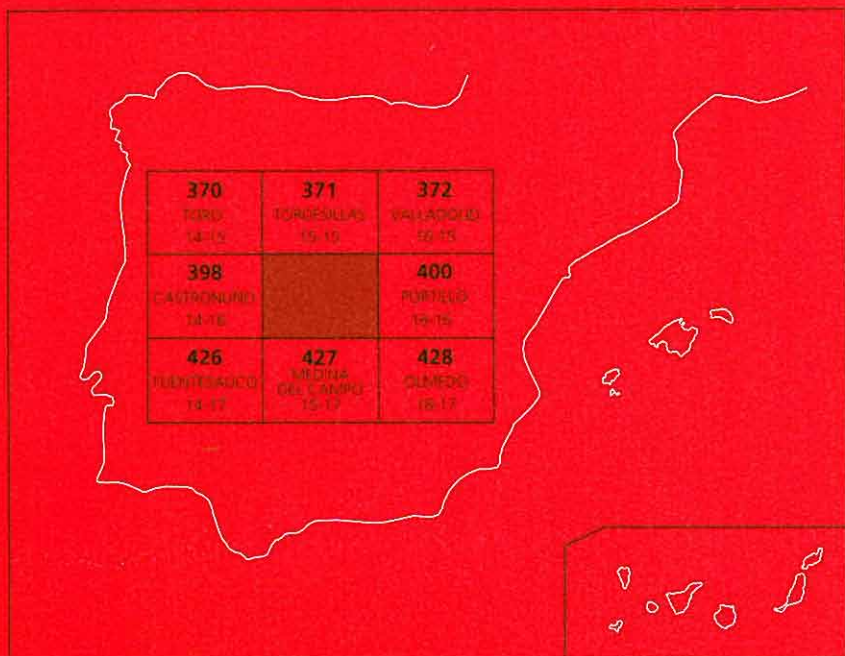




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50,000

Segunda serie - Primera edición



RUEDA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

RUEDA

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: 978-84-7840-714-9
Depósito legal: M-53982-2007

Fotocomposición: Les Trappistes, S. L.
Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

La presente Hoja (Rueda - 399) 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 de Proyecto

-A. Pineda Velasco

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 y Memoria.

-A Salazar Rincón (EPTISA). Cartografía geológica y geomorfológica y Memoria.

-A. Herrero Hernández. Memoria.

Han participado en aspectos parciales:

- Y. Camarero Benito (EPTISA). Hidrogeología

- 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

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
1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
1.2. ANTECEDENTES.....	8
1.3. MARCO GEOLÓGICO.....	9
2. ESTRATIGRAFÍA.....	11
2.1. Terciario.....	12
2.1.1. Conglomerados y areniscas silíceos y limolitas (1) (Paleógeno) ..	12
2.1.2. Conglomerados cuarcíticos y limos rojos, y arenas amarillentas, con frecuentes niveles de suelos calcimorfos (2). Facies Roja de Toro (Mioceno inferior)	13
2.1.3. Arcosas fangosas rojizas y gris verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcita y costras calcáreas (3). Facies Villalba de Adaja (Mioceno inferior).....	14
2.1.4. Fangos arcósicos gris verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (4). Facies Pedraja del Portillo (Mioceno inferior-medio)	16
2.1.5. Limos ocreos (5). Facies Tierra de Campos (Mioceno medio)	17
2.1.6. Margas, arcillas y margocalizas grises (6). Facies Cuestas (Mioceno superior)	19
2.2. CUATERNARIO	20
2.2.1. Pleistoceno	20
2.2.1.1. Cantos y gravas con algunas arenas. Terrazas altas del Duero (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15). Pleistoceno inferior	20
2.2.1.2. Cantos y grava con algunas arenas. Terrazas medias del Duero (16, 17, 18, 19, 20, 21). Pleistoceno medio y superior.....	22
2.2.1.3. Cantos y gravas con algunas arenas. Terrazas bajas del Duero (22, 23, 24). Pleistoceno superior.....	23
2.2.1.4. Arenas y gravas con algunos cantos. Terrazas de los ríos secundarios (25, 26, 27, 28, 29). Pleistoceno medio y superior.	24
2.2.1.5. Arenas y gravas con algunos cantos. Glacis (30). Pleistoceno medio-superior	24
2.2.2. Pleistoceno y Holoceno	25
2.2.2.1. Arcillas y limos. Depósitos endorreicos (31). Pleistoceno medio a superior y Holoceno.....	25

2.2.2.2 Arenas limosas y gravas. Depósitos de fondo de valle (32). Abanicos aluviales (33). Rellenos de vaguadas aluvial-coluvial (34). Pleistoceno superior y Holoceno	25
2.2.2.3 Arenas, gravas y cantos. Coluviones (35). Glacis actual- subactual (37). Pleistoceno superior y Holoceno	26
2.2.2.4 Arenas bien clasificadas. Manto eólico y dunas (36). Pleistoceno superior y Holoceno	26
2.2.3 Holoceno	27
2.2.3.1 Limos, arenas, cantos y gravas. Barras de canal (38). Depósitos de llanura de inundación (39). Holoceno	27
3. PALEONTOLOGÍA	28
4. TECTÓNICA	29
5. GEOMORFOLOGÍA	31
5.1 DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA	31
5.2 ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	32
5.2.1 Estudio morfoestructural	32
5.2.2 Estudio del modelado	33
5.2.2.1 Laderas	33
5.2.2.2 Formas fluviales	34
5.2.2.3 Formas eólicas	35
5.2.2.4 Formas endorreicas y lacustres	36
5.2.2.5 Formas antrópicas	36
5.2.2.6 Formas poligénicas	36
5.2.3 Formaciones superficiales	37
5.3 EVOLUCIÓN DINÁMICA	37
5.4 MORFODINÁMICA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS	38
6. HISTORIA GEOLÓGICA	40
7. GEOLOGÍA ECONÓMICA	43
7.1 RECURSOS MINERALES	43
7.2 HIDROGEOLOGÍA	45
7.2.1 Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Duero	45
7.2.2 Climatología e Hidrología superficial	46
7.2.3 Unidades hidrogeológicas y su funcionamiento	47
7.2.4 Cartografía Hidrogeológica	49
7.2.5 Inventario de puntos de agua	49
8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO	52
9. BIBLIOGRAFÍA	53

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja a escala 1:50.000 de Rueda, nº 399 (15-16), se localiza en la Submeseta Septentrional (Castilla la Vieja), aproximadamente en el centro de la Depresión o Cuenca del Duero, perteneciendo en su totalidad a la provincia de Valladolid, dentro de la Comunidad de Castilla y León.

La Submeseta Septentrional se caracteriza, entre otras cosas, por sus altitudes relativamente elevadas (700 - 1.000 m), lo que condiciona temperaturas ligeramente bajas, con medias anuales próximas a los 12° C. Presenta un clima de tipo mediterráneo templado continental, con inviernos fríos (4° C) y veranos templados (con un valor medio de 20° C). La temperatura media anual oscila entre 11° y 13°, y los valores de precipitación media anual están comprendidos entre 300 y 500 m. En cuanto al régimen de humedad, duración, intensidad y situación estacional del período seco, la Hoja se encuentra dentro de un clima mediterráneo seco.

La vegetación no es demasiado abundante, pues la mayor parte del territorio se dedica a cultivos de secano, pero pueden encontrarse enclaves de pinos (*Pinus pinaster*) y encinas (*Quercus ilex*), en las altas planicies o laderas, y de chopos (*Populus*), en las principales vegas.

El cultivo característico de secano y la ganadería ovina de pastoreo han constituido la principal actividad económica en la Hoja hasta hace sólo algunas décadas. La agricultura cerealista y los viñedos siguen siendo parte importante de la economía de la zona, habiendo alcanzado la producción de vino, en concreto, renombre por su calidad. La actividad industrial se localiza, puntualmente y de forma moderada, en la parte norte de la Hoja, correspondiente al término municipal de Tordesillas, y junto a la carretera a Salamanca. El sector terciario (servicios) sólo es moderadamente importante en este mismo lugar y también en el entorno de Rueda.

En la superficie que abarca la Hoja se hallan incluidos, total o parcialmente, 18 términos municipales, de los que solo ocho contienen sus correspondientes núcleos urbanos íntegramente dentro de la Hoja. Rueda, en el centro-este de la misma, con unos 2.000 habitantes aproximadamente, es el mayor de ellos; el resto oscila entre los, aproximadamente, 1.000 habitantes de La Seca y los 400 de Torrecilla de la Abadesa. Los núcleos urbanos de Tordesillas y Nava del Rey, mayores, con 7.000 y 2.500 habitantes respectivamente, se presentan compartidos con las vecinas Hojas septentrional y meridional.

En cuanto a comunicaciones, la Hoja está atravesada por importantes corredores viarios. La Autovía del Noroeste (N-VI: Madrid a Galicia), atraviesa la Hoja de sur a norte, y la Autovía de Castilla (Burgos a Salamanca y frontera portuguesa), de norte a suroeste. El ferrocarril de Madrid a Irún, en su tramo de Medina del Campo a Valladolid, atraviesa la esquina sureste de la Hoja, y el de Medina del Campo a Zamora, Orense y Vigo, recorre el cuadrante suroccidental de la misma. Por lo demás, una aceptable red de carreteras secundarias y caminos de concentración parcelaria, completan la malla de comunicaciones.

Desde el punto de vista hidrográfico, la Hoja está atravesada por el río Duero, en su parte norte, y por diversos afluentes de su margen izquierda, en las partes centro y sur. Estos afluentes, que corren de S/ SSE a N/ NNO son: arroyo del Berral, arroyo del Perú / La Seca, río Zapardiel (y su afluente arroyo de Valdeculebro o de la Pedrosa), arroyo del Pontarrón o del Monte, arroyo del Valhenoso y río Trabancos. En la margen derecha del Duero, la Hoja contiene los tramos finales de los arroyos de Valdeolivos, de Valdepino y del Barco de Diana. A su paso por la Hoja, el río Duero forma una ancha vega, de unos 3-4 km de anchura, con numerosas acequias para regadío construidas a partir de los canales de Tordesillas (en la margen derecha) y de Pollos (en la izquierda).

La altitud media de la Hoja es del orden de 730 m. El punto más bajo (650 m, aproximadamente) se localiza en el borde noroeste, en el cauce del Duero. Las cotas más altas se encuentran próximas a la esquina suroriental, donde se superan los 810 m, siempre referidos al nivel del mar.

El paisaje de la Hoja es ondulado y aterrazado. El carácter predominantemente blando de los materiales geológicos que conforman el territorio de la Hoja, ha facilitado una actividad agrícola intensiva y, por consiguiente, una escasez de vegetación autóctona, que se limita a rodales de encinas y carrascas, sobre todo en la parte occidental, y a pinares en la parte norte, cercana al río Duero.

1.2. ANTECEDENTES

Los primeros trabajos sobre la geología de la Cuenca del Duero, se inician con los estudios de GIL Y MAESTRE (1880) en la región de Salamanca, dividiendo los materiales aflorantes en tres conjuntos que hace correlacionar con los trabajos de CORTAZAR (1877) en la Provincia de Valladolid. HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1912, 1915, 1921) y HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930) realizan estudios estratigráficos y paleontológicos en las Provincias de Palencia y Valladolid, estableciendo HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915) la ya clásica división del Mioceno de la Cuenca del Duero: Tierra de Campos, Cuestas y Páramo.

En 1967, AEROSERVICE abre la etapa de la realización de la cartografía geológica de la Cuenca del Duero, con una cartografía a escala 1:250 000. Después, el IGME (1970) realiza la Hoja de síntesis de Valladolid nº 29 a escala 1:200.000. PORTERO *et al.* (1982) en la primera reunión sobre la geología de la Cuenca del Duero, realizan una síntesis del Terciario de la Cuenca, en la que se reúnen todos los trabajos efectuados hasta el momento.

A partir de 1970, año de la presentación de su Tesis Doctoral, JIMÉNEZ (1970, 1974, 1977) y JIMÉNEZ *et al.* (1979 y 1980), dan un importante impulso en el conocimiento del Terciario de la Cuenca del Duero, principalmente del Paleógeno, con notables aportaciones tanto en el campo de la estratigrafía y de la tectónica alpina de la Cuenca, como en el campo de las dataciones.

PORTERO *et al.* (1983), como resultado de la realización de una serie de Hojas MAGNA (CGS-IMINSA), incorpora los datos obtenidos junto al de otros autores y realiza un esquema de correlación estratigráfica N-S desde la Hoja de Guardo en el borde cantábrico, hasta la Hoja de Cardenosa, junto al Sistema Central. Entre otras aportaciones al conocimiento de la Cuenca, definen una nueva facies, la Facies Dueñas, a muro de Tierra de Campos.

A finales de los años 70 se suceden los trabajos, bien como Tesis Doctorales: CORROCHANO (1977) que estudia la estratigrafía y sedimentología de Zamora, ALONSO GAVILÁN (1981) que estudia el Paleógeno del borde suroccidental, ARMENTEROS (1986) sobre el Neógeno suroriental, etc. ORDÓÑEZ *et al.* (1976), indican que la sedimentación durante el Neógeno no fue continua, definiendo tres rupturas de orden mayor, con la diferenciación de cuatro unidades litoestratigráficas. Hay que destacar los numerosos trabajos de MEDIAVILLA y DABRIO (1987, 1988) y MEDIAVILLA *et al.* (1996).

Los estudios paleontológicos, a partir de las primeras dataciones realizadas por y ROYO y GÓMEZ (1922) han sido motivo de numerosos trabajos y revisiones, tanto de yacimientos antiguos como nuevos, como los realizados por CGS-IMINSA durante la realización de las Hojas MAGNA próximas.

En cuanto a estudios geomorfológicos y del Cuaternario, hay que destacar los trabajos de PÉREZ-GONZÁLEZ (1979), que estudia el Cuaternario de la región central de la Cuenca del Duero, estableciendo sus principales rasgos geomorfológicos y realizando en parte de la Hoja de Rueda, y en áreas próximas, mapas geomorfológicos a escala 1 / 50.000. También hay que destacar los estudios de MARTÍN-SERRANO, iniciados en 1979 en la región occidental de Zamora.

CALVO *et al.* (1993), realizan una síntesis del Neógeno continental de la Península, así como una interpretación paleoclimática. En este trabajo definen nueve rupturas sedimentarias de orden mayor que van desde el Ageniense al Villafranquense.

La presente memoria, así como la cartografía geológica y geomorfológica adjuntas, forman parte de un bloque de siete Hojas realizadas conjuntamente. A la información de carácter más regional en cuanto a la extensión de la zona estudiada: variaciones de facies, evolución geomorfológica, etc, que se obtiene al realizar una serie de hojas relacionadas entre sí, se añade la posibilidad de integrar datos tanto sedimentológicos como paleontológicos en las distintas facies y unidades diferenciadas. Por lo cual se integrarán en los apartados de Estratigrafía y Paleontología la información obtenida en el resto de las Hojas realizadas.

1.3. MARCO GEOLÓGICO

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

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

limitada por sistemas montañosos alpinos (Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico y Sistema Central, respectivamente).

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

Desde el punto de vista geodinámico, los bordes de la Cuenca se comportaron de forma diferente mientras se producía la acumulación de materiales en la misma: el borde occidental debe ser considerado como un borde "pasivo", no montañoso, ya que el Macizo Hespérico se hunde suavemente hacia el este y norte, constituyendo así, el zócalo de la Cuenca. Por el contrario, los bordes septentrional, oriental y meridional se comportaron como bordes montañosos "activos", elevados mediante fallas inversas vergentes hacia la depresión, cabalgantes sobre el relleno terciario, en diversos períodos de la acumulación de éste. Este distinto comportamiento geodinámico de los bordes de la Cuenca determinó la asimetría del espesor del relleno terciario: en consecuencia, los mayores espesores de sedimentos (3.000-4.000 m) se localizan junto a los bordes oriental y septentrional. En la Hoja de Rueda el espesor de relleno es del orden de 780-1.190 m, según datos extrapolables de sondeos profundos. Dada la escasa magnitud de la incisión hidrográfica cuaternaria en la Cuenca del Duero, la parte superior del relleno terciario aflora con espesores visibles máximos sólo del orden de 100-110 m.

