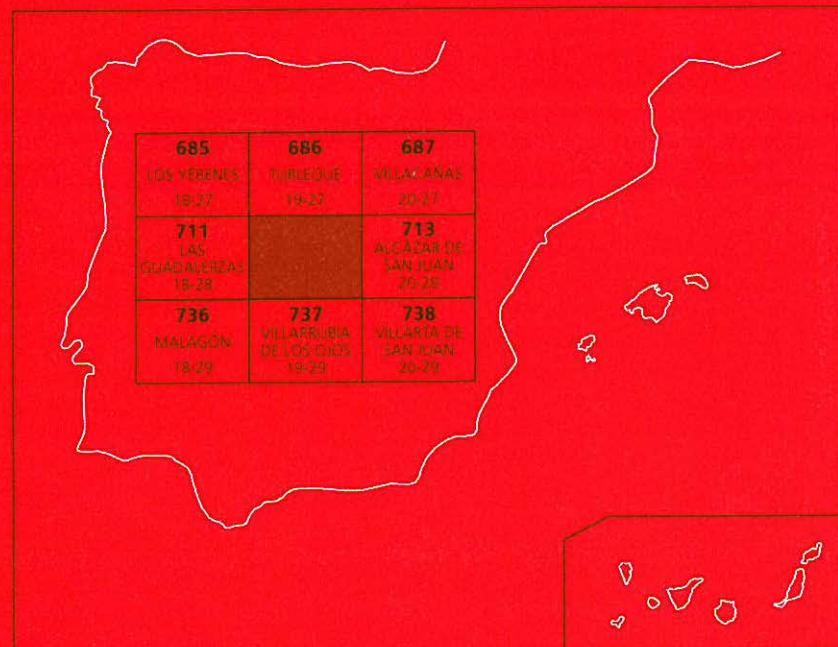




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



MADRIDEJOS

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

MADRIDEJOS

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

© Instituto Geológico y Minero de España
Base Topográfica: Instituto Geográfico Nacional
Cartografía: Intecol S.L.U.

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es
NIPO: 728-12-006-9
ISBN: 978-84-7840-892-4
Depósito legal: M-2208-2013

Fotocomposición: Intecol S.L.U.
Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

Las presentes Hoja y Memoria (Madridejos-712) han sido realizadas por el I.G.M.E., dentro del programa MAGNA, habiendo intervenido los siguientes técnicos:

Autores

- J. I. Ramírez. Cartografía del Granito. Paleozoico y Terciario. Estratigrafía y Sedimentología. Memoria.
- A. Hernández. Coordinación y Dirección (1^a etapa). Estratigrafía y Sedimentología. Memoria.
- J. Huerta. Tectónica. Petrología. Memoria.
- F. López. Coordinación y Dirección (2^a etapa). Neotectónica. Recursos Minerales. Memoria.
- J. M. Portero. Geofísica y sondeos.
- J. Solesio. Hidrogeología.
- D. Gil (U.C.M.). Asesoramiento paleontológico.
- A. Pérez (C.S.I.C.). Asesoramiento geomorfológico.

Dirección y supervisión

- V. Gabaldón López (I.G.M.E.)
- V. Monteserín López (I.G.M.E.)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Fichas petrológicas y paleontológicas de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas y paleontológicas de dichas muestras.
- Álbum de fotografías y diapositivas.
- Informes complementarios.
- Puntos de interés geológico.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	9
1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO	9
1.3. ANTECEDENTES	10
2. ESTRATIGRAFÍA	13
2.1. PALEOZOICO	13
2.1.1. Grupo del Cámbrico Inferior (Grupo de Valdelacasa)	13
2.1.1.1. Calizas, calizas dolomíticas y mármoles (2). Calizas de Urda/ Los Navalucillos. Marianense	13
2.1.1.2. Limolitas, limolitas arenosas y grauvacas (3). Alternancias de Urda/Fm. Soleras. Marianense-Bilbiliense (Cámbrico inferior)	16
2.1.1.3. Areniscas y cuarcitas (4). Fm. Cortijos. Marianense-Bilbiliense (Cámbrico inferior)	17
2.1.2. Grupo del Cámbrico medio-Tremadoc (Serie de Valdehierro-Complejo Vulcanosedimentario)	18
2.1.2.1. Pizarras negras con niveles conglomeráticos. Areniscas a techo (5). Serie de Valdehierro. Complejo volcano-sedimentario (6). Cámbrico-Ordovícico?	19
2.1.3. Grupo del Ordovícico	20
2.1.3.1. Conglomerados y cuarcitas (7). Tramo basal de Serie Púrpura. Tremadociense	20
2.1.3.2. Cuarcitas, areniscas y pizarras (8). Tramo superior de Serie Púrpura. Tremadociense	21
2.1.3.3. Ortocuarcitas en bancos gruesos (9). Cuarcita Armoricana. Arenigense	23
2.1.3.4. Alternancia de cuarcitas y pizarras (10). Estratos de Pochico-Marjaliza. Arenigense	23
2.1.3.5. Pizarras, areniscas y cuarcitas (11). Pizarras de Navatrasierra. Llanvirniense	24
2.2. TERCIARIO	25
2.2.1. Fangos rojizos con niveles de gravas (12). Calizas arenosas (13). Turoliense?-Plioceno	25
2.2.2. Encostramientos carbonatados y limo-arcillas (14). Costras. Plioceno superior-Pleistoceno	26
2.2.3. Cantos, gravas, arenas y limos (15). Piedemonte de la Raña. Plioceno superior-Pleistoceno inferior	27

2.3. CUATERNARIO	27
2.3.1. Cantos, gravas y bloques en matriz arcillo-arenosa rojiza (16 y 21). Coluviones y derrubios de ladera. Pleistoceno-Holoceno	28
2.3.2. Cantos y gravas (17, 18 y 19). Abanicos y conos aluviales. Cantos y gravas en matriz limo-arenosa (23). Conos de deyección. Pleistoceno y Holoceno	28
2.3.3. Cantos y gravas poligénicas, arenas y limo-arcillas (20). Terrazas. Pleistoceno superior	29
2.3.4. Cantos y bloques angulosos de cuarcita (22). Canchales. Holoceno	29
2.3.5. Gravas y cantos poligénicos, arenas y limo-arcillas (24). Aluviales y fondo de valle. Cantos y gravas calcáreos en matriz margo-arcillosa (25). Depósitos aluvial-coluvial. Holoceno	30
2.3.6. Limo-arcillas y gravas (26). Fondos endorreicos	30
3. TECTÓNICA	30
3.1. TECTÓNICA REGIONAL	30
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	32
3.2.1. Los materiales	32
3.2.2. Las fases de deformación	33
3.2.3. Dominios estructurales	35
3.3. CRONOLOGÍA DE LAS DEFORMACIONES	38
3.3.1. Tectónica hercínica y prehercínica	38
3.3.2. Tectónica alpina y postalpina	38
3.4. NEOTECTÓNICA	40
3.5. INDICIOS DE ACTIVIDAD NEOTECTÓNICA	40
3.6. SISMICIDAD	41
4. GEOMORFOLOGÍA	44
4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA	44
4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	45
4.2.1. Estudio morfoestructural	45
4.2.2. Estudio del modelado	46
4.2.2.1. Formas de laderas	46
4.2.2.2. Formas fluviales	46
4.2.2.3. Formas poligénicas	48
4.2.2.4. Formas lacustres	49
4.2.2.5. Formas antrópicas	49
4.3. LA EVOLUCIÓN DINÁMICA	49
4.4. MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL y TENDENCIAS FUTURAS	51
5. PETROLOGÍA	52
5.1. MONZOGRANITOS (1) GRANITOIDES DEL PLUTÓN DE MADRIDEJOS-CAMUÑAS	52
6. HISTORIA GEOLÓGICA	53
7. GEOLOGÍA ECONÓMICA	54
7.1. HIDROGEOLOGÍA	54
7.2. RECURSOS MINERALES	56

7.2.1. Rocas y minerales industriales	57
7.2.2. Minerales metálicos	57
7.3. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	59
8. BIBLIOGRAFÍA	61

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja de Madridejos (712) está situada en el extremo oriental de los Montes de Toledo y al sur de la Cuenca del Tajo. Administrativamente pertenece en su totalidad a la provincia de Toledo (Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha).

El principal núcleo de población es Madridejos con cerca de 10.200 habitantes, seguido de Consuegra con 9.900 y Urda con 3.280.

La fisiografía de la zona se caracteriza por el predominio de sierras y "montes isla", con relieves suaves y alturas medias comprendidas entre los 900 y 1.000 m, rodeadas por zonas depresivas, llanas, de cotas medias comprendidas entre los 700 y 800 m.

Entre las zonas elevadas destacan al norte las Sierras de las Alberquillas (993 m), Sierra Castillo (con el pico Castillejo de 991 m) y Sierra del Oso (905 m) y al Sur Sierra del Reventón (con el pico El Peñón de 1.018 m), Sierra de Valdespino (1183 m) y Sierra de Valdehierro (1.177 m).

La red hidrográfica de la Hoja se halla, en gran parte, en el dominio de la cuenca hidrográfica del Guadiana, siendo el tributario más importante el río Amarguillo, que atraviesa por el centro de la Hoja con dirección SO-NE. La zona noroeste vierte sus aguas a la Cuenca del Tajo, a favor de una serie de arroyos, siendo el Bracea y Navarredonda los más importantes y tributarios del Río Algodor.

1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO

La Hoja de Madridejos ocupa desde el punto de vista geológico la zona de transición entre el límite nororiental del Macizo Hespérico, el sector meridional de la Depresión del Tajo, así como el septentrional de la Depresión Manchega.

Los materiales del Paleozoico se incluyen en la Zona Centro-Ibérica (ZCI), según el esquema geoestructural propuesto por JULIVERT *et al.* (1972), parcialmente modificado posteriormente por diversos autores. Desde un punto de vista estrictamente estructural, los afloramientos hercínicos se sitúan en el sector NE del Dominio de Pliegues Verticales de la ZCI definido por DÍEZ BALDA *et al.* (1990).

Los principales rasgos geológicos están determinados por los afloramientos de un sustrato paleozoico, que comprende metasedimentos que abarcan desde el Cámbrico inferior al Ordovícico, deformados en las Orogenia Hercínica, y Alpina y de forma más restringida (borde oriental) granitoides del Complejo Plutónico de Madridejos-Camuñas.

Los relieves constituidos por estos materiales se encuentran bordeados por sedimentos, de no gran potencia aunque sí ocupando grandes extensiones, de origen continental, pertenecientes a las coberturas neógenas de la Depresión del Tajo y Llanura Manchega, así como depósitos cuaternarios de variados orígenes.

1.3. ANTECEDENTES

Existen amplios antecedentes bibliográficos sobre el área de estudio, tanto de carácter regional, como de las unidades litoestratigráficas que la constituyen. Son abundantes los trabajos, tesis doctorales y publicaciones de índoles sedimentológica, paleontológica, geomorfológica, etc.

Los antecedentes de relevancia se inician con el trabajo de CASIANO DEL PRADO (1855), que encuentra un importante material paleontológico en la sucesión cámbrica del área, estudiada posteriormente por HERNÁNDEZ-PACHECO (1912), donde describe y diferencia los materiales cámbicos y ordovícicos en el área.

KINDELÁN (1952) realizó la cartografía de la Hoja de Turleque (686), y posteriormente en 1955 publicó una nota sobre el Ordovícico de los Montes de Toledo. Pero es con LOTZE (1961) y con una serie de estudios y tesis doctorales llevados a cabo por autores alemanes, cuando se establece la sucesión cámbrica-ordovícica de una forma coherente, identificando tres conjuntos separados por contactos de naturaleza discordante (Fases Toledánica e Ibérica).

APARICIO (1971) estudia el macizo cristalino de Toledo, denominando "Serie Verde" al conjunto formado mayoritariamente por pizarras, calizas, esquistos calcáreos y conglomerados, a los que asigna una edad Cámbrico medio-superior. Identifica una discordancia a techo de la serie, sobre la que se apoya una serie de conglomerados silíceos, pizarras y cuarcitas, en serie continua, a las que asigna una edad Cámbrico superior- Tremadoc, sobre la que se dispone en contacto normal la Cuarcita Armoricana.

MARTÍN ESCORZA (1975, 76 y 77) realiza un amplio y detallado trabajo sobre la estratigrafía de las series paleozoicas en áreas próximas a éste estudio. Identifica una unidad basal que consideró equivalente a las "Capas de Transición" de edad Precámbrico-Cámbrico definidas por LOTZE (1961) en los Montes de Toledo occidentales. En completa continuidad con esta unidad se dispone la serie del Cámbrico inferior donde se intercalan las capas carbonatadas con Arqueociáditos. Sobre esta serie y debajo del conglomerado cuarcítico basal y las "Alternancias Inferiores" ordovícicas, y en discordancia con ambas, se sitúa un conjunto vulcano-sedimentario al que MARTÍN ESCORZA (1975, 1976) asignó una edad de Cámbrico superior por comparación. (En los trabajos realizados por el equipo de CGS en las Hojas de Turleque (686), Madridejos (712), Malagón (736) y Villarrubia de los Ojos (737), hemos considerado que la serie de Valdehierro aflorante en la Hoja de Madridejos interpretada por éste autor como "Capas de Transición" corresponden a litofacies relacionadas espacialmente con el conjunto vulcano-sedimentario, como se explica en el capítulo de estratigrafía).

Con posterioridad a esos trabajos, se sucede una serie de importantes aportaciones al conocimiento estratigráfico y paleontológico de los materiales cámbicos y ordovícicos en el área de estudio y en otros sectores de los Montes de Toledo, entre los que hay que destacar, GIL CID (1970, 1972, 1981), MARTÍN ESCORZA y PEREJÓN (1972), SAN JOSÉ *et al.* (1974), MORENO (1974, 1977), MORENO *et al.* (1976), GIL CID *et al.* (1976), BRASIER *et al.* (1979); GIL CID y JAGO (1989).

PORTERO y colaboradores (en ITGE, 1988a y b, 1989), durante la realización de las Hojas MAGNA de Ciudad Real (784), Daimiel (760) y Piedrabuena (759) llevaron a cabo, entre otros, estudios estratigráficos y sedimentológicos de las series paleozoicas. PORTERO y DABRIO (1988) realizaron un análisis sedimentológico de los materiales ordovícico-silúricos

del sector de Montes de Toledo meridionales y Campo de Calatrava, definiendo la evolución tectosedimentaria de la sucesión ordovícica.

SAN JOSÉ *et al.* (1990) han publicado una síntesis de la estratigrafía ante-ordovícica en la parte meridional de la ZCI, donde se identifican episodios tectonosedimentarios y ciclos sedimentarios, y donde el "conjunto volcanosedimentario" de MARTÍN ESCORZA (1976, 1977) se adscribe a la evolución ordovícica. En el mismo volumen, GUTIÉRREZ MARCO *et al.* (1990) presentan el estado de los conocimientos sobre la estratigrafía del Ordovícico en la ZCI, analizando la evolución tectonosedimentaria.

Sobre el Neógeno de la Cuenca del Tajo o Cuenca de Madrid, son abundantes los antecedentes bibliográficos existentes, desde el trabajo de PRADO (1864) hasta los más recientes (p.e. CALVO *et al.*, 1993; DE VICENTE *et al.*, 1996). Aparte de las memorias de numerosas Hojas MAGNA, entre los trabajos más significativos hay que citar: el trabajo de RIBA (1957), quien propuso en modelo deposicional basado en los cambios laterales de facies; ALÍA *et al.* (1973) señalaron la existencia de cinco superficies de erosión en la secuencia sedimentaria del sector de Ocaña. MARTÍN ESCORZA (1976) señaló la presencia de al menos seis discordancias erosivas de posible origen tectónico; en el trabajo de AGUIRRE *et al.* (1976) se datan las tres primeras discontinuidades asignándolas a las fases tectónicas que denominan Castellana, Neocastellana, e Intravallesiense; ORDÓÑEZ, S. *et al.* (1977), describen las facies terrígenas del área de Toledo, estructuradas en bancos gruesos, silicificadas y las comparan con los niveles inferiores del Paleógeno del borde NO, de la cuenca, que habían sido considerados hasta entonces como del Cretácico; ORDÓÑEZ *et al.* (1982) estudiaron los carbonatos fluviales pliocenos de la Mesa de Ocaña; con MEGIAS, A. G. *et al.* (1980) se abre una nueva vía de estudio del relleno de la Cuenca de Madrid, diferenciando cinco unidades tectosedimentarias (U.T.S.), denominadas: U. Salina, U. Detritico yesifera y U. Fluviolacustre (dividida a su vez en inferior, media y superior). En esta línea siguen los trabajos realizados en la cuenca por ENUSA (1984) que han permitido separar los sedimentos neógenos en cuatro Megasecuencias, con características litológicas similares entre si, que quedan representadas cada una de ellas, en la base, por la progradación de los sistemas detriticos desde los bordes hacia el centro de la cuenca, y a techo por la expansión de los sedimentos de origen químico.

Con relación a la cobertura cenozoica en la Llanura Manchega y Campos de Calatrava es a partir de los trabajos de MOLINA *et al.* (1972) y MOLINA (1974 y 1975), cuando se obtiene una visión coherente de la estratigrafía de estos materiales en el sector de Campos de Calatrava. PÉREZ GONZÁLEZ (1981) aporta más datos estratigráficos y paleontológicos de la sucesión en la Llanura Manchega. HOYOS *et al.* (1984) estudian las características geológicas del yacimiento de Las Higueruelas. ALBERDI *et al.* (1984) actualizan la paleontología y bioestratigrafía de este yacimiento.

