde forman barras y megarriple arenas.

La edad de esta unidad es problemática ya que no se dispone de ningún dato paleontológico que permita datarla. Al situarse por encima de las unidades anteriormente descritas se le ha atribuido una edad Mioceno superior.

2.1.9. Arenas arcósicas blanquecinas, gruesas y cementadas (9). Mioceno superior

Esta unidad aflora únicamente al sureste de la Hoja, al sur del Pico Cuestas y al oeste de Canales. Está formada por arenas arcósicas que pueden llegar a tener una cantidad de carbonato apreciable, estimada en un 25%, dando este hecho una coloración blanca al sedimento. Estas arenas tienen una composición de cuarzo y feldespato con algunos cantos y gravas dispersos de un diámetro menor de 4 cm y un contenido en arcillas bajo, inferior al 15%. Son niveles lenticulares de espesor inferior a 5 m y de extensión lateral variable, pasando este nivel a la Hoja de Fontiveros (480), donde se han identificado como un conjunto de arenas y fangos arcósicos con niveles más o menos continuos, de carbonatos, del Mioceno superior.

Sedimentológicamente, se interpretan como ambientes distales de llanura de inundación fluvial, y concretamente las arenas como el relleno de los canales, donde se depositan formando barras y megaripples arenosos.

La edad atribuida a esta formación es Mioceno superior, a partir de sus relaciones con las unidades adyacentes, ya que no existe ningún dato paleontológico que permita datarlas.

2.1.10. Arenas arcósicas blanquecinas, gruesas y cementadas (10). Mioceno superior

Esta unidad cartográfica aflora igualmente tan solo en el SE de la Hoja, en Langa, y al SO de esta localidad, a una cota superior a 865 m. Litológicamente es muy parecida a la unidad anterior: arenas arcósicas blanquecinas, pero de mayor tamaño de grano, y cementadas. El color blanco se debe a la cantidad de carbonato que poseen, llegando a estimarse en el 25 %. Composicionalmente, destacan el cuarzo y feldespato, con algunos cantos y gravas dispersos. Afloran como niveles lenticulares, de espesor inferior a 5 m, y extensión lateral variable.

Lateralmente esta unidad, como se expresa en la leyenda cronoestratigráfica, pasa a la unidad 9, aunque este hecho no se observa en la cartografía de la Hoja, pero sí en la de Fontiveros, al sur de Madrigal.

Esta unidad se continúa por las Hojas de Fontiveros (480) y Arévalo (455). En ambas, se ha descrito como una superficie: en Fontiveros como superficie poligénica, del Pleistoceno medio y en Arévalo como depósitos de superficies relacionadas con áreas semiendorreicas, del Pleistoceno superior

Como en los casos anteriores, y al no disponer de datos paleontológicos que permitan la datación, se le ha asignado una edad Mioceno superior, a partir de su posición estratigráfica respecto de las unidades infrayacentes.

2.2. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios de la Hoja, aunque no ocupan una gran extensión superficial, ofrecen una interesante variedad. Así, fondo de valle, terrazas, conos de deyección y llanura de inundación son algunas de las formaciones más características. Hay que añadir además los sedimentos debidos a la acción de la gravedad y todos aquellos originados en áreas endorreicas como consecuencia de un drenaje deficiente. La descripción se realiza en orden a su edad, empezando por los sedimentos más antiguos.

2.2.1. Arenas con cantos y gravas de cuarzo y cuarcita (11, 12 y 13). Terrazas

Se localizan en los valles de los ríos Zapardiel, Trabancos y en algunos arroyos, siendo el primero de los mencionados, el que desarrolla mayor número de niveles. En general están constituidas por arenas arcósicas con gravas de cuarzo y cuarcita y es interesante observar cómo, de los niveles superiores a los inferiores, la proporción y el tamaño de las mismas disminuye considerablemente. En los primeros la media es del orden de 6-9 cm, mientras que en los segundos es de 3-5 cm. En las terrazas más bajas es frecuente observar la escasez de elementos gruesos, dominando las arenas más o menos arcósicas y más o menos finas que en ocasiones llegan a constituir la casi totalidad del depósito. En algunos de los perfiles observados se han reconocido estructuras sedimentarias de carácter fluvial como: rellenos de canal, laminaciones cruzadas, laminaciones paralelas, etc. Por lo general se trata de sedimentos poco potentes, de 1 a 3 m, por debajo de los cuales suele verse el sustrato terciario.

A la vista de cartografía, las terrazas de esta hoja tienen formas alargadas y estrechas, a veces de largo recorrido. La superficie es muy plana y sus escarpes son netos y bien conservados. Su dispositivo de instalación es el de terrazas encajadas, por lo que en muchos puntos del valle del Trabancos se puede ver, en el escarpe de las mismas, el sustrato terciario por debajo de los depósitos fluviales. Sin embargo, en el valle del río Zapardiel, parece tratarse de terrazas solapadas, lo que es coherente con el menor grado de encajamiento de dicho río.

Su formación tiene lugar en el Pleistoceno, pero no se descarta que el nivel más bajo se origine ya en el Holoceno.

2.2.2. Limos grises, arenas finas y materia orgánica (14). Fondos endorreicos

Se trata de áreas ligeramente deprimidas y con drenaje deficiente. Cuando son de pequeño tamaño, adoptan formas redondeadas u ovaladas, pero cuando su extensión alcanza mayores proporciones, su morfología es irregular. Tales son los ejemplos que aparecen en las esquinas noreste y noroeste (Laguna de la Carballeda) y el borde meridional de la hoja. Se relacionan con los ríos y arroyos que discurren por las áreas más bajas, de topografía prácticamente plana, donde las aguas circulan difícilmente, produciéndose su retención y estancamiento.

Las formas de contorno redondeado son muy numerosas y se distribuyen de manera dispersa por la superficie de la hoja. Entre las de mayor tamaño destaca la laguna de los Lavajares, en el sector suroeste, con un kilómetro cuadrado de superficie aproximada, siendo las demás de menor tamaño. La mayor parte de las lagunas, al menos las de mayores dimensiones, tienen una serie de emisarios que las alimentan, pero en épocas de estío suelen estar totalmente desecadas, lo que no impide que con lluvias abundantes, puedan acumular agua en su interior.

La litología es limo-arcillosa con cierto contenido en arenas y una gran abundancia de materia orgánica. En algunas hojas del entorno se señala la presencia de arcillas montmorilloníticas además de algunas sales solubles. Sobre los depósitos se desarrollan suelos grises y negros de carácter vértico con acusados rasgos de hidromorfismo. También es frecuente ver sobre la superficie de los mismos efluorescencias salinas de tonos blanquecinos debidas a la acumulación de sales en las épocas de estiaje. Dada su funcionalidad en el presente se les asigna una edad Holoceno-Actual.

2.2.3. Arenas, cantos y gravas (15). Conos de deyección.

Se forman por el brusco cambio de pendiente, cuando algunos cauces desembocan en otros de rango superior. Por lo general se presentan como formas aisladas, de pequeño tamaño y con una característica disposición en abanico. La mayoría de ellos se localizan en el valle del río Trabancos, asociados al fondo de valle e incluso a alguna de las terrazas.

Aunque no ha sido posible la observación de ningún perfil, por los datos de superficie y por su posición, puede deducirse que su litología está en relación con el área madre de donde proceden los aportes. Por ello, en función de su procedencia serán más o menos arenosos o con más o menos gravas. De todas maneras se trata de depósitos poco compactos cuyo tamaño de grano descende desde la zona apical a la zona distal. Por su directa relación con el fondo de valle, la edad que se les ha atribuido es Holoceno.

2.2.4. Limos, arenas finas y cantos (16 y 18). Llanura de inundación y cauces abandonados

La llanura de inundación sólo se ha desarrollado en el río Zapardiel, en la mayor parte de su recorrido dentro de la hoja. La morfología en planta es casi rectilínea, con alguna tendencia a la sinuosidad, con una superficie muy plana y una anchura media de aproximadamente 1.50 km.

La litología tiene características similares al fondo de valle pero se observa una mayor presencia de sedimentos finos, de carácter limoso-arcillosos. La potencia también es comparable y la presencia de materia orgánica se hace patente. La observación del cauce permite señalar que el encajamiento del mismo sobre la llanura de inundación es mínimo. Si a esto unimos, como ya se ha señalado con anterioridad, la suavidad de la topografía, no es raro ver zonas encharcadas en épocas de lluvia que con el buen tiempo desaparecen dejando algunas sales que dan lugar a efluorescencias salinas al modo de las playas húmedas. Los suelos son aluviales, típicos de llanura de inundación pero con tendencia a vérticos. A los depósitos de la llanura de inundación se les considera de edad holocena.

2.2.5. Arenas cuarcíticas con limos y gravas (17). Fondo de valle

El fondo de valle es muy frecuente en la hoja y aparecen ocupando las zonas topográficamente más bajas. Su forma en planta es alargada, de longitud variable, pero en general de largo desarrollo y con un trazado rectilíneo o sinuoso. A excepción del aluvial del río Zapardiel, que constituye una llanura de inundación, el resto de fondo de valle son estrechos, no superando apenas los 500 m. La linealidad de muchos cauces es persistente en determinadas direcciones, destacando la NE-SO, dirección de algunos accidentes importantes como las fallas de Alba-Villoria y Santa María la Real de Nieva-Logroño. Otra dirección importante es la S-N a la que se adapta el río Trabancos y algunos tramos de sus emisarios.

Generalmente están constituidos por arenas y fangos arenosos o arcóscicos con o sin gravas, dependiendo del aporte local que les corresponda. Si se alimentan de los materiales de las plataformas de gravas y cantos, el porcentaje de elementos gruesos será mayor, si lo hacen de los fangos arcóscicos, esos elementos estarán ausentes. Es de destacar la presencia de abundante materia orgánica en los sedimentos debido, por un lado, a la topografía extremadamente llana del terreno y por otro, a la naturaleza fangoso-arenosa de los materiales que favorecen la formación de áreas de mal drenaje, incluso en tramos de los cauces. Esto da como resultado que los suelos desarrollados sobre estos depósitos sean, a veces de carácter aluvial poco evolucionados y a veces suelos vérticos topomorfos de colores grises y negros. El espesor medio del fondo de valle varía entre 1 y 3 m. Su edad es considerada Holoceno-actual por estar relacionados con la última etapa de la evolución cuaternaria.

2.2.6. Arenas, limos y cantos (19). Coluviones

Están constituidos por aquellos depósitos que tapizan la base de las vertientes y que se han originado por acción de la gravedad. Su morfología es muy característica pues dan lugar a bandas alargadas en la dirección de los ríos y arroyos y casi siempre están en contacto con el fondo de valle con los que, a veces, interdentan sus depósitos. Aparecen en las laderas que dejan las plataformas de gravas y se originan en el proceso de regularización de las vertientes. Los mejores ejemplos pueden encontrarse en todo el sector oeste de la hoja, al este y sur de Cantalapedra y en los alrededores de la localidad de Lomoviejo. También se observan al sureste, entre Fuentes de Año y Langa.

Si se tienen en cuenta los materiales de los que proceden, se pueden distinguir varios tipos de coluviones. Por un lado tenemos los coluviones que proceden de los fangos y de las arenas arcóscicas y se caracterizan por una litología de carácter detrítico fino, sin apenas gravas; por otro, los derivados de las plataformas de cantos y gravas, en los que encontramos abundante material grueso y matriz arenosa y finalmente, los situados al sur y sureste de la hoja, resultado de la alteración y transporte de un sustrato fangoso-carbonatado.

Aunque la litología puede ser diversa, las potencias son muy similares y no parecen sobrepasar los 2-3 m. El grado de compactación es escaso pero en ocasiones se observan

algunas cementaciones puntuales. Por lo que respecta a la edad, dada su posición y sus características texturales, se asignan al Holoceno, pero no se descarta que puedan llegar hasta el periodo actual.

3. PALEONTOLOGÍA

Durante la realización de la presente Hoja, se muestrearon en principio todos los cortes que presentaban facies susceptibles de contener microvertebrados. En total se recogieron 4 muestras de 25 kg cada una. En el Museo Nacional de Ciencias Naturales, se realizó la labor de lavado y tamizado necesario. Posteriormente se eliminó la arcilla y seco el residuo resultante, se realizó a la luz binocular el triado o selección del material fósil. El resultado obtenido fue no encontrar ningún resto fósil de ningún tipo en ninguna de las muestras analizadas.

En esta Hoja se muestrearon los siguientes puntos:

Barromán: El corte está en la carretera de Arévalo a Madrigal de las Altas Torres, en un talud que hay en el mismo pueblo de Barromán.

Estratigrafía: La muestra se toma en un nivel de arcosas y fangos color gris-verdoso y pardo de grano fino y con niveles de suelos calcimorfos que tiene un metro de potencia, correspondiente a la unidad cartográfica 2.

Resultado del muestreo: No se ha encontrado ningún resto de vertebrados, invertebrados o cualquier otro tipo de resto orgánico.

Madrigal de las Altas Torres: En la carretera de Barromán a Madrigal de las Altas Torres, en un talud o corte que hay en la misma carretera, delante del cementerio.

Estratigrafía: La muestra se toma en un nivel de arenas gruesas feldespáticas, con gravas de cuarzo y cuarcita, correspondiente a la unidad cartográfica 3. Dicho nivel está a unos 50 cm de altura sobre el nivel de la carretera.

Resultado del muestreo: No se ha encontrado ningún resto de vertebrados, invertebrados o cualquier otro tipo de resto orgánico.

El Pedestal: En el Km. 3 de la carretera de Madrigal de las Altas Torres a Cantalapiedra, en un talud o corte de la carretera a la derecha.

Estratigrafía: El nivel es una capa de arcosas y fangos arcósicos gris-verdosos y pardos con niveles de arcosas gruesas, correspondientes a la unidad cartográfica 2 del Mapa Geológico, de unos 2 metros de potencia y que comienza justo a nivel de la carretera. La muestra se toma en la parte superior de este nivel, que son arcosas más finas que las de la parte inferior, entre 1,5 y 2 m del suelo.

Resultado del muestreo: No se ha encontrado ningún resto de vertebrados, invertebrados o cualquier otro tipo de resto orgánico.

Horcajo de las Torres: A la salida del pueblo de Horcajo de las Torres hacia Rasuero antes de cruzar el puente sobre el cauce seco en un talud o corte del propio cauce a la izquierda.

Estratigrafía: La muestra se toma en un nivel de unos 50 cm de potencia de arcosas pardas finas, un metro por encima de la superficie del cauce, correspondiente a la unidad cartográfica 1, formada por arcosas fangosas rojizas y gris-verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de suelos calcimorfos.

Resultado del muestreo: No se ha encontrado ningún resto de vertebrados, invertebrados o cualquier otro tipo de resto orgánico.