Además, y en el conjunto de la Cuenca, las formaciones más antiguas, paleógenas, se presentan sólo en su borde occidental, discordantes sobre el zócalo hercínico. En la parte más oriental de la Cuenca es donde se encuentran las formaciones terciarias más recientes.

En las partes centrales de la Cuenca la parte alta del relleno terciario aparece constituida por tres tramos litológicos, ya clásicos en la literatura geológica sobre el Mioceno Castellano, y que, de arriba a abajo, son:

La facies caliza de "Los Páramos", de edad Mioceno superior.

La facies blanca, lacustre, de "Cuestas", margo-arcillosa, frecuentemente yesífera y, minoritariamente, caliza. De edad Mioceno superior (Vallesiense, fundamentalmente).

La facies terrígena, fluvial, de "Tierra de Campos", de color ocre y edad, sobre todo, Mioceno medio.

Sin embargo, en aproximadamente todo el cuadrante suroccidental de la Cuenca, el relleno terciario, o al menos su parte alta, disectada por la erosión, se presenta constituido por facies predominantemente arcósicas (Facies Villalba de Adaja, Pedraja del Portillo, etc.), reflejando la naturaleza granítica y metamórfica de alto grado de los materiales constitutivos de los bordes cercanos.

2. ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía del subsuelo de la Hoja se conoce gracias a los datos proporcionados por el sondeo de La Seca, localizado en la parte noreste de la misma (en el punto de coordenadas X: 01° 14' 20" W e Y: 41° 26'40" N, referidas al meridiano de Madrid). El sondeo fue realizado por Foret, en 1981, y cortó los materiales siguientes:

De 0 (superficie) hasta los 412 m: Serie areniscoso-lutítica, atribuible al Mioceno.

De 412 a 1033 m: Serie areniscoso-lutítica, con yesos en la parte alta, atribuible al Oligoceno.

De 1033 a 1153 m: Calizas del Cretácico superior.

De 1153 a 1188 m: Serie fundamentalmente arenosa, de Facies Utrillas (Cretácico)

De 1188 a 1237 m (fin del sondeo): Zócalo paleozoico.

En la superficie de la Hoja de Rueda están representadas formaciones terciarias propias del relleno de la cuenca, y formaciones cuaternarias asociadas al vaciado erosivo de la misma. En extensión, la proporción (representable cartográficamente) de unas y de otras es, aproximadamente, del 50%.

En la parte occidental de la Hoja se presenta el Paleógeno y, discordante sobre él, una facies roja (la Facies Roja de Toro) atribuida al Mioceno inferior. La mayor parte de la extensión de la Hoja está ocupada por formaciones arcósicas (Facies Villalba de Adaja, Pedraja del Portillo, etc.). Finalmente, los tres tramos clásicos del Terciario castellano están poco y mal representados: en las planicies altas de los relieves tabulares del SE de la Hoja se presenta la Facies Cuestas (la Caliza de los Páramos debió haber sido erosionada, si es que se llegó a depositar), con una representación muy testimonial, en su base, de la Facies Tierra de Campos.

Las formaciones cuaternarias responden, básicamente, a restos de un sistema de terrazas del río Duero, escalonado de sur a norte, cuya erosión produce una alta proporción de derrubios de ladera; ello y el carácter deleznable del Terciario infrayacente, que propicia el desarrollo agrícola, dan lugar a condiciones de observación muy deficientes: es por esto que, en muchas zonas de la Hoja, los contactos entre las diversas unidades cartográficas del Terciario se han representado como supuestos.

2.1. Terciario

2.1.1. Conglomerados y areniscas silíceos y limolitas (1) (Paleógeno)

Esta unidad cartográfica, la más antigua de la Hoja, se encuentra en las proximidades de su esquina suroeste, en torno a la localidad de Siete Iglesias de Trabancos, en los escarpes del río Trabancos y de su afluente izquierdo, el arroyo del Reguerón. Debido a que la erosión de ambos cursos fluviales es poco profunda solamente aflora su parte superior (aproximadamente, unos 10 m). Hacia el este, en la vecina Hoja de Castronuño (nº 398), donde ha sido denominada Grupo Superior Paleógeno, se citan espesores superiores a los 30 m.

Litológicamente se compone de conglomerados de cantos subredondeados de tamaño centimétrico, y areniscas groseras, en ambos casos con pronunciado carácter silíceo, así como niveles limolíticos. Todo el conjunto, en especial los niveles conglomerático-areniscosos presentan una cierta cementación, carácter que les hace destacar del resto de formaciones terciarias. Las litologías areniscoso-conglomeráticas, de tonalidades grisáceas o amarillentas, son las predominantes en los afloramientos del río Trabancos, mientras que en las proximidades de Siete Iglesias son más frecuentes las limolitas amarillentas, más o menos areniscosas. Las litologías descritas se disponen formando bancos de espesor generalmente no superior al metro.

Desde el punto de vista sedimentológico, esta unidad está formada por ciclos granodecrecientes, de espesor inferior a 7 m. Se inician por conglomerados o por areniscas de grano grueso, y finalizan con términos limolíticos.

Los conglomerados, ocasionalmente clastosoportados, están formados por cantos de 7 cm de centil, de naturaleza silícea (cuarcita y cuarzo como principales y, feldespato, lidita y arenisca como secundarios) generalmente separados por una matriz arenosa o lutítica. Muestran estratificaciones cruzadas en surco y planares, a media y gran escala, encontrándose algunos de los clastos, imbricados. Se organizan en cuerpos tabulares, con la base erosiva y canalizada en forma plano-cóncava, con un espesor máximo de 5 m, y una extensión lateral que puede llegar a superar los 300 m. En la parte interna de dichos cuerpos pueden aparecer superficies erosivas.

Las areniscas son de grano grueso, con hiladas de clastos silíceos (centilo: 3-4 cm), color blanquecino ligeramente rojizo, y ordenadas granodecrecientemente. Suelen mostrar estratificaciones cruzadas en surco, de media a gran escala, algo tendidas, y laminaciones de "ripples" con 3 cm de altura y 7 cm de longitud de onda. La geometría de estos cuerpos arenosos es lenticular de gran escala aunque, en afloramiento, aparecen como cuerpos tabulares de espesor inferior a 4 m y extensión lateral no superior a los 100 m. También aparecen arenas sueltas, aparentemente masivas, de tamaño medio a fino, y colores blancos, rojizos o amarillentos, con bioturbaciones y trazas de raíces.

Las limolitas, de colores blanco, rojo, amarillo y ocre, no suelen presentar estructuras tractivas, pero sí enrejados de carbonato, bioturbaciones y trazas de raíces.

En conjunto, las características sedimentológicas descritas permiten interpretar esta unidad como un sistema fluvial con canales de baja sinuosidad y desarrollo de llanura de inundación incipiente, con rasgos indicativos de una estabilidad de los cauces. Estos representan flujos con una elevada carga de fondo (*bed-load*), principalmente conglomerática. Las direcciones de aportes medidas muestran procedencias del Sureste, aunque pueden ser datos excesivamente puntuales.

En la Hoja de Rueda, esta unidad no ha proporcionado fósiles. Es, probablemente, de edad oligocena, según dataciones paleontológicas efectuadas en la zona de Molino del Pico (JIMÉNEZ, 1977), en la vecina Hoja de Fuentesauco (nº 426).

2.1.2. Conglomerados cuarcíticos y limos rojos, y arenas amarillentas, con frecuentes niveles de suelos calcimorfos (2). Facies Roja de Toro (Mioceno inferior)

Esta unidad cartográfica se localiza en el sector más occidental de la Hoja, en los valles de los ríos Trabancos y Duero, así como en un pequeño ojal erosivo del arroyo del Pontarrón (en el centro-oeste de la Hoja). Su color rojizo la hace destacar de las unidades infra y suprayacentes. Esta unidad es la prolongación cartográfica de la Facies Roja de Toro definida en la vecina Hoja del mismo nombre (nº 370) y equivale, por tanto, a la Facies Aspariegos y Conglomerados de Belver descritos más al noroeste, entre Zamora y Benavente.

Aunque en la Hoja de Rueda no se observan con suficiente amplitud espacial, sus relaciones con la unidad paleógena infrayacente, puede decirse, a partir de las observaciones efectuadas en Hojas próximas, que esta unidad es discordante sobre ella.

En las zonas con importante recubrimiento y escasez de afloramientos, el paso de esta unidad se marca por su color rojizo, así como por la presencia asociada, de abundantes cantos cuarcíticos sueltos, de tamaño decimétrico o mayor. En general, y de acuerdo con los datos expuestos en las vecinas hojas de Castronuño y Toro, hay que destacar la gran similitud que pueden presentar los materiales de esta unidad con algunas de las terrazas más altas del río Duero; además, el hecho de que a veces, se encuentren en la misma posición morfoestructural, es otro factor de posible confusión entre ambos.

En Toro, esta unidad está constituida por conglomerados de matriz gredosa de color rojo intenso, poco compactados, que presentan estratificaciones cruzadas abundantes, con lentejones e intercalaciones de areniscas y limos también rojos, así como costras carbonatadas, siendo frecuente en su base la presencia de episodios ferruginosos. Las areniscas son más frecuentes hacia el techo de la unidad y también lateralmente, hacia el sureste. Pese a su predominante y característico color rojo, esta unidad puede presentar variaciones hacia colores amarillentos. En Toro, la potencia observada es del orden de los 35 m.

En la presente Hoja se confirma la pérdida progresiva del carácter conglomerático hacia el sureste, apuntada anteriormente, así como una menor potencia, manteniéndose no obstante, la tonalidad roja característica. En el escarpe septentrional del río Duero, en las proximidades de Torre Duero y Vega Mayor, los conglomerados rojos de cantos cuarcíticos

decimétricos son dominantes sobre las areniscas, también rojizas, alcanzando la unidad un espesor probablemente inferior a los 25-30 m. Más hacia el sur y sureste, en el valle del Trabancos, los conglomerados (con cantos de tamaño generalmente menor de 5 cm), son minoritarios respecto a los limos y areniscas, apareciendo frecuentes intercalaciones de costras carbonatadas de espesor decimétrico, y algunas arenas amarillentas en la zona de las Casas de Valdelobos. El espesor de la unidad probablemente no supera los 10-15 m en los afloramientos más meridionales, al Sureste de Siete Iglesias de Trabancos.

En la localidad de Torre Duero, en el noroeste de la Hoja, se aprecia cómo esta unidad forma secuencias granodecrecientes, de espesor variable inferior a 8 m. Las secuencias están formadas exclusivamente por conglomerados y arenas, de color rojo y ocre, y pueden presentar superficies internas erosivas. En la base de estas secuencias aparecen conglomerados clastosoportados, con una matriz arcillo-arenosa y una composición de los clastos de cuarzo, cuarcita y lidita, siendo su cementación escasa, generalmente carbonatada; el tamaño medio de los cantos es de 17 - 18 cm, siendo el máximo del orden de 35 cm.

Los conglomerados presentan estratificación cruzada en surco y estratificación horizontal, frecuentemente con imbricaciones de los clastos. Forman cuerpos de geometría tabular de 4-5 m de espesor máximo y más de 100 m de extensión lateral. La base de estos cuerpos es, frecuentemente, erosiva y canalizada.

En la parte alta de las secuencias, y sobre los conglomerados, aparecen arenas de tamaño grueso en la base y fino en el techo, que forman cuerpos sedimentarios de geometría tabular, con espesor inferior a 4-5 m y extensión lateral superior a los 100 m. Muestran algún clasto disperso y un moderado contenido en feldespatos y cemento carbonatado. Estas arenas no suelen presentar estructuras sedimentarias, si bien en algunos casos aparecen en la base estratificaciones cruzadas en surco, de media a gran escala, y laminaciones de "ripples" de 7 cm de longitud de onda y 4 cm de altura.

Esta unidad es interpretable en conjunto, como un depósito de canales fluviales de baja sinuosidad, bien desarrollados, con barras de gravas en el interior de los canales. Es importante destacar la ausencia de sedimentos propios de llanura de inundación. El sistema fluvial respondería a una corriente multicanalizada, con una componente "braided" de moderada a alta. Las paleocorrientes encontradas señalan una procedencia del norte y noroeste.

Estas litologías no han proporcionado fósiles. A partir de consideraciones regionales al noroeste de la Hoja, y por su posición infrayacente a facies de edad mejor establecida (Facies Tierra de Campos, de edad Mioceno medio) y por su carácter discordante sobre el Oligoceno, se le atribuye una edad Mioceno inferior.

La unidad queda recubierta concordantemente por la arcósica inmediatamente suprayacente (3), con la que debe, además, presentar cambio lateral de facies.

2.1.3. Arcosas fangosas rojizas y gris verdosas, con cementación variable y frecuentes niveles de gravas de cuarcita y costras calcáreas (3). Facies Villalba de Adaja (Mioceno inferior)

Esta unidad se dispone concordantemente y probablemente según cambio lateral de facies, a gran escala, sobre la anterior, corresponde, regionalmente, a la Facies Villalba de Adaja (CORRALES *et al.* 1978). En la Hoja se localiza en toda la parte septentrional, en las márgenes del Duero, y también en la mitad occidental, en este caso, ocupando la parte baja de los valles del río Zapardiel y del arroyo del Pontarrón o del Monte.

Está constituida por arcosas y arcosas fangosas de tonos gris verdoso, gris amarillento y, hacia techo, rojizo, que se disponen en bancos difusos pero de potencia generalmente superior al metro. Es característica la presencia, siempre frecuente, de nivelillos de gravas cuarcíticas (de unos 2-5 cm de centil más frecuente), de espesor deci a centimétrico, generalmente con base canalizada. El espesor de la unidad debe alcanzar un máximo de unos 60 m. Estos materiales presentan un cierto grado de cementación, lo que origina resaltes de algunos de sus afloramientos.

Asimismo, son frecuentes los niveles de costras carbonatadas, no siempre localizadas sobre las litologías más finas. A este respecto, es de destacar la costra que se localiza aproximadamente a 1 km al oeste de Tordesillas, por la carretera de Torrecilla de la Abadesa y donde ésta cruza sobre el Canal de Tordesillas, en la margen derecha del Duero: la costra, de espesor métrico, muestra una notable marmorización que ha borrado casi totalmente las características de la litología original a la que afecta, de la que solo quedan relictos de grava silícea.

Los nivelillos de gravas cuarcíticas presentes en esta unidad forman, en sentido estricto, conglomerados de color ocre y rojizo. Estos conglomerados están, generalmente, soportados por una matriz de arena y lutitas, y sólo ocasionalmente aparecen como clastosoportados. Los clastos son de cuarcita, cuarzo, feldespatos y liditas, de tamaño medio 5 cm y máximo 12 cm. Estos niveles presentan estratificaciones cruzadas en surco, de media a gran escala, y forman cuerpos sedimentarios de geometría lenticular, con base erosiva y canalizada, de espesor inferior a 4 m y extensión lateral no superior a 30 m.

Las arenas y areniscas forman la parte alta de la secuencia, los niveles de gravas. Presentan color ocre-marrón, un tamaño de grano grueso en la base y fino en el techo, y, a veces, algún clasto silíceo centimétrico. En estas arenas aparece una ciclicidad de estructuras sedimentarias constituida por estratificaciones cruzadas en surco de media escala, en la base, a las que suceden gradualmente y hacia arriba, arenas masivas, sobre las que suelen desarrollarse enrejados de carbonato que pueden derivar en costras.