PORTERO y colaboradores (en ITGE, 1988a y b, 1989), durante la realización de la cartografía de las Hojas MAGNA de Ciudad Real (784), Daimiel (760), Piedrabuena (759) aportan nuevos datos sobre la estratigrafía de los sedimentos neógenos y cuaternarios de la región.

Desde un punto de vista más general hay que destacar la síntesis publicada CALVO *et al.*, (1993) sobre del Neógeno continental español y su interpretación paleoclimática.

Desde un punto de vista estructural existen numerosos trabajos sobre la estructura del área de estudio y sectores adyacentes, tanto con relación a la que afecta al zócalo premesozoico, como sobre la deformación neógena y cuaternaria de las Cuencas de Madrid y Manchega.

Además de algunos trabajos de ámbito regional como los de DÍEZ BALDA y VEGAS (1990) y DOBLAS *et al.* (1994) se han considerado de interés los siguientes trabajos:

MARTÍN ESCORZA, 1975 y 1977, en su trabajo sobre los Montes de Toledo orientales, identificó la discordancia sárdica en la base del Ordovícico, relacionándola con la Fase Ibérica definida por LOTZE (1956). Durante la sedimentación de la sucesión paleozoica tuvieron lugar movimientos cuya consecuencia más evidente fue producir cambios de espesor y facies en algunas formaciones. En la "Formación de Base" (Serie Púrpura) se advierten cambios de espesor notables en zonas próximas. Además, ese autor puso de manifiesto la existencia de una discordancia, "al menos erosiva" separando la sucesión del Cámbrico Inferior-Medio del denominado Complejo Volcánico-sedimentario de probable edad Cámbrico Superior-Ordovícico basal. Asimismo, MARTÍN ESCORZA (1975) reconoce tres etapas hercínicas, de las cuales la segunda, sinesquistosa, es la que genera las estructuras mayores.

PORTERO y colaboradores (en ITGE 1988a, 1988b, 1989) consideran dos fases de deformación hercínica, la primera de las cuales asocia la formación de la esquistosidad y la estructuración principal del área, la segunda generó macropliegues de dirección NE-SO y esquistosidad secundaria.

ALÍA y colaboradores (1973) reconocen los efectos de movimientos en los sistemas de fracturas NO-SE, E-O y NE-SO del zócalo precenozoico en la cobertura neógena-cuaternaria de la Mesa de Ocaña.

PORTERO y colaboradores (en ITGE, 1988a) han reconocido al menos tres episodios de deformación locales durante el Neógeno-Cuaternario en el sector de Campos de Calatrava-Ciudad Real. DE VICENTE *et al.* (1996a y b) también han distinguido tres etapas principales de deformación que condicionan el relleno sedimentario de la Cuenca de Madrid (CALVO *et al.*, 1990). GINER *et al.* (1996) identifica en el sistema deposicional del Tajo los períodos de mayor actividad tectónica durante el Cuaternario. Con relación a la Llanura Manchega, RINCÓN *et al.*, (1996), y RINCÓN y VEGAS, (1996) obtienen mediante el estudio de mecanismos focales y el análisis poblacional de fallas, un tensor regional de compresión (Bético) N140°-160°, al que se superpone un tensor secundario (Ibérico) de compresión según N60°-70°.

En éste apartado hay que hacer referencia al trabajo de APARICIO (1971) quien estudió los materiales que afloran en el macizo cristalino de Toledo, describiendo los granitoides que forman parte de éste.

Los últimos aportes en el conocimiento de los granitoides del área corresponde a la tesis de ANDONAEGUI (1990), y trabajos posteriores de la misma autora (ANDONAEGUI, 1992; 1994) quien estudia los caracteres geológicos, petrográficos, geoquímicos, mineraloquímicos y geocronológicos de los granitoides. En ese trabajo también se hace una caracterización del metamorfismo de contacto, tanto en sedimentos pelíticos como en los sedimentos carbonatados cámbricos, asociado a la intrusión del plutón de Mora-Gálvez.

VILLASECA *et al.* (1993) realizaron una síntesis cartográfica a escala 1:150.000 de los granitoides de la Sierra de Guadarrama y Montes de Toledo.

2. ESTRATIGRAFÍA

En la Hoja de Madridejos afloran tres conjuntos de materiales, claramente diferenciados; por una parte, las rocas graníticas del Complejo Plutónico de Madridejos-Camuñas, aflorantes en el borde oriental de la Hoja; los materiales cuarcíticos, pizarrosos y carbonatados pertenecientes al Cámbrico y Ordovícico (Dominio de Pliegues verticales de la ZCI) y por último los sedimentos detríticos de origen continental del Mioceno, Plioceno y Cuaternario llenan las depresiones intermontañosas y los sectores correspondientes a las cuencas del Tajo y del Guadiana.

Las rocas graníticas se describen en el capítulo 5 de Petrología.

2.1. PALEOZOICO

Los materiales esquistosos y cuarcíticos del Paleozoico de la Hoja de Madridejos de edades comprendidas entre el Cámbrico inferior y el Ordovícico medio, han sido divididos en tres grandes grupos con características sedimentológicas y estructurales diferenciadas, separados entre sí por discordancias de carácter regional (Fases Toledánica e Ibérica). Estos grupos, a su vez, han sido subdivididos en formaciones que han recibido, por los diversos autores que las han estudiado, nombres y rangos diversos, como queda reflejado en el Cuadro 1. En éste, se han representado las nomenclaturas utilizadas con más frecuencia, así como sus equivalencias, tanto en la zona de estudio como en zonas próximas.

Los tres grupos anteriormente citados son de muro a techo (ver Fig. 1):

- Grupo del Cámbrico inferior (Grupo de Valdelacasa).
- Grupo del Cámbrico medio-Tremadoc (Complejo volcanosedimentario).
- Grupo del Ordovícico.

2.1.1. Grupo del Cámbrico Inferior (Grupo de Valdelacasa)

Regionalmente dentro de éste gran conjunto de litofacies se han diferenciado un tramo inferior (Tramo de Valdelacasa) constituido por pizarras y areniscas (Pizarras de Pusa y Areniscas del Azorejo) que pasan a techo a una serie carbonatada (Calizas de Urda/Los Navalucillos); y un tramo superior (Capas intermedias) formado por un alternancia de limolitas, arenas y pizarras (Alternancias de Urda/Fm. Soleras) que a techo pasan a areniscas y cuarcitas (Fm. Cortijos).

En la Hoja de Madridejos afloran, y parcialmente, las litofacies de la serie carbonatada (calizas de Urda) y las del tramo superior (Capas intermedias).

2.1.1.1. Calizas, calizas dolomíticas y mármoles (2). Calizas de Urda/Los Navalucillos. Marianense

Esta unidad cartográfica se encuentra repartida por varios puntos de la Hoja de Madridejos, siendo los afloramientos de mayor extensión el de Los Campillos (esquina suroeste), los Cabezos en Urda (zona centro) y La Cuesta en Consuegra (borde oriental).

En los dos primeros casos existen canteras en activo y en el tercero una pequeña explotación ya abandonada.

ORDOVÍCICO			PIZARRAS RÍO - CAPAS DE TRISTANI - PIZARRAS DE NAVATRASIERRA (tramo inferior)					
LLANVIRN.	ARENIG.	TREMAD.	CÁMBRICO					
ESTRATOS POCHICO (TAMAIN 1972) - CAPAS DE MARJALIZA			INFERIOR					
CUARCITA ARMORICANA								
S E R I E P Ú R P U R A								
<p style="text-align: center;">(Fm. Base de TAMAIN 1971 Niveau Rouge de BOUYX, 1970)</p>								
<p style="text-align: center;">CÁMBRICO</p> <p style="text-align: center;">I N F E R I O R</p> <p style="text-align: center;">S E R I E P Ú R P U R A</p> <p style="text-align: center;">C U A R C I T A A R M O R I C A N A</p> <p style="text-align: center;">S E R I E P Ú R P U R A</p> <p style="text-align: center;">(Fm. Base de TAMAIN 1971 Niveau Rouge de BOUYX, 1970)</p>								
<p style="text-align: center;">V E R D E</p> <p style="text-align: center;">R I E</p> <p style="text-align: center;">F R I E</p> <p style="text-align: center;">A LTERNANCIA DE URDA (74 m)</p> <p style="text-align: center;">Fm. Soleras</p>								
<p style="text-align: center;">CÁMBRICO</p> <p style="text-align: center;">INFERIOR</p> <p style="text-align: center;">SUPERO</p> <p style="text-align: center;">ORDOVÍCICO</p> <p style="text-align: center;">Cuarcita Armoricana</p>								
<p style="text-align: center;">PRE-CÁMBR.</p>								

SECTOR NORTE
APARICIO (1971)

SECTOR ORIENTAL
ESCORZA (1971, 1972)

SECTOR OCCIDENTAL
Varias clasas de diferentes autores:
(SAN JOSE; ZAMARRENO; HERRANZ;
MORENO etc.)

Cuadro 1.- Unidades estratigráficas en la región de Montes de Toledo.

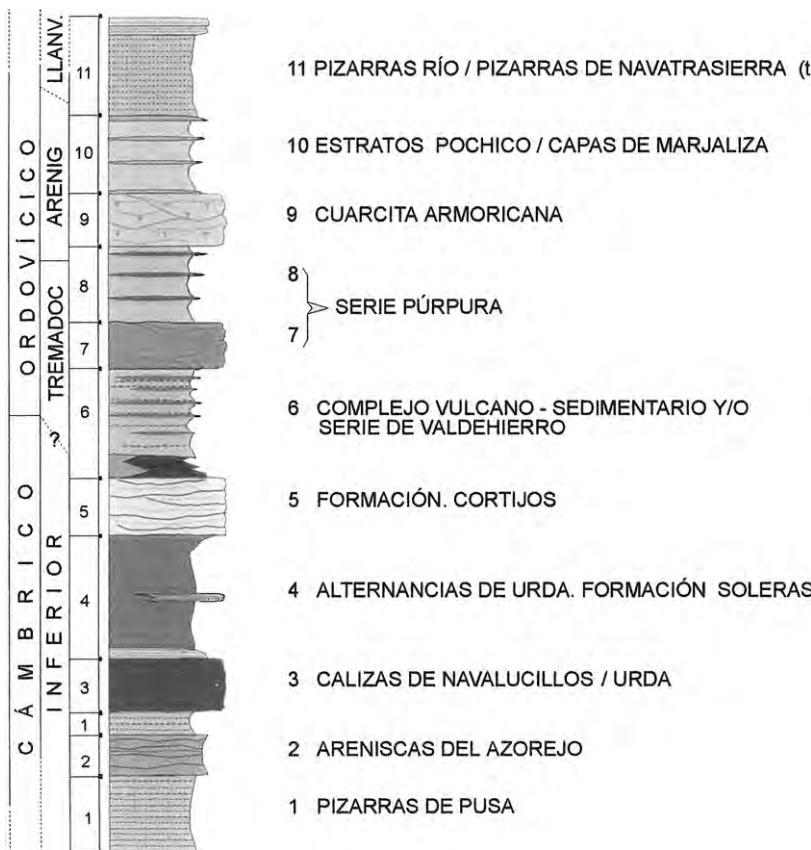


Fig. 1.- Columna sintética y tramos cartográficos del área de estudio.

Dentro de los Montes de Toledo se la conoce con distintos nombre según la localidad. Así, en este sector recibe los de "Calizas de los Rayados (MARTÍN ESCORZA, 1976) y "Calizas de Urda", y se corresponden con las que en otros lugares se denominan "Calizas de Navalucillos" (Anticlinal de Valdelacasa), "Calizas de Tamames" ó "Niveles carbonatados de la Serie Verde" (APARICIO 1971).

Regionalmente está constituida por calizas de aspecto laminado, estromatolíticas, de tonos grises, calizas de aspecto masivo, a veces bioclásticas y con restos fósiles, otras con aspecto marmóreo y dolomías de tonos amarillentos.

El tránsito con la unidad siguiente parece gradual, mediante un tramo de carácter litológico mixto terrígeno carbonatado.

La potencia estimada para éste sector de los Montes de Toledo es de unos 200-250 m.

En la Hoja de Madridejos ha sido reconocida con detalle en la columna 06-Castillo de Consuegra, levantada en el cerro de La Cuesta, donde afloran 135 m formados en la base por dolomías grises, de grano medio a grueso marmóreas, de aspecto masivo, con abundantes huellas de karstificación y con rellenos kársticos. Localmente presentan bandeados y laminaciones negruzcas, con abundantes láminas de mica. En la parte superior de la columna predominan las calizas recristalizadas y calizas dolomíticas, grises a negruzcas, marrones y ocres por alteración, en bancos métricos, y también masivas con aspecto interno microbandeado y en general marmóreas.

La elevada recristalización de estos materiales ha condicionado la práctica desaparición de estructuras sedimentarias. No obstante se conservan algunas laminaciones paralelas, algunas posiblemente debidas a estromatolitos, laminaciones de ripples de oscilación y frecuentes cristales de pirita, así como de costras ferruginosas. En la Serie de los Campillos MARTÍN ESCORZA, 1976, encuentra niveles oolíticos, así como tramos con areniscas arcósicas y pelitas. Aunque en éste lugar no es muy patente, en otras zonas se observa que estos materiales y estructuras se disponen en secuencias de somerización de orden métrico, formados en la base por un tramo masivo y a techo por un tramo laminado.

Se interpretan como depósitos de una plataforma carbonatada somera, por encima del nivel de oleaje a supramareal.

Al microscopio se presenta en la citada sección estratigráfica como mármoles dolomíticos y mármoles calcáreos, ocasionalmente de grano grueso, con texturas granoblásticas, a veces poligonales. Presentan en ocasiones pequeños contenidos de minerales detriticos. Cuarzo, feldespatos alterados a sericitita, moscovita, clorita y en ocasiones epidota, óxidos de hierro y opacos. Presenta un metamorfismo de contacto de grado bajo a medio de la Facies de las corneanas hornbléndicas, provocado por la proximidad de la intrusión del Plutón granítico de Madridejos-Camuñas.

Regionalmente contienen una abundante fauna de *Arqueociatos* que permiten datarlas como del Marianense. MARTÍN ESCORZA y PEREJÓN, 1972, citan en la zona de Los Campillos los primeros Arqueociátidos clasificables en los Montes de Toledo, y entre ellos un ejemplar perteneciente a la superfamilia Coscinocyathacea que permiten datar a la formación como Marianense (Cámbrico inferior).

2.1.1.2. Limolitas, limolitas arenosas y grauvacas (3). Alternancias de Urda/Fm. Soleras. Marianense-Bilbiliense (Cámbrico inferior)

Esta unidad cartográfica se encuentra repartida por el sector centro occidental de la Hoja, bordeando los afloramientos de calizas de la unidad anterior.

Regionalmente constituye un tramo poco resistente a la erosión, entre los resalte topográficos que constituyen las "Calizas de Urda" y las areniscas de la "Fm. Cortijos". El carácter alterable y escasamente cementado de los materiales que la constituyen, provoca que generalmente se encuentren cubiertas por depósitos cuaternarios. MARTÍN ESCORZA (1971) las denomina "Alternancias de Urda" y equivale a parte de la Fm. Soleras y Cortijos de ZAMARREÑO, MORENO y VEGAS (1976).

Se ha reconocido con cierto detalle en la columna estratigráfica 07-Urda, levantada en las afueras de esta localidad hasta el Silo de Urda, donde afloran interrumpidamente unos 200

m de limolitas arenosas y areniscas de grano fino y medio, verdosas, con abundantes láminas de mica, con aspecto desde laminado a tableado. Intercalan niveles poco potentes de caliza, sobre todo hacia la base en contacto con las calizas de Urda, y de cuarcita, no superiores a los 0,5 m de espesor.

La potencia total de la unidad está próxima a los 500 m de los que los descritos en la columna 07-Urda son los inferiores.

Dentro de la serie se encuentran intercalados cuerpos de orden decamétricos, arenosos y cuarcíticos de tonos ocres amarillentos, semejantes a los que forman la Fm. Cortijos (unidad 4) de la que pueden constituir cuñas. Estas facies se han reconocido en la columna 02-Urda oeste, y se describirán en el epígrafe siguiente.

Las estructuras sedimentarias encontradas corresponden a laminaciones paralelas, laminaciones de "ripples", "linsen" y "flaser". En los niveles carbonatados se encuentran laminaciones de algas rotas. Se interpretan como facies de "offshore" de una plataforma marina somera con influencia de los aportes del continente.

Al microscopio las areniscas son grauvacas ricas en cuarzo (cuarzovacas) y en ocasiones en feldespato (grauvacas feldespáticas) con texturas blastosómica heterogránular o cristalina inequigranular, de grano medio a fino y fino. Los granos son de cuarzo con agregados micáceos, clorita, moscovita y como accesorios plagioclasa, o circón y opacos. Los granos de cuarzo son monocrystalinos, con morfologías desde angulosa a subredondeadas. La matriz está formada mayoritariamente por agregados micáceos, ocupando del 50-60% del total de la roca.

En este tramo cartográfico no se ha encontrado fauna que permita su datación, por lo que su adjudicación al Marianense-Bilbiliense se hace por su posición estratigráfica, marcada en su base por las calizas datadas y a techo por las Areniscas de Los Cortijos, igualmente datados.