CONCLUSIONES PALEONTOLÓGICAS

En esta Hoja no hay citado en la literatura científica ningún yacimiento paleontológico y tampoco se ha hallado ningún resto fósil en los cuatro puntos muestreados. Las facies arcósicas predominantes en la zona de esta Hoja no parecían en principio muy favorables a la preservación de fósiles, por lo que, a pesar de haber muestreado en las facies menos detríticas, que se juzgaron más favorables, no es sorprendente este resultado negativo que viene también a corroborar el hecho de que tampoco a simple vista se apreció ningún indicio favorable (como por ejemplo, la presencia de gasterópodos).

Los datos paleontológicos existentes (datos bibliográficos), en la Hoja y en los alrededores, indican una edad Aragoniense superior- Vallesiense para la mayor parte del relleno sedimentario neógeno aflorante, faltando información paleontológica sobre los términos superiores del relleno. Fuera del área de estudio, en Tariego de Cerrato, estos materiales han sido parcialmente datados como Turolense superior (SANTISTEBAN *et al.*, 1997). Los sedimentos paleógenos aflorantes en el área cercanas sólo han suministrado el yacimiento de mamíferos Aldearrubia en la hoja de Cantalpino, pero existen bastantes yacimientos en áreas colindantes que sugieren una edad Eoceno superior (Babilafuente, San Morales, Cabrerizos, Aldealuenga, Escarpes del Tormes, Fuentesauco, Castrillo de la Guareña, etc.).

4. TECTÓNICA

En esta Hoja no existen accidentes tectónicos de importancia puesto que los materiales neógenos que la componen se caracterizan por la disposición horizontal o subhorizontal. La pendiente (deposicional) es del 0.5 por 100, con tendencia al norte.

Sin embargo, puede ser significativo el papel de la tectónica profunda en el aspecto morfológico general de la Hoja, como por ejemplo el trazado rectilíneo del valle del río Trabancos o del Zapardiel, con dirección SO-NE; ambos casos pueden ser el reflejo de fracturas profundas con la misma dirección.

En general, la mayor parte de la zona central de la Cuenca del Duero muestra un carácter marcadamente atectónico. Sin embargo, algunos autores no solamente atribuyen la rectilinearidad de la red fluvial como reflejos de las fracturas del zócalo, sino que interpretan alineaciones de cambios de facies, como otros reflejos. En la hoja de Arévalo, la interpretación deducida de las fotografías de satélite muestran unos lineamientos de significado estructural dudoso, agrupándolos en varios sistemas, destacando el de N30° E, coincidente con la alineación del Pisuerga-Falla de Alba-Villoria, comprobada como falla, con el bloque hundido al este, por los equipos de Geofísica del IGME. Estos mismos equipos detectaron otro importante accidente paralelo que pasa por Cuéllar y el norte de Arévalo, con bloque hundido al oeste. Estos dos accidentes delimitarían un importante "graben" en la Hoja de Madrigal de las Altas Torres.

Por tanto, la falla de Alba-Villoria es la más importante en los alrededores. Dicha falla se trazó en el mapa tectónico de la Península Ibérica (JULIVERT *et al.*, 1974) y posteriormente por JIMENEZ, 1973. Atraviesa la hoja de Peñaranda de Bracamonte, con dirección SSE-NNE, prolongándose hacia el suroeste de Alba de Tormes y enlazando con el dique básico de Plasencia-Alentejo. Hacia el noreste, atraviesa las hojas de Cantalpino y Medina del Campo, desapareciendo. Su actuación durante el Paleógeno y Neógeno ha condicionado la sedimentación, por el hundimiento del bloque oriental con saltos del orden de 800 metros, ya que durante el Terciario jugó como falla normal. En relación con este accidente y paralelamente a él se desarrolla un sistema de pliegues que afectan al Mioceno y que se ha interpretado como una adaptación a un zócalo rígido fracturado; además se asocian fallas de dirección noroeste-sureste.

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

La superficie geográfica que representa la hoja de Madrigal de las Altas Torres (nº 454) pertenece, en su mayor parte, a la provincia de Ávila aunque un sector de la zona norte ocupa territorio vallisoletano y la franja más occidental de la hoja es ya provincia de Salamanca. Esta situación hace que el área en cuestión pertenezca, administrativamente a la Comunidad Autónoma de Castilla-León.

Desde el punto de vista geológico, los materiales existentes abarcan un registro cronológico bastante limitado: Terciario y Cuaternario. La litología del sustrato terciario, bastante homogénea y poco coherente, unida a la actuación de los agentes externos con sus correspondientes procesos, da como resultado el relieve que se observa en la actualidad. Estos procesos son muy variados y ofrecen morfologías muy peculiares que son descritas más adelante. Entre ellas destacan las fluviales, las estructurales y endorreicas, siendo menos importantes las de gravedad y las eólicas.

Morfológicamente el área se sitúa en el sector meridional de la Cuenca del Duero, limitado al sur por las Sierras de Ávila y Gredos (Sistema Central), al oeste por el río Tormes y al este por el río Voltoya. Desde el punto de vista tectónico es interesante señalar que lateralmente, este sector de la cuenca queda definido por dos accidentes importantes que son las fallas de Alba-Villoria al oeste y la de Santa María la Real de Nieva al este. Ambos, como señalan PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) y PÉREZ-GONZÁLEZ *et al* (1994), delimitan un bloque grande y complejo con características propias.

Los rasgos morfológicos que caracterizan este sector, como ya se ha señalado con anterioridad, se deben fundamentalmente a la litología del Terciario y a los procesos cuaternarios que dan como resultado un paisaje de relieves suaves, con plataformas escalonadas que se disponen en relación a la red de drenaje. De esta forma el escalonamiento se dirige hacia los valles principales y de forma más general, al valle del río Duero.

La altura media de la hoja es de 800 m, coincidiendo con el sector central, dándose las cotas más altas al sureste, en las proximidades de la localidad de Langa, donde alcanzan los 870 m. Al noreste, desciende el relieve hasta los 760 m aproximadamente, aunque puede ocurrir que en el fondo de algunos valles existan cotas algo inferiores.

La red de drenaje se ordena en torno a dos cauces principales: el Trabancos y el Zapardiel. El primero atraviesa la mitad occidental de la hoja con una dirección S-N y un trazado bastante rectilíneo y tiene como principales emisarios a los arroyos Balandrón, de la Canóniga, Regamón y de Garda. El segundo, es decir el Zapardiel, en la mitad este, se dirige hacia el Duero con una dirección SSO-NNE, siendo sus mayores afluentes los arroyos de Zanja de las Eiras, de las Calzadas, de Zanja de la Lobera, de los Regueros, de Zanja del Agua, de Zanja del Chivero y de la Tajuña. La característica principal de estos ríos es su débil encajamiento,

a excepción del río Trabancos que en ocasiones presenta taludes verticalizados superiores a los 20-25 m. Si a esto añadimos la linealidad de los cauces y las orientaciones preferentes, puede deducirse un cierto control estructural en la distribución de los relieves.

En una topografía tan suave como la de esta zona son frecuentes las lagunas, denominadas en la región lavajos, y también amplias áreas endorreicas. Muchas de ellas se desecan en los periodos de estío y otras ya han sido desecadas por el hombre, al haberlas incorporado al suelo agrícola o por la sobreexplotación de los acuíferos. Destacan, en el cuadrante SO, la laguna de los Lavajares y la charca del Chamorro y, en el NE, las de la Carballeda y del Tío Juan. Hay numerosos ejemplo más, pero son de pequeño tamaño.

5.2. ANTECEDENTES

Los datos existentes sobre el Cuaternario y la Geomorfología de la hoja de Madrigal de las Altas Torres son escasos, pero existe bibliografía de este sector meridional de la Cuenca del Duero, aunque nunca tan numerosa como la de otras áreas de la cuenca. Si la consideramos en su totalidad, entre los trabajos más antiguos destaca el de E. HERNÁNDEZ-PACHECO (1915) sobre la Geología y la Paleontología de Palencia, donde ya define las unidades clásicas del sector central. También de interés es el estudio de F. HERNÁNDEZ-PACHECO (1930) que incluye la Geología y Paleontología del territorio de Valladolid.

Con posterioridad, se realizan una serie de cartografías importantes como la de AEROSERVICE LTD (1967), a escala 1:250.000, de la Cuenca del Duero y la de GARCÍA ABBAD y REY SALGADO (1973), a escala 1:50.000, del Mioceno y Cuaternario de la provincia de Valladolid.

Más tarde, PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) estudia el Cuaternario del sector central de la Cuenca del Duero y determina las características geomorfológicas del mismo. Otros autores como DANTÍN CERECEDA (1931), PLANS (1970), GUTIERREZ ELORZA (1994) y MOLINA y PÉREZ-GONZÁLEZ (1989), etc, dedican su esfuerzo a aspectos morfológicos concretos como: áreas endorreicas, cerros testigo, paleovertientes o superficies poligénicas.

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

5.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

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

5.3.1. Estudio morfoestructural

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

Es conveniente, entonces, situar la zona en un contexto más amplio y, en este caso, la Hoja pertenece al sector suroccidental de la Cuenca del Duero. Como ya se ha indicado en el apartado anterior, el límite sur lo constituyen las Sierras de Ávila y Gredos, pertenecientes al Sistema Central, y el norte, al sector central de la cuenca. Lateralmente se sitúa entre los ríos Tormes y Voltoya.

El zócalo, formado por materiales metamórficos y plutónicos hercínicos, tiene un contacto muy irregular con los materiales del relleno. Esto se puede observar más al sur con numerosos entrantes de dirección NE-SO, como sucede con las fosas de Peñaranda-Aiba y Muñico, rellenas de materiales terciarios y salientes como los umbrales de Cardeñosa y Mirueña (PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994).

Ahora bien, en este sector de litología homogénea, constituida mayoritariamente por fangos arcósicos y arcosas finas del Mioceno, entre los que destacan arenas feldespáticas con gravas de cuarzo y cuarcita, es natural que sean estas últimas las que marquen la pauta del relieve. Los niveles más groseros y duros dan lugar a una serie de plataformas de diverso desarrollo, algunas muy extensas, que se escalonan desde las divisorias hacia los valles y a su vez hacia el cauce del río Duero. La erosión deja al descubierto estos materiales más consistentes, siendo posteriormente retocados por la acción del viento.

En la cartografía, estas plataformas quedan representadas como superficies y replanos estructurales de diferentes tamaños. De igual manera, se han definido sus escarpes como escarpes en sedimentos horizontales o subhorizontales, inferiores a 100 m, siendo lo más frecuente es que no superen los 30 m. Por lo general están bastante bien conservados, tanto los replanos como los escarpes y en el caso de no ser así, la simbología lo manifiesta con trazos discontinuos.

La red de drenaje, en su proceso de jerarquización y encajamiento durante el Cuaternario, también es responsable en gran medida del modelado de esta región. La morfología de tipo dendrítica, pero con tendencia a paralela y subparalela, determina la dirección general NE-SO a NNE-SSO de las divisorias y de los valles, es decir, la distribución de los principales volúmenes del relieve y su orientación. Un análisis detallado de la misma lleva a reflexionar sobre una posible influencia de la tectónica en su morfología. La linealidad de algunos cauces, la interacción con zonas endorreicas y la similar asimetría de numerosos valles, predisponen a considerar la presencia de movimientos recientes en la zona. En este sentido, PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.* (1994) señalan que la disimetría se manifiesta en los valles, al aparecer la margen derecha más abrupta y con procesos de socavamiento, mientras que la izquierda es más tendida y con desarrollo de terrazas. Según estos autores, podría ser consecuencia de los movimientos verticales, con hundimiento hacia el

noreste, de los bloques; aunque también puede deberse a la diferente orientación de las vertientes, más expuesta a la insolación (y al menor desarrollo de suelo, y a la mayor erosión, por tanto) la derecha, y menos la izquierda.

5.3.2. Estudio del modelado

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

5.3.2.1. *Formas de ladera*

Están constituidas por aquellos depósitos coluvionares que tapizan la base de las vertientes y que se han originado por acción de la gravedad. Su morfología es muy característica pues dan lugar a bandas alargadas en la dirección de los ríos y arroyos y casi siempre están en contacto con el fondo de valle con los que, a veces, interdentan sus depósitos. Aparecen en las laderas que dejan las plataformas de gravas y se originan en el proceso de regularización de las mismas. Los mejores ejemplos pueden encontrarse en todo el sector occidental de la Hoja, al este y sur de Cantalapiedra y en los alrededores de la localidad de Lomoviejo. También se observan al sureste, entre Fuentes de Año y Langa.

5.3.2.2. *Formas fluviales*

Dentro de este apartado se incluyen fondo de valle, llanuras de inundación, conos de deyección y terrazas, formas, todas ellas, asociadas a un depósito. Por el contrario, arroyada difusa, incisión, cárcavas, cabeceras de cárcavas, aristas, etc., constituyen las formas de erosión.

El fondo de valle es muy frecuente en la hoja y aparecen ocupando las zonas topográficamente más bajas. Su forma en planta es alargada, de longitud variable, pero en general de largo desarrollo y con un trazado rectilíneo o sinuoso. A excepción del aluvial del río Zapardiel, que constituye una llanura de inundación, el resto de fondo de valle son estrechos, no superando apenas los 500 m. La linealidad de muchos cauces es persistente en determinadas direcciones, destacando la NE-SO. Otra dirección importante es la S-N a la que se adapta el río Trabancos y algunos tramos de sus emisarios.

La llanura de inundación sólo aparece en el río Zapardiel, y en la mayor parte de su recorrido dentro de la Hoja. La morfología en planta es casi rectilínea, con alguna tendencia a la sinuosidad, con una superficie muy plana y una anchura media de aproximadamente 1,50 km. Sobre ella se desarrollan, unas veces, suelos de carácter aluvial y otras, suelos grises y negros de carácter vértico como consecuencia de los encharcamientos.

Otra de las formas a considerar son los conos de deyección. Éstos se forman en zonas de cambio brusco de pendiente, cuando algunos cauces desembocan en otros de rango superior. Por lo general se presentan como formas aisladas, de pequeño tamaño y con una característica disposición en abanico. En la hoja de Madrigal son muy escasos, de pequeño tamaño y la mayoría de ellos se localizan en el valle del río Trabancos, asociados al fondo de valle e incluso a alguna de las terrazas.

Por lo que se refiere a estas últimas, el mayor desarrollo de niveles aparece en la margen oeste del río Trabancos, con tres niveles, pero todos ellos por con menos de 20 m de altura sobre el cauce. También hay algún nivel en la vertiente este y en el sector norte del río Zapardiel. A la vista de los afloramientos y de la cartografía, las terrazas de esta hoja tienen formas alargadas y estrechas, a veces de largo recorrido. La superficie es muy plana y sus escarpes son netos y bien conservados. Su dispositivo de instalación es el de terrazas encajadas, por lo que en muchos puntos del valle del Trabancos se puede ver el sustrato terciario por debajo de los depósitos fluviales. Sin embargo, en el valle del río Zapardiel, parece tratarse de terrazas solapadas, lo que es coherente con el menor grado de encajamiento de dicho río.