Los niveles de gravas silíceas son interpretables como canales de baja sinuosidad, con depósitos en forma de barras de gravas que migran libremente por el lecho. Las arenas masivas son producto de un descenso de la energía del medio y una acreción vertical, reflejando condiciones de llanura de inundación. En conjunto, esta unidad se corresponde con un sistema fluvial bien jerarquizado, de baja sinuosidad, con canales bien definidos, que se mueven lateralmente en la llanura de inundación.

Hacia el techo de la unidad, son más frecuentes los tonos rojizos y las concentraciones de pedotúbulos calcáreos, lo que habla de una mayor frecuencia de procesos edáficos (y, por tanto, de interrupciones en la sedimentación). Además, por consideraciones cartográficas y geomorfológicas (ver el capítulo correspondiente), se deduce la existencia de una superficie

de erosión intramiocena en la parte alta de esta unidad, como también se argumentará en el apartado siguiente.

Ante la carencia de restos fosilíferos en la Hoja, cabe suponer una edad Mioceno inferior para esta unidad, por sus relaciones de concordancia y de paso lateral con la unidad infrayacente, a la que también se atribuye dicha edad.

2.1.4. Fangos arcósicos gris verdosos y pardos, con niveles de arcosas gruesas y frecuentes niveles de suelos calcimorfos (4). Facies Pedraja del Portillo (Mioceno inferior-medio)

Esta unidad arcósica corresponde a la denominada regionalmente Facies Pedraja del Portillo. En la mayor parte de la Hoja, se dispone sobre la anteriormente descrita (Villalba de Adaja), pero hacia el oeste se apoya sobre otras infrayacentes (1 y 2), lo cual es muy patente en la vecina Hoja de Castronuño (nº 398). Ello es congruente con la existencia de la superficie de erosión desarrollada en la parte alta de la unidad 3, mencionada en el apartado anterior, que está labrada también sobre las unidades 1 y 2: la superficie de Alaejos o de Valderaduey (véase capítulo de Geomorfología). Puede decirse, por tanto, que la Facies Pedraja del Portillo es discordante sobre todas y cada una de las infrayacentes, mediante la mencionada superficie de erosión. Por tanto, no es un paso lateral de la infrayacente (F. Villalba de Adaja), como se ha sugerido anteriormente durante la realización de las Hojas de Valladolid (del OLMO y PORTERO, 1979) y de Portillo (PORTERO y del OLMO, 1979).

Esta unidad se compone de arcosas fangosas gris-verdosas, fangos arcósicos pardos y arcosas gruesas pardo-grises, siempre con abundantes concentraciones calcáreas de origen pedogenético. Es, en conjunto, una unidad de color gris-pardo y que, en contraste con la infrayacente, nunca suele presentar niveles de gravillas cuarcíticas ni cementaciones. Hacia el noreste, pasa lateralmente a la Facies margo-yesífera de Dueñas, en la vecina Hoja de Valladolid (del OLMO y PORTERO, 1979).

Está constituida por secuencias granodecrecientes, de espesor inferior a 6 m, peor definidas que en las unidades anteriores. Estas secuencias están formadas, de muro a techo, por arenas microconglomeráticas, arenas de tamaño de grano medio-fino, y lutitas. Las arenas microconglomeráticas basales suelen ser de tonos ocre, contienen algún clasto silíceo disperso, de tamaño centimétrico y pueden presentar, de forma no muy patente, estratificaciones cruzadas en surco de media escala, conformando cuerpos sedimentarios de geometría lenticular, con un espesor inferior a 2 m y una extensión lateral no superior a los 30 m. Las arenas que les suceden, de tamaño de grano medio a fino y tonos ocre-amarillentos, son masivas y algo cementadas, presentando a veces estratificaciones y laminaciones cruzadas. Las lutitas superiores son, en sentido estricto, limos arenosos de tonos marrones, y se presentan algo edafizados y marmorizados, con bioturbaciones y raíces; típicamente presentan concentraciones o nodulillos centimétricos de carbonato cálcico, dispersos en el sedimento, y rizocrecciones o rizolitos alargados preferentemente en la vertical, pudiendo también aparecer láminas de oxihidróxidos de hierro y manganeso. Como término final de las secuencias, suelen aparecer caliches de aspecto noduloso y terroso, de color variable, hasta rojizo-amarillento, con moteados pardos.

Desde el punto de vista sedimentológico, esta unidad representa una gran llanura de inundación surcada por canales fluviales de baja sinuosidad, con carga mixta de arenas microconglomeráticas y, sobre todo, arenas de grano medio-fino. Los cuerpos canalizados representan un volumen de sedimentos mínimo en relación con los depósitos típicos de la llanura de inundación, que son los predominantes en la unidad. En conjunto, representa un sistema fluvial de características algo más distales que las unidades anteriores. Las paleocorrientes medidas señalan una dirección de los paleoflujos comprendida entre N 40° y N 90°. El desarrollo de horizontes de encostramiento bien formados, es indicativo de interrupciones en la sedimentación, relacionadas con períodos largos de exposición y clima árido-semiárido con lluvias estacionales.

En esta Hoja, alcanza unos 50-60 m de espesor. Le es atribuible una edad Mioceno inferior-medio, que es la edad atribuida regionalmente a su equivalente lateral (Facies Dueñas).

2.1.5. Limos ocre (5). Facies Tierra de Campos (Mioceno medio)

Esta unidad sólo se ha detectado en un pequeño afloramiento situado inmediatamente al suroeste de la Ermita de San Cristóbal, próxima a la esquina suroriental de la Hoja y, como tal, solo se ha marcado cartográficamente en dicho punto. Debido a su escasa potencia (métrica) y a que posiciones estratigráfica y lateralmente equivalentes a ella se presentan muy cubiertas por derrubios de ladera, no hay que excluir que también exista en otros puntos del entorno.

Su constitución litológica de limos ocre, y su posición estratigráfica a techo de la Facies Pedraja del Portillo, y a muro, como se verá en el apartado siguiente, de la Facies Cuestas, le hace asimilable a la Facies Tierra de Campos.

En las Hojas septentrionales de Villabrágima (nº 342) y Tordesillas (nº 371), la Facies Tierra de Campos aparece muy bien representada, por lo que las descripciones que siguen proceden de ellas.

La Facies Tierra de Campos es una unidad terrígena de color ocre, de edad básicamente Mioceno medio, presente en prácticamente toda la mitad septentrional de la Cuenca. Litológicamente está formada, fundamentalmente, por fangos y limos de tonos ocre, con lentejones de espesor métrico de gravas y arenas, e intercalaciones discontinuas de suelos calcimorfos, desarrollados, sobre todo, a partir de los fangos. Las arenas tienen un relativo alto contenido de cuarzo y de fragmentos de rocas, y las gravas incorporan, frecuentemente, cantos blandos y cantos de los propios suelos calcimorfos, poco rodados.

En general, estas litologías se ordenan en secuencias granodecrecientes, la mayoría de las veces incompletas, formadas por arenas o limos basales y limos arenosos o fangos, encima, que cuando cementadas, lo están por carbonato cálcico.

Las arenas son de grano medio a fino, con abundante matriz arcillosa y color rojo-verdoso. Consisten en litarenitas, dado que en su mayor parte están compuestas por más de un 25% de fragmentos de rocas y un cierto porcentaje de matriz. Estas litologías arenosas presentan

estratificaciones y laminaciones cruzadas. La morfología de sus estratos es tabular, con espesores máximos de 4 m, y con cierta extensión lateral.

Los limos son la litología dominante de la unidad y presentan color rojizo y verdoso, estando compuestos por sedimentos de tamaño arena fina, con granos de cuarzo y algún fragmento de roca disperso. Forman cuerpos de morfología tabular, con espesores variables y con límite inferior neto o, más raramente, gradual desde litologías arenosas, y superior generalmente gradual hacia facies más arcillosas. No presentan estructuras tractivas, pero sí pueden mostrar rasgos post-sedimentarios edáficos, entre los que destacan las concentraciones nodulares de carbonato cálcico y las rizocrecciones o rizolitos alargados verticalmente.

De forma ocasional aparecen entre estas litologías arenas microconglomeráticas, con clastos de cuarcita, cuarzo y feldespato, con un centil inferior a 1 cm, que suelen estar cementados por carbonato cálcico. Presentan un espesor inferior a 2 m, una extensión lateral no superior a los 10 m y base canalizada.

Desde el punto de vista sedimentológico y paleogeográfico, la Facies Tierra de Campos corresponde a vastas llanuras de lodos en zonas de poco drenaje o drenaje deficiente (dada la ausencia de encajamiento de canales), relacionadas con un sistema fluvial distal. Estas llanuras de inundación presentarían movimiento lateral de los canales y, en el tiempo, crecimiento vertical. La muy pequeña proporción de los cuerpos canalizados en relación con los depósitos finos correspondientes a la llanura de inundación, indica la existencia de canales aislados, además con mínimo desarrollo de superficies de reactivación y escasez de depósitos de desbordamiento. Ello hace pensar en un tipo de corrientes fluviales sinuosas, confinadas y sometidas a ciclos de crecida y estiaje, todo lo cual son características probablemente suficientes como para permitir al sistema sedimentario formar un amplio volumen de sedimentos de llanura de inundación. Dentro de estas grandes extensiones de llanuras de inundación habría áreas con ausencia de sedimentación, lo que generaría paleosuelos (costras) carbonatados en relación con períodos largos de exposición subaérea y un clima árido o semiárido, con lluvias estacionales.

El pequeño afloramiento existente en la Hoja de Rueda no ha proporcionado la posibilidad de medir paleocorrientes. En la Hoja de Tordesillas, las medidas de paleocorrientes en los cuerpos canalizados indican paleoflujos de dirección N 40° y N 80°, lo cual puede ser un dato de importancia relativa, si se tiene en cuenta la sinuosidad de tales cursos fluviales. Regionalmente, y según también medidas de paleocorrientes, los aportes procederían del NO, O y N, es decir del Macizo Hespérico no granítico y escasamente metamórfico (Zona Asturoccidental - Leonesa, fundamentalmente). Este sentido de paleocorrientes se mantienen incluso en el NE de la Cuenca, en los umbrales de La Bureba, lo que parece indicar que este sistema fluvial desagaba hacia el surco Ebro - Rioja (PINEDA, 1996).

Desde HERNÁNDEZ-PACHECO (1915), y por datos paleontológicos de vertebrados, se le asigna una edad Mioceno medio. Recientemente, PORTERO *et al.* (1979) y MEDIAVILLA y DABRIO (1986) le asignan una edad Astaraciense, es decir, Aragoniense superior.

2.1.6. Margas, arcillas y margocalizas grises (6). Facies Cuestas (Mioceno superior)

Esta unidad corresponde a la denominada regionalmente Facies Cuestas. En el conjunto de la Cuenca del Duero, la Facies Cuestas fue descrita por primera vez por HERNÁNDEZ-PACHECO (1915) y ha sido objeto de estudios posteriores por numerosos autores, destacando los de PORTERO *et al.* (1983) y MEDIAVILLA y DABRIO (1986). En la Hoja se localiza exclusivamente en el entorno de la esquina suroccidental.

Estos afloramientos son, probablemente, de los más suroccidentales de esta facies en el conjunto de toda la Cuenca del Duero. Su base se localiza a unos 790-795 m de cota sobre el nivel del mar, mientras que más al NE, en las vecinas Hojas de Portillo y Valladolid, la cota de dicha base es 750-760 y 730-740 m, respectivamente: es, por tanto, constatable que la base de la Facies Cuestas en la parte más suroccidental de su ámbito de aparición asciende de cota desde el NE y hacia el SO.

Mientras que la Facies Cuestas en las zonas donde alcanza su máximo desarrollo (en la parte central de la Cuenca, en las provincias de Palencia y Valladolid) alcanza un espesor variable entre 55 y 80 m, en la Hoja no supera los 15-20 m. Ello puede ser debido a que presentan un adelgazamiento también en sentido SO y/o a que su techo puede estar erosionado (de hecho, en la Hoja de Rueda no están típicamente coronadas por las Calizas de los Páramos y sí por una terraza cuaternaria del Duero).

En dichos afloramientos, la Facies Cuestas está constituida por margas, arcillas y margocalizas grises, litologías que originan una característica tonalidad blanquecina a las laderas en que se encuentra.

Las litologías blandas (margas y arcillas) se presentan en capas tabulares de espesor variable, cuya extensión lateral supera los 200-300 m y siendo sus límites inferior y superior, netos. Suelen ser masivas, apreciándose a veces una intensa laminación horizontal. Algunas capas presentan una fuerte bioturbación y con frecuencia contienen abundantes restos de gasterópodos y sus opérculos, ya sea enteros o fragmentados, así como ostrácodos y caráceas.

Las características sedimentológicas de los afloramientos de la Hoja indican un ambiente sedimentario propio de un medio lacustre interno, de tipo carbonatado y somero, en el que las margas con laminación paralela, bioturbación y restos fósiles dispersos, representan la facies más característica de dicho medio. En el conjunto de la Cuenca del Duero, la Facies Cuestas representa no solo ambientes lacustres (con depósitos evaporíticos -yesos- en las zonas donde alcanza su máximo desarrollo), sino también medios palustres o de llanura fangosa.

La edad de la Facies Cuestas está bien establecida a partir de los yacimientos de vertebrados de la zona de Palencia, y estaría comprendida entre el Astaraciense superior (Aragoniense superior) y parte del Vallesiense inferior, es decir, cubriría la parte más alta del Mioceno medio y gran parte del Mioceno superior.

2.2. CUATERNARIO

Las Calizas de los Páramos y las terrazas del Duero son las principales referencias para ordenar cronológicamente las distintas unidades asignadas al Cuaternario en esta región de la Cuenca del Duero.

En esta Hoja se localizan las secuencias de terrazas más completa del Duero. PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) estudió dichas secuencias y estableció un modelo de 14 terrazas fluviales.

La realización de la cartografía geológica y geomorfológica de las hojas de Tordesillas, Rueda y Medina del Campo ha permitido revisar dicho modelo. La existencia de datos topográficos más precisos, ha posibilitado mejorar la correlación altitudinal de los distintos niveles.

Las modificaciones introducidas han sido mínimas, por lo que se ha respetado en lo posible la numeración de niveles de PÉREZ-GONZÁLEZ (1982). Estas modificaciones han dado como resultado una mayor coherencia en el seguimiento cartográfico de los niveles de terraza en el conjunto de las tres Hojas. En la Tabla I se muestra el modelo de terrazas propuesto.

2.2.1. Pleistoceno

2.2.1.1. *Cantos y gravas con algunas arenas. Terrazas altas del Duero (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15). Pleistoceno inferior*

Los niveles de terrazas más antiguos localizados en Rueda conforman una serie de retazos escalonados situados en la mitad sur de la Hoja. Estos retazos están disectados por una serie de valles afluentes del Duero y que cortan a estas terrazas de forma ortogonal.

Los niveles de terraza más altos están más erosionados, por lo que conforman la culminación de cerros aislados, mientras que los niveles más modernos, que están mejor conservados, conforman graderíos conservados en los interfluvios de los valles ortogonales al Duero.

Los nueve niveles cartografiados se corresponden con los niveles TD1 (+145), TD2 (+135 - 141), TD3 (+114 - 126), TD4 (+103 - 111), TD4' (+99 - 105), TD5 (+96 - 100), TD5 - TD6, TD6 (+84 - 92) y TD6' (+86 - 91) respectivamente (ver la Tabla 1).

El espesor de estos depósitos de terrazas es generalmente 4 ó 5 m, aunque puede disminuir localmente hasta alcanzar 1,5 ó 2 m.

Las litologías principales de los clastos más gruesos son cuarcita y cuarzo, siendo en general predominante la primera sobre la segunda. La composición de la fracción arenosa es subarcósica con escaso contenido en fragmentos de rocas (TORTOSA *et al.*, 1997).