2.1.1.3. Areniscas y cuarcitas (4). Fm. Cortijos. Marianense-Bilbiliense (Cámbrico inferior)

Sobre la unidad anterior y en tránsito lateral de facies, afloran unos 70 m de areniscas y cuarcitas, en bancos gruesos que constituyen un resalte morfológico en la zona, formando la Sierra del Castillo y el pico de La Guillerma, dentro de la Hoja de Madridejos. Además de su interés como nivel guía para determinar la estructura de los materiales cámbicos en la región, también tiene gran importancia por su contenido faunístico (entre otros el primer yacimiento de trilobites citado en España por CASIANO DE PRADO (1856) ("Fauna de los Cortijos de Malagón", en la Hoja de Malagón 736), que permite su datación.

Cuñas de materiales de estas características se encuentran intercaladas a distintas alturas de la serie estratigráfica dentro de la Fm. Soleras (Unidad 3).

Ha sido estudiada en detalle en la columna estratigráfica 08-Pto. de Mora, donde afloran 95 metros de areniscas y cuarcitas pardo amarillentas, y marrón rojizas, con aspecto masivo y en capas de 0,4 a 1,5 m, con intercalaciones de limolitas y pizarras, distribuidas en dos tramos que resaltan en el paisaje, separados por un tramo blando, generalmente semicubierto, constituido por limolitas arenosas de tonos verdosos y aspecto apizarrado, semejantes a los que componen la unidad (3).

Es característico que por alteración de estos materiales se produce disyunción en "bolas" de hasta 0,5 m de diámetro.

Las estructuras más frecuentes son estratificaciones cruzadas en ocasiones de bajo ángulo y laminación paralela, así como estratificación "hummocky". El techo de algunos bancos presenta ondulaciones, y en ocasiones costras ferruginosas, con cristales de pirita dispersa en la masa, y venillas ferruginosas llenando grietas. Las medidas de paleocorrientes dan siempre dirección noreste para el crecimiento de las barras.

Se distribuyen en secuencias positivas (granodecrecientes) de 0,5 a 1,5 m de potencia.

Se interpretan como las facies de "foreshore-shorefase" de una plataforma somera, constituyendo junto con los depósitos de la unidad (3) un ciclo regresivo.

Al microscopio son cuarzoarenitas formadas mayoritariamente por granos de cuarzo monocristalino, generalmente con contactos suturados entre sí. En los espacios intergranulares aparecen agregados micáceos, solo ocasionalmente se observan pajuelas de moscovita. Como minerales accesorios circón, clorita y en algunas muestras turmalina.

Las intercalaciones de cuerpos arenosos y cuarcíticos que existen en las Alternancias de Urda (Unidad 3), corresponden en la sección 02-Urda Oeste a unos 25 m aflorantes de areniscas grauváquicas de grano fino a medio, de tonos gris verdosos en corte y ocre-amarillentos en superficie, con micas, estratificadas en bancos de 0,40 a 1 m con juntas pizarrosas.

Estas grauvacas incluyen laminaciones de "ripples" y paralelas y estratificaciones cruzadas de tipo "hummocky" organizadas en secuencias positivas.

Al microscopio se presentan como grauvacas feldespáticas y micáceas y limolitas micáceas, con cuarzo, plagioclasa (albita), biotita, moscovita y clorita, y con circón, óxidos de hierro y minerales opacos como accesorios.

La fauna recogida en esta unidad cartográfica en Hojas próximas a Madridejos (Malagón 736) es *Kingaspis velatus* KOBAYASHI, *Relaspis strenoides*, *Pseudolenus weggeni*, *P. glaber*, *Latoucheia sp*, *Lusatiops cf. Ribotanus*, cranidios de genero y especie indeterminados, que nos indican una edad Bilbiliense.

2.1.2. Grupo del Cámbrico medio-Tremadoc (serie de Valdehierro-Complejo Vulcanosedimentario)

Está constituido regionalmente por una variedad de facies y materiales que van desde rocas de origen volcánico (brechas, tobas y cuerpos masivos de composición riolítica) y cuerpos sedimentarios procedentes de la destrucción de los edificios volcánicos (complejo vulcanosedimentario, unidad 6), así como esquistos bandeados negruzcos con cuerpos intercalados, de escaso desarrollo lateral y vertical de conglomerados y por facies claramente conglomeráticas (serie de Valdehierro, unidad 5).

Su estudio presenta una cierta dificultad, pues aunque su disposición geográfica y situación en la columna estratigráfica está claramente definida, entre los dos resaltos que constituyen por una parte la Fm. Cortijos (4) a su base y por otra la unidad basal de la Serie Púrpura (7) a su techo, sin embargo los afloramientos son escasos y muy irregulares, por encontrarse

generalmente cubiertos por distintos tipos de cuaternarios. Por ello la interpretación areal de los distintos tipos de facies y su relación lateral es problemática.

MARTÍN ESCORZA (1976) considera a éste grupo discordante sobre la Fm. Cortijos, y le asigna una posible edad Cámbrico superior. Probablemente lo primero sea cierto, aunque no porque localmente (en Hoja de Villarrubia de los Ojos 737) se apoye sobre los materiales de la "Serie de Chamaradas" que éste autor las considera dispuestas por debajo de las Calizas de Urda, y que a lo largo de los trabajos cartográficos realizados en estas Hojas se ha podido comprobar que dicha serie pertenece a las Alternancias de Urda (Unidad 3) y Fm. Cortijos (unidad 4) en una zona de intensa fracturación. En cuanto a su edad, y considerando que al menos en parte pueda ser edad Cámbrico, estos depósitos pueden estar relacionados también con el gran ciclo del Ordovícico y por tanto de edad Tremadoc, cuestión aún pendiente de resolver.

2.1.2.1. Pizarras negras con niveles conglomeráticos. Areniscas a techo (5). Serie de Valdehierro. Complejo volcano-sedimentario (6). Cámbrico-Ordovícico?

En la Hoja de Madridejos, se han estudiado en detalle en las columnas estratigráficas 09-El Pozuelo, levantada entre las sierras de Los Castillejos y de Las Alberquillas y la 04-Las Pedreras, en la esquina noroeste de la Hoja. En la primera afloran parcialmente 195 m de areniscas de grano medio a grueso, microconglomeráticas, grises amarillentas a verdosas, con cantos redondeados de 5 mm a veces de procedencia volcánica, en cuerpos de hasta 2 m de potencia, de formas canalizadas, y de extensión lateral decamétrica, alternando con tramos blandos constituidos por limolitas arenosas, rosadas-verdosas, y limolitas gris verdosas, parcialmente cubiertas. A techo de la sección se disponen los conglomerados de base de la unidad (7).

En la segunda, afloran 62 m constituidos en la base por tobas riolíticas, de aspecto brechoidal alternando con niveles volcanosedimentarios, finos, de aspecto laminado (unidad) que terminan en un tramo de 17 m de esquistos verdosos a negruzcos. El resto de la sección lo forman unas areniscas de grano medio a grueso, con cantos de hasta 2 cm en cuerpos canaliformes de hasta 1 m de espesor que corresponden a la unidad 5. Hacia el techo las areniscas se hacen cuarcíticas.

En la esquina SE de la Hoja en la Sierra de Valdehierro, los cuerpos de grano mas gruesos son claramente conglomeráticos, con espesores métricos y formados por píldoras de cuarzo de 1-2 cm de diámetro. Están intercalados con tramos de pizarras grises y verdosas de 10 a 30 metros de potencia.

Las estructuras sedimentarias mas frecuentes son las laminaciones, paralelas y de "ripples" y granoclasiificación positiva en los cuerpos arenosos. Se interpretan como depósitos de una plataforma siliciclastica abierta, con aportes volcanosedimentarios.

Al microscopio, se presentan generalmente como grauvacas arcósicas, aunque existen algunas subarcosas y cuarcitas. Presentan granos mayoritarios de cuarzoplaciolas, feldespato potásico, y como minoritarios, agregados micáceos, moscovita, clorita y en menor proporción, circón y opacos. Sus texturas son granulométricas, y ocasionalmente blastosamíticas .

Las rocas de procedencia volcánica de los afloramientos próximos a la "Casa de los Forestales", en la Sierra de Valdespino (borde de la Hoja), son riolitas de texturas vítreas o porfídica. Presentan raros cristales xenomórficos de cuarzo con golfos de corrosión, presentan feldespatos alcalinos del tipo sanidina, euhedrales y maclados con la ley de Baremos. Las bio-

titas son férricas, subhendradas y localmente pueden estar reabsorbidas y también presentan plagioclasa euedral minoritaria.

En alguna muestra se aprecia circón como accesorio, y fragmentos angulosos de areniscas cuarcíticas del Cámbrico inferior? que alcanzan los 2 mm de longitud.

Las rocas de origen vulcanosedimentario son de tipo grauváquico, con presencia de cuarzos volcánicos con gollos de corrosión.

La ausencia de datos paleontológicos que permita asignar una edad a estos materiales, y por encontrarse en la columna estratigráfica entre las de edades Bilbiliense y Tremadoc, se les asigna una edad abierta entre el Cámbrico medio y la parte inferior del Tremadoc.

2.1.3. Grupo del Ordovícico

El Grupo del Ordovícico, está bien representado en los sectores noroeste y sureste de la Hoja de Madridejos, donde aflora una sucesión de materiales cuarcíticos y pizarrosos. Estos se distribuyen en tramos con predominio bien de los primeros, constituyendo los relieves más acusados de la región, bien de los segundos que forman los valles y las formas más deprimidas, quedando marcadas las estructuras en el paisaje por esta circunstancia.

Estos materiales se apoyan sobre el sustrato anteordovícico mediante una discordancia.

En la parte basal de la sucesión aflora un tramo en el que alternan cuarcitas y pizarras, con predominio de las primeras y con niveles intercalados de conglomerados cuarcíticos en la parte inferior y de las segundas hacia el trecho del tramo, de tonos rojizos, violáceos y púrpura (Serie Púrpura), a las que sigue un tramo eminentemente cuarcítico, de aspecto masivo y/o en bancos gruesos (Cuarcita Armoricana), generalmente de tonos blanquecinos, salvo cuando por efecto de la intensa fracturación que presenta, adquiere una intensa coloración rojiza que puede hacer que se confunda con el tramo basal de la Serie Púrpura. Sobre la Cuarcita Armoricana y en transito gradual se dispone una serie alternante de materiales cuarcíticos y pizarrosas (Estratos Pochico), sobre los que sitúa una serie monótona de pizarras (Pizarras de Río-Navatas Sierra), de tonos grises, plateados y negruzcos, que coronan el Grupo Ordovícico en éste sector de los Montes de Toledo.

A continuación se describen los tramos cartográficos de éste grupo diferenciados en la Hoja de Madridejos.

2.1.3.1. Conglomerados y cuarcitas (7). Tramo basal de Serie Púrpura. Tremadociense

Corresponden al tramo inferior de la Formación de Base definida por BOUYX (1970) en la Sierra de Mestanza, de la serie "Lie de Vin" de TAMAIN (1972) o de la serie Roja Basal (GUTIÉRREZ MARCO *et al.*, 1990).

Este tramo cartográfico en la Hoja de Madridejos se encuentra en la vertiente sur de la Sierra de Las Alberquillas, y en pequeños afloramientos repartidos por las sierras de Valdespino y Valdehierro (esquina sureste de la Hoja).

Ha sido reconocida en la columna 05-Castillo de las Guadalerzas, donde afloran 35 m de ortocuarcitas, a veces conglomeráticas y microconglomeráticas, en bancos gruesos de mas de

1 m de potencia, con lentejones intercalados de conglomerados de cantes redondeados-sabredondeados, de cuarzo, cuarcita y en menor frecuencia de lidita. También son frecuentes las capas de areniscas cuarcíticas en capas de 0,5 a 1m de espesor, con escasas intercalaciones pizarrosas. Estos materiales presentan una fuerte coloración rojo violácea.

Las capas de cuarcita suelen presentar bases planas y techos ondulados, con morfología de "ripples" y "megaripples" de oscilación. Internamente presentan laminaciones paralelas y onduladas, siendo frecuentes las estructuras de tipo "hummocky". Se han identificado secuencias positivas (granodecrescentes) y localmente "herring-bone" (corrientes bimodales). La bioturbación por *skolithus* es de media a abundante.

En conjunto se interpretan como sedimentos marinos, depositados en ambientes de plataforma dominada por el oleaje, con influencia ocasional de corrientes mareales, los cuerpos conglomeráticas, frecuentes hacia la base del tramo, corresponderían a facies canalizadas locales.

Al microscopio se tratan de ortocuarcitas (85-95% de cuarzo), de textura granoblásticas, heterogranulares, grano medio a grueso, con sericita poco abundante y como accesorios, círculo, moscovita, turmalina y opacos.

La edad asignada a esta unidad, Tremadociense, se debe a que es infrayacente al Arenigiense datado, aunque ninguno de los argumentos paleontológicos esgrimidos hasta ahora sean indicativos del Tremadociense, por lo que no se descarta que, al menos en parte, puedan corresponder a un Arenigiense temprano.

2.1.3.2. Cuarcitas, areniscas y pizarras (8). Tramo superior de Serie Púrpura. Tremadociense

Sobre los materiales anteriormente descritos, y en parte en tránsito lateral de facies, se dispone una potente sucesión formada por una alternancia de capas poco potentes de cuarcitas, areniscas, limolitas y pizarras, de tonos rojo-violáceos predominantes, aunque en corte fresco, sobre todo las litologías de grano fino, presentan coloraciones gris verdosas a negruzcas.

En la Hoja de Madridejos afloran, en los mismos sectores indicados para la unidad (7), ha sido reconocida detalladamente en la columna estratigráfica 05-Castillo de las Guadalerzas, donde afloran 125 m de la parte inferior de este tramo cartográfico. Los 55 m inferiores los forman unas limolitas arenosas rojizas, con niveles de areniscas intercalados, de menos de 20 cm de potencia y, localmente con cuerpos de 50 a 70 cm de areniscas cuarcíticas. Los 50 m siguientes forman un tramo eminentemente pizarroso, de tonalidades rojizas, verdosas y negruzcas, con cuerpos de areniscas intercalados de hasta 50 cm de espesor, que se hacen más frecuentes hacia el techo, donde aumentan de grosor hasta los 80 cm, constituyendo en conjunto una megasecuencia negativa. Los 20 superiores son cuarcitas blancas y rosadas de grano fino, en capas de 0,5 a 1,5 m.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son las laminaciones paralelas y de "ripples" y ocasionalmente, sobre todo en los cuerpos arenosos de cierta potencia, estratificación "hummocky" y estratificación cruzada de surco. Estos materiales y estructuras se distribuyen en secuencias positivas (granodecrescentes) de 1 a 2 m de potencia, constituidas en la base por un cuerpo arenoso, por lo general de base plana, aunque también con base erosiva, y a techo por limolitas y pizarras. Generalmente suelen presentar bioturbación de moderada a abundante, estando presentes con frecuencia las *cruzianas*.

Se interpretan como sedimentos marinos, depositados en ambientes de plataforma media-distal, con influencia del oleaje y ocasionalmente de corrientes de plataforma.

Al microscopio son cuarzoarenitas micáceas, con textura granolepidoblástica. Los granos de cuarzo, que es el mineral más abundante, son de grano fino a muy fino y también de tamaño limo, de angulosos a subredondeados, mostrando contactos suturados. La moscovita generalmente es muy escasa y aparece en pequeñas placas alotriomorfas y la sericitasuele aparecer como matriz. Turmalina, círcón y opacos son los minerales accesorios.

La edad de esta sucesión se asocia al Tremadoc por los mismos motivos expuestos en la unidad (7).

2.1.3.3. Ortocuarcitas en bancos gruesos (9). Cuarcita Armoricana. Arenigense

Los materiales de esta unidad cartográfica se apoyan, aparentemente, de forma concordante sobre los del techo de la Serie Púrpura, aunque no se descarta que, al menos localmente, el contacto sea mediante discordancia. El carácter de los afloramientos, de este paso tan brusco de unas litofacies a otras, no permite observaciones detalladas, por encontrarse frecuentemente cubiertos por derrubios y canchales.

Estos materiales forman los relieves más abruptos del área, debido a su gran resistencia a la erosión. Así, en la Hoja de Madridejos constituyen la Sierra de las Alberquillas y Sierra del Oso, en la zona norte, así como parte de las Sierras de Valdespino y Valdehierro en la zona sur.

Esta unidad cartográfica está constituida por una alternancia de bancos métricos y decimétricos de ortocuarcitas y areniscas cuarcíticas de colores blanquecinos a grises con algunos niveles de limolitas arenosas y areniscas de grano fino entre capas. Regionalmente la Cuarcita Armoricana se ha subdividido en tres tramos, en los que en el inferior y superior predominan los bancos gruesos y en el intermedio las capas y granulometrías más finas. En la Hoja de Madridejos, por encontrarse la unidad intensamente tectonizada, no ha sido posible su diferenciación cartográfica.

Ha sido reconocida, en la sección estratigráfica 10-Sierra Cabezuela donde afloran 295 m de ortocuarcitas blanquecinas y amarillentas, en bancos de orden métrico y aspecto masivo, con intercalaciones de capas de 30 a 40 cm de espesor, de una litología similar a la anterior. A techo de la unidad existen delgadas intercalaciones de areniscas de grano muy fino y limolitas micáceas de tonos rojizos.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son: techos de capas onduladas, estratificaciones cruzadas planares y laminaciones paralelas y de "ripples" a techo de capas. La estratificación "hummocky" es minoritaria. Las direcciones de corriente alternativamente hacia el este y hacia el oeste. También destaca la presencia de bioturbación a techo de capas y costras ferruginosas.