Por lo que respecta a las formas erosivas, la variedad está también presente; en primer lugar hay que destacar una cierta actividad incisiva en el valle del Trabancos donde los taludes verticales de las terrazas ponen de manifiesto escarpes bien labrados. La actividad erosiva de la red es bastante más suave en el resto de la hoja, concretándose en algunos surcos debidos a la arroyada difusa que se sitúan en las cabeceras de los arroyos menores, también en pequeñas crestas y en algunos ejemplos de acarcavamientos al sur de la localidad de Mamblas.

5.3.2.3. *Formas lacustres*

Son muy numerosas y aparecen sobre toda la superficie de la Hoja. Se trata de áreas ligeramente deprimidas y de drenaje deficiente. Cuando son de pequeño tamaño, adoptan formas redondeadas u ovaladas, pero cuando su extensión alcanza mayores proporciones, su morfología es irregular y poco definida. Tales son los ejemplos que aparecen en las esquinas noreste y noroeste (Laguna de la Carballeda) y el borde meridional de la hoja. Este hecho se debe a que se relacionan con los ríos y arroyos que discurren por las áreas más bajas, de topografía prácticamente plana, donde las aguas circulan difícilmente, produciéndose su retención y estancamiento.

Las formas de contorno redondeado son muy numerosas y se distribuyen de manera dispersa por la superficie de la hoja. Entre las de mayor tamaño destaca la laguna de los Lavajares, en el sector suroeste, con un kilómetro cuadrado de superficie aproximada. El resto es de inferior tamaño, llegando algunas a tener 2 ó 3 metros. La mayor parte de las lagunas, al menos las de mayores dimensiones, tienen una serie de emisarios que las alimentan, pero en épocas de estío suelen estar totalmente secas.

5.3.2.4. Formas eólicas

Las formas eólicas están bien representadas en los sectores central y centro-meridional de la Cuenca del Duero, principalmente en las provincias de Segovia, Valladolid y Salamanca. La representación en la hoja de Madrigal de las Altas Torres se limita a las huellas dejadas por la erosión, pero no hay que irse muy lejos para encontrar importantes acumulaciones de arenas como sucede en la contigua hoja, por el oeste, de Cantalpino (nº 453). Aquí, por el contrario, sólo se reconocen cubetas de deflación o depresiones formadas por el viento y cantos facetados de gran espectacularidad. Las primeras favorecen, por lo general, la acumulación de agua en su fondo y por tanto, la formación de lagunas de carácter estacional. Aparecen indistintamente sobre los fangos, en las arenas arcósicas y en las plataformas de gravas, por lo general con una orientación SO-NE.

El conjunto de todas estas morfologías indica una actividad eólica relativamente constante, al menos durante el Pleistoceno y el Holoceno y han sido ya motivo de estudio en el siglo pasado (CASIANO DE PRADO, 1854; CORTÁZAR, 1877). En época reciente, diversos autores han cartografiado y estudiado algunas áreas de distribución de estos arenales, tales como LÉGUEY y RODRÍGUEZ (1969) y ALCALÁ DEL OLMO (1972, 1974). Este último autor aporta numerosos datos acerca de las características texturales y mineralógicas de estos sedimentos. PÉREZ-GONZÁLEZ (1982), en la parte central de la Cuenca del Duero, encuentra manifestaciones antiguas y actuales de la acción eólica, señalando que los vientos procedentes del SO han dejado su huella sobre terrazas, superficies, cuevas y páramos, con un material derivado del sustrato terciario y cuaternario inmediatos.

5.4. FORMACIONES SUPERFICIALES

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

A grandes rasgos y teniendo en cuenta las numerosas definiciones existentes, según los especialistas o el uso que de ellas hagan técnicos o planificadores, se consideran formaciones superficiales todos aquellos materiales coherentes o no, pero que han podido sufrir una consolidación posterior, y que están conectados con la evolución del relieve observable en la actualidad.

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

Las formaciones superficiales de ladera están representadas por los coluviones. Aparecen cubriendo algunas partes de las vertientes. Si se tienen en cuenta los materiales de los que

proceden, se pueden distinguir diferentes tipos. Por un lado están los que proceden de los fangos y de las arenas arcóscicas, que se caracterizan por una litología de carácter detrítico fino, sin apenas gravas; por otro, los derivados de las plataformas de cantos y gravas, en los que encontramos abundante material grueso y matriz arenosa y finalmente, los situados al sur y sureste de la hoja, resultado de la alteración y transporte de un sustrato fangoso-carbonatado.

Aunque la litología es diversa, las potencias son muy similares y no parecen sobrepasar los 2-3 m. El grado de compactación es escaso pero a veces se observan cementaciones puntuales. Por lo que respecta a la edad, dada su posición y sus características texturales, se asignan al Holoceno.

Entre las formaciones superficiales de origen fluvial, los depósitos más destacables son el fondo de valle. Generalmente están constituidos por arenas y fangos arenosos o arcóscicos con o sin gravas, dependiendo del aporte local que les corresponda. Si se alimentan de los materiales de las plataformas de gravas y cantos, el porcentaje de elementos gruesos será mayor, si lo hacen de los fangos arcóscicos, esos elementos estarán ausentes. Es de destacar la presencia de abundante materia orgánica en los sedimentos debido, por un lado, a la topografía extremadamente llana del terreno y por otro, a la naturaleza fangoso-arenosa de los materiales que favorecen la formación de áreas de mal drenaje, incluso en tramos de los cauces. Esto da como resultado que los suelos desarrollados sobre estos depósitos sean, a veces de carácter aluvial poco evolucionados y a veces suelos vérticos topomorfos de colores grises y negros. El espesor medio del fondo de valle varía entre 1 y 3 m. Su edad es considerada Holoceno-actual por estar relacionados con la última etapa de la evolución cuaternaria.

La llanura de inundación pertenece al valle del río Zapardiel y tiene características similares al fondo de valle pero se observa una mayor presencia de sedimentos finos, de carácter limo-arcilloso. La potencia también es similar y la presencia de materia orgánica se hace patente. La observación del cauce permite señalar que el encajamiento del mismo sobre la llanura de inundación es mínimo. Si a esto unimos, como ya se ha señalado con anterioridad, la suavidad de la topografía, no es raro ver zonas encharcadas en épocas de lluvia que con el buen tiempo desaparecen dejando algunas sales que dan lugar a efluorescencias salinas al modo de las playas húmedas. Los suelos son aluviales, típicos de llanura de inundación pero con tendencia a vérticos. A los depósitos de la llanura de inundación se les considera de edad holocena.

Por lo que se refiere a las terrazas se localizan en los valles de los ríos Zapardiel, Trabancos y en algunos arroyos, siendo el primero el que desarrolla mayor número de niveles. En general están constituidas por arenas arcóscicas con gravas de cuarzo y cuarcita y es interesante observar como de los niveles superiores a los inferiores la proporción y el tamaño de las mismas disminuye considerablemente. En los primeros la media es del orden de 6-9 cm, mientras que en los segundos baja a 3-5 cm. En las terrazas más bajas es frecuente observar la escasez de elementos gruesos, dominando las arenas más o menos arcóscicas y más o menos finas que en ocasiones llegan a constituir la casi totalidad del depósito. En algunos de los perfiles se han reconocido estructuras sedimentarias tales como rellenos de canal,

laminaciones cruzadas, laminaciones paralelas, etc. Por lo general se trata de sedimentos poco potentes, de 1 a 3 m, por debajo de los cuales suele verse el sustrato terciario. Su formación tiene lugar en el Pleistoceno, pero no se descarta que el nivel más bajo se origine ya en el Holoceno.

En cuanto a la edafogénesis que tiene lugar en las terrazas, lo más frecuente son los suelos pardos o pardo rojizos, estos últimos muy escasos. En las terrazas bajas se dan suelos aluviales poco evolucionados, más parecidos a los que se desarrollan en los depósitos de fondo de valle.

Los conos de deyección son muy escasos y de muy pequeño tamaño y aunque no ha sido posible la observación de ningún perfil, por los datos de superficie y por su posición, puede deducirse que su litología y textura están en relación con el área madre de donde proceden sus aportes. Por ello, en función de su procedencia serán más o menos arenosos o con más o menos gravas. De todas maneras se trata de depósitos poco compactos cuyo tamaño de grano descende desde la zona apical a la zona distal. Por su directa relación con el fondo de valle, la edad que se les ha atribuido es Holoceno.

Finalmente se describen los depósitos lacustres y los formados en áreas endorreicas y semiendorreicas. En muchos de los casos se encuentran relacionados con zonas inundables por crecida de los ríos y arroyos que las atraviesan. La litología es limoso-arcillosa con cierto contenido en arenas y una gran abundancia de materia orgánica. Sobre los depósitos se desarrollan suelos grises y negros de carácter vértico con acusados rasgos de hidromorfismo. También es frecuente ver sobre la superficie de los mismos eflorescencias salinas de tonos blanquecinos debidas a la acumulación de sales en las épocas de estiaje. Dada su funcionalidad en el presente se les asigna una edad Holoceno-actual.

5.5. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA

La evolución geomorfológica de esta zona hay que enmarcarla dentro de la evolución general de la Cuenca del Duero. En este sentido hay que decir que se trata de una cuenca asimétrica que funciona bajo un fuerte control estructural y cuyo relleno se produce en sucesivas etapas, relacionadas con las fases alpinas. Los materiales de este relleno muestran una relación directa con esas áreas fuente, es decir, con los marcos montañosos que, como ya es sabido, no se mueven contemporáneamente ni con igual intensidad.

La historia del relleno se inicia probablemente en el Eoceno medio-superior y responde a un modelo sedimentario caracterizado por unas orlas de abanicos aluviales, próximos a los bordes montañosos, que evolucionan hacia sistemas fluviales más organizados con ambientes palustres y lacustres asociados.

Ya en el Neógeno, la configuración de la Cuenca del Duero se hace muy parecida a la actual. En el Vallesense inferior comienza la sedimentación de la serie carbonatada del Páramo que termina en el Turolense con las últimas manifestaciones endorreicas de la cuenca. Se reconocen dos niveles de calizas del Páramo cuya existencia ha sido interpretada de diferentes maneras, aunque la opinión más generalizada para esta etapa terminal del

relleno es la de una estabilidad tectónica manifiesta (HERAÏL, 1984; BERTRAND y BERTRAND, 1984; MARTÍN-SERRANO, 1988; PINEDA, 1991; PINEDA y ARCE, 1990). La estabilidad queda patente al comprobar que los sediplanos de la cuenca se prolongan hacia el interior de los bordes montañosos a través de pedimentos bien desarrollados.

Con posterioridad al cierre del ciclo endorreico, se desarrollan sobre las calizas del Páramo una superficie poligénica que arrasa a los dos niveles paralelamente, con karstificaciones, formación de costras y acumulaciones de *terra rossa*, prolongándose, como ya se ha dicho más arriba, hacia los marcos montañosos.

En un momento determinado de esta evolución y probablemente en relación con las primeras etapas del Cuaternario se inicia un proceso de exorreísmo que, para algunos autores como HERNÁNDEZ- PACHECO (1930), se produce como consecuencia del basculamiento de la Meseta y, para otros se trata simplemente de la captura de la Depresión (MARTÍN-SERRANO, 1988). Este cambio tiene su representación en los depósitos de la "Raña" y otros similares que, a veces, se encajan morfológicamente en la última superficie del Páramo. Parece que estos depósitos están ya en relación con los encajamientos de la red hidrográfica.

El vaciado fluvial se produce por etapas, como demuestran las amplias plataformas aluvionares, o terrazas, que se escalonan, dando cada vez depósitos más estrechos, en bandas alargadas paralelas a los cauces. Se trata del proceso de instalación y jerarquización de la red de drenaje. Las principales arterias y sus afluentes van desmantelando poco a poco grandes extensiones.

Dentro de este esquema general, la Hoja de Madrigal de las Altas Torres se sitúa en el borde meridional de la cuenca, concretamente en el sector comprendido entre los ríos Guareña y Adaja. En este sector, el sustrato terciario es de naturaleza detrítica exclusivamente, a excepción de unos niveles carbonatados que aparecen en el área meridional. Estos materiales se sedimentaron durante el Mioceno y el siguiente registro que encontramos está ya relacionado con la instalación de la red de drenaje y corresponde a las terrazas. Como en el resto de la cuenca, este proceso va produciendo el vaciado de la misma con una reducción en el tamaño de las llanuras de inundación a medida que tiene lugar el encajamiento.

Se interpreta la existencia de un basculamiento generalizado hacia el noreste, durante gran parte del Pleistoceno, pero de pequeña intensidad, lo que habría producido un desplazamiento de los cauces hacia el este, originando una disimetría en todos los valles, con desarrollo de terrazas y laderas tendidas en las márgenes izquierdas y con laderas más escarpadas en las derechas, aunque, como se ha indicado anteriormente, es posible este hecho se deba a causas climáticas tales como distinta orientación a la insolación, lo que implica mayor desarrollo de suelos (y de resistencia a la erosión) en las márgenes izquierdas respecto a las derechas. No obstante, es curioso destacar que al norte del río Duero sucede al revés, apareciendo las laderas suaves en las orillas derechas y las escarpadas en las izquierdas. En el proceso de encajamiento el modelado de los interfluvios está controlado por las diferencias litológicas dentro del Terciario de manera que los niveles de gravas

cuarcíticas resaltan en el terreno dando extensas plataformas escalonadas hacia los cauces y hacia el valle del río Duero con una orientación general SO-NE.

Durante el Holoceno, los escarpes formados son la fuente que alimenta los depósitos coluvionares que van suavizando las vertientes en el proceso de regularización.

También en el Holoceno y debido a la suavidad de la topografía y a zonas de carácter impermeable, se produce un endorreísmo bastante desarrollado y muchas veces incluso relacionado con la red fluvial. La ausencia de relieve hace que la escorrentía tenga dificultades en su desarrollo, difuminándose hasta dar lugar a áreas encharcadas. Estas áreas se desecan en épocas de estiaje y vuelven a inundarse en la temporada de lluvias.

Otro de los procesos significativos que contribuye a la definir la morfología local es la acción eólica que aunque en esta hoja en concreto no deja depósitos, sí tiene un efecto erosivo como se manifiesta en las cubetas de deflación en las que en la mayoría de los casos se instalan pequeñas lagunas.

5.6. MORFODINÁMICA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

En la Hoja de Madrigal de las Altas Torres no existen procesos morfodinámicos actuales de gran envergadura, sin embargo sí hay ciertas actividades de baja intensidad que pueden, a largo o medio plazo, producir pequeñas modificaciones en la morfología local.

Los procesos de ladera apenas tienen aquí su representación. Su existencia no se ha señalado en el mapa geomorfológico debido a la escasa incidencia.

Por lo que respecta a los procesos fluviales, se reconoce una débil actividad erosiva. La arroyada difusa actúa sobre los suaves relieves del Terciario detrítico, mientras que la incisión vertical lo hace sobre algunas laderas situadas al sur de la hoja. En ellas, el acarreamiento y el retroceso de cabeceras van produciendo un lento retrotraimiento de las mismas.