PÉREZ-GONZÁLEZ (1982)	ESTE TRABAJO		Unidades cartográficas de la Hoja de Rueda *	
TD1 (+141 - 144)	TD1 (+145)		7 (b)	
TD2 (+126 - 134)	TD2 (+135 - 141)		8 (c)	
TD3 (+110 - 114)	TD3 (+114 - 126)		9 (d)	
TD4 (+102 - 107)	TD4(+103 - 111)		10 (e)	
		TD4'(+99-105)		11 (e1)
TD5 (+96 - 100)	TD5 (+96 - 100)	TD5 - TD6	12 (f)	14 (fg)
TD6 (+82 - 84)	TD6 (+84 - 92)		13 (g)	
	TD6' (+86 - 91)		15 (h)	
TD7 (+74 - 80)	TD7 (+77 - 83)		16 (i)	
TD8 (+62)	TD8 (+61 - 71)		17 (j)	
TD9 (+54 - 56)	TD9 (+55 - 63)		18 (k)	
TD10 (+40 - 48)	TD10 (+45 - 55)		19 (l1)	
		TD10'(+41-43)		20 (l2)
TD11 (+24 - 30)	TD11 (+29 - 34)		21 (m)	
TD12 (+18 - 22)	TD12 (+14 - 16)		22 (n)	
TD13 (+8 - 12)	TD13 (+5 - 8)	TD12' (+12)	24 (o2)	23 (o1)
TD14 (+3 - 5)	Llanura de inundación		39 (q)	

Tabla I: Modelo de terrazas propuesto para las hojas topográficas a escala 1:50.000 de Tordesillas, Rueda y Medina del Campo, y su correlación con el modelo de PÉREZ-GONZÁLEZ (1982).

* Los números corresponden a las unidades cartográficas del mapa geológico, las letras a las formaciones superficiales del mapa geomorfológico

Los tamaños medios se localizan en la fracción de las gravas gruesas (16 - 64 mm), y el centilo está dentro de la fracción cantos finos (64 - 128 mm). La matriz arenosa o limo-arenosa es generalmente escasa, aunque también aparecen intercalaciones de 10-30 cm de espesor compuestas predominantemente por arenas mal clasificadas (heterométricas), pero con predominio de las fracciones más gruesas.

La intensa edafización de los materiales y su gruesa granulometría hace difícil observar las estructuras sedimentarias. La estratificación, cuando es visible, es gruesa a muy gruesa (mayor de 30 cm) y de forma lenticular. En los niveles arenosos se aprecia en ocasiones laminación cruzada en surco. Los cantos están imbricados, marcando sentido de corriente hacia el oeste y suroeste.

Estas terrazas presentan suelos rojos fersialíticos con horizonte petrocálcico (Alfisolos). El horizonte superficial de lavado o eluvial (E o A2) está erosionado o presenta un espesor reducido (35 cm), es de color pardo claro. El horizonte de acumulación argílico (Bt), tiene un espesor de unos 20 - 30 cm, pero en ocasiones también puede llegar a estar completamente erosionado, es de color rojizo (2,5 YR a 10R) y presenta cutanes de arcilla espesos y continuos (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982).

El horizonte inferior es petrocálcico (Km), de hasta 1 m de espesor, tiene color blanquecino y aspecto masivo. Esta fuertemente cementado. Bajo este nivel más duro, la presencia de carbonato continua y suele presentar una estructura en enrejado.

Basándose en el yacimiento arqueológico de Monfarracinos en Toro (Achelense antiguo), que se sitúa en la terraza TD6 (SANTONJA y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1984; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994), se atribuyen las terrazas que se han descrito al Pleistoceno inferior, siendo posible que la más antigua pudieran ser del Plioceno superior, ya que apenas se encuentran encajadas 20 a 30 m por debajo de la superficie del Páramo.

2.2.1.2. Cantos y grava con algunas arenas. Terrazas medias del Duero (16, 17, 18, 19, 20, 21). Pleistoceno medio y superior

Se encuentran sobre todo en la margen izquierda del Duero, si bien los niveles más bajos están también presentes en la margen derecha, pero solamente en la esquina noroeste de la Hoja. Los seis niveles cartografiados se corresponden con los niveles TD7 (+77 - 83), TD8 (+61 - 71), TD9 (+55 - 63), TD10 (+45 - 55), TD10' (+41 - 43) y TD11 (+29 - 34) respectivamente (ver la Tabla 1). El espesor de estos depósitos de terrazas es de 2 a 4 m.

Las litologías principales de los clastos más gruesos son cuarcita y cuarzo, siendo en general predominante la primera sobre la segunda. La composición de la fracción arenosa es subarcósica con escaso contenido de fragmentos de rocas (TORTOSA *et al.*, 1997). En las terrazas situadas al norte del Duero, también se han localizado algunos cantos de calizas procedentes del Mioceno (Caliza de los Páramos), lo que ha posibilitado separar estas terrazas de las facies rojas de Toro, que son muy similares a las terrazas del Duero.

Los tamaños medios se localizan en la fracción de las gravas gruesas (16 - 64 mm), y el centilo normalmente está dentro de la fracción cantos finos (64 - 128 mm) o incluso de los cantos gruesos (128 - 256 mm). Los tamaños bloque (> 256 mm) solamente se localizan en las terrazas situadas al oeste de la Hoja, siendo su procedencia los materiales del Mioceno inferior (facies de Toro) cuya granulometría es más gruesa (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982). Los clastos son subredondeados.

La matriz arenosa o limo-arenosa es abundante, e incluso llega a formar niveles de más de 30 cm en los que es dominante. Estas arenas están mal clasificadas, y presentan una proporción variable de gravas muy finas a gruesas (2 - 32 mm).

La intensa edafización de los materiales y su gruesa granulometría hace difícil observar las estructuras sedimentarias. La estratificación, cuando es visible, es gruesa a muy gruesa (mayor de 30 cm) y de forma lenticular. En los niveles arenosos se aprecia en ocasiones

laminación cruzada en surco (procedencias este y noreste). Los cantos están imbricados, con inclinación hacia el este y noreste, lo que también permite diferenciar estas terrazas de las facies rojas de Toro, cuyos cantos suelen presentar inclinaciones justamente en dirección contraria.

Estas terrazas presentan suelos rojos fersialíticos con horizonte cálcico o petrocálcico (alfisoles). El horizonte superficial es de lavado o eluvial (E o A2) y presenta un espesor de hasta 70 cm, pero puede estar parcial o totalmente erosionado, es de color pardo claro. El horizonte de acumulación es argílico (Bt), tiene un espesor de unos 20 cm, de color rojizo (2,5 YR 4/6, 4/8 y 5/6) y presenta cutanes de arcilla delgados y discontinuos (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982). El horizonte inferior es cálcico o petrocálcico (Bk o Km), tiene un espesor de 40 cm a 1 m, de color blanquecino y de aspecto masivo y pulverulento, o aparece estructurado en enrejado, es poco cementado en los niveles de terraza más bajos y más consistente en los niveles más altos.

Basándose en los yacimientos arqueológicos de Castronuño I (Achelense medio) y Monfarracinos en Toro (Achelense antiguo), que se sitúan en las terrazas TD12 y TD6 respectivamente (SANTONJA y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1984; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994), se atribuyen las terrazas que se han descrito al Pleistoceno medio, siendo posible que la más reciente pudiera ser del Pleistoceno superior.

2.2.1.3. Cantos y gravas con algunas arenas. Terrazas bajas del Duero (22, 23, 24). Pleistoceno superior

Estas unidades cartográficas se corresponden respectivamente con las terrazas TD12 (+14 - 16), TD12' (+12) y TD13 (+5 - 8) del Duero. Todos los afloramientos se localizan en el norte de la Hoja. La terraza TD12 forma una serie de retazos discontinuos en la orilla izquierda del vale del Duero, mientras que las terrazas TD12' y TD13 conforman la vega alta del citado valle.

El espesor de estos depósitos de terrazas es de 2 a 4 m.

Las litologías principales de los clastos son cuarcita (predominantes) y cuarzo, aunque localmente presentan clastos de otras litologías (calizas principalmente). La composición de la fracción arenosa es subarcósica con escaso contenido de fragmentos de rocas (TORTOSA *et al.*, 1997).

Los tamaños medios se localizan en la fracción de las gravas gruesas (16 - 64 mm), y el centilo está dentro de la fracción cantos gruesos (128 - 256 mm). Los clastos son subredondeados. La matriz arenosa o limo-arenosa puede llegar a ser predominante, y está compuesta por arenas mal clasificadas (heterométricas).

Estas terrazas presentan suelos pardos rojizos, estando los horizontes cálcicos poco desarrollados. El horizonte de acumulación argílico (Bt), tiene un desarrollo y espesor variable (20 - 70 cm), de color rojo - amarillo (5 YR 5/6, 4/6 y 5/8) y presenta cutanes de arcilla delgados y zonales (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982). El horizonte cálcico (Bk) tiene un

espesor reducido (10 - 20 cm), e incluso está completamente ausente, es de color blanquecino y está poco o nada cementado, es discontinuo, e incluso a veces la acumulación de carbonato solamente se localiza alrededor de los clastos.

La terraza más baja (TD13) está bastante recubierta por un manto de arenas eólicas más recientes.

Basándose en el yacimiento arqueológico Castronuño I (Achelense medio), que se sitúa en la terraza TD12, es posible atribuir las dos terrazas que se han descrito al Pleistoceno superior (SANTONJA y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1984; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994).

2.2.1.4. Arenas y gravas con algunos cantos. Terrazas de los ríos secundarios (25, 26, 27, 28, 29). Pleistoceno medio y superior

A lo largo de los valles secundarios (ríos Trabancos y Zapardiel, y arroyos del Perú y del Berral) existen pequeños retazos de terrazas, que generalmente son bastante discontinuos. Cabe destacar que las terrazas situadas en el valle del arroyo del Berral corresponden realmente al río Adaja, que fue capturado por el Eresma (PORTERO *et al.*, 1982; TORTOSA *et al.*, 1997).

Estas terrazas no muestran buenos afloramientos donde observar sus características. El espesor de estos depósitos debe estar comprendido entre 1 y 4 m.

Las arenas son más abundantes que las gravas. La composición de la fracción arenosa es arcósica. Las litologías principales de los clastos más gruesos son cuarcita y cuarzo.

La edad asignada a estos depósitos es Pleistoceno medio y superior, y se fundamenta en su relación altitudinal con las terrazas del Duero.

2.2.1.5. Arenas y gravas con algunos cantos. Glacis (30). Pleistoceno medio-superior

En el sur de la Hoja, en las laderas de algunos de los valles secundarios (arroyo del Monte, río Zapardiel, arroyo del Perú) existen algunos restos de paleovertientes con morfología de glacis. Actualmente, estos depósitos están muy disectados, no mostrando buenos afloramientos donde observar sus características. El espesor de los mismos es pequeño, generalmente inferior a 1 m.

Están compuestos por arenas con algunas gravas y cantos. Estos materiales proceden tanto de la erosión de las terrazas del Duero que dominan las laderas como de los materiales del substrato del Terciario.

La edad asignada es sobre todo, Pleistoceno medio, y se fundamenta en su relación altitudinal con las terrazas del Duero y de los valles en que se localizan.

2.2.2. Pleistoceno y Holoceno

2.2.2.1. Arcillas y limos. Depósitos endorreicos (31). Pleistoceno medio a superior y Holoceno

Estos depósitos se emplazan en una serie de pequeñas depresiones que se localizan principalmente en la esquina noroeste del mapa.

Su presencia se asocia a la existencia de extensas llanuras sometidas a la deflación eólica. No existen afloramientos que permitan realizar una descripción completa de ellos. El espesor exacto de estos depósitos es desconocido pero debe superar ligeramente el metro. En superficie están compuestos por limos y arcillas grises.

La edad es incierta, pudiendo situarse entre el Pleistoceno medio-superior y el Holoceno.

2.2.2.2. Arenas limosas y gravas. Depósitos de fondo de valle (32). Abanicos aluviales (33). Rellenos de vaguadas aluvial-coluvial (34). Pleistoceno superior y Holoceno

Todos estos materiales presentan una cierta semejanza, como consecuencia de una procedencia común y de modo de transporte similar. Los depósitos de fondo de valle se sitúan en los valles de los ríos y arroyos afluentes del Duero de mayor entidad (ríos Trabancos y Zapardiel, y arroyos del Perú y del Berral). Los abanicos aluviales se localizan tanto en las salidas de valles afluentes (arroyos del Monte y del Perú) al valle principal (Duero), como en las desembocaduras de arroyos de menor entidad localizadas a lo largo de las márgenes de los ríos Trabancos y Zapardiel. Por último, en ciertos arroyos secundarios (Valhenoso, del Monte, Valdeculebro y curso alto del arroyo del Perú) es posible identificar rellenos cuyo origen es mixto, ya que los aportes laterales de las laderas se mezclan con los aportes longitudinales de la vaguada.

Es necesario señalar que los depósitos del fondo de valle del arroyo del Berral corresponden realmente al río Adaja, ya que este último fue capturado por el Eresma (PORTERO *et al.*, 1982; TORTOSA *et al.*, 1997). Este hecho explica la incongruencia que representa la amplitud del valle con respecto a la magnitud del arroyo actual.

Estos materiales no muestran buenos cortes donde observar sus características. El espesor exacto de estos depósitos es desconocido, pudiendo superar los 2 - 3 m. Están compuestos por arenas limosas mal clasificadas (heterométricas), a veces algo arcillosas, de composición arcósica y de color gris. El contenido en gravas es bajo (5 %) y suelen pertenecer a las fracciones de las gravas finas y muy finas (2 a 8 mm). Localmente, y especialmente en el río Trabancos, las arenas pueden aparecer más limpias de finos, presentan mayor contenido en gravas e incluso algún canto, y son de color gris claro a blanquecino. El suelo suele ser de tipo aluvial "Fluvent" y presenta un horizonte edáfico superficial (A) poco desarrollado (15 a 20 cm de espesor) de color algo más oscuro.

Los abanicos aluviales y los rellenos de vaguada de origen aluvial-coluvial no muestran buenos cortes donde observar sus características. Superficialmente muestran características similares a los depósitos de fondo de valle, si bien su morfología es en abanico o cono en el primer caso, y con morfología de “valle en cuna” en el segundo caso.

Basándose en la relación de posición de estos depósitos con respecto a los sistemas de terrazas del Duero y en muchos casos en su carácter de funcionalidad, se les puede atribuir una edad Pleistoceno superior a Holoceno.

2.2.2.3. Arenas, gravas y cantos. Coluviones (35). Glacis actual-subactual (37). Pleistoceno superior y Holoceno

Dada la baja amplitud o energía del relieve de la Hoja, los coluviones son poco abundantes. Solamente se han identificado algunos coluviones al pie de los escarpes que dominan la ribera derecha del valle del Duero. Los glacis actuales - subactuales no son abundantes (como tampoco lo son los glacis antiguos) y se localizan próximos al fondo del valle del arroyo del Berral. Ambos depósitos son recubrimientos poco potentes, arrastrados por la acción de la gravedad (más importante en el primer caso) y la arroyada no concentrada (más importante en el segundo caso). El espesor exacto de estos depósitos es desconocido, pudiendo superar 1 a 1,5 m de espesor.

Están compuestos por arenas lutíticas con un contenido variable de gravas y cantos. Se asigna una edad aproximada para ellos de Pleistoceno superior a Holoceno.

2.2.2.4. Arenas bien clasificadas. Manto eólico y dunas (36). Pleistoceno superior y Holoceno

La presencia de arenas eólicas en la Cuenca del Duero fue señalada por primera vez por HERNÁNDEZ-PACHECO (1923). Estas arenas conforman una serie de recubrimientos de tamaño muy variable y que se localizan a lo largo del borde norte de la Hoja, siendo los más extensos los situados sobre las terrazas bajas y la llanura de inundación del Duero.

El espesor del manto eólico normalmente es de 0,5 a 1 m, adelgazándose hacia los bordes hasta desaparecer por completo. Localmente existen algunas pequeñas zonas de dunas en las que el espesor de estas arenas puede llegar a alcanzar más de 2 m.