Estos materiales y estructuras se disponen formando secuencias negativas de orden métrico.

Se interpretan como depósitos litorales, formados por barras arenosas cuyo origen va de supramareal, de isla barrera, a submareal de alta energía, con cierto retoque por tormentas.

Al microscopio son cuarzoarenitas (ortocuarcitas) con textura granoblástica con granos mayoritarios de cuarzo y en menor proporción moscovita, círcón y turmalina, opacos y agregados micáceos. Generalmente presentan tamaño de grano de fino a medio, y morfologías relativamente

equigranulares y con los bordes suturados. Las intercalaciones limolíticas corresponden a grauvacas de textura samítica heterogranular con cuarzo, sericita y moscovita retrogradada (talco?).

La edad de esta unidad ha sido considerada tradicionalmente como Arenigense atendiendo a su posición estratigráfica bajo sucesiones pelíticas muy fosilíferas, y también por el abundante registro paleoicnológico evidenciado en casi todos sus afloramientos (*icnofacies de Cruziana y Skolithos*, véase MALLADA, 1884; HERNÁNDEZ-PACHECO y PUIG DE LA BELLACASA, 1926; TAMAIN, 1972, etc.). Las dataciones micropaleontológicas modernas (quitinozoos), han probado que el depósito de la Cuarcita Armoricana no conlleva una diacronía apreciable en todo el SO de Europa, donde la unidad se ordena siempre en la Biozona de *Eremochitina brevis*, equivalente al Arenigense medio (PARÍS *et al.*, 1982, PARÍS, 1990). Se le asigna una edad Arenig, habiéndose encontrado niveles ricos en *ichnofauna de Skolithus* en el tramo inferior y de Cruziana furcifera y Cruziana goldfussi en el tramo medio.

2.1.3.4. Alternancia de cuarcitas y pizarras (10). Estratos de Pochico-Marjaliza. Arenigense

Esta unidad, denominada "Capas de Marjaliza" en los Montes de Toledo, se dispone en continuidad sedimentaria con la Cuarcita Armoricana infrayacente (su base se situaría sobre el último banco de potencia métrica de la Cuarcita Armoricana).

En la Hoja de Madridejos aflora en la ladera norte de la Sierra de las Alberquillas en el sector septentrional y en las Sierras de Valdespino y Valdehierro en el meridional.

Estos materiales, han sido reconocidos con detalle en la columna 10-Sierra Cabezuela donde afloran 190 m de una alternancia de paquetes centimétricos y decimétricos de ortocuarцитas, areniscas de grano fino, con abundantes micas y limolitas y pizarras grises y rojizas. Distribuidas en dos tramos, el inferior, denominado por TAMAIN (1972) "Alternances Pochico" (Alternancias Pochico), es una alternancia decimétrica de cuarcitas blancas y grises y areniscas cuarcíticas micáceas, con intercalaciones de pizarras subordinadas.

Hacia el techo de la sucesión, en el tramo superior, se pasa a una alternancia de areniscas micáceas grises y pizarras negras, que por alteración adquieren una tonalidad amarillenta y donde pueden existir regionalmente niveles fosfatados ("Gres Jaunes Pochico" de TAMAIN). A techo del tramo superior se distinguen algunos bancos de cuarcita de hasta 1 m de potencia, que marcan claramente la estructura de estos materiales.

Como estructuras sedimentarias se observan superficies onduladas, con "ripples" de oscilación, laminación paralela y "hummocky", y, en ocasiones, laminación ondulada. Los materiales y estructuras se distribuyen en secuencias de energía decreciente (positivas). Estos materiales se depositan en una plataforma marina somera afectada por el oleaje de tormentas.

TAMAIN (1972) estima una potencia de 55-60 m para el tramo inferior y 100-120 m, para el tramo superior, en total 155-180 m para todo el conjunto. Regionalmente, la potencia de los "Estratos Pochico" presenta variaciones, en los Montes de Toledo meridionales y Campos de Calatrava, se estimaron espesores variando entre 100 y 300 m (PORTERO y DABRIO, 1988).

Al microscopio los niveles areniscosos son cuarzoarenitas y limolitas cuarcíticas y micáceas, con texturas granoblásticas y blastosómicas, formadas por granos de cuarzo mayoritarios y moscovita, circón, turmalina, opacos y sericita como secundarios. Forman mosaicos de cristales de cuarzo poligonales, de tamaño de grano fino a muy fino y bordes muy saturados.

Desde el punto de vista paleontológico, la unidad contiene abundantes icnofósiles. La asociación comprende: *Cruziana furcifera* d'Orbigny, *C. goldfussi* Rouault, *C. rugosa* d'Orbigny, *Rusophycus* isp., *Didymaulichnus rouaulti* (Lebesconte), *Arthrophycus* cf. *harlani* (Hall) y *Daedalus halli* Rouault. Un nivel fosilífero importante es la denominada *lumaquela azul* de *lingüidos* y cientos fosfáticos (TAMIN et al., 1972), que proporcionó: *Ectenoglossa* cf. *Lesueuri* Rouault, *Obolidae* gen et sp. *indet* y *Bivalvia* *indet*. Dicho horizonte *lumaquélico*, intercalado en el tercio superior de las Capas Pochico, alcanza gran extensión regional y se correlaciona con niveles de características idénticas, en posición estratigráfica equivalente, distribuidos por todo el suroeste de Europa (EMIG Y GUTIÉRREZ-MARCO, 1997). En la Hoja de Madridejos, en dos muestras recogidas en la Sierra de Valdehierro se han clasificado *Crucianas* cf. *furcifera* d'Orbigny y, con dudas *Monomorfichnns*.

Los datos paleontológicos conocidos permiten atribuir el conjunto de la unidad al Arenigense, dado que el límite con el Ordovícico Medio ha sido identificado en la parte basal de la formación suprayacente.

2.1.3.5. Pizarras, areniscas y cuarcitas (11). Pizarras de Navatrasierra. Llanvirniense

Esta unidad cartográfica, constituida mayoritariamente por pizarras, ha recibido regionalmente diversas denominaciones: Pizarras de Río, Pizarras con *Neseuretus*, Pizarras. Correderas (RICHTER, 1967), Pizarras. con *Calymene* (REDLIN, 1955), etc.

En la Hoja de Madridejos afloran estos materiales a lo largo de la estructura en forma de sinclinorio de la Caleruela, al norte de la Sierra de Las Alberquillas.

En este sector los materiales pizarrosos están intensamente tectonizados, con pliegues sucesivos y fallas, que dificultan el levantamiento de columnas de detalle, sin que se produzca la repetición de tramos. A esto hay que añadir que la propia litología de la unidad, favorece la existencia de grandes extensiones cubiertas por derrubios. Por ello, la descripción se basará, sobre todo, en observaciones puntuales y en columnas parciales, levantadas en la vecina Hoja de Turleque, en el sinclinorio del Algodor, donde afloran aproximadamente 150 m de limolitas y limolitas arenosas, micáceas y con pirita, de tonos grises y verdosos con teñidos de alteración rojizos y violáceos, entre las que se intercalan capas centimétricas de areniscas blanquecinas, amarillentas o verdosas de grano fino, más abundantes hacia el techo, donde forman cuerpos de orden métrico, que dan cierto resalte en el paisaje, y cuya representación en la cartografía como niveles guía, permiten insinuar, aunque no durante grandes recorridos, las estructuras de plegamiento.

Regionalmente, el tránsito de los "Estratos Pochico" a esta unidad es relativamente rápido, resolviéndose en pocas decenas de metros. Los distintos autores las describen como una potente sucesión de pizarras negras-gris azuladas, con un característico color gris-verdoso, cuando están meteorizadas. Con frecuencia, sobre todo hacia la base y techo del conjunto, aparecen intercalados tramos con predominio de cuarcitas, en lechos de centímetros a decimétricos. El espesor total se estima en unos 350-400 m.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son: laminaciones paralelas y de "ripples" y con relativa frecuencia costras ferruginosas.

Se interpretan como sedimentos de mar abierto (plataforma externa-talud), bajo el nivel de

base del oleaje de tormentas (PORTERO y DABRIO 1988), donde se producirían somerizaciones puntuales, representadas por los paquetes areniscoso-cuarcíticos, con geometría de "sand-waves", que se hacen más frecuentes a techo de la unidad.

Las muestras estudiadas oscilan entre pizarras limolíticas y limolitas pizarrosas, algunas cloríticas, con texturas de lepidoblásticas a grano-lepidoblásticas, formadas por clorita, sericita y cuarzo. La clorita aparece como placas de origen sedimentario dispuestas según la estratificación que es casi orthogonal a la esquistosidad principal, marcada por la segunda generación de cloritas.

El contenido faunístico de la unidad Pizarras de Río - Pizarras de Navatasierrra, es muy abundante, con gran número de antecedentes paleontológicos locales. Desde el punto de vista cronoestratigráfico, su parte basal algunos la sitúan dentro del Arenigiano, si bien la mayor parte del espesor, corresponde al Llanvirniense temprano. Así lo testifican numerosos yacimientos en los que se identifican una asociación característica de graptolitos (*Didymograptus artus* ELLES y WOOD, *Expansograptus* sp.), trilobites (*Nesuretus avus* HAMMANN, *Salterocoryphe sampelayoii* HAMMANN, *Bathycheilus castilianus* HAMMANN, etc.) ostrácodos (*Gracquina hispánica*, BORN, *Klimphores vogelweidei* VANNIER), así como gasterópodos y braquiópodos.

2.2. TERCARIO

La tesis doctoral de MOLINA (1975) precisa la estratigrafía e historia evolutiva de los sedimentos neógenos y recientes en las sub cuencas de Alcolea y Corral de Calatrava, situadas al S de la zona de estudio. También describe las superficies de erosión con desarrollo de encostamientos carbonatados de tipo dalle que conforman la morfología de gran parte de la Llanura Manchega, distinguiendo dos superficies, que denomina como S_1 y S_2 entre las que sitúa los depósitos de la Raña.

PÉREZ GONZÁLEZ (1982) realiza un completo estudio estratigráfico, sedimentológico y geomorfológico de gran parte de la Llanura Manchega Occidental, elaborando una cartografía geomorfológica y de depósitos cuaternarios que permite la interpretación de la historia evolutiva de dicho sector de la submeseta meridional durante el Plioceno y Cuaternario.

2.2.1. Fangos rojizos con niveles de gravas (12). Calizas arenosas (13). Turoliense?-Plioceno

Los sedimentos neógenos de la Hoja se sitúan principalmente en su zona oriental, rellenando con probablemente pequeños espesores la depresión morfológica que constituye el plutón granítico de Madridejos. También afloran en la esquina noroccidental, en el Caserío de León, cubriendo el núcleo del Sinclinal de Los Yébenes.

En toda su extensión de afloramiento apenas se reconocen los 8 m superiores de la sucesión, los cuales se han estudiado en la columna estratigráfica de El Toro, localizada 1 Km al S de Madridejos.

La unidad cartográfica 12, tiene unos 5 m aflorantes de fangos arcillo-arenosos de tonos anaranjados a pardo-rojizos y aspecto masivo. Presentan impregnaciones oscuras que posiblemente corresponden a óxidos de manganeso.

Las muestras estudiadas mediante difracción de rayos X presentan una mineralogía muy homogénea. Su composición mineralógica total es la siguiente:

- Minerales de la arcilla:	51-81%
- Cuarzo:	41-24%
- Calcita:	0-12%
- Yeso:	1-8%
- Feldespato potásico:	0-3%

Apareciendo en alguna muestra proporciones entre el 1 y el 3% de hematites o magnesita.

Los filosilicatos están constituidos por:

- Esmectita:	0-27 %
- Attapulgita:	25-49 %
- Illita:	33-49 %
- Clorita/caolinita:	6-8 %

Localmente, como sucede unos 3 Km al Sur de Madridejos en dirección a Valdehierro, se observan intercalaciones de arenas anaranjadas de grano medio a grueso con lentejones de gravas cuarcíticas de 1 a 2 cm de diámetro medio dispuestas a manera de "*lags*". Estas intercalaciones no alcanzan 1 m de espesor, y se organizan internamente con cierta granoselección positiva.

Por encima se dispone la unidad cartográfica 13, circunscrita a la esquina NE y formada por 3 m de calizas arenosas de grano medio a grueso, microconglomerados calcáreos de tonos blanquecinos a rojizos, con cantos subangulosos de cuarzo y cuarcita y alguno subredondeado de caliza e intercalaciones centimétricas irregulares de arcillas rojizas. Los granos son de cuarzos heteroméricos angulosos y feldespatos también angulosos (albita y ortosa). Al microscopio presentan cemento carbonatado de textura microesparítica y zonas globulares micríticas que pueden ser huellas de bioturbación. En general tienen un aspecto fuertemente edafizado.

La unidad 12 corresponde a depósitos distales de un sistema de abanicos aluviales, con facies arenosas canalizadas y facies lutíticas de llanura de inundación. La unidad 13 representa zonas internas del sistema de abanicos sometidas localmente a condiciones palustres que permiten la sedimentación de carbonatos, aunque siguen existiendo aportes detriticos.

Por consideraciones estratigráficas regionales se les atribuye a la parte aflorante de ambas unidades una edad Plioceno, sin descartar que en subsuelo la formación represente también el Mioceno superior (Turolense).

2.2.2. Encostramientos carbonatados y limo-arcillas (14). Costras. Plioceno superior-Pleistoceno

Corresponden a esta unidad los amplios afloramientos que se extienden hacia el N de la Sierra de la Alberquilla y hacia el E de la Sierra Bermeja y del cerro del Castillo de Consuegra.

Presenta una morfología de extensas planicies suavemente incididas por la red fluvial. A escala regional se observa cómo están levemente basculadas hacia el NE, con pendientes que no llegan a superar el 1 %.

Litológicamente se trata de encostramientos carbonatados con una potencia media entre 1

y 1.5 m que presentan diversas facies. Localmente se observa una variedad que va desde losencostramientos pulverulentos de naturaleza calcomargosa, a facies nodulares con tamaños medios comprendidos entre los 3 y 5 cm por lo general, facies columnares correspondientes al desarrollo de raíces en posición de vida y costras carbonatadas laminationes bandeadas a multicintadas que llegan a corresponder a auténticas "dalles". A menudo, por encima de las facies más carbonatadas se desarrolla un nivel de limos arcillo-arenosos de tonos pardo-rojizos que llega a alcanzar los 50 cm de espesor.

Se trata de una costra de génesis zonal, formada por una repetición múltiple de procesos edafico-sedimentarios que permiten la sedimentación y posterior litificación de los carbonatos.

MOLINA (*op. cit.*) cita en los Campos de Calatrava la existencia de dos superficies de erosión, que denomina S_1 y S_2 respectivamente, tapizadas por costras carbonatadas.

La primera de las mismas, o superficie superior de la Llanura Manchega, es anterior a la instalación de la Raña, mientras que la segunda, o superficie fundamental de la Llanura Manchega, es posterior a la instalación de la Raña y anterior al encajamiento de la red fluvial. Las costras de la Hoja de Madridejos son correlacionables con la superficie S_1 , la cual a su vez es equivalente en edad a los "glacis con costra laminar bandeada" de PÉREZ GONZÁLEZ (*op. cit.*), los cuales corresponden al Villafranquiense medio (2.5 millones de años), esto es, al Plioceno superior.

2.2.3. Cantos, gravas, arenas y limos (15). Piedemonte de la Raña. Plioceno superior-Pleistoceno inferior

Se atribuyen a esta unidad unos pequeños depósitos colgados en las laderas del valle de los Molinos y en las cercanías del castillo de las Guadalerzas.

Están formados por conglomerados clastosportados de naturaleza predominantemente silícea, con cantos subangulosos a subredondeados de cuarcita, cuarzo y esquistos de unos 5 a 10 cm de tamaño medio. El centímetro puede superar los 35 cm de diámetro, correspondiendo siempre los tamaños mayores a la litología cuarcítica. Los cantos suelen presentar páginas ferruginosas en su superficie, cuya génesis se atribuye a la rubefacción. La matriz es de naturaleza limoarenosa y color rojizo vivo.

El espesor de la formación se evalúa en unos 10-12 m.

Corresponden a sedimentos de extensos sistemas de abanicos aluviales que a partir de los relieves residuales paleozoicos se expandirían hacia los valles y depresiones intermontañosas.

La posición estratigráfica de la Raña es discutida, aunque generalmente se admite para la misma una edad comprendida entre el Plioceno terminal y el Pleistoceno inferior.

2.3. CUATERNARIO

Sobre los depósitos correspondientes al Pleistoceno y Holoceno de la región hay que destacar los trabajos de MOLINA (1974 y 1975) y PÉREZ GONZÁLEZ (1982), así como las Hojas MAGNA de Los Yébenes (685), Piedrabuena (759) y Daimiel (760).

MOLINA (*op. cit.*) estudia la secuencia y evolución de abanicos, glaciares y coluviones así como las características edáficas de los suelos desarrollados sobre los mismos.

PÉREZ GONZÁLEZ (*op. cit.*) estudia el relieve, morfogénesis y formaciones superficiales de gran parte de la submeseta meridional, incluyendo la plataforma externa de los Montes de Toledo, Mesa de Ocaña y Campos de Montiel.

En las Hojas MAGNA arriba citadas se realiza la Cartografía Geomorfológica y de Formaciones Superficiales, incluyendo un detallado estudio de las formas, depósitos y evolución del relieve.