La formación de áreas endorreicas, incluso el ensanchamiento de las que hay, es un hecho que puede observarse en la actualidad. En las épocas en que las lluvias son abundantes, una parte importante de estos fondos se cubre de agua albergando una flora característica de zonas húmedas y que contribuye con su actividad a crear las condiciones reductoras idóneas. En gran parte de los casos están asociadas al fondo de valle y sólo en ocasiones a las cubetas de deflación modeladas por el viento.

Finalmente hay que hacer mención a los procesos de origen tectónico, puesto que un análisis detallado de la red de drenaje y la distribución del endorreísmo hacen pensar en una posible influencia de la tectónica en su disposición. La linealidad de algunos cauces, la asimetría de numerosos valles, predisponen a considerar la presencia de movimientos recientes en la zona.

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

6. GEOLOGÍA HISTÓRICA

Puesto que los materiales aflorantes en la Hoja de Madrigal de las Altas Torres corresponden en su totalidad al Mioceno y Cuaternario, la evolución pre-Mioceno hay que deducirla a partir de los datos aportados por otros autores en las zonas próximas y de los antecedentes regionales existentes.

La Cuenca del Duero comenzó a formarse a finales del Cretácico, como consecuencia de la reactivación de una serie de fracturas tardihercínicas, por acción de las fases Larámicas. En los primeros estadios evolutivos, su configuración era muy diferente a la actual, ya que no existía el Sistema Central, motivo por el cual estaba en contacto con la Cuenca del Tajo y si existían un gran número de subcuencas con evolución geológica diferente. Los relieves creados por las fases larámicas comienzan a erosionarse, rellenándose la Cuenca (o subcuencas) mediante abanicos aluviales durante el Paleoceno y Eoceno inferior, en un clima intertropical húmedo.

Posteriormente, durante el Paleógeno y Mioceno inferior, la entrada de material al sistema se produce mediante abanicos aluviales. Estos materiales son controlados por la naturaleza de los bordes, su tectónica y el ambiente climático, limitando su extensión, ordenación y naturaleza. En el norte, y con un área madre sedimentaria entran al sistema materiales detríticos; en el borde oeste se describen dos ciclos sedimentarios (CORROCHANO, 1977) correspondientes a abanicos aluviales depositados bajo condiciones climáticas subtropicales o intertropicales húmedos con períodos de aridez (JIMENEZ, 1974). Ambos ciclos terminan en ambientes restringidos, lagunares y de transición a fluviales. Y por último, en el sur de la cuenca, las series paleógenas de la "Unidad de Torneros", corresponderían al ciclo inferior (Paleógeno-Eoceno), tendrían un área madre situada al oeste (según las paleocorrientes), bajo un clima cálido y húmedo, como se deduce del escaso contenido en feldespatos, y la presencia de niveles ferruginosos y suelos lateríticos transportados.

La acción de las fases Castellana y Neocastellana (AGUIRRE *et al.*, 1976), a finales del Paleógeno y principio del Mioceno inferior, provocaría un nuevo levantamiento de los bordes y el cierre definitivo de la Cuenca, individualizándose de la del Tajo por la elevación del Sistema Central. Por tanto, los materiales del Paleógeno y Mioceno inferior afectados se adaptaron a estas deformaciones de diferente forma: mediante flexiones en la zona occidental y meridional, con pliegues en el borde oriental y como monoclinales en el borde norte.

En el borde sur de la Cuenca, y desde el Mioceno inferior, se produce un ciclo sedimentario con aportes de arenas y fangos arcósicos, con cantos ígneos y metamórficos, procedentes del Sistema Central, en condiciones climáticas áridas y semiáridas. Durante el Mioceno medio, continúan los aportes de arcosas y fangos con la misma procedencia anterior, pero con gran cantidad de cantos en las zonas proximales y escasa en las distales, aunque lateralmente pueden aparecer esporádicos canales fluviales, que tendrían desbordamientos en épocas de avenidas, e incluso en la zona interior de la Cuenca aparecerían intercalaciones carbonatadas en las zonas distales.

Después de esta breve introducción, y refiriéndonos en concreto a la Hoja de Madrigal de las Altas Torres, y como se ha dicho en el apartado 3 Paleontología, la no existencia de restos fósiles clasificables en los materiales aflorantes ha imposibilitado obtener una datación directa y precisa de los mismos. Por este motivo, la edad otorgada a los materiales se ha atribuido por correlación litológica y cartográfica, con materiales de posición estratigráfica similar datados en Hojas próximas.

La sucesión de acontecimientos que dieron lugar a las facies que forman la Hoja en estudio son: durante el Mioceno inferior continúan los aportes de arcosas y fangos arcósicos (1), arcosas y fangos arcósicos gris-verdosos y pardos con niveles de arcosas gruesas (2), Mioceno inferior y medio y los fangos arcósicos y arcosas con redominio de tonos pardos (5), en la mitad oeste de la hoja; todos ellos procedentes del Sistema Central y del borde oeste, llegando geográficamente hasta el norte de Horcajo de las Torres para la primera unidad y la mitad oriental de la Hoja para la segunda.

Intercalándose entre esta facies arcósica, se encuentran niveles lentejonares de arenas gruesas feldespáticas con gravas de cuarzo y cuarcita, con centiles que superan los 15 cm. Estos depósitos aparecen superpuestos unos a otros, y con alineaciones SO-NE, durante el Mioceno inferior y medio. Estos niveles supondrían reactivaciones de los bordes, y escaso arrastre de materiales, puesto que los bordes de los cantos están muy redondeados y los cantos tienen un gran tamaño, siendo normalmente de cuarzo y cuarcita, aunque aparecen otras litologías como pegmatita gráfica y liditas. Estos materiales se formarían en un ambiente fluvio-torrencial de alta energía, con aportes torrenciales intermitentes asimilables a las actuales ramblas.

Para CORRALES *et al.* (1978), los materiales miocenos que afloran en la Hoja de Fontiveros (al sur de la de Madrigal), corresponderían a la facies de "San Pedro del Arroyo" asimilable a ambientes sedimentarios de abanicos aluviales en facies distales, constituida fundamentalmente por arenas y fangos arcósicos, con procedencia del sur. Los fangos y costras calcáreas de la zona de Císla y más al norte, marcarían el techo de otra facies más inferior, por ellos separada denominada de "Madrigal de las Altas Torres". Lateralmente y más hacia el interior de la Cuenca, esta facies de Madrigal de las Altas Torres se interdigita con la de "Portillo", constituida por arcillas y limos con yesos.

Prácticamente, durante todo el Mioceno medio, se depositaron fangos arcósicos y arcosas finas ocreas (6), que tan sólo llegaron al borde sureste de la Hoja de estudio. Representando depósitos de coladas de fangos, y el inicio de una depresión deposicional, en la que penetran lenguas arcósicas por el este y al final del Mioceno medio, se instalan charcas efímeras dando lugar al comienzo de desarrollo de los primeros niveles calcimorfos (7), más restringidos geográficamente al techo de la serie.

Estos niveles más finos o químicos, se han interpretado en la hoja de Fontiveros como pertenecientes a la "Facies Cuestas". Sin embargo, en la hoja de Arévalo, se definió la Unidad "Calizas de Arévalo", como una unidad que pasa lateralmente a la facies "Pedraja de Portillo" y "Puente Runel". Se engloba con este nombre, la serie margocalcárea con intercalaciones detríticas de fangos arcósicos. Este conjunto se ha datado por correlación

con las hojas situadas al norte, extrapolando la edad obtenida de ellas, como Vallesiense y parte alta del Astaraciense superior

Casi coincidiendo con el comienzo del Mioceno superior, la serie estratigráfica vuelve a ser detrítica, de grano muy fino, fangos oscuros (8), pertenecientes a arroyadas de flujos fangosos que no presentan estructura interna, excepto cuando aparece laminación paralela, al techo de algún canal. Esta formación pasa como etapa final de sedimentación a charcas o depresiones de "playas", con encharcamientos esporádicos, produciendo formaciones de calcretas o caliches, formaciones: 9 (arenas arcóscicas blanquecinas) y 10 (arenas arcóscicas blanquecinas gruesas y cementadas)

Posteriormente, este último ciclo sedimentario se ve interrumpido, según algunos autores, por una fase tectónica generalizada Fase Rodánica o Iberomanchega (AGUIRRE *et al*, 1976), e incluso una nueva fase tectónica, Fase Iberomanchega 2, más suave que la anterior. En el interior de la Cuenca tan sólo se reflejan como procesos erosivos tanto de acumulación como de erosión, antes de la instalación de la red fluvial cuaternaria.

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. MINERÍA Y CANTERAS

Para la realización del capítulo de geología económica de la Hoja se ha consultado:

- El mapa Geológico-Minero de Castilla y León E. 1:400.000.
- Mapa de Rocas Industriales Hoja 37 (Salamanca) E. 1:200.000.
- Indicios y datos aportados por los técnicos que han realizado los trabajos de campo.
- Visitas realizadas a las Delegaciones Territoriales de Industria, Comercio y Turismo, Sección de Minas de Ávila, Salamanca y Valladolid.

Con los datos recopilados y los datos de campo se ha elaborado este capítulo y confeccionado la tabla resumen adjunta (Tabla I).

Nº	Nº índice Mapa G y M de C. y L.	Nº ind. Hoja 200000	Localizado en trabajo de campo	Coordenadas U.T.M.		Sustancia	Término municipal (Provincia)	Observaciones
				X	Y			
1 (216)	4419	216	Si	338.800	4.557.500	Arc.	Lomoviejo (Valladolid)	Arcillas y arenas de Terciario arcósico. Cantera inactiva
2			Si	329.950	4.555.500	Ars.	Madrigal de las Altas Torres	Arenas arcósicas, pequeñas labores. Inactiva
3 (202)		202	Si	323.200	4.554.200	Ars.	Madrigal de las Altas Torres	Arenas eólicas de fondo de valle (Cuaternario) Inactiva
4			Si	319.850	4.545.400	Ars.		Areniscas arcósicas terciarias pequeña explotación inactiva
5 (217)		217	Si	342.200	4.553.050	Ars.	Salvador de Zapardiel	Arenas de fondo de valle (Cuaternario) pequeña explotación
6 (221)		221	Si	341.350	4.552.700	Ars.	San Esteban de Zapardiel (Ávila)	Arenas de fondo de valle (Cuaternario) pequeña explotación

Nota: En la Columna Nº, se indica el nº de referencia en el Mapa de Rocas Industriales. E.1:200.000. Hoja 37 (Salamanca).

Tabla I: Indicios mineros de la Hoja nº 454

Debido a las características geológicas de la hoja, no existen mineralizaciones ni indicios de minerales metálicos. En la Consejería de Industria Energía y Minas de Castilla y León no constan registros de explotaciones mineras, ni datos históricos relacionados con la minería metálica.

En cuanto a los minerales energéticos, entre los años 1990 y 1995 la Sociedad Minera de San Albin S. A. realizó extensos trabajos de exploración para minerales de la sección C. En la actualidad todos los permisos están caducados.

Rocas industriales

La explotación de rocas industriales en la hoja se reduce a la extracción de gravas y arenas de pequeñas explotaciones para consumo local. En la actualidad hemos podido comprobar que están inactivas y abandonadas.

En el municipio de Lomoviejo (Valladolid) existe una explotación de arena actualmente abandonada, que por el volumen de escombreras fue de importancia en la zona.

7.2. HIDROGEOLOGÍA

En la presente memoria se describe la hidrogeología de la Hoja, haciéndose referencia a las Unidades Hidrogeológicas presentes en la misma y a su funcionamiento en el contexto de la Cuenca. Asimismo se hace referencia a la climatología e hidrología de superficie y se describen las características hidrogeológicas de los materiales diferenciados en el esquema Hidrogeológico a escala 1:200.000, en función de su permeabilidad, incorporado en el Mapa Geológico.

Algunos de los distintos términos hidrogeológicos representados en el esquema agrupan varios niveles o facies de la columna cronoestratigráfica del Mapa Geológico. Por último, se ha recopilado en una tabla-resumen (Tabla II) los puntos de agua existentes en la zona, con las características principales de éstos.

7.2.1. Antecedentes

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

Posteriormente, es en el año 1979, cuando mediante un Real Decreto da comienzo la realización de los *Planes Hidrológicos*, con los datos disponibles en la Confederación Hidrográfica correspondiente y otros organismos. En el caso de la Cuenca del Duero, el IGME es el organismo encargado de realizar el *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Duero* (P.I.A.S.- Duero, 1980).

En agosto de 1985 se publica en el B.O.E. la *Ley 29/85 de Aguas*, con la que se abre una nueva etapa en la Planificación Hidrológica. En abril de 1986, también se publica en el B.O.E. el Real Decreto por el que se aprueba el *Reglamento del Dominio Público Hidráulico*.

Posteriormente, en agosto de 1988 se publica el Real Decreto por el cual se aprueba el *Reglamento de Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica*, orientando las acciones hacia el aprovechamiento conjunto de los recursos superficiales y subterráneos. Con este fin, se realiza en julio de 1988 el proyecto de *Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del Territorio Peninsular e Islas Baleares y Síntesis de sus características*, por el SGOP. Este organismo (SGOP), ya había realizado varios proyectos de recopilación y síntesis de recursos hidráulicos en las cuencas del Arlanzón (1976) y Esgueva (1977).

7.2.2. Climatología e hidrología superficial

La Hoja se sitúa al sur de la provincia de Valladolid, y al norte de Ávila, en la zona centrocidental de la Cuenca del Duero. Debido a su situación geográfica, con altitudes entre 700 y 800 m, se encuentra situada dentro de la banda de clima Mediterráneo templado, siendo los valores medios de sus variables climáticas los siguientes: la temperatura media anual oscila entre 11 y 13° C, los valores de precipitación media anual están comprendidos entre 300 y 500 mm, la evapotranspiración media en la zona varía entre 700 y 800 mm, valores que son frecuentes como media en toda la Cuenca del Duero. En cuanto al régimen de humedad, la duración, intensidad y situación estacional del periodo seco, la zona de estudio se puede clasificar de Mediterráneo seco.

Los principales cursos de agua de carácter permanente son el río Zapardiel, y Trabancos. Tanto el río Zapardiel como el río Trabancos discurren con dirección sur-norte, por la zona occidental y oriental de la Hoja, respectivamente.

Según la clasificación de zonas hidrológica establecida en el Plan Hidrológico del Duero, que responde a un criterio de evaluación de recursos hidráulicos, la Hoja de Madrigal de las Altas Torres se encuentra dentro de la Zona V, correspondiendo a la Junta de Explotación llamada Riegos Meridionales. Dentro de esta zona, pertenece a la cuenca 31, río Zapardiel (C-31), y D-9 correspondiente a parte de la cuenca del río Trabancos.