Litológicamente está formada por arenas arcósicas bien clasificadas, de color gris marrónáceo claro, el tamaño medio suele estar comprendido en la fracción de las arenas medias (0,25 - 0,5 mm), la proporción de limo es muy baja y las gravas están ausentes. La estructura es masiva, salvo en las dunas donde pueden presentar estratificaciones cruzadas. La consistencia es suelta.

Los suelos son de textura arenosa y presentan un desarrollo muy pobre (arenosoles), por lo que suelen aprovecharse para la explotación forestal de pino resinero y piñonero (*Pinus pinaster* y *Pinus pinea*).

La edad de estas arenas eólicas es Pleistoceno superior (tardiglaciario) y Holoceno, puesto que se desarrollan principalmente sobre la terraza TD13 y la llanura aluvial del Duero. Esta edad es coherente con los datos aportados por DÍEZ HERRERO *et al.* (2000), que han realizado dataciones mediante luminiscencia del manto eólico de la Tierra de Pinares (que conforma la continuación hacia el sur de estos depósitos eólicos). Estos autores señalan la existencia de dos fases de depósito: una generalizada entre 12,5 y 9 ka BP (Dryas reciente) y que se prolonga hasta 8,7 - 7,9 ka BP (Boreal) y otra más restringida en torno a 7 ka BP (periodo Atlántico).

2.2.3. Holoceno

2.2.3.1. Limos, arenas, cantos y gravas. Barras de canal (38). Depósitos de llanura de inundación (39). Holoceno

Estos depósitos conforman las barras de canal y la vega baja o llanura de inundación del río Duero.

Las barras de canal afloran parcialmente junto al cauce del río. El espesor visible es de 2,5 m, pero el espesor total debe ser de unos 4 o 5 m, sin que se pueda precisar con exactitud. La parte aflorante en época de aguas bajas está compuesta por arenas gruesas y muy gruesas (0,5 - 2 mm) con un 15 - 25 % de gravas muy finas a medias (2 - 16 mm). Sin embargo, la granulometría de la porción de las barras cubiertas por el agua debe ser más gruesa. La consistencia de estos materiales es suelta.

Las facies de llanura de inundación recubren a las anteriores (menos en los afloramientos contiguos al cauce actual). Están formadas por 1,5 m de limo arenoso pardo. Las arenas son muy finas a finas (0,064 - 0,25 mm). El aspecto es generalmente masivo, aunque localmente puede contener algún lentejón de espesor centimétrico de gravas finas a medias. La consistencia es suelta, y presentan suelos aluviales profundos, en lo que a su profundidad efectiva se refiere, pero de escaso desarrollo edáfico "Fluents".

3. PALEONTOLOGÍA

Previamente a la realización de la presente Hoja, no existían en todo el ámbito de la misma, referencias sobre yacimientos paleontológicos.

Tras la realización de la cartografía geológica de la Hoja de Rueda se muestrearon, para levigados, siete puntos, siempre en las facies arcillosas más finas de las diversas formaciones diferenciadas. Los puntos muestreados y sus facies correspondientes fueron los siguientes:

Unidad Paleógena: 1) Inmediatamente al norte de Siete Iglesias de Trabancos.

Facies Villalba de Adaja: 1) km 32 de la carretera de Tordesillas a Serrada.

Facies Pedraja del Portillo: 1) El Cantosal, 2) Ermita de La Seca, y 3) Foncastín.

Facies Cuestas: 1) Rodilana, y 2) Ermita de San Cristóbal.

De los siete puntos muestreados, solo el de la Ermita de San Cristóbal ha proporcionado algunos restos fósiles de microvertebrados (peces, reptiles y el lagomorfo *cf. Prolagus*) cuya biocronología no puede precisarse, ya que este género tiene una amplia distribución bioestratigráfica durante el Mioceno, Plioceno y Pleistoceno hasta el comienzo del Pleistoceno superior.

4. TECTÓNICA

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

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

Según interpretaciones de subsuelo, basadas en dichas investigaciones de geofísica y sondeos, el Terciario de la Hoja se dispone sobre materiales del Macizo Hespérico (probablemente recubiertos por un delgado tegumento mesozoico) suavemente inclinados hacia el este. Según se considere la parte más suroccidental o la más nororiental de la Hoja, y a partir de reconstrucciones y datos de sondeos próximos, el espesor de Terciario oscila entre 780 y 1180 m, de los que 560-630 m corresponden a materiales sintectónicos (de edad básicamente, paleógena) y 220-550 m a post-tectónicos (de edad neógena, sobre todo).

En líneas generales, el Terciario de la Hoja de Rueda se presenta ligeramente inclinado de SSO a NNE, siendo tal inclinación probablemente original, relacionada con el relleno endorreico de la Cuenca. Es el caso de la Facies Pedraja del Portillo, cuyo muro se localiza a unos 740 m.s.n.m., en el ángulo suroeste de la Hoja, y a unos 730 m en el borde meridional de la misma, mientras que en la parte septentrional (a lo largo de la margen izquierda del Duero) oscila entre los 700 (al Oeste) y los 695 m aproximadamente (en la esquina NE).

No existen deformaciones recientes, es decir, que afecten a los materiales del Mioceno inferior, medio y superior, aflorantes en la Hoja. Lo único reseñable es la presencia de algunos lineamientos, cortos, no más largos de 3 km, en la parte meridional de la misma. El más conspicuo se localiza en el ángulo suroccidental de la Hoja. Viene marcado por el estrecho y recto valle, de dirección NE-SO, labrado por el arroyo del Reguerón, entre Sieterglesias de Trabancos y su confluencia con el río Trabancos. Otro se sitúa al noreste de Nava del Rey, en el sur de la Hoja. Se trata de un inicio de barranco muy rectilíneo y de dirección NE-SO, en una ladera. Finalmente, el tercero se localiza en el cuadrante sureste de

la Hoja, 2,5 km al SSE de La Seca y está marcado por dos arroyos alineados en dirección ENE-OSO, afluentes del principal que pasa por La Seca. Estos lineamientos pueden ser el reflejo de fallas de zócalo NE-SO. Lineamientos comparables son frecuentes en el conjunto de la Cuenca del Duero: lineamiento del Pisuerga-Arlanzón, Falla de Alba-Villoria, etc. Precisamente la conexión entre estos dos últimos pasa por la presente Hoja de Rueda.

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA

La submeseta septentrional, donde se sitúa la Hoja de Rueda se caracteriza por presentar altitudes relativamente elevadas (700 a 1000 m) y, en contraposición, una amplitud o energía del relieve pequeña.

La elevada altitud condiciona que las temperaturas sean ligeramente bajas, con medias anuales próximas a los 12° C (Tabla II). La variación anual de temperatura es importante, siendo enero (media 4° C) y julio (media 21° C) los meses mas extremos. La época libre de heladas tiene una duración más bien corta (4 a 5 meses). La precipitación media anual es escasa (390 a 440 mm), con una variabilidad estacional moderada. El clima es mesotérmico, y de semiárido a seco - subhúmedo (mediterráneo). El verano es templado. La estación seca se produce en el verano y la lluviosa está adelantada, ya que ocurre en el otoño. Existe un exceso de agua moderado durante el invierno y una falta de agua en verano también moderada.

ESTACIÓN	Tº	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
ZAMORA	12.5	18.0	7.0	388	66	117.7	5.4	13.2	38.2	50.5	82.4	2625
VALLADOLID	12.0	18.5	5.9	442	63	118.9	8.8	16.9	46.3	67.0	82.2	2544

Tabla II: Valores Climatológicos Normales (1961-1990) en Zamora (Alt. 667 m; Lat. 41° 29' 56"; Long. 51° 45' 20") y Valladolid Observatorio (Alt. 735 m; Lat. 41° 38' 40"; Long. 41° 46' 27"). Fuente: Ministerio de obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente - Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología, 1995.

Tº = Temperatura media anual (°C)

TM = Media anual de las temperaturas máximas diarias (°C)

Tm = Media anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)

R = Precipitación anual media (mm)

H = Humedad relativa media (%)

DR = Número medio anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

DN = Número medio anual de días de nieve

DT = Número medio anual de días de tormenta

DF = Número medio anual de días de niebla

DH = Número medio anual de días de helada

DD = Número medio anual de días despejados

I = Número medio anual de horas de sol

Básicamente, pueden considerarse dos grandes unidades fisiográficas para la Hoja:

1. Campiñas o Tierra de Campos. Es la unidad fisiográfica predominante. Está formada por llanuras o planicies alomadas y escalonadas, cuyas cotas aumentan desde el valle del Duero hacia el Sur, hasta alcanzar los 808 - 810 m en los altos de Aire y Ermita de San Cristóbal. La amplitud o energía del relieve es siempre pequeña (inferior a los 50 m) y la densidad del drenaje es de baja a media. La litología característica está conformada por diversas facies de materiales detríticos correspondientes al substrato Terciario y a los depósitos de terrazas fluviales del Duero.

2. Riberas o Vegas. Son llanuras o planicies de origen fluvial. Se sitúan en cotas siempre bajas (aproximadamente 655 - 670 m en el caso del Duero, y excepcionalmente hasta 710 m en los valles de los ríos Trabancos y Zapardiel). La amplitud o energía del relieve y la densidad de drenaje son siempre muy bajas. Su litología característica es la de los aluviones que le dan origen: gravas, arenas y limos.

Se trata por lo tanto de un paisaje conformado fundamentalmente por procesos de erosión-sedimentación fluvial, al que se superponen pequeños retoques eólicos recientes.

Los usos del suelo se adaptan a las características de cada terreno y dan nombre a las tres comarcas principales en las que se enmarca la Hoja. Los Páramos y Tierra de Campos son las unidades predominantes al norte del Duero, y se dedican al cultivo de cereal de secano, por lo que la comarca toma el nombre genérico de Tierra del Pan. Al sur del Duero predominan las campiñas formadas por terrazas sobre las que se localizan suelos aptos para el cultivo de la vid (rojos fersialíticos con horizonte cálcico o petrocálcico), y la comarca toma el nombre de Tierra del Vino. En los límites de las provincias de Valladolid y Segovia abundan las arenas eólicas (que tienen una representación más reducida en la Hoja de Rueda), estas arenas presentan un suelo pobre (arenosol) que se aprovecha para la explotación forestal de pino resinero y piñonero (*Pinus pinaster* y *Pinus pinea*), por lo que la comarca se conoce como Tierra de Pinares o Tierrapinares.

5.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

5.2.1. Estudio morfoestructural

La gran monotonía de la litología del substrato impone que la arquitectura geológica apenas condicione la configuración general del relieve.

En el suroeste de la Hoja, a cotas próximas a los 740 - 730 m, se localizan los restos de una superficie plana a ligeramente ondulada. Esta superficie fue descrita y cartografiada por PÉREZ-GONZÁLEZ (1982), que la denominó superficie de Alaejos. La superficie se extiende ampliamente hacia el sur (fuera de la Hoja) y penetra a través de los valles del río Trabancos, el arroyo del Monte y el río Zapardiel, donde llega a alcanzar cotas algo más bajas (715 - 710 m). Esta superficie ha sido interpretada por dicho autor como una superficie de erosión que representa un estadio de estabilidad relativa y que no es sincrónico con la formación de terrazas en el valle principal (Duero). Según esta interpretación, el origen de esta superficie estaría referido a los momentos más secos y fríos del Cuaternario (supuestamente

Pleistoceno medio), y tendría su origen en una serie de acciones fluviales debidas a cauces múltiples poco profundos y de fuerte movilidad lateral, sin descartar procesos de deflación eólica que pueden haber ayudado a la formación de la superficie (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ, *et al.*, 1994).

Sin embargo, la cartografía geológica realizada, indica que esta superficie de Alaejos se instala sobre un plano estratigráfico bien definido: el contacto discordante que separa las Series Rojas más antiguas del Mioceno inferior (Facies Roja de Toro y Villalba de Adaja) de las Series arcóscas del Mioceno inferior (Facies Pedraja del Portillo) y Series Ocras del Mioceno medio - superior y que se prolonga erosivamente hacia el oeste sobre el resto del Terciario más antiguo. Este contacto discordante ya había sido identificado por JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS (1979) en la vecina hoja de Castronuño (nº 398), donde las areniscas de Garcihernández o de Cantalapiedra (atribuidas al Mioceno medio - superior en dicha Hoja, pero que, en realidad, corresponden a la Facies Pedraja del Portillo) se apoyan sobre la "*ondulada llanura de Alaejos*" y sobre el Paleógeno al norte de Siete Iglesias de Trabancos.

Al norte del Duero, la exhumación de esta discordancia conforma la denominada Superficie de Valderaduey de MARTÍN-SERRANO (1988), que se prolonga erosivamente hacia el oeste sobre el resto del Terciario más antiguo, e incluso sobre el propio zócalo Hercínico, y a la que se asocian procesos de alteración con disolución de sílice, argilización y carbonatación.

Por lo tanto, se deduce que la superficie de Valderaduey (al norte del Duero) y la superficie de Alaejos (al sur del Duero) representan en realidad la misma cosa: una "superficie estructural" degradada resultante de la exhumación de una discontinuidad estratigráfica del Terciario, y cuya mayor resistencia a la erosión es debida a los procesos de alteración asociados a dicha discontinuidad, junto con la mayor granulometría y cementación que suelen presentar los materiales infrayacentes frente a los suprayacentes.

5.2.2. Estudio del modelado

5.2.2.1. Laderas

Las laderas de la Hoja presentan diversas tipologías. Un primer grupo de laderas, cuya orientación es generalmente hacia el N-NE, es el resultado del retroceso por erosión de los primitivos escarpes entre las terrazas del Duero. Un segundo grupo de laderas, cuyas orientaciones suelen ser preferentemente hacia el este y el oeste, se han originado como resultado del encajamiento de los arroyos y ríos afluentes del Duero (Trabancos, del Monte, Zapardiel, del Perú, etc.). Por último, se podría mencionar un tercer grupo de laderas asociadas a la jerarquización de la red de drenaje y que vierten hacia los "talwegs" de menor entidad que los anteriores. Las orientaciones de estas laderas suelen ser hacia el norte y hacia el sur.

Todas ellas se caracterizan por presentar desniveles muy pequeños (generalmente menos de 50 m), pendientes poco acusadas (salvo excepciones menos del 15 %) y perfiles cóncavos.

Tal y como ya se ha señalado al describirlos en el capítulo de estratigrafía, los coluviones son poco abundantes. Solamente se han identificado algunos coluviones al pie de los escarpes que dominan la ribera derecha del valle del Duero.

No se han identificado deslizamientos u otros tipos de movimientos de ladera en la Hoja.

5.2.2.2. Formas fluviales

Las formas fluviales son las que mejor definen el relieve de la Hoja, ya que son las más abundantes y variadas.

Los ríos y arroyos afluentes del Duero (Trabancos, Zapardiel, Perú y Berral) presentan un fondo de valle o vega de forma llana y generalmente de anchura moderada (100 a 700 m). El canal o "talweg" es de pocos metros de anchura y suele estar ligeramente incidido entre 1 y 1,5 m en este fondo de valle. Estos canales suelen estar muy modificados por la acción antrópica, ya que han sido excavados y encauzados en diversos lugares.

En cuanto al fondo de valle del arroyo del Berral, es preciso señalar que en origen corresponde realmente al antiguo valle del río Adaja, ya que este último fue capturado por el Eresma en el Pleistoceno superior (PORTERO *et al.*, 1982; TORTOSA *et al.*, 1997). Este hecho explica las grandes dimensiones del valle respecto del escaso caudal del arroyo actual, cuya cuenca de recepción fue capturada casi en su totalidad.

La Vega del Duero, con una anchura variable comprendida entre los 200 y los 2.000 m, presenta hasta su confluencia con el Zapardiel una llanura aluvial recorrida por un solo cauce activo de carácter meandriforme. Las barras de canal visibles en aguas bajas son longitudinales y se suelen localizar aguas abajo de las pequeñas presas para los antiguos molinos y centrales eléctricas y en las márgenes convexas de los meandros ("point-bars").