Los depósitos cuaternarios son los que alcanzan la mayor extensión en la Hoja de Madridejos. En su mayor parte, corresponden a sedimentos de abanicos aluviales, fondos de valle, depósitos aluviales y depósitos de ladera (coluviones y canchales).

2.3.1. Cantos, gravas y bloques en matriz arcillo-arenosa rojiza (16 y 21). Coluviones y derrubios de ladera. Pleistoceno-Holoceno

Estas formaciones son las más conspicuas de la Hoja, bordeando los perímetros de todas y cada una de las sierras e isleos paleozoicos.

Litológicamente se trata de derrubios principalmente de naturaleza cuarcítica y subordinadamente pizarrosa. Presentan una muy marcada heterometría que va desde el tamaño bloque, con un centímetro superior a los 50 cm, al tamaño grava. La mediana se sitúa en los 4-8 cm por lo general. Los clastos cuarcíticos suelen ser subangulosos, mientras que los pizarrosos son francamente angulosos.

Los clastos se encuentran envueltos en una matriz arcillosa rojiza en proporciones variables entre el 20 y el 40 %, y no presentan una organización interna definida. La matriz arcillosa es de génesis edáfica y está transportada, correspondiendo los suelos originales a suelos rojos fersialíticos.

El espesor de estas unidades es variable, habiéndose observado en algún punto de la Hoja que puede alcanzar los 8 m, aunque por lo general debe ser inferior.

La unidad 16 también puede incluir encostramientos carbonatados de tipo pulverulento o noduloso por lo común y en ocasiones hasta laminares-bandeadas, o calcificaciones irregularmente distribuidas en sección, en horizontes edáficos de tipo K o BK.

A la unidad 16 se le atribuye una edad Pleistoceno inferior-medio, mientras que la unidad 21 corresponde al Pleistoceno superior-Holoceno.

2.3.2. Cantos y gravas (17, 18 y 19). Abanicos y conos aluviales. Cantos y gravas en matriz limo-arenosa (23). Conos de deyección. Pleistoceno y Holoceno

Estas formaciones superficiales ocupan una gran extensión de la Hoja de Madridejos, en especial en su mitad meridional.

Se han diferenciado tres niveles de abanicos aluviales, siendo patente el encajamiento topográfico de unos sobre otros. Este hecho se puede apreciar muy bien en la esquina NO de la Hoja.

Los conos de deyección se localizan en las salidas de pequeños barrancos o arroyos, y cons-

tituyen generalmente las zonas de acumulación de los materiales evacuados en los coluviones, canchales y pedreras.

Están formados por cantos y gravas subangulosos a subredondeados de naturaleza fundamentalmente cuarcítica, aunque localmente pueden observarse cantos pizarrosos y areniscosos. El tamaño medio oscila entre los 6 y 8 cm, siendo el centílo superior a los 25 cm. En los abanicos aluviales en ocasiones se pueden apreciar hacia el techo niveles de gravillas con abundante matriz limosa, en los cuales se desarrollan procesos de carbonataciones que llegan a formar encostramientos de tipo pulverulento e incluso laminar.

La composición mineralógica de la fracción lutítica estudiada en una muestra correspondiente a los abanicos aluviales de la unidad 17, es la siguiente:

- Esmectita:	44%
- Illita:	35%
- Clorita/caolinita:	21%

Esto es, a diferencia de las arcillas terciarias, aquí no hay presencia de attapulgita.

A las unidades 17, 18 y 19 se les atribuye una edad Pleistoceno, desde el inferior al superior respectivamente. Los conos de deyección (unidad 23) son de edad Holoceno.

2.3.3. Cantos y gravas poligénicas, arenas y limo-arcillas (20). Terrazas. Pleistoceno superior

Se han identificado como tales los niveles existentes en ambos márgenes del río Amarguillo a unos 2-3 m sobre el cauce activo, desarrollados aguas abajo de Consuegra aunque se conserva algún pequeño relictico entre Consuegra y Urda. También se han cartografiado como terrazas un nivel existente a cotas similares sobre el cauce del arroyo Puentesecas, en el borde Oeste de la Hoja.

Están constituidas por cantos dominanteamente cuarcíticos, subredondeados a redondeados, y otros de cuarzo, areniscas, pizarras, conglomerados, calizas y aguas debajo de Consuegra, algún granito generalmente muy alterado. El tamaño medio de los cantos es de 2-4 cm, alcanzando el centílo los 20 cm. Tienen una matriz de limo-arcillas arenosas de tonos pardos y anaranjados. Muchos cantos presentan camisas de cemento carbonatado que recubren parcialmente su superficie.

Su edad es Pleistoceno superior.

2.3.4. Cantos y bloques angulosos de cuarcita (22). Canchales. Holoceno

Asociados a los relieves cuarcíticos, principalmente de la Cuarcita Armoricana, se sitúan estas formaciones superficiales.

Los canchales o pedrizas están formados por bloques, cantos y gravas angulosos de cuarcitas y en mucha menor proporción de pizarras. Los tamaños más frecuentes oscilan entre los 20-30 cm, habiendo numerosos bloques que superan el metro de diámetro. El espesor suele ser pequeño, del orden de 1-3 m.

Su génesis tiene que ver con la disagregación mecánica que se produce en las cuarcitas fuertemen-

te diaclasadas y fracturadas por acción de los procesos de helada que favorecen la crioclastia.

Corresponden al Holoceno.

2.3.5. Gravas y cantes poligénicos, arenas y limo-arcillas (24). Aluviales y fondo de valle. Cantes y gravas calcáreos en matriz margo-arcillosa (25). Depósitos aluvial-coluvial. Holoceno

La unidad cartográfica 24 constituye los depósitos de fondo de los valles y vaguadas mayores así como la llanura aluvial del río Amarguillo.

Litológicamente está formada por limo-arcillas y arenas de tonos anaranjados y con cierto contenido en materia orgánica que engloban cierta proporción (siempre próxima al 50%) de gravas y en menor medida cantes de cuarcita. De forma subordinada también existen cantes de calizas, cuarzos, pizarras y algún granito aguas abajo de Consuegra.

La unidad cartográfica 25 se encuentra representada en el cuadrante suroccidental de la Hoja, asociada a los afloramientos de las calizas de Urda.

Presenta una litología de arcillas algo margosas que engloban gravas y algunos cantes calcáreos.

Corresponden a depósitos poligénicos en los que han intervenido procesos fluviales con acarreo longitudinal, procesos de vertientes con acarreo transversal y probablemente también procesos de disolución kárstica de las calizas a favor de zonas de fractura.

La edad de ambas unidades es Holoceno.

2.3.6. Limo-arcillas y gravas (26). Fondos endorreicos

Esta unidad corresponde a los depósitos relacionados con una pequeña depresión situada al Norte de la sierra de la Alberquilla.

Se tratan de limos y arcillas de colores pardo-grisáceos, ricas en materia orgánica, y con algunos cantes y gravas de costras carbonatadas procedentes de las zonas próximas. Su espesor, no observable, se presume escaso.

En su génesis intervienen procesos de disolución kárstica de la costra carbonatada que constituye la unidad 15, posiblemente procesos de deflacción eólica de las arcillas de descalcificación y sedimentación de finos en etapas de encharcamientos estacionales.

Corresponden al Holoceno.

3. TECTÓNICA

3.1. TECTÓNICA REGIONAL

La región de los Montes de Toledo orientales, donde se ubican las Hojas estudiadas, pertenece a la rama meridional de la Zona Centro-ibérica, en adelante ZCI, según la zonación del macizo Hespérico de JULIVERT *et al.* (1972). Anteriormente, LOTZE (1956) la incluye en su Zona Luso-occidental-Alcudiense. Por último DÍEZ BALDA y VEGAS (1992) la sitúan en el

extremo suroriental del Dominio de Pliegues Verticales, en adelante DPV.

Las características estratigráficas de este sector de la ZCI son básicamente:

- La gran extensión aflorante de los materiales anteordovícicos (Cámbrico inferior).
- La presencia de Cámbrico inferior bien datado y la ausencia de Cámbrico medio y superior.
- El carácter transgresivo de la serie del Ordovícico inferior.

La zona estudiada, desde el punto de vista estructural, estuvo afectada en mayor o menor grado por varias etapas de deformación:

- Deformaciones preordovícicas (movimientos "sárdicos")
- Deformación Hercínica
- Fracturación tardihercínica
- Movimientos alpinos
- Etapa neotectónica

Los materiales del Cámbrico inferior fueron afectados por leves deformaciones, conocidas tradicionalmente como movimientos "sárdicos". LOTZE (1956) distingue dos discordancias: Toledánica e Ibérica. La discordancia Toledánica es una discordancia angular clara separando a techo las Capas intermedias del Cámbrico inferior y/o Precámbrico. La discordancia Ibérica se ubica en la base de la Cuarcita Armoricana y parece tratarse de un fenómeno más localizado, pues en muchos sectores existe continuidad estratigráfica entre las Capas intermedias y la Cuarcita Armoricana.

Los movimientos "sárdicos" responden, básicamente, a una tectónica extensional con desarrollo de fallas que producen basculamientos y pliegues abiertos sin llegar a generarse esquistosidad. Estas deformaciones, como ya se ha comentado, son responsables de la marcada discordancia angular situada en la base de la serie ordovícica así como de los cambios de facies y espesores de ésta. En relación a estos movimientos se desarrolla un volcanismo ácido a intermedio en los antiformes de Los Cortijos y Fuente el Fresno (MARTÍN ESCORZA, 1976; ROIZ 1979 y ROIZ y VEGAS, 1980).

La deformación hercínica es la responsable de la creación de las principales estructuras. Estas se componen de largos y estrechos sinclinales, en cuyo núcleo afloran materiales hasta el Ordovícico medio-superior, limitados por la Cuarcita Armoricana y amplios antiformes en cuyo núcleo afloran las capas intermedias que reposan discordantes o bien sobre el CVS o bien sobre los materiales del Cámbrico inferior. Estas estructuras, de direcciones predominantes NO-SE a E-O, tienen longitudes kilométricas y se generaron durante la primera fase de deformación hercínica. Esta primera fase genera una esquistosidad del tipo slaty cleavage, bien desarrollada en los términos pelíticos. No existe metamorfismo regional en relación a esta fase, por lo que todos los materiales se consideran pertenecientes a la anquizona.

Por último, este sector de los Montes de Toledo se caracteriza por unas estructuras en domos y cubetas, descritas por JULIVERT *et al.* (1983), que son consecuencia de una interferencia de pliegues, cuya edad no está bien precisada. Algunos autores relacionan la deformación de los pliegues de primera fase y la creación de domos y cubetas a la existencia de bandas de cizalla levógiaras subverticales (ROÍZ, 1979 y LÓPEZ DÍAZ, 1992). Esta fase hercínica correspondería con la fase 3 de DÍEZ BALDA y VEGAS (1992).

Con posterioridad a la orogenia hercínica se produce una intensa fracturación, especialmente se desarrollan fallas de desgarre que trastocan los pliegues creados con anterioridad. Es lo que se conoce como fracturación tardihercínica.

En tiempos tardihercénicos se produce, además, la intrusión de plutones graníticos en Madridejos y Mora de Toledo. Estas masas graníticas generan aureolas de metamorfismo de contacto en los materiales paleozoicos.

De las deformaciones alpinas no se tiene constancia debido a la ausencia de materiales mesozoicos. Sin embargo, más al Norte en la zona de Toledo, existen fallas inversas de alto ángulo que superponen los materiales paleozoicos sobre materiales cretácicos y el terciario de la Cuenca de Madrid. Estas deformaciones podrían haber tenido lugar en el Mioceno medio según MARTÍN y DE VICENTE (1995).

Los materiales terciarios y cuaternarios se disponen discordantes sobre el zócalo paleozoico. Durante el periodo comprendido entre el Mioceno superior y el Cuaternario antiguo la zona sufrió una tectónica extensional que asoció un volcanismo intraplaca alcalino subsaturado (ANCOCHEA, 1983; LÓPEZ RUÍZ *et al.*, 1993 y CEBRIA y LÓPEZ RUÍZ, 1995) en la región del Campo de Calatrava. Este vulcanismo es posterior a la tectogénesis alpina de las Cordilleras Béticas e Ibérica.

La etapa neotectónica en esta región y zonas aledañas (La Mancha) es analizada en numerosos trabajos de entre los que destacan: VEGAS y RINCÓN (1996); DE VICENTE *et al.* (1996); RINCÓN y VEGAS (1996) y RINCÓN *et al.* (1996).

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura de la Hoja de Madridejos viene gobernada por la naturaleza y disposición de los materiales que forman la secuencia estratigráfica y la secuencia y orientación de las deformaciones que han afectado a este segmento del macizo Hespérico. Ambos factores controlan el estilo y la geometría de las estructuras visibles actualmente.

3.2.1. Los materiales

Los materiales paleozoicos alcanzan un espesor de varios miles de metros, constituyendo una alternancia entre rocas psammíticas (cuarcitas y areniscas), pelitas (pizarras) y calizas que responden de diferente modo a la deformación, ya sea plegándose o bien fracturándose.

El estilo y la geometría de los pliegues varía en función de la naturaleza litológica de los materiales.

Los materiales del Cámbrico inferior están formados por calizas en la base y pizarras y areniscas a techo. Las calizas tienen un comportamiento dúctil ante la deformación, formándose pliegues de morfología similar con tendencia al aplastamiento y superficies estilolíticas. Las unidades detríticas por encima de las calizas se comportan como medios *multilayer*, desarrollando pliegues de morfología 1C según la clasificación de Ramsay. Sobre los niveles pelíticos se desarrolla una pizarrosidad del tipo "slaty cleavage".

Las formaciones cuarcíticas (Cuarcita Armoricana y base de Serie Púrpura) están formadas por

capas competentes estratificadas de espesores decimétrico-métricos. La deformación de estos materiales ha generado pliegues concéntricos, caracterizados por un deslizamiento capa a capa (*flexural slip*). La amplitud y longitud de onda de estos pliegues depende del espesor de las capas. La Cuarcita Armoricana, con sus 400 m de espesor, constituye el esqueleto estructural de la Hoja, pues la recorre de NE a SO.

Las alternancias de cuarcitas, areniscas y pizarras que caracterizan a las Capas Intermedias y a los Estratos de Pochico, son conjuntos bien estratificados y constituyen buenos ejemplos de medios "multilayers". Estos se comportan ante la deformación desarrollando pliegues disímilares, que vienen controlados por el espesor de bancos y el contraste de viscosidad entre diferentes litologías. Los pliegues que se observan suelen ser de tipo concéntrico, con mayor o menor grado de aplastamiento. Se desarrolla pizarrosidad en los niveles pélíticos y esquistosidad de fractura espaciada en las charnelas de capas competentes.

Las formaciones pélíticas (Pizarras de Río) tienen un comportamiento incompetente. Desarrollan pizarrosidad penetrativa relacionada con pliegues, al principio concéntricos que luego evolucionan a similares por aumento del aplastamiento.

La fracturación tiene un desarrollo importante en los niveles competentes cuarcíticos. En algunos puntos llega a ser tan intensa que ha borrado las estructuras de plegamiento.

Los niveles pizarrosos, debido a su carácter incompetente, absorben la deformación de forma continua. Así muchas fallas se amortiguan al llegar a estos niveles, que en algunos casos constituyen además niveles de despegue de estructuras tardías.

3.2.2. Las fases de deformación

La estructura actual de los materiales paleozoicos de la Hoja de Madridejos es el resultado de una deformación polifásica. Las principales fases de deformación se resumen en:

- Tectónica sárdica
- Deformación hercínica
- Deformación tardihercínica
- Deformaciones alpinas y postalpinas

Los **movimientos sárdicos** han sido descritos por todos los autores que han trabajado en este sector de la zona Centro Ibérica (BOUYX, 1970; MORENO, 1977; ROIZ, 1979, etc.). Son responsables de la marcada discordancia existente en la Hoja entre las Capas Intermedias del Ordovícico inferior y el substrato Cámbrico inferior (Serie de Los Cortijos). En otros sectores más al Oeste y al Sur, el ordovícico inferior se apoya directamente sobre el Precámbrico (Vendianense inferior-Rifeense), como sucede en el Domo del Bullaquejo (Hoja 758) y en Tirteafuera (Hoja 809), faltando al menos un millar de metros de serie. Este hecho lo atribuyen PORTERO *et al.* (1989) en la vecina Hoja de Piedrabuena, a la existencia de una importante falla de zócalo de rumbo NO-SE o NNO-SSE que actuó entre el Cámbrico medio y el Ordovícico inferior elevando el bloque occidental.

En áreas vecinas se han encontrado pliegues atribuibles a las deformaciones sárdicas (ver por ejemplo MORENO, 1977) y débiles basculamientos de los materiales cámbricos (LÓPEZ DÍAZ, 1992). La interpretación de estas estructuras así como la paleogeografía del Ordovícico inferior basal, apuntan a que la tectónica sárdica fue de carácter extensional, con formación de

cuenca muy subsidentes limitadas por fallas profundas. En relación con estas fallas aparece un volcanismo fisural de carácter ácido e intermedio.

Deformación hercínica. Esta deformación es la principal responsable de la formación de las grandes estructuras de la zona.

Todos los autores que han trabajado en este sector de los Montes de Toledo coinciden en señalar la presencia de, al menos, dos fases de deformación hercínica (ROIZ, 1979; ITGE, 1989 y DÍEZ BALDA y VEGAS, 1992).

Durante la *primera fase* hercínica se generaron las principales estructuras de la Hoja: pliegues, esquistosidad, cabalgamientos y fallas.