7.2.3. Localización, características y funcionamiento hidrogeológico

La Hoja se encuentra dentro de la unidad hidrogeológica U.H. 02.17, Región de Los Arenales, según la "Delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características" (DGOH-IGME, 1988). Debido a la gran explotación que se realiza en la zona de las aguas subterráneas, la Región de los Arenales se considera una de las unidades, dentro de la Cuenca, más importantes. La superficie total de la unidad es de 7.754,4 km²

Litológicamente, corresponde a materiales detríticos, de las facies Pedraja de Portillo, que corresponden a un acuífero profundo compuesto de fangos arcósicos y arcosas fangosas, agrupadas dentro del término geológico nº 2.

El resultado del balance para conocer el funcionamiento hidrogeológico de la zona es el siguiente: las entradas se realizan mediante lluvia directa (100-290 hm³/año), retornos de

riego (48 hm³/año), y recargas laterales de otras unidades (10-15 hm³/año). Las salidas se producen principalmente por bombeos (187 hm³/ año), y en menor proporción por ríos (50-65 hm³/año).

Como se comentó anteriormente, el principal uso del agua es agrícola, ascendiendo a la cantidad de 169,9 hm³/año, en menor cuantía se utiliza para abastecimiento urbano 14,8 hm³/año, para uso industrial 0,5 hm³/año, y por último para usos pecuarios 1,7 hm³/año.

Respecto a los parámetros hidrogeológicos, se ha obtenido unos valores de transmisividad de 25 a 250 m²/día y unos caudales específicos de 0,6 a 1,2 l/s/m. Sobre coeficientes de almacenamiento no se tienen datos disponibles. La piezometría medida en abril de 1994, indica cotas que varían de 960 m desde los bordes de la cuenca, a 624 m cerca del Duero. La zona central de la unidad se considera sobreexplotada.

Datos más recientes, de abril de 1999, indican valores comprendidos entre 675 y 700 m, para la piezometría superficial -con datos de sondeos de profundidad inferior a 150 m-, y por otro lado, sobre los 700 m, para la piezometría deducida de los sondeos con profundidad superior a los 150 m. En abril de 1999 la piezometría se encontraba entre 735 y 766 m, para sondeos inferiores a 150 m (en los sondeos 1518 5 149, 1518 8 155) y entre 761 y 806 m, para sondeos a 150 m (en los sondeos 1518 3 132, 1518 6 151).

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, se consideran facies hidroquímicas tipo bicarbonatada cálcico-magnésica, bicarbonatada cálcico-sódica y sulfatada. La conductividad oscila desde 54 a 4.051 oh/cm, siendo el valor medio 675 oh/cm. El contenido en nitratos varía entre 0 y 209 mg/l, teniendo un valor medio de 30 mg/l.

Se considera apta para el consumo humano, aunque hay excepciones. Según la clasificación de las aguas para riego del U.S. Salinity Laboratory Staff, las aguas subterráneas de esta unidad son: C1S1, aguas de baja salinidad y bajas en sodio; C2S1, aguas de salinidad media y bajo contenido en sodio; C2S2, aguas de salinidad media y contenido en sodio medio; C3S2, aguas altamente salinas y contenido medio en sodio y por último, C3S3, aguas altamente salinas y con alto contenido en sodio, que precisan suelos con buen drenaje, lavados intensos y adiciones de materia orgánica para no alcanzar un límite de toxicidad en sodio intercambiable.

En conjunto, la recarga se produce por infiltración del agua de lluvia, y en menor medida por infiltración desde los ríos, por retorno de riegos y aportación subterránea desde unidades colindantes. La descarga se produce hacia el río Duero, con dirección sureste-noroeste, aunque se observan conos en la zona central-sur, por las extracciones para regadíos y abastecimiento.

7.2.4. Cartografía hidrogeológica

Para la definición de las unidades hidrogeológicas se ha realizado una simplificación y unificación de términos geológicos, pasando de 19 términos geológicos a siete unidades cartográficas hidrogeológicas.

Los primeros cuatro términos corresponden a materiales terciarios del Mioceno, presentan una permeabilidad media, por porosidad intergranular; estando compuestos principalmente por facies de carácter detrítico: arcosas con niveles de gravas y fangos arcósicos, con niveles de arcosas gruesas, de las facies Villalba de Adaja y Pedraja de Portillo. En el borde sur y sureste de la Hoja afloran materiales carbonatados, caracterizados con permeabilidad alta. El conjunto de todos estos materiales componen un acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo, en la zona sur de la Cuenca.

Los materiales correspondientes al Pleistoceno y Holoceno están definidos por los términos 5 al 7. Dentro de los materiales cuaternarios, destacar las terrazas asociadas al Zapardiel, formadas por cantos, gravas y arenas, caracterizadas con permeabilidad alta, aunque no tienen desarrollo vertical.

7.2.5. Inventario de puntos de agua

Se tienen registrados un total de 24 puntos de agua. Según su naturaleza, son todos ellos sondeos, con más de 100 m de profundidad, incluso superan los 150 m el 50%. El uso más frecuente es la agricultura, al que se dedican el 58% de los puntos, y el resto, 42% se utiliza para el abastecimiento.

La máxima densidad de puntos de agua se encuentra en la facies arcósica y de fangos arcósicos perteneciente Pedraja de Portillo; situándose en la mitad suroeste de la zona de estudio. En la Tabla II se describen las principales características de estos puntos de agua: número de identificación, municipio, provincia, naturaleza, profundidad, nivel piezométrico abril-1994, marzo-1999 y uso.

Nº PUNTO DE AGUA	MUNICIPIO	PROVINCIA	NATURALEZA	PROFUNDIDAD	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m.s.n.m.)/Ab-94	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m.s.n.m.)/Mar-99	USO
15181130	Cantalapiedra	Salamanca	Sondeo	110	752.90	760.20	Agricultura
15181131	Madrigal de las Altas Torres	Ávila	Sondeo	100	743.80	759.30	Agricultura
15181245	Cantalapiedra	Salamanca	Sondeo	150	741.70		Abastecimiento
15183132	Madrigal de las Altas Torres	Ávila	Sondeo	200	703.00	761.10	Agricultura
15183133	Canillas de Esqueva	Valladolid	Sondeo	120	760.80	762.40	Agricultura
15183134	Fuente el Sol	Valladolid	Sondeo	110	758.20	757.40	Agricultura
15183257	Madrigal de las Altas Torres	Ávila	Sondeo	130	715.00		Abastecimiento
15183258	Madrigal de las Altas Torres	Ávila	Sondeo	250	715.00		Abastecimiento
15184135	Lomovieja	Valladolid	Sondeo	120	747.40	746.10	Agricultura
15184136	San Esteban de Zapardiel	Ávila	Sondeo	100	745.69	746.40	Agricultura
15184137	Salvador de Zapardiel	Valladolid	Sondeo	80	741.80	737.50	Agricultura
15184253	Salvador de Zapardiel	Valladolid	Sondeo	120			Abastecimiento
15185149	Palacios Rubios	Salamanca	Sondeo	212	747.20	736.55	Agricultura
15185246	Palacios Rubios	Salamanca	Sondeo	160	750.00		Abastecimiento
15186150	Horcajo de las Torres	Ávila	Sondeo	240	744.20	767.10	Agricultura
15186151	Mamblas	Ávila	Sondeo	176	790.70	806.10	Agricultura
15186259	Horcajo de las Torres	Ávila	Sondeo	200	690.00		Abastecimiento
15187152	Madrigal de las Altas Torres	Ávila	Sondeo	180	747.50	753.10	Agricultura
15187153	Cabezas del Pozo	Ávila	Sondeo	210	793.60	764.70	Agricultura
15187260	Mamblas	Ávila	Sondeo	120	765.00		Abastecimiento
15187261	Bercial de Zapardiel	Ávila	Sondeo	160	750.80		Abastecimiento
15188154	Barromán	Ávila	Sondeo	120	746.80	754.70	Abastecimiento
15188155	Villanueva del Aceral	Ávila	Sondeo	120	759.40	766.10	Agricultura
15188202	Langa	Ávila	Sondeo	200	774.00		Abastecimiento

Tabla II: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Madrigal de las Altas Torres

8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO

En la Hoja se han seleccionado un total de seis Puntos de Interés Geológico (PIG) que obedecen principalmente a consideraciones geomorfológicas y estratigráficas, de extensión variable, desde afloramientos de varias decenas de metros cuadrados hasta zonas más extensas de centenares de metros.

Teniendo en cuenta las características geológicas generales de la Hoja, dominada por sedimentos subhorizontales del Terciario de la cuenca del Duero y del Cuaternario, se ha considerado adecuado incluir como puntos de interés geológico, aquellos afloramientos donde es posible observar los procesos sedimentológicos más representativos de la formaciones diferenciadas, sin embargo el comportamiento geológico de los mismos, en relación a los procesos de modelado superficial, no ha favorecido el desarrollado debido al suave relieve de la zona, siendo muy poco frecuentes los escarpes o taludes naturales donde se encuentran expuestas las formaciones (PIGs 453-3).

Por ello, la mayor parte de los puntos (PIGs 453-1,2,4,5 y 6) corresponden a respuestas morfológicas de las formaciones geológicas a la acción de los procesos de modelado superficial.

Además, el punto PIG 454-4 denominado Laguna de los Lavajares forma parte de las Áreas Protegidas de la Junta de Castilla y León del tipo Zonas Húmedas Catalogadas (Decreto 194/194 y Decreto 125/2001, para la Comunidad de Castilla y León). Un buen número de estas zonas endorreicas, denominadas localmente *lavajos*, se extienden por toda la Hoja.

A continuación se describen los puntos seleccionados.

PIG 454-1

Se sitúa hacia el tercio noreste de la Hoja, y al NE de la localidad de Madrigal de las Altas Torres, más concretamente en el paraje de *Alto de las Bodegas*. Está constituido por una extensa superficie subhorizontal. Los materiales visibles en superficie son arenas y limos con predominio de cantos de cuarzo y cuarcita de formas subangulosas y tamaños variables.

La cota del replano es de unos 795 m, extendiéndose en dirección NE-SO, al igual que la red hidrográfica de este sector.

PIG 454-2

Está situado en la parte central de Hoja, al sureste de la localidad de Madrigal de las Altas Torres, más concretamente entre los parajes denominados *El Moro* y *El Juncal*. Está constituido por una extensa superficie subhorizontal. Los materiales visibles en superficie son arenas y limos con predominio de cantos de cuarzo y cuarcita de formas subangulosas y tamaños variables.

La cota máxima del replano es de unos 816 m, descendiendo en pendiente muy suave en dirección norte.

PIG 454-3

Está situado en el tercio suroeste de la Hoja, al sureste de la localidad de Horcajo de las Torres, más concretamente en la margen derecha del río Trabancos y junto al antiguo molino. Corresponde a un afloramiento en escarpe producido por el encajamiento del río que desarrolla un perfil transversal asimétrico, con la margen norte en escarpe y la sur en llano.

El afloramiento corresponde a un talud subvertical, de unos 100 metros de longitud y 6 m de altura máxima. La cota máxima deducida de este punto es de 820 m.

En detalle se observan arenas arcósicas medias y finas, con niveles de cantos tamaño grava gruesa y matriz limosa. Los materiales presentan una tonalidad rojiza debido a procesos de alteración supergénica. Sobre esta serie aparecen depósitos cuaternarios aluviales-coluviales formados por cantos y limos.

PIG 454-4

Este punto está localizado en la parte suroccidental de la Hoja. Se trata de una zona de muy baja pendiente, en la cabecera del río Trabancos, que forma una depresión con drenaje deficiente dando lugar a una zona húmeda o laguna con dimensiones de unos 1000 x 500 m, alargada en dirección NE-SO, según la de la propia red de drenaje.

La cota deducida más baja se encuentra a uno 805 m. La laguna recibe el nombre de *Laguna de los Lavajares*, sin embargo su régimen de funcionamiento hídrico no la mantiene con agua de forma permanente.

PIG 454-5

Este punto corresponde a una zona de afloramiento de materiales calcáreos del terciario que forman una superficie estructural subhorizontal. La zona se sitúa en el borde sur de la parte central de la Hoja, entre las localidades de Mambblas y Rasueros. La extensión considerada de la zona de unos 2,5 km², con una cota máxima de 858 m.

Debido a la muy baja pendiente de la zona y la alterabilidad de estos materiales no existen afloramientos naturales en talud donde poder observar los niveles calcáreos in situ. Su presencia es delatada por los bloques de roca que raramente superan los 50 cm de tamaño, de tono blanquecino que tapizan los suelos, así como por las acumulaciones antrópicas producto de la recogida selectiva y destinadas a mejorar las características agronómicas de estos suelos.

FIG 454-6

Este punto corresponde a una zona de afloramiento de materiales calcáreos del terciario que forman superficies estructurales subhorizontales. La zona se sitúa en el extremo SE de la Hoja, al suroeste de la localidad de Langa. La extensión considerada de la zona de unos 5 km², con una cota máxima de 860 m.

Debido a la muy baja pendiente de la zona y la alterabilidad de estos materiales no existen afloramientos naturales en talud donde poder observar los niveles calcáreos in situ. Su presencia es delatada por fragmentos de roca y el tono blanquecino de los suelos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE LTD. (1967). "Mapa Geológico de la Cuenca del Duero". Escala 1:250.000. Instituto Nacional Colonización a IGME.
- ÁGUEDA, J.A.; COLMENERO, J.R.; SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.M.; GOY, J.L.; y ZAZO, C. (1980). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, (MAGNA)". *Hoja nº 480, Fontiveros*. IGME.
- AGUIRRE, E. (1975). "División estratigráfica del Neógeno Continental". *Est. Geol.*, 31; 587-595.
- AGUIRRE, E. (1989). "El límite inferior del Pleistoceno". *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.
- AGUIRRE, E., MOLINA, E.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A. y ZAZO, C. (1972). "The Pliocene-Pleistocene boundary in Spain". *Int. Coll. on the problem The boundary between Neogene and Quaternary. INQUA-IUGS*, 117-123.
- ALBERDI, M^a. T. (1972). "El género *Hipparion* en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía. Revisión e Historia evolutiva". *Tesis doctoral*. Universidad Complutense de Madrid. 2 v.
- ALBERDI, M^a. T. (1974). "Las faunas de *Hipparion* de los yacimientos españoles". *Est. Geol.*, 30 (2-3), 189-212.
- ALBERDI, M^a. T. (1981). "Geología y Paleontología del yacimiento Neógeno continental de Los Valles de Fuentidueña, Segovia (España)". *Prefacio del monográfico del yacimiento de Los Valles de Fuentidueña*. M^a. T. Alberdi (coord.) *Est. Geol.*, 37 (5-6): 337-516.
- ALBERDI, M^a.T. y AGUIRRE, E. (1970). "Adiciones a los Mastodontes del Terciario español". *Est. Geol.*, 26; 401-415.
- ALCALÁ DEL OLMO, L. (1972). "Estudio sedimentológico de los arenajes de Cuéllar (Segovia)". *Est. Geol.*, 28 (4-5), 345-359.
- ALCALÁ DEL OLMO, L. (1974). "Estudio edáfico-sedimentológico de los arenales de la Cuenca del Duero". *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense. Madrid. 2 v.