Aguas abajo de la confluencia con el Zapardiel, las barras de meandro adquieren mayor anchura y comienzan a presentar un canal aliviadero "chute" que separa la barra de meandro de la llanura de inundación. Este modelo de río va progresivamente complicándose, y antes de la confluencia con el Trabancos el río presenta ya un patrón de canales entrelazados tipo "braided" que discurren entre un conjunto de barras de hasta 1.000 m de anchura. En la actualidad, buena parte de estas barras están cubiertas por la vegetación, lo que indica una funcionalidad reducida de las mismas.

Tanto en el valle del Duero como en algunos de sus afluentes, existe una primera terraza que se solapa con el fondo de valle o la llanura de inundación y que conforma una vega alta. Sobre esta primera terraza, o bien directamente con el fondo de valle, se encuentran algunos abanicos aluviales. Los correspondientes al valle del Duero son los que presentan mayor desarrollo, presentando radios de hasta 1.400 m de longitud. Por el contrario, los abanicos situados en los valles de los ríos Trabancos y Zapardiel son de dimensiones mucho más modestas, ya que la longitud máxima de su radio no pasa de los 400 - 500 m.

Las demás terrazas fluviales constituyen la forma más característica de la Hoja de Rueda. La secuencia de terrazas propuesta por PÉREZ-GONZÁLEZ (1982) está conformada por 14

niveles de terrazas fluviales, correspondiendo la más baja a la llanura de inundación del río. Este modelo ha sido ligeramente modificado, ya que no explicaba adecuadamente todos los aspectos de la geomorfología de la Hoja.

La terraza TD4 (formación superficial e del Mapa Geomorfológico) se desdobra en dos subniveles (e y e1 del Mapa Geomorfológico) en el interfluvio situado entre el río Trabancos y el arroyo del Monte. Este desdoblamiento es nítido y está representado por un escarpe ligeramente solapado entre ambos subniveles. La introducción de este subnivel permite realizar ciertas modificaciones en la correlación entre los niveles situados en este interfluvio y los niveles situados al este, de lo que a su vez resulta una clara mejora en cuanto al seguimiento lateral y encaje altitudinal de niveles con respecto a las cartografías previas.

En el interfluvio entre el arroyo del Perú y el río Zapardiel, el nivel de terrazas TD6 (g) desaparece, y es reemplazado hacia el oeste por otro nivel muy próximo pero ligeramente más bajo y distinto del anterior (h), siendo el paso de un nivel al otro un escarpe ligeramente colgado que se reconoce fácilmente en foto aérea y en campo.

También en el interfluvio entre el arroyo del Perú y el río Zapardiel, el nivel de terrazas TD10 (l1) se desdobra en dos (l1 y l2). El escarpe entre ambos niveles es ligeramente solapado. Estos dos niveles desaparecen por erosión aguas abajo, pero vuelven a aparecer en la orilla contraria del Duero, donde se desdoblan mediante un escarpe ligeramente colgado.

Por último, próximo a la desembocadura del arroyo del Berral, se ha diferenciado un pequeño retazo de terraza que mediante un escarpe solapado se sitúa algo más alto que la terraza TD13, y que hemos denominado TD12' (o1).

A lo largo de los valles de los ríos Trabancos y Zapardiel y de los arroyos del Perú y del Berral existen pequeños retazos de terrazas, que generalmente son bastante discontinuos. Salvo el nivel más bajo, que se solapa con el fondo de valle, todas estas terrazas son colgadas. Como ya se ha mencionado, las terrazas situadas en el valle del arroyo del Berral corresponden realmente al río Adaja, que fue capturado por el Eresma en el Pleistoceno superior (PORTERO *et al.*, 1982; TORTOSA *et al.*, 1997).

La densidad de la red de drenaje es, salvo en las zonas acarcavadas, media a baja, siendo los cursos de agua "talwegs" poco incisivos, e incluso dando lugar a valles en cuna con rellenos aluvial - coluvial.

Las cárcavas son muy poco frecuentes, solamente alcanzan un cierto desarrollo en la ladera derecha del valle del río Zapardiel.

5.2.2.3. Formas eólicas

La presencia de un manto de arenas de origen eólico es la característica más significativa de la acción eólica de la zona, y cuya presencia en el ámbito regional fue señalada por primera vez por HERNÁNDEZ-PACHECO (1923). Conforman una serie de recubrimientos de tamaño muy variable y que se localizan en el norte de la Hoja, siendo los más extensos los que se sitúan sobre las terrazas bajas y la llanura de inundación del Duero. El espesor del manto

eólico es generalmente muy pequeño (0,5 a 1 m), por lo que no presenta una morfología propia, sino que se adapta a las morfologías subyacentes. Este hecho ha aconsejado el respetar en la cartografía geomorfológica las formas subyacentes al manto (terrazas y sus escarpes), pero mantener el color de fondo correspondiente a la formación superficial de las arenas eólicas.

Localmente, cuando el manto de arenas presenta un espesor algo mayor, aparecen algunos pequeños campos de dunas. Se trata de pequeñas dunas transversales cuya altura nunca llega a superar los dos metros.

En la Hoja existen una serie de depresiones semicerradas que han sido interpretadas como cubetas de deflación.

La edad del manto eólico y las dunas es Pleistoceno superior (tardiglacial) y Holoceno, tal y como ya se ha señalado en el correspondiente apartado de estratigrafía del cuaternario. Sin embargo, las acciones de deflación eólica pudieron comenzar bastante antes, incluso en el Pleistoceno medio (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994).

5.2.2.4. *Formas endorreicas y lacustres*

Los focos endorreicos localizados en la Hoja son de formas y dimensiones variables, aunque siempre de pequeño tamaño. Su presencia se asocia a la existencia de extensas llanuras y acciones de deflación eólica. Su alimentación es principalmente pluvial, y su régimen natural es estacional (lavajos o bodones), aunque la mayor parte de ellas se encuentran desecadas en la actualidad. Como quiera que su origen esté asociado a las acciones de deflación eólica su edad puede estar comprendida entre el Pleistoceno medio y el Holoceno.

5.2.2.5. *Formas antrópicas*

Las principales acciones antrópicas que han modificado y modifican el paisaje son la agricultura, la ganadería extensiva y la actividad forestal, ya que por su carácter extensivo ejercen un control decisivo sobre la dinámica actual del paisaje.

Otras modificaciones de incidencia puntual pero muy intensa es la creación de huecos de canteras y graveras, la construcción de diques o presas en el río Duero para aprovechar la energía hidráulica en molinos y centrales eléctricas.

Otras acciones antrópicas muy intensas tales como las carreteras, autopistas, vías de ferrocarril y núcleos urbanos no han sido señaladas en la cartografía geomorfológica ya que figuran en la base topográfica.

5.2.2.6. *Formas poligénicas*

En el sur de la Hoja, en las laderas de algunos de los valles secundarios (arroyo del Monte, río Zapardiel, arroyo del Perú) existen algunos restos de glaciares que se corresponden con paleovertientes muy disectadas. También se han señalado en la cartografía algunos glaciares de

erosión situados en el sur de la Hoja y que así mismo representan restos de paleovertientes sin depósitos asociados.

Se han cartografiado también como formas poligénicas una serie de fondos de vaguada cuya morfología es en cuna y no plana (Valhenoso, del Monte, Valdeculebro y curso alto del arroyo del Perú). Se trata por tanto de rellenos de valle en la que los aportes coluviales, procedentes de las laderas, tienen tanta importancia o más en la definición final de la morfología, que los arrastres longitudinales estrictamente fluviales.

Los glaciares subactuales se localizan próximos al fondo de valle del arroyo Berral y enlazan con su fondo o vega.

5.2.3. Formaciones superficiales

Las principales formaciones superficiales presentes en la Hoja han sido descritas previamente en el apartado de estratigrafía del Cuaternario, por lo que solamente se comentarán en este apartado algunos aspectos relativos a la superficie estructural degradada denominada regionalmente Superficie de Alaejos o de Valderaduey.

La superficie estructural degradada cartografiada en el suroeste de la Hoja puede relacionarse con la denominada regionalmente Superficie de Valderaduey, que corresponde a la exhumación de una discontinuidad estratigráfica que separa las Series Rojas del Mioceno inferior de las Series Ocreas del Mioceno medio-superior, y que se prolonga erosivamente hacia el oeste sobre el resto del Terciario más antiguo, e incluso sobre el propio zócalo Hercínico. (MARTÍN-SERRANO, 1988). A los materiales infrayacentes y a la discontinuidad estratigráfica de su techo se asocian procesos de alteración y cementación característicos con disolución de sílice, argilización y carbonatación. La exhumación de esta superficie, que debió comenzar en la Hoja de Rueda hacia el Pleistoceno medio, condiciona que exista una superposición compleja de procesos de alteración antiguos y procesos edafológicos recientes, lo que origina perfiles edáficos complejos.

5.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA

La finalización de la sedimentación en régimen endorreico de las formaciones Calizas de los Páramos en el Vallesiense superior - Turolense (o hasta Rusciniense, según algunos autores, AGUIRRE *et al.*, 1976) supone el inicio del ciclo morfogenético que ha dado origen al relieve actual de la Hoja.

El final de la sedimentación de las Calizas de los Páramos supuso una importante interrupción sedimentaria acompañada de fenómenos de karstificación, formación de terra rossa, erosión y encostramiento que originó la Superficie del Páramo (del OLMO *et al.*, 1982; PORTERO *et al.*, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994). Sin embargo, hacia los sectores más centro-orientales de la Cuenca, localizados hacia el este de la Hoja, la sedimentación neógena continuó con la deposición de un nuevo ciclo sedimentario: las Calizas del Páramo 2 (ROYO y GÓMEZ, 1926; PORTERO *et al.*, 1982). Esta interrupción sedimentaria ha sido interpretada por PORTERO *et al.* (1982) como una fase de reactivación tectónica equivalente a la fase Iberomanchega (AGUIRRE *et al.*, 1976). Esta interpretación

tectónica no es plenamente aceptada, ya que hacia los bordes de la Cuenca estas etapas finales de relleno se realizaron en condiciones de estabilidad (PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994).

El paso a un régimen exorreico en el Plioceno superior- Pleistoceno inferior conllevó la destrucción del paisaje finieógeno, del que la Superficie del Páramo es su principal testigo en el área central de la Cuenca.

El encajamiento de la red fluvial, consecuencia del régimen exorreico, dio como resultado la formación de un conjunto de laderas y terrazas fluviales y generó un nuevo paisaje cuaternario.

Al comenzar dicho encajamiento fluvial (Plioceno superior a Pleistoceno inferior), el río Duero se situaba unos 20 Km al sur de su posición actual y discurría 145 m por encima de su cota actual (PÉREZ-GONZÁLEZ, 1982; PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1994). El paisaje cuaternario de la Hoja es por lo tanto, consecuencia del paulatino encajamiento y desplazamiento del río Duero hacia su posición actual, por lo que los vestigios más antiguos de este nuevo paisaje cuaternario pueden situarse aproximadamente en el Pleistoceno inferior (y quizá incluso Plioceno superior), y están representados principalmente por los restos de los niveles de terrazas TD1 (+145), TD2 (+135 - 141), TD3 (+114 - 126), TD4 (+103 - 111), TD4' (+99 - 105), TD5 (+96 - 100), TD6 (+84 - 92) y TD6' (+86 - 91).

Durante el Pleistoceno medio y el superior, el río Duero continúa con la misma tendencia de encajamiento. Una serie de valles perpendiculares surcan parcial o totalmente el sistema de terrazas encajándose en ellas. De este modo, se comienza a configurar un paisaje cada vez más similar al actual. Durante este periodo se depositan las terrazas TD7 (+77 - 83), TD8 (+61 - 71), TD9 (+55 - 63), TD10 (+45 - 55), TD10' (+41 - 43), TD11 (+29 - 34) y TD12 (+14 - 16). Antes de finalizar este momento, el río Adaja fue capturado por el Eresma, dejando como testigo de este hecho el valle seco del arroyo del Berral.

A finales del Pleistoceno superior, el río Duero configura definitivamente su valle actual. La terraza TD13 (+5 - 8), que conforma la vega alta de este valle actual, y que se asocia con depósitos eólicos, se depositó durante las últimas etapas áridas y frías del Pleistoceno superior (tardiglaciár).

A comienzos del Holoceno, el Duero se encajó ligeramente en sus aluviones para conformar su llanura de inundación actual o vega baja. Las acciones eólicas y las condiciones de aridez se prolongaron hasta hace unos 7000 años (DÍEZ HERRERO *et al.*, 2000), aunque con menor intensidad.

5.4. MORFODINÁMICA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

La regulación hidrológica del río Duero ha dado lugar a importantes cambios en la configuración de su canal. Estos cambios son evidentes aguas abajo de su confluencia con el río Zapardiel, donde se observa una paulatina revegetación de las barras de canal.

Los ríos y arroyos secundarios suelen estar muy modificados por la acción antrópica, ya que han sido excavados y encauzados en diversos lugares.

Los usos agrícola, ganadero y forestal, por su carácter extensivo, ejercen un control decisivo sobre la dinámica actual del paisaje. En el pasado reciente, las labores agrícolas de cultivo de cereal de secano y la ganadería extensiva de ovino originaron un paisaje con escasa cubierta vegetal, lo que ha dado lugar a la decapitación de los horizontes superficiales de los suelos, que se acumulan en las partes bajas de las laderas. Por el contrario, el uso forestal de los depósitos de arenas eólicas ha sido un factor decisivo para su preservación.

Recientemente, la concentración parcelaria y el uso de maquinaria agrícola más pesada, han supuesto un aumento de la regularización de las vertientes en las que se practica el cultivo de cereal de secano. Al mismo tiempo, el abandono de tierras agrícolas marginales y el decaimiento de la ganadería de ovino han conllevado un aumento de la cubierta vegetal en las laderas y escarpes más inclinados, que son las zonas más intensamente castigadas por la erosión.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

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

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

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

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

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

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

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

A continuación, ocurre un cambio del nivel de base, debido a una retracción del cuerpo lacustre principal de la Cuenca del Duero (localizado siempre hacia el este-noreste de la Hoja) y/o a la elevación de la zona de la Hoja. Este nuevo nivel de base, a menor cota que el existente anteriormente, determina la creación de la superficie del Valderaduey-Alaejos, labrada sobre todo lo anterior, en el oeste de la Hoja. La alteración que recubre esta superficie es también característicamente roja, lo que indica la persistencia de las condiciones climáticas apuntadas anteriormente.

Después, la disposición de materiales arcóscos sobre la superficie del Valderaduey-Alaejos y sus formaciones asociadas, indican un nuevo cambio de las condiciones paleogeográfico-sedimentarias, respecto a las anteriores. La procedencia sur o suroccidental de estos materiales, probablemente está relacionada con un nuevo levantamiento del borde meridional, asociado también a una nueva elevación del nivel de base; esta elevación quizá es debida a una expansión del cuerpo lacustre central de la Cuenca (Facies Dueñas), localizado en este momento (Mioceno inferior, aún) a partir de Valladolid y hacia el este.

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

Durante el Mioceno medio existe una sedimentación fluvial procedente del norte y oeste (facies ocre de Tierra de Campos s.s., que en la Hoja de Rueda está muy poco representada) y que en gran parte de la Cuenca se presenta en facies de llanura de inundación, con abundantes desarrollos de procesos edáficos. Los datos de paleocorrientes de esta Hoja indican que los aparatos fluviales se dirigían hacia el E/SE. Por otro lado, la generalizada presencia de esta facies ocre en el conjunto de la Cuenca, y las paleocorrientes hacia el NE que presenta en la zona de Burgos, indica que esta facies desaguaba hacia el surco Ebro-Rioja. Ello obedece a una probable retracción, hacia el este, del cuerpo lacustre indicado

anteriormente para el Mioceno inferior, cuyos límites no llegan, en el Mioceno medio, a la actual Cuenca del Duero (PINEDA, 1996).