Los grandes pliegues llevan unas direcciones dominantes comprendidas entre E-O y NE-SO. Aunque inicialmente pudieron ser pliegues cilíndricos, las deformaciones tardías han modificado esta situación, encontrándose inmersiones axiales variables de 20-30° o incluso mayores. Los planos axiales suelen ser subverticales o ligeramente vergentes hacia el Sur.

En los niveles formados por cuarcitas o medios "multilayer" (alternancias de cuarcitas-pizarras) los pliegues suelen ser abiertos, angulosos, con flancos rectos y charnelas agudas. Los ángulos entre flancos oscilan entre 60 y 120°. En las formaciones pizarrosas al igual que en las calizas, sin embargo, los pliegues suelen ser más apretados.

En el primer caso dominan los tipos 1B y 1C según la clasificación de RAMSAY y pliegues paralelos con mayor o menor tendencia al aplastamiento. En las pizarras, sin embargo, dominan los pliegues tipo 1C. Las calizas suelen mostrar pliegues similares (Clase 2 de Ramsay), con tendencia al aplastamiento.

La esquistosidad desarrollada en los niveles pelíticos (Pizarras de Río y alternancias de Urda) es una pizarrosidad "slaty cleavage". Es de plano axial de los pliegues de primera fase y tiene una dirección variable entre E-O y N-S, con buzamientos generalmente elevados. En los niveles más competentes se muestra como una esquistosidad más espaciada, grosera "rough cleavage" o de fractura, visible en las zonas de charnela. A escala de macro y micropliegues suele mostrar una disposición en abanico convergente.

Una *segunda fase* de deformación hercínica, probablemente no atribuible a la 2^a fase de deformación regional, modifica las estructuras creadas en la Hoja de estudio durante la fase anterior. En este sector de los Montes de Toledo se originan pliegues de rumbo NE-SO, casi ortogonales a los de fase 1, creando figuras de interferencia del tipo 1 de RAMSAY, en domos y cubetas. Este es el caso de la estructura quizás más característica de la Hoja: el Domo de Urda.

Regionalmente la segunda fase de deformación hercínica es bastante heterogénea, mostrando estructuras y direcciones variables de unos puntos a otros de la Cadena. Así en unas zonas se muestra como una fase de plegamiento homoaxial y retrovergente con respecto a la primera, en otros puntos parece una fase oblicua. Esta variabilidad espacial podría responder a la reactivación de desgarres de zócalo durante la segunda fase. Así, LÓPEZ DÍAZ (1992) describe la presencia de bandas de cizalla levógira en los flancos de los anticlinales de Navalpino y Valdelacasa, al Oeste de la zona. Esas bandas de cizalla, subverticales y paralelas a los ejes de los pliegues mencionados, tienen componente combinado de desgarre levógiro y de cabalgamiento.

Fracturación tardihercínica. En la Hoja de Madridejos existe una red de fracturación que afecta a las estructuras de plegamiento hercínicas. Algunas de estas fracturas corresponden al periodo tardihercínico, aunque es difícil su datación por no existir registro sedimentario que lo confirme.

Se han observado dos direcciones de fracturas atribuibles a este periodo. Un sistema NO-SE de gran longitud en ocasiones (accidente de Las Guadalerzas), con desplazamiento dextral de unos 200 m y otro sistema NNE-SSO de menor longitud y con un sentido sinestral, especialmente desarrollado en los relieves cuarcíticos del Norte de la Hoja. Este último sistema tiene generalmente un desplazamiento más escaso.

La intrusión del plutón granítico de Madridejos debió de producirse en relación a estas fases de deformación pues deforma notablemente la estructura dómica de Urda, como han puesto de manifiesto BERGAMIN y GONZÁLEZ (1986).

Deformaciones alpinas y postalpinas. La ausencia de registro sedimentario impide precisar las características de las deformaciones que afectaron a esta región durante el Mesozoico y el Terciario. Probablemente se produjo una reactivación de las estructuras hercínicas y tardihercínicas. Algo más al Norte, en las cercanías de Toledo, existen fallas inversas E-O que ponen en contacto los materiales paleozoicos con el Cretácico superior e incluso con los materiales terciarios de la Cuenca del Tajo. Estas fallas proceden de la reactivación de antiguas fallas de zócalo posiblemente de origen tardihercínico.

Existe un estudio de la deformación a escala microestructural llevado a cabo por MARTÍN ESCORZA (1977) sobre oolitos de las calizas del Cámbrico inferior. Este autor distingue tres fases de deformación generadoras de microestructuras que en orden cronológico son:

1. Distensión. Generación de estilolitos paralelo a la estratificación.
2. Compresión. Deformación de los ooides según un acortamiento NE-SO.
3. Compresión. Creación de estilolitos que cortan a los ooides, según acortamiento NNE-SSO.

Según estos datos existe una etapa de distensión previa a la primera fase hercínica, la fase hercínica compresiva clásica y un evento compresivo tardío que o bien se debe a la deformación tardihercínica o es alpino.

3.2.3. Dominios estructurales

Desde un punto de vista descriptivo se han diferenciado cinco dominios estructurales en la Hoja de Madridejos (Fig. 2).

El esquema adjunto muestra los principales rasgos estructurales de la Hoja, omitiendo los recubrimientos recientes. La información sobre la geometría de las estructuras se completa en los tres cortes geológicos que acompañan al mapa geológico. Los dominios estructurales establecidos son:

- Sinclinalio de Los Yébenes
- Las Alberquillas-El Castillejo
- Domo de Urda
- Plutón de Madridejos
- Valdespino-El Reventón

El dominio del **Sinclinorio de Los Yébenes** marca el margen septentrional de la Hoja. En su núcleo afloran las pizarras de Río que prácticamente no afloran estando recubiertas por depósitos terciarios. En la vecina Hoja de Turleque, estos materiales están afectados por pliegues de primera fase hercínica que asocian una pizarrosidad muy penetrativa de planoaxial.

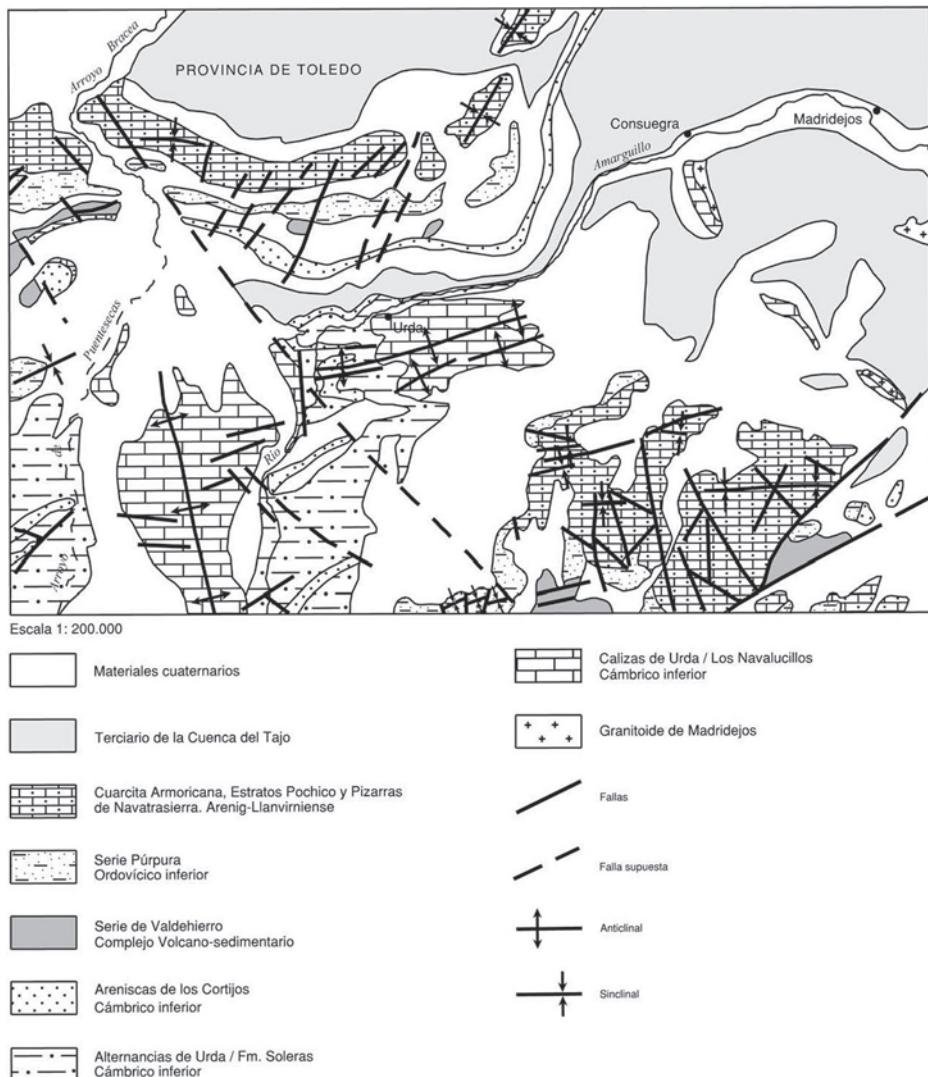


Fig 2.- Esquema estructural de Madridejos.

El dominio de **Las Alberquillas-El Castillejo** está formado por una serie monocinal de alternancia de niveles cuarcíticos duros competentes y blandos pizarrosos incompetentes que abarcan desde las areniscas de los Cortijos hasta los estratos de Pochico. La Cuarcita Armoricana forma pliegues menores de direcciones próximas a E-O como sucede al N del Castillo de las Guadalerzas, o bien NE-SO (Sierra del Oso). En este último caso la vergencia es hacia el NO. Los materiales competentes están fracturados y existen tres direcciones: NNE-SSO dominante, ya sean desgarres sinestrales o fallas normales; ENE-OSO, menos desarrollado y NO-SE, este último desarrollado en El Rinconcillo y Las Guadalerzas, formado por desgarres dextrales. Destaca en este dominio el giro antihorario que sufren las estructuras de primera fase en la Sierra del Oso y, especialmente, en la Sierra Bermeja, donde las areniscas de Los Cortijos siguen una dirección próxima a N-S. Esto es consecuencia de la formación del Domo de Urda.

El **plutón de Madridejos** se sitúa en el ángulo NE de la Hoja. La intrusión de los granitoideos se produjo en el seno del domo de Urda, que fue deformado durante el emplazamiento. Los bordes del plutón son visibles en la población de Consuegra, en los relieves del Castillo. Aquí las calizas del Cámbrico inferior están afectadas por metamorfismo de contacto y sus buamientos oscilan entre 40-60° hacia el exterior del plutón. Estudios gravimétricos llevados a cabo por BERGAMIN y GÓNZALEZ (1986), muestran una forma elipsoidal del plutón según un eje mayor N-S, con unos contactos con el encajante paleozoico muy verticalizados en la zona de la Hoja.

El **Domo de Urda** ocupa el sector central de la Hoja. En su núcleo afloran los materiales del Cámbrico inferior: Calizas de Urda/Los Navalucillos y alternancias de Urda. La estructura de estos materiales se aparta notablemente del encajante ordovícico. Pueden diferenciarse dos sectores: Urda y Los Campillos. En la zona de Urda, se observan una serie de pliegues de dirección próxima a E-O y inmersión axial al Oeste que asocian un clivaje pizarroso subvertical según la dirección de los pliegues. Las calizas presentan aquí un comportamiento dúctil ante la deformación. El sector de Los Campillos, sin embargo, es un anticlinal de dirección NNO-SSE vergente al Este. Entre ambos sectores discurre un hipotético accidente de desgarre dextral que se prolonga desde el Castillo de las Guadalerzas hasta la Sierra del Reventón (Accidente de las Guadalerzas) y que provoca un giro antihorario de las estructuras.

El dominio de **Valdespino-El Reventón** constituye una cubeta situada al SE y adjunta al domo Urda. En el núcleo del dominio están representadas las formaciones de pizarras de Valdehierro y la serie ordovícica (Serie Púrpura, Cuarcita Armoricana y Estratos de Pochico). Destaca, sin embargo, el gran desarrollo de la formación de estratos de Pochico que ocupa más del 50% de la extensión total.

Estos materiales presentan sistemas de pliegues de direcciones ENE-OSO a E-O y se encuentran afectados por una densa red de fracturación. Se observan dos sistemas principales de fallas: NNO-SSE y NE-SO a ENE-OSO.

Del primer sistema destaca la falla del Puerto del Herradero que tiene una longitud de unos 5 km. Parece tener una ligera componente de desgarre dextral.

Para el sistema NE-SO el accidente más representativo es la falla de Valdehierro que afecta a la formación pizarrosa del mismo nombre.

3.3. CRONOLOGÍA DE LAS DEFORMACIONES

3.3.1. Tectónica hercínica y prehercínica

Dentro de la Hoja de Madridejos, las deformaciones más antiguas de las que se tiene constancia se atribuyen al diastrofismo sárdico. Las capas basales del Ordovícico, atribuïdas tradicionalmente al Tremadoc, descansan en discordancia angular sobre materiales del Cámbrico inferior datados como Bilbilienses (Areniscas de los Cortijos). Esta fase de deformación pudo tener un carácter extensional, con importante papel de fallas de zócalo. Hasta el momento, con las dataciones disponibles, principalmente paleontológicas, esta fase de deformación tuvo lugar entre el Cámbrico superior y el Arenigense inferior.

La deformación hercínica es difícil de datar debido a la escasez de criterios estratigráficos, por lo que es necesario acudir a los datos regionales. En este sentido, en el Sinclinorio de Herrera del Duque, situado al Oeste de la Hoja, se conoce desde antiguo la existencia de una discontinuidad estratigráfica entre el Devónico inferior y el superior. Esta discontinuidad representa un cambio en la sedimentación desde condiciones de plataforma somera en el Devónico inferior a la implantación de una facies "flysch" con depósito de turbiditas, materiales considerados sinorogénicos en el conjunto de la Cadena Hercínica, durante el Devónico superior-Carbonífero inferior. Por consiguiente, el inicio de la deformación hercínica cabe suponer que tuvo lugar en el Devónico medio.

Los materiales del Devónico superior en los sinclinales de Herrera del Duque y Almadén, se encuentran afectados por las estructuras de la primera fase hercínica. Por otra parte, la intrusión de la granodiorita de Fontanosas, considerada postfase-I, ha sido datada en 302 ± 7 m. a., es decir Westfaliense superior (SAUPE, 1973). Del mismo modo, los materiales carboníferos de la Cuenca de Puertollano, claramente postorogénicos, se datan como Estefaniense B superior y C. Por lo tanto, la edad de la deformación principal hercínica se situaría entre el Devónico superior y el Westfaliense superior.

Sobre la edad de la segunda fase de deformación hercínica, no se tienen datos que permitan hacer precisiones.

Respecto a la edad de la fracturación cabe hacer las siguientes precisiones. Existen una serie de fallas cuyo origen es claramente contemporáneo a la formación de los pliegues de primera fase hercínica. Otras, sin embargo, cortan estos pliegues y se han considerado pertenecientes al periodo de deformación tardihercínica. Estas fallas, en otros puntos del orógeno, están relacionadas con la sedimentación permo-carbonífera, con la intrusión de granitoides tardihercínicos y asocian un vulcanismo (Cadena Ibérica y Sistema Central). Por consiguiente, se les atribuye una edad comprendida entre el Estefaniense y el Pérmico inferior. Originadas como fallas de desgarre, fueron reactivadas en régimen normal durante el Pérmico superior y el Trías, y como bien se ha documentado en áreas alpinas, durante el Mesozoico y Terciario.

3.3.2. Tectónica alpina y postalpina

Las limitaciones impuestas por el registro estratigráfico obligan, nuevamente, a abordar la evolución geodinámica de este sector en un contexto regional más amplio.

En la región no existe registro sedimentario del Cretácico terminal y Paleógeno-Mioceno inferior que permita reconstruir la sucesión de eventos tectónicos alpinos. En la llanura manche-

ga oriental y borde sur de la Sierra de Altomira se ha definido la existencia de varias fases tectónicas: intraeocena superior, finioligocena, miocena inferior, intravallesiense o del mioceno superior y pliocenas.

De todas estas fases tectónicas, las más importantes, generadoras de estructuras, son la finioligocena y la miocena inferior (Castellana y Neocastellana, respectivamente). En el campo de Montiel y Prebético externo, también a falta de registro sedimentario paleógeno, se observan además fases tectónicas en el Mioceno Inferior y Superior.

No se puede precisar cuál o cuáles fases son las responsables de la estructuración de los materiales triásicos y mesozoicos, existentes en el Campo de Montiel (Hoja 786 Manzanares), pero por lo dicho anteriormente se puede concluir que el plegamiento debió producirse en el Oligoceno superior y/o Mioceno inferior. Se observan suaves pliegues, cuyos flancos están inclinados menos de 20° y cuyas direcciones son E-O y N 110°-120° E. Algunas fracturas más recientes de direcciones E-O y NE-SO afectan a estos materiales.

La deformación neógena parece derivarse de la reactivación de antiguas fallas del zócalo en las que juegan un importante papel las direcciones submeridianas y las transversas que van desde E-O a NE-SO (PÉREZ GONZÁLEZ, 1981). El Neógeno superior se caracteriza por los procesos distensivos que se iniciaron en el Mioceno superior, con posterioridad a la fase de compresión bética (Serravallense superior-Tortoniense inferior).