- ALONSO GAVILÁN, G. (1981). "Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en el borde suroccidental de la Cuenca del Duero (Provincia de Salamanca)". *Tesis Doctoral*. Univ. Salamanca. 435 pp.
- ALONSO GAVILÁN, G. (1983). "Sedimentología de las Areniscas de Villamayor". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 19, 7-20.
- ALONSO GAVILÁN, G. (1984). "Evolución del sistema fluvial de la Formación Areniscas de Aldearrubia (Paleógeno superior, provincia de Salamanca)". *Mediterránea (Ser. Geol.)*, 3, 107-130.
- ALONSO GAVILÁN, G. (1986). "Paleogeografía del Paleógeno superior. Oligoceno en el SO de la Cuenca del Duero (España)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 22, 71-92.
- ALONSO GAVILÁN, G., CORRALES, I. y CORROCHANO, A. (1976). "Sedimentación rítmica en el Paleógeno de Almenara de Tormes (Salamanca)". *Studi. Geol. Salmanticensia*, 10, 17-29.
- ALONSO GAVILÁN, G., ARMENTEROS, I., DABRIO, C. J. y MEDIAVILLA, R. M. (1987). "Depósitos lacustres terciarios de la Cuenca del Duero (España)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 1, 24; 1-47.
- ALONSO GAVILÁN, G.; BLANCO, J.A.; SÁNCHEZ, S.; FERNÁNDEZ, B. y SANTISTEBAN, J.I. (1989). "Alteraciones asociadas a los paleosuelos de las Areniscas de Villamayor (Salamanca)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 5, 187-207.
- ALONSO GAVILÁN, G.; ARMENTEROS, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; DABRIO, C.; JIMÉNEZ, E., LÓPEZ, N.; OLVÉ, A.; OLMO, P. del; POL, C. y PORTERO, J.M. (1983). "La Depresión del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos*, (Comba, J.A. Coord.): *Geología de España, (II)*. IGME, Madrid, 487-489.
- 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)". *Tertiary Basins of Spain*, Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds). *Cambridge University Press*.
- ÁLVAREZ SIERRA, M. A. (1987). "Paleontología y Bioestratigrafía del Mioceno superior del sector central de la Cuenca del Duero. Estudios de los micromamíferos de la serie de Torremormojón (Palencia)". *Tesis doctoral*. 154 pp.
- ÁLVAREZ SIERRA, M.A. y GARCÍA MORENO, E. (1986). "New Gliridae and Cricetidae (Mamm. Rodó) from the Middle and Upper Miocene of the Duero Basin, Spain". *Stvd. Geol. Salmanticensia. Univ. Salamanca*, 23, 145-189.

- ÁLVAREZ SIERRA, M. A.; GARCÍA MORENO, E.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N. y DAAMS, R. (1987). "Biostratigraphy and paleoecological interpretation of Micromammal faunal successions in the Upper Aragonian and Vallesian (Middle-Upper Mioceno) of the Duero Basin (N Spain)". *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, LXX: 517-521.
- ÁLVAREZ SIERRA, M. A.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAAMS, R.; DABRIO, C. J.; GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; MEDIAVILLA, R.; RIVAS CARBALLO, R. y VALLE, M. F. (1990). "Un estratotipo del límite Aragoniense-Vallesiense (Mioceno medio-Mioceno superior) en la sección de Torremormojón (Cuenca del Duero, Provincia de Palencia)". *Acta Salmanticensis, 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).
- ARAGONÉS, E.; CARRERAS, F.; OLIVE, A.; OLMO, P. del; PORTERO, J.M. y VARGAS, I. (1982). "Estratigrafía y sedimentología del Mioceno entre Guardo y Dueñas (Cuenca del Duero, Palencia)". *I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero*, Salamanca (1979).
- ARMENTEROS, I. (1986). "Estratigrafía y sedimentología del Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero (Aranda de Duero-Pañafiel)". (*Publicación de la Tesis Doctoral*). Ed. Diput. Salamanca. Serie Castilla y León, 1, 471 pp.
- ARMENTEROS, I. y CORROCHANO, A. (1983). "El Neógeno del sector suroriental de la depresión del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España*, (2), IGME. 521-526.
- ARRESE, F.; LOCANO, A.; MARTÍN-PATÍÑO, T. y RODRÍGUEZ, J. (1964). "Estudio de las areniscas de Villamayor (Salamanca)". *Est. Geol.*, 20: 87-105.
- ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1967). "Geología de Zamora". *Mapas provinciales de suelos. Zamora. Mapa Agron. Nac.* Minist. Agricult., 8-29; 1 mapa. Madrid.
- BERGONIOUX, F. y CROUZEL, F. (1958). "Les mastodontes de l'Espagne". *Est. Geol.*, 14, 223-365.
- BERTRAND, G. y BERTRAND, C. (1984). "Des rañas aux rasas". *Remarque sur le système montagne-piémont de la Cordillère Cantabrique Central, Espagne du nord-ouest. Montagnes et piémonts. Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, vol. Esp. 247-260.
- BIROT, P. y SOLÉ, L. (1954). "Recherches Morphologiques dans le NW de la Péninsule Iberique". *Pub. del Inst. Geol. de la Universidad de Barcelona*, 221, 61 pp.

- BLANCO, J.A. (1991). "Los procesos de alteración en las cuencas terciarias meseteñas". *Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del Oeste peninsular. Zócalo hercínico y cuencas terciarias*. J.A. Blanco, E. Molina y A. Martín-Serrano (Coords). *Monogr. SEG-ITGE*, 6, 45-67.
- BLANCO, J.A. (1991). "Los procesos de silicificación asociados al Paleógeno basal del borde SW de la Cuenca del Duero sobre los sedimentos paleocenos". *Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del Oeste peninsular. Zócalo hercínico y cuencas terciarias*; J.A. Blanco, E. Molina y A. Martín-Serrano (Coords). *Monogr. SEG-ITGE*, 6, IV *parada*, 239-249.
- BLANCO, J.A. y CANTANO, M. (1983). "Silicification contemporaine à la sédimentation dans l'unité basale du Paleogene du bassin du Duero (Espagne)". *Sci. Geol. Mem.*, 72; 7-18.
- BLANCO, J.A.; ALONSO GAVILÁN, G.; FERNÁNDEZ, B. y SÁNCHEZ, S. (1989). "La alteración roja miocena sobre las Areniscas de Villamayor". *Stvd. Geol. Salmanticensis*, 5, 209-222.
- BLANCO, J.A.; CORROCHANO, A.; MONTIGNY, R. y THUIZAT, R. (1982). "Sur l'âge du debut de la sédimentation dans le bassin tertiaire du Duero (Espagne)". *Atribution au Paléocène par datation isotopique des alunites de l'unité inferieure*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 295 (II), 599-562.
- BOILLLOT, G.; DUPEUBLE, P.A. y MALOD, J. (1979). "Subduction and tectonics on the continental of northern Spain". *Marine Geology*, 32, 53-70.
- BOILLLOT, G. y MALOD, J. (1988). "The north and north spanish continental margin: a review". *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 1, (3-4), 295-316.
- BUSTILLO, M^a.A. y MARTÍN-SERRANO, A. (1980). "Caracterización y significado de las rocas silíceas y ferruginosas del Paleoceno de Zamora". *Tecniterrae*, 36, 14-29.
- C.G.S. "ADARO (1978). "Síntesis geológica previa para la prospección de Uranio en la Cuenca del Duero". *JEN*, (inédito).
- C.G.S.-IMINSA (1978). "Síntesis geológica previa de la Cuenca del Duero" (*Proyecto Magna*), (inédito). IGME.
- CABRERA CEÑAL, R.; CRESPO RAMÓN, J.L.; GARCIA DE LOS RÍOS COBO, J.I.; MEDIAVILLA MANZANAL, B. y ARMENTEROS, I. (1997). "Mapa Geológico y Minero de Castilla y León Escala 1:400.000". *SIEMCALSA*, Valladolid. 459 pp.

- 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. Esp.*, 6; 29-40.
- CANTANO, M. (1982). "Estudio Morfoestructural del área de Golpejas (provincia de Salamanca)". *Tesis de Licenciatura*. Univ. Salamanca, 59 pp.
- CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; POL, C.; DÍEZ BALDA, M.A. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1980). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, (MAGNA)". *Hoja nº 479, Peñaranda de Bracamonte*. IGME.
- CARRERAS, F.; OLIVÉ, A. y FERNÁNDEZ CARRASCO, I. (1979). "Mapa Geológico de España E 1:50.000, (MAGNA)". *Hoja nº 481, Nava de Arévalo*. IGME.
- CASAS, J.; LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ, J. (1972). "Mineralogía y sedimentología de los arenales que recubren el Terciario entre los ríos Pirón y Voltoya (Segovia)". *Est. Geol.*, 28 (4-5), 287-297.
- CASIANO DE PRADO, M. (1854). "Note sur la constitution géologique de la province de Ségovie". *Bull. Soc. Géol. France*, 11, 330-378.
- CIVIS, J.; ARMENTEROS, I.; FLORES, J.A.; GONZÁLEZ DELGADO, J.A.; MEDIÁVILLA, R.; RIVAS CARBALLO, J.R.; SIERRO, F.J. y DEL VALLE, M.F. (1989). "La Fauna (invertebrados) y Flora fósil del Neógeno de Castilla y León (Zamora, Valladolid y Palencia)". *Informe interno Univ. de Salamanca*. *Inédito*, 76 pp. 7 láms.
- CIVIS, J.; ARMENTEROS, I.; VALLE, M.F.; GONZÁLEZ DELGADO, J.A.; RIVAS, M.R.; SIERRO, F.J. y FLORES, J.A. (1989). "Moluscos, Ostrácodos y Palinología de las facies fluvio-lacustres del Neógeno del SE de la provincia de Valladolid (Cuenca del Duero)". *Geogaceta*, 6, 78-81.
- CORRALES, I. (1982). "El Mioceno al sur del Río Duero (Sector Occidental)". *I Reunión sobre Geología*.
- 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.

- CORDERO, P.; CORROCHANO, A. y CARBALLEIRAS, J. (1982). "El Paleógeno del Sector Septentrional de la Cuenca de Ciudad Rodrigo (alrededores de Torremenudas, Salamanca)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geológico Mineros*, IGME, 199-207.
- CORRALES, I. (1982). "El Mioceno al sur del Río Duero (Sector Occidental)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Libro Guía de excursiones. Temas Geológico Mineros*, 6 (2), 709-713.
- CORRALES, I., CORROCHANO, A. y VALLADARES, I. (1974). "Algunas consideraciones sedimentológicas sobre el Terciario de Fuentelapeña (provincia de Zamora)". *Com. VII Reunión del Grupo Español de Sedimentología* (Trempe, Lérida, septiembre, 1974).
- CORRALES, I., CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A., POL, C. y ARMENTEROS, I. (1978). "Las facies Miocenas del sector sur de la Cuenca del Duero". *Publicaciones del Departamento de Estratigrafía. Univ. Salamanca*, 9; 7-15.
- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, J.; FLOR, G.; POL, C. y CORROCHANO, A. (1986). "Alluvial systems in the northwestern part of the Duero Basin (Spain)". *Sedim. Geol.*, 47, 149-166.
- CORROCHANO, A. (1974). "Características de la Sedimentación del Paleógeno en los alrededores de Salamanca". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 7, 7-39.
- CORROCHANO, A. (1977). "Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora" *Tesis Doctoral*. Univ. Salamanca. 336 pp.
- CORROCHANO, A. (1980). "Los sistemas de abanicos aluviales del Paleógeno de Zamora". *Guía de campo del IX Congreso Nacional de Sedimentología*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- CORROCHANO, A. (1982). "El Paleógeno del borde occidental de la Cuenca del Duero (Provincia de Zamora)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geol. Min.*, 19, 187-199.
- CORROCHANO, A. (1989). "Facies del Cretácico terminal y arquitectura secuencial de los abanicos terciarios del Borde Norte de la Depresión del Duero (Valle de las Arrimadas, León)" *Stvd. Geol. Salmanticensia*, Vol. Esp. 5, 89-106.
- CORROCHANO, A. y ARMENTEROS, L. (1989). "Los sistemas lacustres de la Cuenca terciaria del Duero". *Acta Geol. Hisp.*, 24, 259-279.
- CORROCHANO, A. y CARBALLEIRA, J. (1983). "El terciario del ángulo noroeste de la cuenca del Duero". *Libro Jubilar J.M. Ríos: Geología de España* (2). IGME, 502-506.
- CORROCHANO, A. y QUIROGA, J.L. (1974). "La discordancia Paleozoico-terciario al SW de Zamora" *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 7, 7-39.

- CORROCHANO, A., CARBALLEIRA, J.; POL, C. y CORRALES, I. (1983). "Los sistemas deposicionales terciarios de la depresión de Peñaranda-Alba y sus relaciones con la fracturación". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 19, 187-199.
- CORROCHANO, A., FERNÁNDEZ, B., RECIO, C., BLANCO, J.A. y VALLADARES, I. (1986). "Modelo sedimentario de los lagos neógenos de la Cuenca del Duero. Sector Centro-Occidental". *Stvd. Geol. Salmanticensia*. 22, 93-110.
- CORTAZAR, D. (1877). "Descripción física, geológica, y agrológica de la provincia de Valladolid". *Mem. Com. Mapa Geol. España*, Madrid, 121 pp, 8 pl.
- CRUSAFONT, M. (1951). "Los nuevos Mamíferos del Neógeno de España". *Not. y Com. IGME*, 22, 127 pp.
- CRUSAFONT, M. (1952). "Los jiráfidos fósiles de España". *Memorias y Comunicaciones del Instituto Geológico*, Diputación Provincial de Barcelona, CSIC, VIII, 239 pp.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E., GARCÍA, J. y VILLALTA, J.C. (1954). "Ensayo de Síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, T. extr., 215-227
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1958). "Algunas precisiones sobre la edad y extensión del Paleógeno en las provincias de Salamanca y Zamora". *Cur. y Conf. Inst. Lucas Mallada*, 4, 83-85.
- CRUSAFONT, M., AGUIRRE, E.; GARCÍA, J. y TRUYOLS, J. (1960). "El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica". *Not. y Com. IGME*, 60, 127-140.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E. y GARCÍA, J. (1968). "Un nuevo yacimiento de mamíferos del Mioceno de la Meseta española". *Act. Geol. Hisp., Barcelona*, 3, 22-24.
- CRUSAFONT, M.; REGUANT, S. y GOLPE, J.M. (1975). "Síntesis biocrono estratigráfica del Terciario Continental español". *Est. Geol.*, 31; 581-586.
- CUESTA, M. A. (1994). "Los plagiolophinae (Remy, 1976) nuevo rango (Perissodactyla, Mammalia) del Eoceno de la Cuenca del Duero (Castilla y León, España)". *Est. Geol.*, 50; 253-279.
- CUESTA, M. A. (1999). "Las faunas de mamíferos del Eoceno de la Cuenca del Duero (Castilla y León, España). Síntesis bioestratigráfica y biogeográfica". *Revista Española de Paleontología*, 14 (2); 203-216.
- CUESTA, M. A. y MORALES, J. (1999). "Paleontología de mamíferos terciarios en Castilla y León: desarrollo histórico y estado actual". *Temas Geológico-Mineros, ITGE, XV Jornadas de Paleontología*, 26; 78-82.