Aproximadamente en el límite Mioceno medio - Mioceno superior se interrumpe la conexión entre las Cuencas del Duero y del Ebro, instaurándose a partir de ese momento una nueva sedimentación lacustre (Facies Cuestas) en la parte centro-oriental de la Cuenca del Duero. Esta sedimentación lacustre es alimentada sobre todo desde el norte, noroeste y oeste de la Cuenca mediante las Facies ocreas de La Serna, también fluviales y de llanura de inundación. La sedimentación lacustre (Facies Cuestas) se hace progresivamente expansiva, y culmina, al final del Mioceno superior, con el depósito fundamentalmente lacustre de las Calizas de los Páramos.

Las Calizas de los Páramos suponen el final del relleno endorreico de la Cuenca del Duero. Sobre ellas se desarrollan, en el Mioceno terminal o ya en el Plioceno, importantes fenómenos de edafización y karstificación, en condiciones de estabilidad tectónica en los márgenes de la Cuenca. Las Calizas de los Páramos no están representadas en la Hoja de Rueda, lo cual puede significar que nunca se llegaron a depositar, o que han sido posteriormente erosionadas por el proceso de vaciado erosivo que se menciona a continuación.

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

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

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

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. RECURSOS MINERALES

Además de las observaciones efectuadas en campo durante la realización de la Hoja, las fuentes de información empleadas para la elaboración de este apartado han sido las siguientes:

Mapa Geológico-Minero de Castilla y León, E. 1:400.000.

Mapa de Rocas Industriales, E. 1:200.000, Hoja 29 (Valladolid)

Visitas realizadas a la Delegación Territorial de Industria, Comercio y Turismo, Sección de Minas de Valladolid.

Resultado de todo ello es que no hay ninguna explotación ni indicio minero en la Hoja relativo a minerales metálicos, no metálicos ni energéticos.

La única actividad minera en la Hoja corresponde al apartado de rocas industriales, estando la mayoría de explotaciones relacionadas con la extracción de áridos granulares. De estas explotaciones sólo se encuentran activas en torno a un tercio del total. En cuanto a los aspectos históricos, no se ha encontrado ninguna información de interés relativa a explotaciones mineras que hubieran existido en la Hoja.

En los términos de Tordesillas, Rueda, Serrada y Medina del Campo, y relacionadas con los extensos depósitos de terrazas del río Duero, existen numerosas explotaciones activas de arenas y gravas, empleadas como áridos. En la actualidad estas explotaciones tienen gran actividad, están dotadas de plantas de lavado, separación de tamaños y plantas de elaboración de hormigón. La producción es absorbida por la edificación y la obra civil.

En el término de Serrada se explota una capa de arcillas correspondiente a las facies Tierra de Campos, cuya potencia media es de 4 m. Se utiliza como materia prima para materiales cerámicos de construcción.

Merecen destacarse, como curiosidad, las pequeñas excavaciones realizadas en areniscas de la unidad paleógena (1), en los alrededores de Siete Iglesias de Trabancos. Según informaciones verbales de los paisanos de la zona, corresponden a explotaciones locales de "asperón". Como esta palabra indica, el material debió emplearse como moderado abrasivo doméstico.

En la tabla III se incluye una relación de las explotaciones incluidas en la Hoja nº 399 y se citan las características más relevantes de las mismas. También se adjuntan las fichas de explotaciones e indicios correspondientes a la Hoja, obtenidas de la base de datos del Mapa Geológico y Minero a escala 1:400.000 de Castilla y León, y cuyo número de referencia de dicho Mapa se cita en la tabla.

Nº	Nº en Mapa G y M	Localizado en trabajo de campo	Registrado en sección de minas	Situación	Coordenadas UTM		Sustancia	Término Municipal	Observaciones
					X	Y			
1	4279	No	No	Inactiva	325550	4591000	Áridos	Pollos	
2	4280	No	Si	Activa	334116	4591623	Áridos	Rueda	
3	4283	No	No	Inactiva	336450	4585600	Áridos	Rueda	
4 (130)	4284	Si	No	Activa	337000	4586150	Áridos	Rueda	
5	4281	No	No	Inactiva	334300	4593400	Áridos	Tordesillas	
6	4282	No	No	Inactiva	334900	4580400	Áridos	Medina del Campo	
7	4285	Si	No	Inactiva	340250	4579950	Áridos	Medina del Campo	
8	4286	Si	No	Inactiva	340450	4583100	Áridos	La Seca	
9(126)	4287	No	No	Inactiva	344150	4591750	Arcillas	Serrada	
10	4288	No	Si	Activa	344384	4594172	Áridos	Villanueva de Duero	
11	-	Si	No	Inactiva	336900	4582700	Áridos	Rueda	
12	-	Si	No	Inactiva	339600	4583300	Áridos	La Seca	
13	-	Si	No	Activa	339950	4580050	Áridos	Medina del Campo	
14	-	Si	No	Inactiva	340450	4580550	Áridos	Medina del Campo	
15	-	Si	No	Inactiva	344900	4581050	Áridos	Rueda	
16 (131)	-	Si	No	Inactiva	337300	4586650	Áridos	Rueda	
17	-	Si	No	Inactiva	340950	4587750	Áridos	La Seca	
18	-	Si	No	Inactiva	342950	4588800	Áridos	La Seca	
19	-	Si	Si	Activa	344550	4593250	Áridos	Serrada	
20 (185)	-	Si	No	Activa	344800	4595750	Áridos	Villanueva de Duero	
21	-	Si	No	Inactiva	335650	4594150	Áridos	Tordesillas	
22	-	Si	No	Inactiva	335100	4594400	Áridos	Tordesillas	
23	-	Si	No	Activa	334350	4593500	Áridos	Tordesillas	
24	-	Si	No	Inactiva	323500	4588700	Áridos	Pollos	
25	-	Si	No	Inactiva	320900	4588250	Áridos	Pollos	

Nº	Nº en Mapa G y M	Localizado en trabajo de campo	Registrado en sección de minas	Situación	Coordenadas UTM		Sustancia	Término Municipal	Observaciones
					X	Y			
26	-	Si	No	Inactiva	322350	4587900	Áridos	Pollos	
27	-	Si	No	Inactiva	320600	4587500	Áridos	Pollos	
28	-	Si	No	Inactiva	321550	4584350	Áridos	Nava del Rey	
29	-	Si	No	Inactiva	317600	4580700	Áridos	Siete Iglesias de Trabancos	
30	-	No	Si	Activa	345000	4594800	Grava	Villanueva de Duero	
31	-	No	Si	Activa	322750	4586150	Grava	Nava del Rey	
32	-	No	Si	Activa	324150	4593650	Grava	Tordesillas	
33	-	No	Si	Activa	334350	4581950	Grava	Rueda	

Tabla III: Indicios mineros de la Hoja 1:50.000 nº 399 (Rueda)

7.2. HIDROGEOLOGÍA

En la presente memoria se describe la Hidrogeología de la Hoja de Rueda, haciéndose referencia a la Climatología e Hidrología de superficie, las Unidades Hidrogeológicas presentes en la misma y su funcionamiento en el contexto de la Cuenca, y las características hidrogeológicas, en función de la permeabilidad de los materiales diferenciados en el esquema Hidrogeológico a escala 1:200.000, incorporado en el Mapa Geológico. Por último, se ha recopilado en un cuadro resumen los puntos de agua existentes en la zona, con las características principales de éstos.

7.2.1. Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Duero

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

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, dentro de la Cuenca del Duero, 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

Como se ha indicado anteriormente en esta misma Memoria, la Hoja de Rueda se sitúa en la zona central de la Cuenca del Duero, 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, y la evapotranspiración media en la zona varía entre 700 y 800 mm. Todos estos valores son frecuentes, como media, en toda la Cuenca del Duero.

Los principales cursos de agua de carácter permanente son el río Duero, y sus afluentes por la margen izquierda, los ríos Zapardiel y Trabancos. Por la margen derecha del Duero discurre, además, el canal de Tordesillas, que riega la zona comprendida entre el canal y el río.

Según la clasificación de zonas hidrológica establecida en el Plan Hidrológico del Duero y que responde a un criterio de evaluación de recursos hidráulicos, la Hoja de Rueda se encuentra dentro de la Zona V, correspondiendo a la Junta de Explotación llamada Riegos Meridionales. Dentro de esta zona, pertenece a la subzona del Bajo Duero y concretamente a las subcuencas 31, río Zapardiel (C-31), con una aportación parcial media anual de 36 hm³; D-9₁, o Embalse de San José, correspondiente a parte de la cuenca del río Trabancos, con una aportación parcial media anual de 144 hm³; D-8₂, denominada subcuenca D-8, con una aportación parcial media anual de 15 hm³, correspondiente a parte del río Duero y por último, en el borde noreste, una pequeña zona de la subcuenca D8₁, denominada E-54, con aportación parcial media anual de 9 hm³.

Fuera de los límites de la Hoja, y aguas abajo del Duero, se encuentra el embalse de San José (5.123 hm³), para uso de riego agrícola y energía hidroeléctrica.

Las aportaciones propias del Bajo Duero son de 600 hm³, donde los principales caudales aportados son: el río Zapardiel por la margen izquierda, con 36 hm³, por la margen derecha el río Bajoz con 64 hm³. Las demandas que usan aguas superficiales ascienden a 235 hm³ para riegos, 8 hm³ para abastecimiento, 2 hm³ para uso industrial. Sin embargo, las demandas servidas con aguas subterráneas ascienden a 420 hm³, para satisfacer el riego de 65.000 ha de riegos particulares.

7.2.3. Unidades hidrogeológicas y su funcionamiento

La Hoja de Rueda comprende varias unidades hidrogeológicas (U.H.), según la “Delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características” (DGOH-IGME, 1988). Las Unidades denominadas: U.H. 02.06 (Río Esla-Valderaduey) y U.H. 02.17 (Región de Los Arenales).

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 mediante pozos para regadíos y abastecimientos.

U.H. 02.06 (Río Esla-Valderaduey)

Aunque esta unidad es una de las que más superficie alcanza en la Cuenca del Duero (unos 13.264,6 km²), dentro de la Hoja le corresponde solo una superficie aproximada de unos 15 km², correspondiente a la parte occidental de la misma. Se caracteriza por presentar una litología formada por conglomerados, arenas, limos y arcillas.

El funcionamiento hidrogeológico de la unidad puede resumirse de la siguiente manera: las entradas se efectúan mediante lluvia directa (173 hm³/año), ríos (6 hm³/año), y por entradas laterales de otras unidades (10 hm³/año). Las salidas se producen por ríos (119 hm³/año), y por bombeos (70 hm³/año), principalmente.

Los usos del agua se concentran sobre todo en la agricultura, con 66 hm³/año. Los parámetros hidrogeológicos- coeficiente de almacenamiento, transmisividad y caudales específicos- son muy variables. Los datos referentes a la piezometría indican valores comprendidos entre 975 y 650 m.s.n.m., en toda la unidad, pero correspondiendo a 675 y 663 m.s.n.m. (En los sondeos 1516 2 001 y 15163 001, en la campaña de abril de 1999) en esta Hoja. Hay que resaltar que son diferenciables una piezometría superficial (deducida de sondeos con menos de 150 m de profundidad) y otra profunda (deducida de sondeos con más de 150 m de profundidad), dirigiéndose ambas desde los interfluvios a los ríos hacia el Duero. La piezometría superficial tiene valores entre 975 y 650 m.s.n.m. y la profunda de 900 a 700 m.s.n.m. (véase el Esquema Hidrogeológico 1:200.000 adjunto al Mapa Geológico).

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, éstas pueden clasificarse en facies bicarbonatada cálcico-magnésica, bicarbonatada sódica y clorurada sódica. La conductividad oscila entre valores de 112 y 3783 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor medio de 810 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La concentración de nitratos oscila de 0 a 120 mg/l, con un valor medio de 19 mg/l. La calidad para abastecimiento se considera buena, salvo algunas excepciones por la elevada salinidad. Para el riego, y según la clasificación de las aguas para riego según el procedimiento del U.S. Salinity Laboratory Staff, se clasifican como de tipo C2S1 (C2 supone un riesgo medio de salinización del suelo y S1 corresponde a un agua baja en sodio), por lo que pueden usarse en la mayoría de los suelos, con escasas posibilidades de alcanzar elevadas concentraciones de sodio intercambiable.

U.H. 02.17 (Región de Los Arenales)

En el conjunto de la Cuenca del Duero se considera una de las unidades hidrogeológicas más importantes, debido a la gran explotación que se realiza de sus aguas subterráneas. La superficie total de la unidad en la Cuenca es de 7.754,4 km², siendo aproximadamente unos 400 km² los correspondientes a la Hoja de Rueda.

Corresponde a un acuífero profundo compuesto litológicamente por materiales detríticos (arcosas más o menos fangosas, y fangos arcóscicos de las Facies Pedraja de Portillo y Villalba de Adaja).

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.s.n.m. desde los bordes de la cuenca, a 624 m.s.n.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.s.n.m., para la piezometría superficial - con datos de sondeos de profundidad inferior a 150 m-; y por otro lado, sobre los 700 m.s.n.m., para la piezometría deducida de los sondeos con profundidad superior a los 150 m. Según puntos de la R.V.P. del IGME - que en principio eran 11 puntos y en la actualidad tan sólo se miden 7-, en abril de 1999 la piezometría se encontraba entre 696 y 649 m.s.n.m. (En los sondeos 15164001, 15165002, 15167002, y 15168001).

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 µS/cm. siendo el valor medio 675 µS/cm. El contenido en nitratos varía entre 0 y 209 mg/l, teniendo un valor medio de 30 mg/l. Dentro de la hoja, pertenecen a la Red de Calidad, cinco sondeos: 151620001, 151630001, 151630020, 151640002 y 151680021.

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.

7.2.4. Cartografía Hidrogeológica

Algunos de los distintos términos hidrogeológicos representados en el esquema agrupan varias de las unidades diferenciadas en el Mapa Geológico.

Los tres primeros términos corresponden a materiales terciarios. Los más abundantes, 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 suroeste de la Hoja afloran materiales paleógenos, caracterizados con permeabilidad alta, debido a su composición más conglomerática y areniscosa. 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 desde el término 4 al 8. Dentro de los materiales cuaternarios, destacar las terrazas altas, medias y bajas del río Duero, y las del Zapardiel, formadas por cantos, gravas y arenas, caracterizadas con permeabilidad alta. Estos depósitos son muy abundantes en toda la extensión de la Hoja, aunque su potencia no es muy elevada.

Por otro lado, el manto eólico y las dunas (compuesto litológicamente por arenas bien clasificadas), y aflorantes en la zona norte de la Hoja, tienen permeabilidad alta, por porosidad intersticial. Aunque dichos depósitos tienen continuidad en la hoja de Tordesillas, y en el conjunto de la Cuenca, en la margen izquierda del Duero, constituye un acuífero superficial de cierta importancia, aun teniendo una potencia que no excede de varias decenas de metros.

7.2.5. Inventario de puntos de agua

Se tienen registrados un total de 50 puntos de agua. Según su naturaleza, tres son pozos con sondeo que oscilan entre 40 y 70 m de profundidad; otros tres son sondeos testigo de pequeño diámetro, piezómetros, cuyas profundidades oscilan entre 150 y 180 m. El resto de los pozos son sondeos con profundidades mayores de 70 m y que alcanzan los 314 m.

El uso más frecuente es la agricultura, al que se dedican el 68% de los puntos, el 18% se desconoce su uso, el 6 % no se utiliza, el 2 % se utiliza para la industria y el resto se utiliza para uso doméstico.

La máxima densidad de puntos de agua se encuentra en la facies arcósica y de fangos arcósicos perteneciente respectivamente a la facies Villalba de Adaja y Pedraja de Portillo; situándose tanto en la mitad sur como en el área noreste de la zona de estudio. En la tabla IV, se describen las principales características de estos puntos de agua: coordenadas, naturaleza, profundidad, uso, columna litológica y si pertenecen a las redes de Piezometría y/o Calidad del IGME.