PÉREZ GONZÁLEZ (*op.cit.*) aboga por dos etapas distensivas fundamentales. La más antigua sería responsable de la apertura de las Cuencas del Júcar y Cabriel y de las Cuencas o depocentros de Villarta, Daimiel y Ciudad Real rellenas por depósitos de edad Mioceno superior-Plioceno inferior. La segunda amplía la cuenca de sedimentación a toda la Llanura Manchega, teniendo lugar en el límite Plioceno inferior-superior (fase Iberomanchega, 1). Nuevos reajustes tectónicos de menor intensidad precedieron a la instalación de la Raña (fase Iberomanchega, 2).

Tanto en los Campos de Calatrava, como en la Llanura Manchega, los materiales pliocénicos se encuentran suavemente deformados por ambas fases.

MOLINA (1975) basándose en las discordancias angulares observables entre los materiales volcánosedimentarios y los materiales calcáreos infrayacentes al yacimiento de Las Higueruelas y en la deformación, que a su vez presentan; establece la existencia de dos fases tectónicas asociadas a épocas de mayor actividad volcánica, que sitúa en el Mioceno superior y Plioceno medio.

Estas deformaciones y discordancias podrían estar relacionadas con la actividad volcánica, en particular con el abombamiento y colapso de calderas, correlativo y subsiguiente a las erupciones. Resulta evidente que estos procesos han afectado también a sedimentos recientes deformando las costras calcáreas plio-pleistocenas (ángulo sureste de la Hoja 784 Ciudad Real) y algunas terrazas.

Poco se puede indicar en relación a las etapas tectónicas recientes: pre-Raña y presuperficiales de La Mancha. Probablemente se trate de etapas distensivas con pequeñas desnivelaciones entre la Cuenca Manchega y las montañas que la circundan.

3.4. NEOTECTÓNICA

La meseta Sur presenta en su conjunto una escasa actividad neotectónica, sin manifestaciones consistentes de la misma en amplios sectores de los Montes de Toledo, donde, además, se suma la controversia existente en relación a las dataciones de los sedimentos más recientes y de las superficies de erosión, en ocasiones afectadas por fracturas con indudable actividad alpina durante el Mioceno. Gran parte de estas fallas han sido consideradas como de " posible actividad durante el periodo neotectónico".

Dentro de la Meseta Sur, los Montes de Toledo, además de las Sierras de las Villuercas y Guadalupe, constituyen un relieve importante en el que la superficie fundamental ha sido elevada hasta cotas de 1000 m. El borde meridional de este relieve, con orientación E-O coincide con la prolongación del importante accidente del borde septentrional de la cuenca del Guadiana, que corresponde a una banda de fallas en relevo con direcciones NE-SO y E-O, que se prolonga hasta la zona de Navas de Estena, perdiéndose su continuidad al Sur del macizo de Toledo. La vertiente septentrional desciende mas gradualmente hacia la cuenca del Tajo y presenta un contacto dentado debido a la existencia de fracturas de dirección NNE-SSO y ENE-SSO.

Es de señalar, por otra parte, la asimetría bastante generalizada que presentan todos los valles con dirección aproximada N-S de la cuenca del Tajo, que podría interpretarse como un basculamiento o una flexión a escala cortical con hundimiento hacia la Cordillera Ibérica y Sierra de Altomira.

Respecto a la sismicidad en la región de los Montes de Toledo, señalar la escasez de registro de sismos históricos e instrumentales , restringida a la existencia de algunos sismos de escasa entidad (magnitud inferior a 3) y de origen dudoso y a los terremotos históricos de Mora de Toledo (24-8 y 4-10 de 1755) cuyas intensidades alcanzaron los grados de V y IV, respectivamente.

GINER *et al.* (1996), realizan un análisis del estado de esfuerzos actual basado en el análisis poblacional de los mecanismos focales de terremotos, de una extensa área centrada en la Meseta Sur y Cordillera Ibérica, hacia cuyo borde occidental aparece representada la región correspondiente a la Hoja de estudio. Dichos autores definen regionalmente un tensor actual de carácter direccional con una orientación σ_{HMAX} según N 135°-140° E y un segundo estado de esfuerzos, que actúa simultáneamente con el tensor regional, definido por un tensor de carácter normal-direccional con una dirección de σ_{HMAX} N 45°-55° E, ortogonal al tensor regional, y que definiría una extensión según N135°-145° E, subparalela a la compresión regional deducida.

3.5. INDICIOS DE ACTIVIDAD NEOTECTÓNICA

Dentro de la Hoja de Madridejos no se han detectado indicios de actividad neotectónica a escala de afloramiento. La presencia en la Hoja de estudio de tres generaciones de conos y abanicos aluviales durante el Pleistoceno (unidades 17,18 y 19), se interpreta en relación a pulsos tectónicos durante esta época que pudieron producir movimientos relativos entre bloques limitados por fracturas preexistentes y, probablemente, generar fracturas nuevas. En este sentido, señalar que no se han observado en campo indicios de actividad tectónica sobre

los depósitos de estos abanicos, cuyo registro resulta problemático por la naturaleza de los materiales, al igual que su identificación, en mayor medida cuando no existen afloramientos y cortes de calidad.

La distribución en la Hoja de estudio de los bloques de zócalo es compleja, sin que sea posible definir un límite de dirección común entre estos y la cuenca terciaria. Las geometrías de los abanicos indican una casi generalizada dirección de transporte norteada. Los abanicos más extensamente representados en la Hoja de estudio son los correspondientes a la unidad 17 de edad Pleistoceno inferior, en tanto que los correspondientes a las unidades 18 y 19 de edades Pleistoceno medio-superior aparecen restringidos al cuadrante NO de la Hoja, adosados al bloque de zócalo más próximo al límite Norte de la misma. La distribución de estos abanicos probablemente representa la individualización de bloques y procesos durante el Pleistoceno, condicionada por la actividad neotectónica y una tendencia, en la Hoja de estudio, de hundimiento al Norte.

3.6. SISMICIDAD

El Banco de Datos Sísmicos del Servicio Nacional de Sismología no indica que haya habido epicentros sísmicos dentro de los límites de la Hoja de Madridejos.

A escala regional, en el entorno próximo de la Hoja, el registro histórico señala la existencia de 11 epicentros correspondientes a 12 sismos registrados entre los años 1755 y 1998 (Fig. 3) cuyas características se recogen en la Tabla 1.

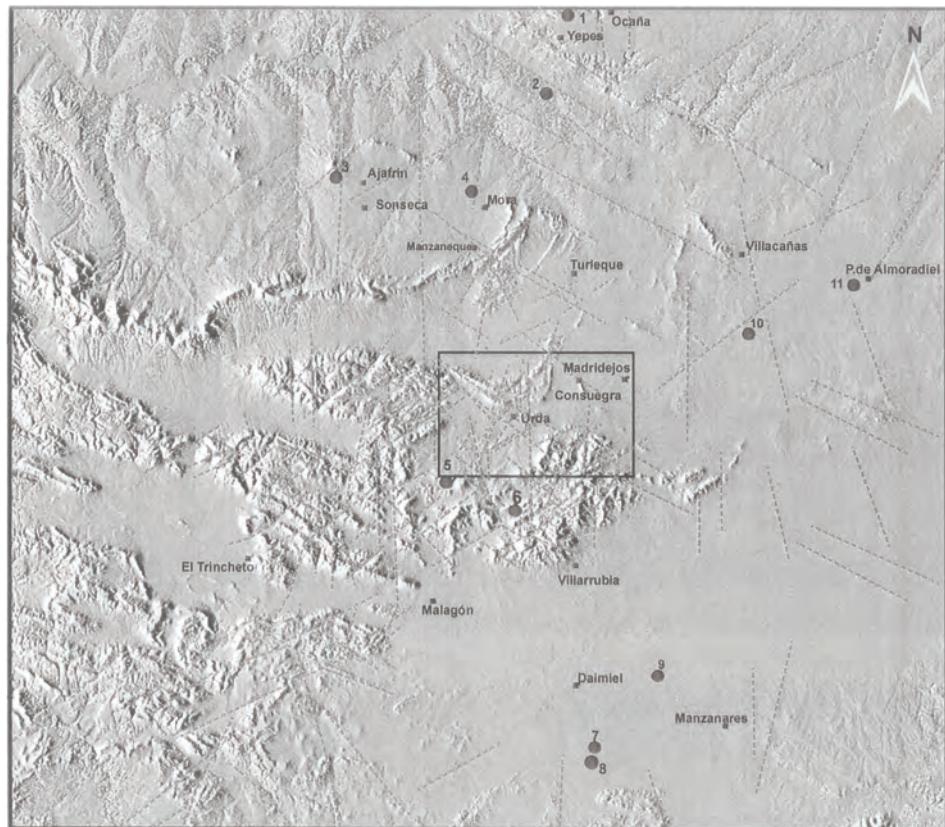


Fig. 3.- Localización Regional de epicentros sísmicos (● 10). Fotolineamientos y situación de la Hoja de Madridejos.

Nº IDENT.	FECHA	HORA	LONGITUD	LATITUD	PRO	RMS	EH	EZ	NO	AGEN	MAG	INT	LOCALIZACIÓN
1	1998-05-04	09-33-11.6	03-37.8 W	39-57.0 N	0	0.2	08	00	8	SSIS	1.4		OCAQA.TO
2	1998-04-30	07-41-51.7	03-40.8 W	39-54.0 N	0	0.6	04	00	15	SSIS	2.1		YEPES.TO
3	1997-09-28	03-21-37.2	04-01.1 W	39-43.8 N	2	0.5	2	13	SSIS		2.6		AJOFRIN.TO
4	1775-08-24	03-00-00.0	03-48.0 W	39-42.0 N					SSIS		V		MORA.TO
5	1989-04-18	17-34-11.2	03-50.1 W	39-18.9 N	0.3	2			11	SSIS	2.3		URDA.TO
6	1998-11-08	00-00-51.0	03-43.8 W	39-17.9 N	0	0.6	03	00	15	SSIS	1.3		DAIMIEL.CR
7	1994-10-20	04-11-05.5	03-34.1 W	38-58.8 N	3	0.9	2	3	25	SSIS	3.2		DAIMIEL.CR
8	1992-05-27	02-29-33.5	03-32.2 W	38-57.2 N	7	0.6	2	3	14	SSIS	2.8		MANZANARES
9	1967-11-26	17-11-36.0	03-28.0 W	39-04.4 N	5	0.7	13	21	6	SSIS	3.8		VILLACÁÑAS.TO
10	1994-02-06	05-27-27.1	03-19.6 W	39-31.0 N	9	0.6	2	3	26	SSIS	3.5		PUEBLA DE ALMORADIEL.TO
11	1994-03-19	13-14-11.4	03-09.3 W	39-35.5 N	2	0.4	1	2	10	SSIS	2.6		

Tabla 1.- Localización y características de los principales sismos ocurridos en la Región (Fuente: Banco de Datos Sísmicos; S.N.S)

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

La Hoja de Madridejos se sitúa en la zona de transición entre las grandes unidades morfoestructurales de los Montes de Toledo y la Llanura Manchega Occidental.

Los Montes de Toledo están constituidos por una sucesión de sierras y relieves de altitud moderada desarrollados sobre los materiales paleozoicos del Macizo Hespérico, restos de antiguos orógenos de edad caledónica y hercínica.

Presentan un modelado estructural de tipo generalmente apalachiano, con pliegues decakilométricos y frecuente aparición de estructuras domáticas y en cubetas.

La Llanura Manchega se caracteriza por el dominio de las amplias planicies relacionadas con superficies de erosión-colmatación de las cuencas neógenas y el gran desarrollo de sistemas de abanicos aluviales coalescentes a partir de las sierras que la rodean. La red hidrográfica está poco encajada, presentando cauces poco definidos de régimen estacional con escaso desarrollo de terrazas fluviales.

La transición entre ambos dominios participa de características intermedias, siendo frecuentes los relieves paleozoicos que a modo de isleos surgen de las llanuras.

Desde el punto de vista climático, la Hoja de Madridejos posee características netamente continentales. Las precipitaciones medias anuales son del orden de los 400 mm, mientras que las temperaturas medias mensuales alcanzan los 12° C, definiendo un clima de tipo semiárido con un marcado déficit en el balance hídrico en la primavera y verano.

Orográficamente, los relieves presentan una altitud propia de la baja montaña. En su mitad norte, las cotas principales están constituidas por la Sierra de la Alberquilla (993 m) y la alineación de las Sierras del Castillo (991 m), La Guillerma (920 m) y la Sierra Bermeja (840 m). En la esquina SE se elevan las Sierras del Reventón (1160 m), Valdespino (1180 m) y Valdehierro (1170 m), estando constituido el resto del territorio por extensas llanuras entre las que se alzan montes-isla como la cuesta del castillo de Consuegra (829 m) y relieves suavemente alomados como los que constituyen los núcleos de los anticlinales de Urda y los Campillos.

La red hidrográfica no alcanza un desarrollo importante, estando formada básicamente por cauces de régimen estacional o semipermanente.

El principal curso fluvial de la Hoja es el Río Amarguillo, tributario del Río Cigüela. Sus afluentes más importantes provienen en su totalidad de la margen izquierda (arroyos de la Magdalena, Valdepuecos, Valdespino y Valdehierro), mientras que de las Sierras del Castillo y Bermeja apenas fluyen escasas aportaciones a través de algunos arroyos que no superan en ningún caso los 2 Km de longitud.

El sector occidental de la Hoja es tributario de la cuenca del Tajo a través del río Algodor, al cual fluyen las aguas de los arroyos de Bercea, Puentesecas y Valdesimón. La divisoria de cuencas de primer orden en este sector presenta un trazado sutil, cruzando la Hoja en una dirección sensiblemente N-S más o menos por su tercio occidental y adaptándose a la barrera orográfica de la Sierra Alberquilla sólo de forma parcial. Generalmente discurre por en medio de

las planicies formadas por depósitos de abanicos aluviales y encostramientos carbonatados, o bien hacen de divisoria los relieves alomados del núcleo del anticlinal de Los Campillos.

La cota más baja de la Hoja alcanza los 690 m en el talweg del río Amarguillo a su paso por Madridejos.

4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

4.2.1. Estudio morfoestructural

En la Hoja de Madridejos, la influencia de las morfologías de génesis estructural es muy importante en la configuración actual del paisaje.

Como ya se ha indicado, el modelado de los Montes de Toledo es de tipo apalachiano, y está definido por un plegamiento que regionalmente presenta una dirección dominante ESE-ONO a OSO-ENE. La existencia de laxas estructuras transversas según la dirección NNE-SSO configura un modelo de interferencia de pliegues de tipo "cajón de huevos" que dibuja estructuras de tipo domico, como el anticlinorio de Urda- Los Campillos, y cubetas de forma grosseamente redondeada y diámetros decakilométricos como es la terminación oriental del sinclinorio de Los Yébenes, cuyo flanco meridional lo constituye la Sierra de la Alberquilla.

En general, el control litológico del modelado es notorio, produciéndose una erosión diferencial dentro de la serie paleozoica que provoca que las principales alturas se encuentren localizadas sobre las formaciones más resistentes.

La Cuarcita Armoricana constituye el auténtico armazón morfológico regional y da lugar a los relieves más importantes, mientras que las series areniscoso-cuarcíticas del Cambriico Inferior (Areniscas de Los Cortijos) y de la Serie Púrpura dan lugar a alineaciones secundarias.

Las formaciones de menor resistencia a la erosión originan zonas deprimidas topográficamente y rellenas por depósitos terciarios y cuaternarios.

Así, la Hoja de Madridejos presenta un sector central deprimido topográficamente y que forma parte de las llanuras que constituyen el Campo de San Juan, el cual está enmarcado por los importantes volúmenes orográficos de las Sierras de la Alberquilla y el Castillo en el cuadrante NE y por las Sierras del Reventón, Valdespino y Valdehierro en el cuadrante SO.

Se han cartografiado en el Mapa Geomorfológico las cuestas estructurales, definidas por escarpes que en su mayor parte no alcanzan los 100 m de altura, y en cuyos dorsos son muy frecuentes las líneas de capa con expresión morfológica. Los buzamientos de las cuestas suelen ser moderados, no soliendo superar los 45°. Sólo en algún caso los buzamientos originan "hog-backs" y escarpes cuasiverticales o crestas, como ocurre en el paraje de el Almendrillo en las cercanías de la ermita de Valdehierro. La abundancia de fracturas que afectan a los materiales del paleozoico no permite que sean ni frecuentes ni extensas las superficies estructurales, las cuales además en ocasiones se presentan degradadas por la erosión.

Otras morfologías estructurales ligadas a los niveles de mayor dureza son los cerros cónicos, los cuales suelen presentar altitudes moderadas.

Por último, se han cartografiado algunas alineaciones morfológicas con control estructural, las

cuales se corresponden con bruscos cambios de dirección de ciertos tramos fluviales que a menudo se alinean con las terminaciones laterales de cuestas formadas por los niveles más competentes. Estas alineaciones siguen una traza NE-SO coincidente con la algunas de las principales fracturas hercínicas que han rejugado durante las épocas alpinas, aunque este hecho no es prueba suficiente de la existencia de actividad neotectónica durante el Cuaternario.

4.2.2. Estudio del modelado

En este epígrafe se expondrán las distintas formas de modelado de origen exógeno, haciendo particular hincapié en la morfogénesis de las mismas.

Pese a existir afloramientos de litologías graníticas en la Hoja, estos son pequeños y no presentan rasgos geomorfológicos particulares al ocupar una disposición topográfica deprimida en el frente de las cuestas estructurales del Castillo de Consuegra y Las Perdigueras. Por ello no se han cartografiado elementos morfológicos propios de la geomorfología granítica, aunque hay que señalar la existencia de un proceso de arenización que origina zonas de *lhem* de escaso espesor y extensión superficial.