- 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.
- DÍEZ BALDA, M.A.; CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A.; POL, C. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1980). "Mapa Geológico de España a escala. 1:50.000, (MAGNA)". Hoja nº 479, Peñaranda de Bracamonte. IGME.
- DÍEZ HERRERO, A.; BATEMAN, M.D.; LÓPEZ SÁEZ, J.A. y VEGAS, J. (2000). "Procesos eólicos tardiglaciares en la submeseta septentrional. Cronología del manto arenoso de la Tierra de Pinares". En: *VI Reunión Nacional de Geomorfología. Sociedad Española de Geomorfología - Departamento de Geodinámica (UCM)*. 77.
- DOMÍNGUEZ, A. y ARQUER PRENDES, F. (1971). "Comunicación sobre el hallazgo de una posible facies marina bajo los sedimentos terciarios continentales del occidente de la Cuenca del Duero". *I Congr. Hisp. Lus. Amer. de Geol. Econ., I, sección I, Geología*, 157-160.
- DUMAE, B. (1967). "Place et signification des glacis dans le Quaternaire". *Bull. L'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 12, 223-244.
- ENRESA (1987). "Proyecto IFA". *Inventario nacional de formaciones favorables para el almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad*. Madrid, (Inédito).
- ENRESA (1988). "Proyecto ERA". *Estudio de las formaciones favorables de la región del Duero*. Madrid, (Inédito).
- ENRESA (1994). "Proyecto AFA". *Estudios temáticos en medios sedimentarios. Áreas de San Pedro y Olmos (región del Duero)*. Madrid, (Inédito).
- ESPEJO, R.; TORRENT, J. y ROQUERO DE LABURU, C. (1973). "Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 71 (3-4), 231-236.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1844). "Descripción geognóstica y minera de la provincia de Palencia". *Bol. Of. Min.*, 14, 160-163.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, M.P. (1988). "Geomorfología del sector comprendido entre el Sistema Central y el Macizo de Santa María la Real de Nieva (Segovia)". *Tesis doctoral*. Universidad Complutense de Madrid. 336 pp.
- GARCÍA ABBAD, F.J. y MARTÍN-SERRANO, A. (1980). "Precisiones sobre la génesis y cronología de los relieves apalachianos del Macizo Hespérico (Meseta Central Española)". *Est. Geol.*, 36, 391-401.
- GARCÍA ABBAD, F.J. y REY SALGADO, J. (1973). "Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid". *Bol. Geol. Min.*, 84, 213-227, 2 mapas.

- GARCÍA DEL CURA, M^a.A. (1974). "Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la cuenca del Duero (Aranda del Duero)". *Est. Geol.*, 30, 579-597.
- GARCÍA, M^a.A. y LÓPEZ, F. (1974). "Estudios mineralógico de la facies detrítico-calcáreas del terciario de la zona centro-oriental de la cuenca del Duero (Aranda del Duero)". *Est. Geol.*, 30, 503-513.
- GARCÍA, J. y ALBERDI, M^a.T. (1968). "Nueva tortuga fósil en el Mioceno de Arévalo". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 66, 141-149.
- GARCÍA-RAMOS, J.C.; COLMENERO, J.R. y MANJÓN, M. (1982). "Modelo de sedimentación en los abanicos aluviales de clastos carbonatados del borde N de la Cuenca del Duero". I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, (1979), *Temas Geológicos Mineros*, VI (I), IGME, 275-289.
- GARZÓN, M.G. y LÓPEZ, N. (1978). "Los roedores fósiles de los Barros (Ávila) Datación del Paleógeno continental del Sistema Central". *Est. Geol.*, 34, 574-578.
- GIL TUDANCA, S. (1992). "Yacimientos de Vertebrados paleógenos de Castilla y León". *Vertebrados fósiles de Castilla y León*. Museo de Salamanca; Jiménez, E. (Coord.), Junta de Castilla y León: 27-37.
- GIL y MAESTRE, A. (1880). "Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca". *Mem. Com. Mapa Geol. España*, Madrid. 209 pp.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A.; CMIS, J.; VALLE, J.F.; SIERRO, F.J. y FLORES, J.A. (1986). "Distribución de Foraminíferos, moluscos y Ostrácodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero. Aspectos más significativos". *Stud. Geol. Salmantica*, 22, 277-292.
- GOY, J.L.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; PORTERO, J.M. y ZAZO, C. (1980). "Aportaciones para un modelo de Mapa de Formaciones Superficiales en España". *Actas de la I Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*. Santander.
- GRACIA PLAZA, A.S.; GARCÍA MARCOS, J.M. y JIMÉNEZ, E. (1981). "Las fallas de "El Cubito": Geometría, funcionamiento y sus implicaciones cronoestratigráficas en el Terciario de Salamanca". *Bol. Geol. Min.*, 92 (6), 267-273.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1994). "Geomorfología de España". Editorial Rueda, Madrid. 526 pp.
- HERAIL, G. (1984). "Dynamique géomorphologique et sédimentologique des piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne et géologie de l'or détritique". *Chron. Rech. Min.*, 474, 49-68.

- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1912). "Observaciones con motivo del descubrimiento de Mastodontes en el Cerro del Cristo de Otero (Palencia)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 12, 68-69.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915). "Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia". *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient. Comunicación de Inv. Paleont. y Prehist.* 5.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1921). "Descubrimientos paleontológicos en Palencia" *Las tortugas fósiles gigantes. Ibérica, Tortosa.* 328-330.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1928). "Las terrazas cuaternarias del río Pisuegra entre Dueñas y Valladolid" *Bol. R. Acad. Cienc. Ex. Fis. y Nat.*, 24, 243-267.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1928). "Los cinco ríos principales de España y sus terrazas". *Trab. Mus. Nac. Hist. Nat. Ser. Geol.*, 36, 150 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1929). "Datos geológicos de la meseta toledano-cacereña y de la Fosa del Tajo". *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 14, 183-202.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1930). "Fisiografía e Historia Geológica de la altiplanicie de Castilla la Vieja". *Publ. Univ. Valladolid*, 6 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1930). "Sobre la extensión del Neógeno en el Norte de la altiplanicie de Castilla la Vieja". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 30: 396-398.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y DANTÍN CERECEDA, J. (1915). "Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia". *Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehis.*, 5, 295 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y DANTIN CERECEDA, S. (1932). "Síntesis fisiográfica y geológica de España" Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. *Trab. Mus. Cienc. Nat. Ser. Geol.*, 38, 584 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1923). "Las arenas voladoras de la provincia de Segovia" *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23, 211-216.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930). "Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid". *Mem. Com. de Invt. Paleont. y Prehist.*, 37, 38-95.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1957). "Las formaciones de raña de la Península Hispánica". *INQUA. V Congr. Intern. Madrid-Barcelona. Resumen Commun.*, 78-79.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. y HERNÁNDEZ SAMPELAYO, A. (1951). "Mapa Geológico de España 1:50.000 (1ª Serie)". *Hoja y Memoria nº 370, Toro.* IGME, Madrid.

- IGME-CEDEX (1986). "Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España a escala 1:1.000.000" IGME, Madrid. 64 pp.
- IGME (1970). "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000". *Síntesis de la cartografía existente. Hoja 37 (Salamanca)*". Serv. Publ. del Ministerio de Industria.
- IGME (1970). "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000" *Síntesis de la cartografía existente. Hoja 44 (Avila)*". Serv. Publ. del Ministerio de Industria.
- JIMÉNEZ, E. (1968). "Stereogenys salmanticensis nov sp., quelonio eocénico del valle del Duero". *Est. Geol.*, 24 (3-4): 191-203.
- JIMÉNEZ, E. (1970). "Estratigrafía y paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero". *Tesis Doctoral* Univ. Salamanca, 325 pp. (*Resumen publicado en Tesis Ciencias*, 1969-1970), 41-52.
- JIMÉNEZ, E. (1970). "Sobre un nuevo hallazgo de Stereogenys Salmanticensis, Jim". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 1, 73-86.
- JIMÉNEZ, E. (1970). "Los reptiles fósiles del valle del Duero. Sobre un cuarto prototipo casi completo de Stereogenys salmanticensis, Jim". *Est. Geol.*, 26, 245-260.
- JIMÉNEZ, E. (1971). "Nuevos yacimientos de quelonios fósiles en Coca (Segovia) y su significado estratigráfico". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 7, 57-82.
- JIMÉNEZ, E. (1971a). "Primer Pseudotrionyx español: Allaeochelys casasecai nov. sp. del Luteciense de Corrales (Zamora)". *Est. Geol.*, 27, 153-166.
- JIMÉNEZ, E. (1971b). "Nuevos fragmentos específicos del Pelomedúsidos lutecienses del Valle del Duero". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 68, 243-257.
- JIMÉNEZ, E. (1972). "El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. Los escarpes del Tormes". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 3, 67-110.
- JIMÉNEZ, E. (1973). "El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. II: La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 5, 107-136.
- JIMÉNEZ, E. (1974). "Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica". *Bol. Geol. Min*, 85 (5), 518-524.
- JIMÉNEZ, E. (1975). "Duerochelys arribasi nov. gen., nov. sp. Pelomedusidae du Ludien du Bassin du Duero (Espagne)". *Bull. Soc. Geol. France*, Paris, (7e), 17 (3), 410-415.

- JIMÉNEZ, E. (1975). "Presencia de una fase de fracturación y de una discordancia Pre-Luteciense en el Paleógeno de Salamanca". *Est. Geol. (Tomo Homenaje a D. Francisco Hernández-Pacheco)*. 31 (5-6), 615-624.
- JIMÉNEZ, E. (1977). "Sinopsis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la provincia de Zamora". *Bol. Geol. Min.*, 88 (5), 357-364.
- JIMÉNEZ, E. (1982). "Quelonios y cocodrilos fósiles de la Cuenca del Duero. Ensayo de biozonación del Paleógeno de la Cuenca del Duero". *Stvd. Geol. Salmanticae*, 17, 125-127.
- JIMÉNEZ, E. (1983). "Síntesis del Paleógeno continental de la Cuenca del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España, II*, IGME: 103-108.
- JIMÉNEZ, E. (1992). "Las dataciones del Paleógeno de Castilla y León". *Vertebrados fósiles de Castilla y León*. Jiménez-Fuentes, E. (Coord.), *Museo de Salamanca*; Junta de Castilla y León: 39-41.
- JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J.M. (1979). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA)" *Hoja nº 398, Castronuño*. IGME.
- JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J.M. (1980). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA)" *Hoja nº 370, Toro*. IGME.
- JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J.M. (1980). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA)" *Hoja nº 426, Fuentesauco*. IGME.
- JIMÉNEZ, E.; CORROCHANO, A. y ALONSO, G. (1983). "El Paleógeno de la Cuenca del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España, II*, IGME; 489-493.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBEIRO, A. y CONDE, L. (1974). "Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares a escala 1:1.000.000" *IGME*.
- LAÍN HUERTA, L., DUCH MARTÍNEZ, C., GARCÍA TORREGO, V., IRISO CALLE, A., LAÍN HUERTA, R. y PERIANES JIMÉNEZ, V. (1991). "Atlas de riesgos naturales de Castilla y León". *Serie: Ingeniería GeoAmbiental. ITGE*, Madrid. 87 pp.
- LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ, J. (1969). "Estudio mineralógico de los ríos de la Cuenca del Pisuerga". *Anal. Edaf. y Agrobiol., Madrid*, 28, 445-541.
- LEGUEY, S. y RODRÍGUEZ, J. (1970). "Estudio de las terrazas y sedimentos de los ríos de la Cuenca del Esla". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 68, 41-56.
- LÓPEZ, 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.
- LÓPEZ DE AZCONA, J.M.; MINGARRO, F. y LÓPEZ DE AZCONA, M.C. (1967). "Mapa Geológico de la provincia de Salamanca a escala 1:200.000" *IGME*.
- MABESOONE, J.M. (1959). "Tertiary and Cuaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin (Palencia, Spain)". *Leidse Geol. Meded.*, 24, 31-180.
- MABESOONE, J.M. (1961). "La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia)". *Est. Geol.*, 17 (2), 101-130.
- MANJÓN, M.; COLMENERO, J.R.; GARCÍA-RAMOS, J.C. y VARGAS, I. (1982). "Génesis y distribución espacial de los abanicos siliciclásticos del Terciario superior en el borde N de la Cuenca del Duero (León-Palencia)". I *Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca, 1979, Temas 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 ESCORZA, C. (1982). "Análisis estructural de las fracturas fotodetectadas en el Alto Duero (Cuenca de Almazán)". I *Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). Temas Geológico Mineros*, IGME.1: 391-411.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1979). "El relieve zamorano". *Planteamientos generales y problemática geomorfológica. Tecniterrae*, 28, 11-19.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988a). "El relieve de la región occidental zamorana". *La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico. Tesis Doctoral*. Instituto de Estudios Zamoranos "Florian de Ocampo", Dip. de Zamora, 306 pp.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988b). "Sobre la posición de la raña en el contexto morfodinámico de la Meseta. Planteamientos antiguos y tendencias actuales". *Bol. Geol. Min.*, 99 (6), 855-870.

- MARTÍN-SERRANO, A. (1989). "Características, rango, significado y correlación de las series ocre del borde occidental de la Cuenca del Duero" *Stvd. Geol. Salmantica*, 5: 239-252.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1991). "La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica alpina" *Rev. Soc. Geol. Esp.* 4 (3-4): 337-351.
- MARTÍN-SERRANO, A., BLANCO, J.A. y FERNÁNDEZ MACARRO, B. (1989). "Los procesos de alteraciones de la superficie de Valderaduey (Mioceno Inferior del Oeste Zamorano)". *XII Congreso Español de Sedimentología, Comunicaciones*. 245-248.
- MAZO, A.V. (1977). "Revisión de los Mastodontes de España". *Tesis Doctoral*. Univ. Complutense de Madrid, 420 pp.
- MAZO, A.V. y JIMÉNEZ, E. (1982). "El Guijo", primer yacimiento de mamíferos miocénicos de la provincia de Salamanca". *Stvd. Geol. Salmantica*, 17: 99-104.
- MAZO, A.V. y JORDA Pardo, J.F. (1997). "Un Tetralophodon Longirostris (KAUP, 1832) (Proboscidea, Mammalia) en el Mioceno medio de Villavieja del Cerro (Sector central de la Cuenca del Duero, Valladolid)" *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 10 (3-4), 219-235.
- MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1986). "La sedimentación continental del Neógeno en el sector centro-septentrional de la depresión del Duero (Prov. de Palencia)" *Stvd. Geol. Salmantica*, 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. Salmantica*, 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. Salmantica*, 5: 273-291.
- 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.