Nº PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COTA	PROF.	NATURALEZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITOLÓGICA.
151620001	484723	763717	664	190	Sondeo	Desconocido	C	P	SI
151620002	488201	760514	680	290	Sondeo	No se utiliza		P	SI
151620003	485640	762660	690	110	Sondeo	Agricultura			SI
151620004	488300	764400	680	168	Sondeo testigo pequeño diámetro, piezómetro	Agricultura			SI
151630001	492481	760310	710	200	Sondeo	Desconocido	C	P	SI
151630002	495300	759390	735	84	Sondeo	Desconocido			SI
151630003	488700	761025	680	90	Sondeo	Agricultura			SI
151630011	493500	761200	700	60	Pozo con sondeo	Agricultura			SI
151630012	493300	760800	710	78	Sondeo	Agricultura			SI
151630013	491850	761600	705	128	Sondeo	Abastecimiento y agricultura			SI
151630018	495500	765150	690	191	Sondeo	No se utiliza			SI
151630020	492608	763686	690	236	Sondeo	No se utiliza	C		SI
151640001	502389	759882	735	130	Sondeo	Agricultura		P	SI
151640002	497915	759800	750	280	Sondeo	Desconocido	C	P	SI
151640003	501400	762750	722	110	Sondeo	Agricultura			SI
151640004	501550	762700	723	73	Sondeo	Agricultura			SI
151650001	474955	75860	730	214	Sondeo	Abastecimiento no urbano		P	SI
151650002	477187	755231	700	72	Sondeo	Agricultura		P	SI
151650003	477010	754275	702	126	Sondeo	Desconocido			SI
151660001	484200	750620	735	114	Sondeo	Agricultura			SI
151660002	484130	749600	745	82	Sondeo	Agricultura			SI
151660003	483100	753200	730	156	Sondeo	Agricultura			SI
151660004	484950	749010	740	204	Sondeo	Agricultura			SI
151660005	483535	750400	735	101	Sondeo	Agricultura			SI
151670002	489279	753595	670	200	Sondeo	Desconocido		P	SI
151670003	495275	748851	755	126	Sondeo	Agricultura		P	SI
151670004	493340	751560	763	194	Sondeo	Agricultura			SI
151680001	500591	752046	770	114	Sondeo	Agricultura		P	SI
151680002	497580	755634	770	292	Sondeo	Desconocido		P	SI
151680003	499000	749400	758	147	Sondeo	Agricultura			SI

Nº PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COTA	PROF.	NATURALEZA	USO	R.C	R.P	COLUMNA LITOLÓGICA.
151680004	499400	755410	750	165	Sondeo	Agricultura			SI
151680005	500250	753550	760	94	Sondeo	Agricultura			SI
151680006	500880	751325	760	118	Sondeo	Agricultura			SI
151680007	500120	753840	760	120	Sondeo	Agricultura			SI
151680008	498330	755205	770	130	Sondeo	Agricultura			SI
151680009	499950	754930	750	115	Sondeo	Agricultura			SI
151680010	497260	751395	800	160	Sondeo	Industria			SI
151680011	500550	753845	770	138	Sondeo	Agricultura			SI
151680012	495570	749250	760	231	Sondeo	Agricultura			SI
151680013	497640	754240	779	150	Pozo	Agricultura			SI
151680014	495500	749815	760	314	Sondeo	Agricultura			SI
151680015	495835	750640	780	255	Sondeo	Agricultura			SI
151680016	501420	752235	790	43	Pozo con sondeo	Desconocido			SI
151680017	501420	752235	790	70	Pozo con sondeo	Desconocido			SI
151680018	502065	750635	753	80	Sondeo	Agricultura			SI
151680019	498900	748950	740	150	Sondeo testigo pequeño diámetro, piezómetro	Agricultura			SI
151680020	499800	755500	745	180	Sondeo testigo pequeño diámetro, piezómetro	Agricultura			SI
151680021	500130	752400	761	130	Sondeo	Abastecimiento no urbano	C		SI
151680022	502400	755200	794	177	Sondeo	Agricultura			SI
151630023	489721	760817	710	162	Sondeo	Agricultura			SI

Tabla IV: Resumen del inventario de Puntos de Agua de la hoja de Rueda

8. PATRIMONIO NATURAL GEOLÓGICO

Los Puntos de Interés Geológico (P.I.G.) seleccionados en esta Hoja son cuatro, relacionados con procesos geomorfológicos actuales (399-1 y 399-4), como son la formación de depósitos de origen eólico y fluvial, y con la serie estratigráfica de la zona (399-2 y 399-3). A continuación se realiza una breve descripción de los Puntos seleccionados:

PIG 399 - 1

Se localiza en las inmediaciones de Siete Iglesias de Trabancos, al SE de la población, y más concretamente en el cauce del río Trabancos, que se encuentra seco gran parte del año. Corresponde a un depósito aluvial, de unos 4-6 m de ancho, notablemente arenoso.

PIG 399 - 2

Este punto se localiza inmediatamente al norte del anterior, en las inmediaciones de Siete Iglesias de Trabancos y junto al cauce del mismo río donde se localiza el depósito aluvial citado anteriormente. En este lugar se observa un afloramiento del Paleógeno superior, compuesto en su base por areniscas y gravas, que aparecen, discordantemente, por debajo de la Facies Roja de Toro, constituida por conglomerados heterolíticos de matriz gredosa y de color rojo.

PIG 399 - 3

Este punto se encuentra inmediatamente al oeste de Tordesillas, en la margen derecha del río Duero y muy próximo a éste. En la excavación del Canal de Tordesillas aflora muy bien una costra calcárea, de potencia métrica y color rojizo. Se encuentra en la parte superior de la Facies Villalba de Adaja.

PIG 399 - 4

Este punto se encuentra en las inmediaciones de Tordesillas, al este de esta localidad y en la margen derecha del río Duero. En él se puede observar un campo de dunas que ha invadido las terrazas del río. En la actualidad estos depósitos eólicos están detenidos gracias a la plantación de pinos, lo que protege los campos de labor cercanos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- AEROSERVICE Ltd. (1967). "Mapa Geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000" *Instituto Nacional Colonización a 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. 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 arenales 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 de 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. (1986). "Paleogeografía del Paleógeno superior-Oligoceno en el SO de la Cuenca del Duero (España)". *Stvd. Geol. Salmanticensis*, 22, 71-92.
- ALONSO GAVILÁN, G.; ARMENTEROS, I.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; DABRIO, C.; JIMÉNEZ, E.; LÓPEZ, N.; OLIVÉ, 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. y GARCÍA MORENO, E. (1986). "New Gliridae and Cricetidae (Mamm. Rodó) from the Middle and Upper Miocene of the Duero Basin, Spain". *Stud. Geol. Salmanticensis*. Univ. Salamanca, 23, 145-189.
- ÁLVAREZ SIERRA, M.A.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAAMS, R.; DABRIO, C.J.; GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, A.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; MEDIAVILLA, R.; RIVAS CARBALLO, R. y VALLE, M. F. del (1990). Un estratotipo del límite Aragoniense-Vallesiense (Mioceno medio-Mioceno superior) en la sección de Torremormojón (Cuenca del Duero, Provincia de Palencia). *Acta Salmanticensis, Biblioteca de las Ciencias*, 68, *Actas de Paleontología*, Civis Llovera, J. y Flores Villarejo, J.A. (Eds.). 57-64
- 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 Miocene) of the Duero Basin (N Spain)". *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, LXX: 517-521.
- 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.
- BARBA MARTÍN, A. (1980). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA)". *Hoja nº 341, San Pedro de Latarce*. IGME
- BERGONIOUX, F. y CROUZEL, F. (1958). "Les mastodontes de l'Espagne". *Est. Geol.*, 14; 223-365.
- 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). *Mongr. SEG-ITGE*, 6; 45-67.
- BUSTILLO, M^a.A. y MARTÍN-SERRANO, A. (1980). "Caracterización y significado de las rocas silíceas y ferruginosas del Paleoceno de Zamora". *Tecnitterae*, 36, 14-29.
- CABRERA CEÑAL, R.; CRESPO RAMÓN, J.L.; GARCÍA 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.

- CASAS, J.; LEGUEY, S. y RODRIGUEZ, 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.
- CIVIS, J.; ARMENTEROS, I.; FLORES, J.A.; GONZÁLEZ DELGADO, J.A.; MEDIAYILLA, 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 de la Cuenca del Duero, Salamanca (1979). *Libro Guía de excursiones. Temas Geológico Mineros*, 6 (2), 709-713.
- 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.
- 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. (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. 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.; FERNÁNDEZ, B.; RECIO, C.; BANCO, 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 (1951). "Los nuevos Mamíferos del Neógeno de España". *Not. y Com. IGME*, 22, 127 pp..
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E. y GARCÍA, J. (1968). "Un nuevo yacimiento de mamíferos del Mioceno de la Meseta española". *Acta Geol. Hisp., Barcelona*, 3, 22-24.
- CRUSAFONT, M.; REGUANT, S. y GOLPE, J.M. (1975). "Síntesis biocronoestratigráfica del Terciario Continental español". *Est. Geol.*, 31; 581-586.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCÍA, J. y TRUYOLS, J. (1960). "El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica". *Not. y Com. IGME*, 60; 127-140.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E.; GARCÍA, J. y VILLALTA, J.C. (1954). "Ensayo de Síntesis sobre el Mioceno de la Meseta Castellana". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., T. extr.*, 215-227.
- CUESTA, M. A. 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.
- 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". VI Reunión Nacional de Geomorfología. *Sociedad Española de Geomorfología - Departamento de Geodinámica (UCM)*. 77.
- ENRESA (1994). *Proyecto AFA. "Estudios Temáticos en Medios Sedimentarios. Áreas de San Pedro y Olmos (Región del Duero)"* (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.
- 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, A. y LÓPEZ, F. (1974). "Estudio mineralógico de las facies detrítico-calcáreas del Terciario de la zona centro-oriental de la cuenca del Duero (Aranda del Duero)". *Est. Geol.*, 30, 503-513.
- GARCÍA ABBAD, F. 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, 2 mapas, 213-227.

- GARCÍA DEL CURA, M.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.
- 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.; CIVIS, J.; VALLE, J.F.; SIERRA, 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.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1994). "La Cuenca del Duero. Geomorfología de España". *Editorial Rueda*, Madrid. 526 pp.
- 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). "Los cinco ríos principales de España y sus terrazas". *Trab. Mus. Nac. Hist. Nat. Ser. Geol.*, 36, 150 pp.
- 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. (1932). "Síntesis fisiográfica y geológica de España". *Trabajos Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Geol.*, 38: 584 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y DANTÍN CERECEDA, J. (1915). "Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. Mem. Com. Inv. Paleont. y Prehis". *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, 5, 295 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. Inv. 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 des Commun.*, 78-79.
- 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). "Hoja Nº 29 (Valladolid), a escala 1/200.000". *Síntesis de la cartografía existente*".
- 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). "Estratigrafía y Paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero". *Tesis Doctoral*. Univ. Salamanca. 323 pp.
- JIMÉNEZ, E. (1974). "Iniciación al estudio de la climatología del Paleoceno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica". *Bol. Geol. Min., Madrid*, 85, (5), 518-524.
- 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. Salmanticensia*, 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. 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.
- 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. Salmantica*, 22, 191-212.
- MABESOONE, J.M. (1961). "La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia)". *Est. Geol.*, 17 (2); 101-130.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1979). "El relieve zamorano. Planteamientos generales y problemática geomorfológica". *Tecniterrae*, 28:11-19.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988 a). "El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico". *Tesis doctoral. Inst. Est. Zamoranos "Florián de Ocampo"*, Dip. Zamora, 306 pp.
- MARTÍN-SERRANO, A. (1988 b). "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 ocreas 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.
- MAZO, A.V. (1977). "Revisión de los Mastodontes de España". *Tesis Doctoral*. Univ. Complutense de Madrid, 420 pp.
- MAZO, A.V. y JORDÁ PARDO, J.F. (1997). "Un Tetralophodon Longirostris (KAUP, 1832) (Proboscidea, Mammalia) en el Mioceno medio de Villavieja del Cerro (Sector central de la Cuenca del Duero, Valladolid)". *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 10 (3-4), 219-235.
- MEDIAVILLA, R.M. y DABRIO, C.J. (1986). "La sedimentación continental del Neógeno en el sector centro-septentrional de la depresión del Duero (Prov. de Palencia)". *Stvd. Geol. 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). "Las Calizas del Páramo en el sur de la Provincia de Palencia". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 5:273-291.
- MEDIAVILLA, R.M.; DABRIO, C.J.; MARTÍN-SERRANO, A. y SANTISTEBAN, J.I. (1996). "Lacustrine Neogene Systems of the Duero Basin: evolution and controls". *Tertiary Basins of Spain: the stratigraphical record of crustal kinematics*. World and Regional Geology, Friend, P.F. y Dabrio, C.J. (Eds.), Cambridge University Press. 6: 228-236.
- MEIN, P. (1975). "Biozonation du Neogene Mediterranéen a partir des Mammiferes". *Rep. Act. RCMNS Working Groups, Bratislava*. 78-81.
- MOLINA, E. (1991). "Geomorfología y geoquímica del Paisaje". Ed. Univ. Salamanca, *Acta Salmanticensia*. (Bibliot. de la Ciencia), 72, 156 pp.
- 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.
- MOPTMA (1995). "Guía resumida del clima en España 1961-1990". *Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología*, Madrid. 110 pp.
- OLMO, P. del y PORTERO, J.M. (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 343 (Cigales)". *IGME*.
- OLMO, P. del y PORTERO, J.M. (1979). "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MAGNA). Hoja nº 372 (Valladolid)". *IGME*.
- 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.

- 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 GARCIA, A. y POL, C. (1994). "Depresión del Duero". *Geomorfología de España*. Gutiérrez Elorza, M. (coord.). Ed. Rueda, Madrid, 351-388.
- PINEDA, A. (1996). "El enlace y la paleogeografía neógena entre las cuencas del Duero y del Ebro en La Bureba (Burgos)". *Bol. Geol. y Min.*, 107, 14-28.
- PLANS, P. (1970). "La Tierra de Campos". Inst. de Geograf. Aplic. Patr. Alonso de Herrera. CSIC. Madrid.
- 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.
- 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.; 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.
- ROQUERO, C. y ONTANÓN, J.M. (1966). "Une forme d'accumulation des carbonates calcique et magnesique en bandes horizontales et grillages sous climat semiaride méditerranéen". *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. y Prehist.*, 30, 230 pp.

- ROYO y GÓMEZ, J. (1926). "Tectónica del Terciario Continental Ibérico. XIV Cong. Geol. Int., fasc. 1, Madrid. 593-523.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1926). "Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 26, 259-279.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1929). "Nuevos yacimientos de Mamíferos miocenos en la provincia de Valladolid". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 29, 105-112.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1933). "Sobre del 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.
- 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 CIMS, J. (1988). "Interpretación paleoecológica de los depósitos lacustres neógenos de Castrillo del Val (Noreste de la Depresión del Duero)". *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 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. (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.; MEDIAYILLA, 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.; MEDIAYILLA, 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.
- 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.; 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. Berlín. Trad. Ríos, 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*, 1. Edit. Montaner y Simón. 17-269
- SOLÉ SABARIS, L.; et al. (1952). "Geografía de España y Portugal". Tomo I: *Geografía física; el relieve*. Ed. Montaner y Simón, Barcelona. 500 pp.
- 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; HERRÁIZ, 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.
- VILLALTA, J.F. y CRUSAFONT, M. (1948). "Les gisements de mammifères du miocene espagnol". *VIII. Bassin du Douro C. R. somm. Soc. Geol. Fr.*, (9/10): 186-188.

ISBN 847840714-6