- MIALL, A.D. (1981). "Analysis of Fluvial Depositional Systems". *Am. Ass. Petrol. Geol. Educ. Course Notes Series*, 20, 75 pp.
- MIQUEL, M. (1902). "Noticias sobre varios restos de Mamíferos fósiles procedentes de Fuensaldaña y la Cistérniga". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2, 94-95.
- MIQUEL, M. (1906). "Restos fósiles de vertebrados encontrados en San Morales (Salamanca)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 6, 352-357.
- MOLINA, E. (1991). "Geomorfología y geoquímica del Paisaje". Ed. Univ. Salamanca, *Acta Salmanticensis. (Bibliot. de la Ciencia)*, 72, 156 pp.
- MOLINA, E. y BLANCO, J.A. (1980). "Quelques précisions sur l'alteration du Massif Hercynien Espagnol" *C. R. Acad. Sci., Paris*, 290, 1293-1296.
- MOLINA, E; BLANCO, J.A. y MARTÍNEZ, F.J. (1982). "Esquema morfológico evolutivo de la fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca)". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero Salamanca, (1979). *Temas Geológico Mineros*, VI (I), IGME, 443-448.
- MOLINA, E y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1989) "Depresión del Duero". *Mapa del Cuaternario de España a escala 1:1.000.000*. Pérez-González, A., Cabra, P y Martín-Serrano, A (Coords.). ITGE, Madrid. 153-161.
- MOLINA, E.; VICENTE, A.; CANTANO, M. y MARTÍN-SERRANO, A. (1989). "Importancia e implicaciones de las paleoalteraciones y de los sedimentos siderolíticos del paso Mesozoico-Terciario en el borde suroeste de la Cuenca del Duero y Macizo Hercínico Ibérico". *Stvd. Geol. Salmanticensis*, vol. esp. 5: 177-186.
- MOPTMA (1995). "Guía resumida del clima en España 1961-1990". *Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología*, Madrid. 110 pp.
- MORENO, E. (1987). "Roedores y Lagomorfos del Mioceno de la Zona central de la Cuenca del Duero. Sistemática, Biostratigrafía y Paleoecología" *Tesis doctoral*. Univ. Complutense de Madrid. 219 pp.
- MORENO, F. (1990). "Superficies de erosión y fracturas en el enlace entre la Meseta Norte y la llanura extremeña (Salamanca-Cáceres)". *I Reunión Nacional de Geomorfología, Teruel*, 39-49
- MUÑOZ JIMÉNEZ, J. y TANARRO GARCIA, L.M. (2000). "El modelado fluvial en el piedemonte norte del Guadarrama oriental y Somosierra (Sistema Central Español): los valles disimétricos de la cuenca del Duratón". *VI Reunión Nacional de Geomorfología. Sociedad Española de Geomorfología - Departamento de Geodinámica (UCM)*.
- NICOLAU, J. (1975). "Nota sobre el contacto Terciario-Basamento en los alrededores de Carbajosa de la Sagrada (Salamanca)". *Est. Geol.*, 31, 577-580.

- NICOLAU, J. y JIMÉNEZ, E. (1972). "Sobre el afloramiento sudooligocénico de Muñogrande (Ávila)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 4, 153-155.
- OLIVÉ, A. y CARRERAS, F. (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". *Hoja nº 455, Arévalo*. IGME.
- OLMO, P. del y PORTERO, J.M. (1978). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". *Hoja nº 311. Dueñas*. IGME.
- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, F. y GARCÍA DEL CURA, M^a.A. (1976). "Estudio geológico de las "facies rojas" plio-cuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (prov. Segovia)". *Est. Geol.*, 32, 215-220.
- ORTI CABO, F. (1988). "Sedimentación continental evaporítica durante el Terciario en el Península Ibérica: Aspectos Generales". *II Congreso Geológico de España. Granada. Simposios*, 509-518.
- PARADELO, L.; PARAMIO, M. y FERNÁNDEZ ANGLIO, D. (1968). "Geología de Valladolid". *Mapas provinciales de suelos. Valladolid. Mapa Agron. Nac.*, Ministerio Agricultura, Madrid: 7-13.
- PARDO, G.; VILLENA, J. y GONZÁLEZ, A. (1989). "Contribución a los conceptos y a la aplicación del Análisis Tectosedimentario. Rupturas y unidades tectosedimentarias como funcionamiento de correlaciones estratigráficas". *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 2 (3-4), 199-222.
- PELÁEZ-CAMPOMANES, P. (1992). "Los roedores del Eoceno de Castilla y León". *Vertebrados fósiles de Castilla y León*. Jiménez-Fuentes, E. (Coord.). *Museo de Salamanca Junta de Castilla y León*: 105-109.
- PELÁEZ-CAMPOMANES, P.; DE LA PEÑA, A. y LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (1989). "Primeras faunas de micromamíferos del Paleógeno de la cuenca del Duero". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, vol. esp. 5; 135-157.
- PELÁEZ-CAMPOMANES, P. y LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (1996). "Strange Eocene rodents from Spain" *Palaeovertebrata, Montpellier*, 25 (2-4): 323-338.
- 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.; MARTÍN - SERRANO GARCÍA, A. y POL MÉNDEZ, C. (1994). "Depresión del Duero". *Geomorfología de España*. Gutiérrez Elorza, M. (coord.). Ed. Rueda, Madrid, 351-388.
- PINEDA, A. (1991). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA)" *Hoja nº 166, Valladolid*. IGME.
- 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.
- PINEDA, A. y ARCE, J.M. (1990). "Mapa Geológico de España E. 1:50.000, (MAGNA) ". *Hoja nº 200, Burgos*. IGME
- PLANS, P. (1970). "La Tierra de Campos". *Inst. de Geograf. Aplic. Patr. Alonso de Herrera*. CSIC. Madrid.
- POL, C. y CARBALLEIRA, J. (1983). "El sector NE de la Cuenca del Duero y su enlace con el surco Ebro-Rioja", *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España, (III)*; IGME, 507-512.
- POL, C.; CORRALES, O.; CORROCHANO, A. y CARBALLEIRA, J. (1977). "Las facies detríticas del Mioceno del Sector Sur de la Cuenca del Duero". *VIII Congr. Nacional de Sedimentología*. Oviedo-León.
- POLO, M.A.; ALONSO GAVILÁN, G. y VALLE, M.F. (1987). "Bioestratigrafía y paleogeografía del Oligoceno-Mioceno del borde So de la fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca)". *Stvd. Geol. Salmanticensis*, 24, 229-245.
- PORTERO, J.M.; CARRERAS, F.; OLIVÉ, A.; OLMO, P. DEL; GUTIÉRREZ ELORZA, M. y MOLINA, E. (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". *Hoja nº 428, Olmedo*. IGME.
- PORTERO, J.M. y OLMO, P. DEL (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000". *Hoja nº 400, Portillo*. IGME.
- PORTERO, J.M.; OLMO, P. DEL, OLIVÉ, A. (1983). "El Neógeno de la transversal Norte - Sur de la Cuenca del Duero". *Libro Jubilar de J.M. Ríos: Geología de España* (Comba, J.A. Coord.), (II). IGME, Madrid; 494-502.
- PORTERO, J. M.; OLMO, P. del; RAMÍREZ DEL POZO, J. y VARGAS, I. (1982). "Síntesis del Terciario continental de la cuenca del Duero". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979), *Temas Geológico Mineros*. IGME, VI (1); 11-37
- POZO, M. y CARAMES, M. (1983). "Sobre la presencia de minerales de la arcilla en el sector central de la Cuenca del Duero (Facies Cuestas)". *Bol. Soc. Esp. de Min.*, 51-58.

- POZO, M.; CARAMES, M.C. y FONOLLA, F. (1984). "Estudio mineralógico, geoquímico y paleontológico de los materiales de transición de facies fluviales a evaporíticas en sector central de la Cuenca del Duero". *Rev. Mat. Proc. Geol., UCM*; 2, 95-113.
- PUIG y LARRAZ, G. (1883). "Descripción física y geológica de la provincia de Zamora". *Mem. Com. Map. Geol. de Esp.*, 448 pp.
- ROMAN, F. (1923). "Algunos dientes de lofiodontidos descubiertos en España" *Mem. Com. Invest. Pal. Prehis.*, 33, 1-22.
- ROMAN, F. y ROYO y GÓMEZ, J. (1922). "Sur l'existence de mammifères lutéciens dans le bassin du Douro (Espagne)". *C. R. Acad. Sc. Paris*, 175, 1221-1223.
- ROQUERO, C. y ONTAÑÓN, J.M. (1966). "Une forme d'accumulation des carbonates calcique et magnesique en bandes horizontales et grillages sous climat semiaride mediterranéen". *Comunicaciones. Conferencias de suelos mediterráneos*. Madrid. CSIC. 465-471
- ROYO y GÓMEZ, J. (1922). "El Mioceno Continental Ibérico y su fauna malacológica". *Mem. Com. Invest. Pal. Prehis.*, 30, 230 pp.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1926a). "Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 26, 259-279.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1926b). "Tectónica del Terciario Continental Ibérico" *XIV Cong. Geol. Int. Madrid*, v 1, 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.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1933). "Sobre el mal llamado diluvial de la Cuenca del Duero". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 33, 271-272.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1934). "Algunos vertebrados fósiles de la Cuenca del Duero". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 34, 505-511
- ROYO y GÓMEZ, J. (1935). "Las grandes tortugas delseudodiluvial castellano". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 35, 463-486.
- SALVADOR PALACIOS, G. (1977). "El Terciario de Tordesillas". *Tesis de Licenciatura*. Univ. de Salamanca. *Inédito*, 69 pp.

- SÁNCHEZ BENAVIDES, F.J.; DABRIO, C.J. y CIVIS, J., (1988). "Interpretación paleoecológica de los depósitos lacustres neógenos de Castrillo del Val (Noreste de la Depresión del Duero)". *Stvd. Geol. Salmanticensis*, 25, 87-108.
- SÁNCHEZ CAMAZO, M.; LEDESMA, M.; GARCÍA, A.; GALLARDO, J.F. y MARTÍNEZ CARRASCO, R. (1973). "Contribución al estudio de los suelos salinos de la Depresión del Duero". *Anales de Edafología y Agrobiología*, 32, 1007-1024.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1978). "Planteamiento provisional de distribución de facies de la Cuenca del Duero (Proyecto MAGNA), IGME". *Inédito*.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1982). "Características de la sedimentación miocena en la zona Norte de la Cuenca del Duero". I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Guía de excursiones. Temas Geológico Mineros. IGME*, 701-708.
- SANTISTEBAN, J.I.; MARTÍN-SERRANO, A. y MEDIAVILLA, R. (1992). "El Paleógeno del sector suroccidental de la Cuenca del Duero: Nueva división estratigráfica y controles sobre su sedimentación". *Libro Homenaje a Oriol Riba*. F. Colomo (Ed). *Act. Geol. Hispánica*, 26 (2):133-148.
- SANTISTEBÁN, J.I.; MARTÍN-SERRANO, A.; MEDIAVILLA, R. y MOLINA, E. (1991). "Introducción a la estratigrafía del terciario del So de la Cuenca del Duero". *Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del oeste peninsular*. Blanco, J.A.; Molina, E. y Martín-Serrano, A. (Coords.). *Monografías de la SEG. ITGE - SEG*, 6; 185-198.
- SANTISTEBAN, J.I., MEDIAVILLA, R. M.; MARTÍNEZ-SERRANO, A. y DABRIO, C. (1996). "A general overview". *Tertiary Basins of Spain*. Friend, P.F y Dabrio, C.J. (Eds). *Cambridge University Press*.
- SANTISTEBAN, J.I.; ALCALÁ, L.; MEDIAVILLA, R.M.; ALBERDI, M.T.; LUQUE, L.; MAZO, A.; MIGUEL, I.; MORALES, J. y PÉREZ, B. (1997). "El yacimiento de Tariego de Cerrato: El inicio de la red fluvial actual en el sector central de la Cuenca del Duero". *Cuad. Geol. Ibérica*, 22; 431-446.
- SANTONJA, M. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1984). "Las industrias paleolíticas de la Maya I en su ámbito regional". *Excavaciones Arqueológicas en España*. Ministerio de Cultura, Madrid. 135; 5-347
- SANTONJA, M. y QUEROL, M.A. (1976). "Estudio de la industria del Paleolítico inferior procedentes de una terraza del Tormes (Galisncho, Salamanca)". *Zephyrus*, 26-27, 97-109.
- SANTONJA, M.; QUEROL, M.A. y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1982). "El yacimiento de la Maya I y la secuencia Paleolítica del valle del Tormes" I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Temas Geológico Mineros, IGME*, VI (2), 641-659.

- SCHMIDT-THOME, P. (1945). "Basamento paleozoico y cobertera moderna en la parte occidental de España central (Provincias de Salamanca y Cáceres)". *Geotektonische Forschungen*, 6. Berlin 1945. Trad. Rios, J.M. Publ. Extr. Geol. Esp, V. ILM (CSIC).
- SCHWENZNER, J.E. (1936). "Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes" (*Ref. a la Traducción de Vidal Box 1943, Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat*, 41, 121-147). *Geogr. Abhandlungen*, 3, 10, Stuttgart.
- SOLÉ SABARIS, L. (1952). "El relieve de la Península Ibérica y sus elementos estructurales". *Geografía de España y Portugal*, I. Edit. Montaner y Simón, Barcelona. 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.
- TEMPLADO, D. y PASTORA, J.L. (1946). "Memoria del Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (1ª serie)". Hoja nº 478, Salamanca. IGME.
- THIRY, M.; SIMON-COINCON, R. y MILNES, A.R. (1991). "Marcos morfológicos de desarrollo de silcretas". *Alteraciones y paleoalteraciones en la morfología del oeste peninsular. Zócalo hercínico y cuencas terciarias*. Blanco, J.A., Molina, E. y Martín-Serrano, A. (Coords.). *SEG-ITGE*, 6, 161-183.
- TORTOSA, A.; ARRIBAS, J.; GARZÓN, G., FERNÁNDEZ, P. y PALOMARES, M. (1997). "Análisis petrológico de depósitos de terraza aplicado al estudio de los procesos de captura en los ríos Adaja, Voltoya y Eresma (provincias de Segovia y Valladolid)". *Rev. Soc. Geol. Esp.* 10 (1-2): 131-145.
- VICENTE, G. de; HERRAIZ, M.; GINER, J.L.; LINDO, R., CABAÑAS, L. y RAMÍREZ, M. (1996). "Características de los esfuerzos activos interplaca en la Península Ibérica". *Geogaceta*, 20, 909-912.
- VILANOVA, J. (1873). "Noticia de vertebrados hallados en Sanzoles (Zamora)". *Act. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2, 42, 47 y 52.
- VILLALTA, J.F. y CRUSAFONT, M. (1948). "Les gisements de mammifères du miocène espagnol". *VIII. Bassin du Douro. C.R. somm. Soc. Geol. Fr.* (9/10): 186-188.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

ISBN 847840717-0