4.2.2.1. Formas de laderas

Las formas de laderas constituyen una de las morfologías deposicionales más conspicuas de la Hoja de Madridejos.

Prácticamente la totalidad de las sierras y cerros paleozoicos permanecen aureolados por recubrimientos de tipo coluvión que presentan sus pendientes completamente regularizadas. La regularización deja las laderas sometidas a un equilibrio metaestable entre los procesos resistásicos y deposicionales para las condiciones climáticas existentes en la región en la actualidad.

Se han diferenciado en la cartografía dos tipos distintos de coluvión en función de las edades de su respectiva génesis. Al más generalizado (unidad 16 del mapa geológico y unidad a del mapa geomorfológico) se le atribuye una edad Pleistoceno inferior-medio, mientras que a los depósitos coluviales que reciclan materiales plio-pleistocenos (unidad 21, b) se les ha asignado una edad Pleistoceno superior-Holoceno.

En la génesis de ambos es la gravedad el proceso dominante, en combinación con mecanismos de arroyada difusa que permiten el lavado de los finos en las partes altas del depósito y la concentración de los mismos en las zonas bajas, donde los suelos llegan a desarrollar horizontes argílicos de cierto espesor.

En las partes más elevadas topográficamente de la región tienen amplia representación superficial, aunque escaso espesor, los canchales y pedreras (unidad 22, c). En su génesis son importantes los procesos de helada que favorecen la crioclastia de los niveles cuarcíticos fuertemente fracturados y diaclasados, en particular los constituidos por la Cuarcita Armoricana que, por otra parte, origina como ya se ha indicado las mayores altitudes de la zona de estudio. Este proceso de gelifracción es funcional en la actualidad, como demuestra la escasa colonización por parte de líquenes de los bloques y cantos que forman estos depósitos.

4.2.2.2. Formas fluviales

Las geoformas de génesis fluvial son las dominantes en el territorio ocupado por la Hoja de

Madridejos, en particular las de tipo deposicional, las cuales rellenan considerables extensiones de las llanuras y piedemontes serranos.

Se han diferenciado tres generaciones de abanicos y conos aluviales (unidades 17, 18 y 19; d, e y f) a partir de su posición morfológica, relaciones de encajamiento mutuas y por el grado de desarrollo de los procesos edáficos de iluviaciación y carbonatación a los que se han visto sometidos. Como ya se ha indicado en el capítulo 1, sus edades van desde el Pleistoceno inferior al superior.

Presentan morfologías muy planas, con pendientes que salvo en las zonas de raíces, no superan el 2-3 % y dibujan un perfil longitudinal claramente cóncavo.

El mejor lugar para observar sus relaciones de encajamiento es en la esquina NE de la Hoja, en la intersección entre la Cañada de Santa Quiteria y el arroyo de Navarredonda.

Las áreas de alimentación de estos abanicos son las laderas y cuencas de drenaje de las sierras del SO de la Hoja, donde el sistema de abanicos se hace coalescente formando una aureola continua que rodea el macizo montañoso, y la Sierra Calderina, en la vecina Hoja de Villarrubia de los Ojos, y cerros que se localizan en el borde E de la Hoja de Madridejos.

Estos piedemontes corresponden a sedimentos de grandes aparatos de abanicos aluviales coalescentes desarrollados en etapas climáticas más frías y pluviosas que las actuales en la región, con caudales suficientes en los distributarios como para transportar el importante volumen de sedimentos movilizado.

Las terrazas fluviales (unidad 20, g) están poco representadas en toda la zona, y se han formado con posteridad al desarrollo de los abanicos aluviales. Se sitúan principalmente en el valle del Río Amarguillo aguas abajo de Consuegra, habiéndose cartografiado otra terraza escasamente encajada en depósitos de abanicos aluviales del Pleistoceno inferior en el arroyo de Puentescas.

En algún caso se conserva el escarpe de terraza, pero por lo general la regularización natural de la vertiente y la intensa antropización que provoca el laboreo agrícola los han borrado.

La cota de las terrazas sobre el talweg del Amarguillo es de 2-3 m.

En las salidas de numerosos barrancos y torrenteras de todo el sector serrano de la Hoja se disponen conos de deyección generalmente de pequeño tamaño y que en ningún caso superan los 1.5 km de longitud.

También se han representado los depósitos de fondo de valle y el aluvial del Río Amarguillo. Este último llega a alcanzar 1 km de anchura a la altura de Madridejos, aunque se ve superado por el arroyo Bracea, en la esquina NE, el cual construye un ancho valle de cauces anastomosados que flanquea a un extenso abanico aluvial que ha dejado de ser funcional. El brusco codo de 90 % que forma a la salida de la Boca del Congosto el arroyo Bracea probablemente está relacionado con una importante fractura de dirección NE-SO. Esta podría haber tenido rejuego durante el proceso de basculamiento hacia el NE que ha tenido este sector de los Montes de Toledo con posteridad al depósito de la Raña, como se describirá en el epígrafe posterior.

La divisoria de aguas entre las cuencas del Tajo y el Guadiana sigue un trazado más o menos N-S poco evidente en la mayor parte de su recorrido por la Hoja, ya sea por el borde de la planicie basculada al NE formada por las costras carbonatadas de la unidad 14, j, ya sea a través de las llanuras definidas por abanicos aluviales de edad Pleistoceno medio (unidad 17, d) o los pequeños relieves alomados que definen las series del Cámbrico inferior y Ordovícico más bajo. Sólo en un pequeño sector de unos 5 km de longitud y dirección OSO-ENE la divisoria la constituye el importante escarpe estructural de la Sierra de las Alberquillas.

También ocurren algunas pérdidas de drenaje. Se producen por la infiltración de los escasos caudales gracias a la alta permeabilidad de los sedimentos de abanicos aluviales y conos de deyección.

Por último, se ha representado la red de incisión lineal, que tiene escaso desarrollo y apenas ha podido excavar su canal sobre los fondos aluviales dados los acondicionamientos climáticos y litológicos de la zona de estudio.

4.2.2.3. Formas poligénicas

En este apartado se hará referencia a aquellas formas del modelado en cuya génesis ha intervenido más de un proceso morfogenético.

En la parte más occidental de la Sierra de las Alberquillas se han cartografiado a cotas de 945-950 m dos pequeños restos de la superficie de erosión que dibuja el nivel de cumbres de los Montes de Toledo. Ella constituye para GARCÍA ABAD y MARTÍN SERRANO (1980) el relicito de una antigua superficie de erosión sobrelevada como resultado de la orogenia alpina. Sin embargo, MUÑOZ JIMÉNEZ (1976) define el nivel de cumbres como una superficie estructural derivada de un proceso morfogenético continuo y complejo de arrasamiento de los niveles sedimentarios superiores de la serie ordovícica, de naturaleza litológica pizarrosa, hasta alcanzar los niveles duros de la Cuarcita Armoricana. Esta segunda hipótesis implica la consideración de que el relieve de los Montes de Toledo sería pseudo-apalachiano.

Regionalmente, esta superficie presenta un basculamiento generalizado hacia el NE, coincidente con el que presentan el nivel de encostramientos carbonatados y la Raña, de lo que se deduce que la edad del basculamiento es post-raña, es decir, hacia el límite Plioceno-Pleistoceno.

El elemento morfológico que mejor define la zona de estudio es la presencia de amplias planicies formadas por encostramientos carbonatados de tipo "dalle" (unidad 14, j) desarrollados sobre una superficie de erosión-colmatación que MOLINA (1974) denominó en los Campos de Calatrava como S_1 o "superficie superior de la Llanura Manchega".

Se trata de una costra zonal, formada por repetición múltiple de procesos sedimentarios y edáficos. Es correlacionable con los depósitos de la primera superficie poligénica de la cuenca del Tajo y con los glacis con costra laminar bandeada que articulan la Llanura Manchega con los Campos de Montiel (PÉREZ GONZÁLEZ, 1981), cuya edad es Plioceno superior (Villafranquense medio), sobre los -2.5 Ma.

También presenta regionalmente un basculamiento hacia el NE con pendientes en dicho sentido inferiores al 1%.

La raña (unidad 15, k) constituye un piedemonte de naturaleza fanglomerática que articula los inselbergs de las sierras paleozoicas con las zonas deprimidas del relieve.

Clásicamente se ha considerado en la literatura geológica que la Raña representa un episodio independiente y generalizado en la Meseta Central española a caballo entre el relleno de las cuencas terciarias y la morfogénesis cuaternaria, esto es, se le ha atribuido un preciso significado cronoestratigráfico. Sin embargo, los enfoques más modernos sugieren que la Raña está relacionada con los propios episodios de relleno de las cuencas, y puede representar su culminación (MARTÍN SERRANO, 1988).

En la Hoja de Madridejos se conservan sólo pequeños relictos atribuidos al piedemonte de la Raña, localizados en el valle de los Molinos y en las proximidades del Castillo de las Guadalerzas.

Por último se han atribuido a una morfogénesis poligénica los depósitos (unidad 25, l) asociados a las anchas vallonadas presentes en el cuadrante SO de la Hoja, generalmente sobre los materiales calcáreos del Cámbrico inferior. Además de la sedimentación fluvial, en su origen se considera que han tenido importancia los aportes laterales a favor de las laderas, posiblemente también procesos de karstificación en las calizas con producción de "terra rosa" y tal vez ciertos aportes eólicos de sedimentos finos.

4.2.2.4. Formas lacustres

Las formas de origen lacustre tienen muy escasa representación en la Hoja. Tan sólo existe una pequeña zona endorreica al N de la sierra de la Alberquilla.

Presenta forma subcircular, con unos 500 m de diámetro, y una profundidad que no supera los 1.5 m bajo la cota que define la costra carbonatada de la unidad 21, j.

En su origen han concurrido varios procesos de forma simultánea o sucesiva, como son la disolución kárstica de la costra carbonatada con formación de arcillas de descalcificación y la deflación eólica de los materiales finos. El encaramamiento estacional permite el enriquecimiento de los sedimentos por materia orgánica aportada por algas y microorganismos vegetales y animales principalmente.

4.2.2.5. Formas antrópicas

Aunque en la zona de estudio son diversas las actuaciones humanas que implican sustanciales modificaciones del relieve, principalmente las que guardan relación con la actividad agrícola y con la construcción de infraestructuras viarias (desmontes y rellenos de la vía del AVE, por ejemplo), sólo se han representado en la cartografía algunas canteras de tamaño notable que explotan las calizas marmorizadas de Urda tanto en las afueras de dicha localidad como en el anticlinal de Los Campillos.

4.3. LA EVOLUCIÓN DINÁMICA

Para la redacción de este epígrafe se tendrán en cuenta tanto los datos obtenidos en la relocalización de la Hoja de Madridejos como en las vecinas de Turleque, Malagón y Villarrubia de los Ojos, así como los que se desprenden de la bibliografía aplicables al sector del Macizo Hespérico donde se enclava la zona de estudio.

El comienzo de la historia geomorfológica en la región puede situarse al final de la orogenia Hercínica, tras las etapas distensivas que permiten el emplazamiento de los plutones graníticos de Sonseca-Orgaz y Madridejos.

A comienzos del Mesozoico se inicia la elaboración de una extensa llanura peneplanizada, la cual fue definida por SOLÉ SABARÍS (1952) como "superficie fundamental de la Meseta" o "superficie inicial" (MARTÍN SERRANO, 1988). Esta superficie corresponde al "nivel de cumbres" de los Montes de Toledo tras la reactivación del relieve producida durante la orogenia Alpina. El proceso de peneplanización tuvo lugar bajo un clima tropical húmedo donde se desarrolló un manto de alteración laterítico que alcanzó más profundidad sobre las litologías blandas (pizarras y esquistos) que sobre las duras (areniscas y cuarcitas). Otros autores como MUÑOZ (1976) definen el "nivel de cumbres" como una "superficie estructural derivada" de una morfogénesis continua y compleja de arrasamiento de los niveles sedimentarios superiores de naturaleza fundamentalmente pizarrosa, hasta alcanzar el nivel más resistente de la cuarcita Americana. Según este criterio, la morfoestructura de los Montes de Toledo habría de ser considerada pseudo-apalachiana.

Durante el inicio del Paleoceno proseguiría el desarrollo de profundos perfiles lateríticos, produciéndose hacia el tránsito Paleoceno-Eoceno un cambio climático hacia condiciones más áridas, de tipo sabana, que perduraría hasta principios del Mioceno. Esto permite que se genere un manto de alteración de carácter esmectítico-paligorskítico, tal y como se reconoce en las proximidades de Toledo, en el Cerro de la Rosa.

En este momento el paisaje adquiere ya una configuración próxima a la actual, con los escarpes estructurales que dibujan las sierras cuarcíticas separados por zonas deprimidas donde se produce una sedimentación de naturaleza siliciclastica principalmente. También se originan los relieves de "inselbergs" o "montes-isla" que dominan las áreas de llanura.

El fin de la sedimentación neógena en la cuenca del Tajo está representado por las formaciones carbonatadas denominadas Páramos, los cuales coronan los depósitos miocenos.

Estas condiciones de relleno de las cuencas intermontañosas prosiguen durante el Plioceno. En el sector de la Llanura Manchega ocupado por las Hojas de Villarrubia de los Ojos, Malagón y Daimiel alcanza gran desarrollo una sedimentación carbonatada de características lacustre-palustres. También se produce en el Plioceno inferior y medio una etapa de actividad tectónica, conocida como fase Iberomanchega, que deformó generalmente mediante pliegues de amplio radio los sedimentos mio-pliocenos, incluyendo los Páramos. Una nueva superficie con carácter mixto de erosión-colmatación afecta a las cuencas terciarias (S_1 de MOLINA, 1974). Está recubierta por encostramientos carbonatados de tipo laminarbandeado y multiacintado, espesos y muy cementados. Su edad es de 2.5 Ma, esto es, Villafranquense medio (PÉREZ GONZÁLEZ, 1982), y ocupa amplias extensiones de las Hojas de Turleque, Madridejos y Villarrubia de los Ojos.

Hacia el límite Plioceno-Pleistoceno un cambio climático y un ajuste tectónico favorece la formación del piedemonte de la Raña, con gran desarrollo en la Hoja de Turleque y menor en Madridejos y Malagón, y que constituye un pediment con cobertura detrítica sedimentado a través de extensos sistemas de abanicos aluviales que tienen como áreas fuente diferentes sectores serranos. Representa el inicio de la jerarquización de la red fluvial tal y como se desarrolla en el Cuaternario.

Tras este episodio se produce el basculamiento hacia el NE de todo este sector de los Montes de Toledo. Tanto el nivel de cumbres, como la superficie S_1 y la Raña muestran la misma inclinación solidariamente. En la zona de estudio la pendiente del basculamiento es del orden del 0.1-0.2 %.

En el Pleistoceno inferior se produce en la Llanura Manchega una nueva superficie de erosión, denominada por MOLINA (1982) "superficie inferior de la Llanura Manchega" o S_2 la cual también aparece recubierta por espesas costras carbonatadas.

Está bien representada en las Hojas de Villarrubia de los Ojos y Malagón.

Durante el Pleistoceno prosigue el encajamiento de la red fluvial, a todas luces más importante en el territorio tributario del Río Tajo que del Río Guadiana. Por una parte se desarrollan sucesivos sistemas de abanicos aluviales litológicamente muy similares a la Raña y que distalmente aparecen encajados, aunque hacia sus zonas de raíces pueden simplemente superponerse haciendo difícil su individualización.

Con posteridad, en el Pleistoceno superior, los principales cauces fluviales de la zona de estudio depositan uno o dos niveles de terraza, a cotas de + 5-6 m la más antigua y + 2-3 m la más moderna.

Durante el Holoceno apenas se producen pequeños retoques en el relieve ya configurado. La morfogénesis fluvial permite la sedimentación de los depósitos de fondo de valle y de pequeños conos de deyección en las salidas de numerosos barrancos serranos, mientras que estacionalmente la presencia de procesos periglaciares en las cotas más elevadas mantiene los aportes de material que originan los canchales y pedreras.

Otros depósitos de esta edad están relacionados con el desarrollo de pequeñas cuencas endorreicas generalmente ligadas a la karstificación de niveles carbonatados, ya sean las costras calcáreas o los sedimentos calcomargosos del Plioceno de la Llanura manchega.

4.4. MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

Como ya se ha indicado, la intensidad de los procesos morfogenéticos que actúan en la región en los tiempos recientes es baja. Dichos procesos están controlados principalmente por las características climáticas locales, que corresponden a un clima continental semiárido, con precipitaciones entre los 400 y 600 mm anuales y temperaturas medias entre los 12 y 14 °C.

Partiendo de la hipótesis de un mantenimiento de las condiciones climáticas de forma similar a las de la actualidad, los procesos morfogénicos presentarán una intensidad parecida.

Los procesos denudativos principales serán la incisión lineal en ríos y arroyos y la gelificación estacional de los materiales paleozoicos que constituyen las cotas serranas más elevadas por efecto de la acción periglaciar. Este fenómeno permite la continuidad de los aportes elásticos en canchales y coluviones. Estos mismos depósitos son susceptibles de presentar movimientos en masa de tipo deslizamiento, particularmente en los períodos más lluviosos que permiten la saturación en agua del subsuelo y el desarrollo de planos de rotura a favor de niveles arcillosos.

También los fenómenos de tipo kárstico presentarán una intensidad similar a la desarrollada

en épocas recientes.

Los procesos sedimentarios se concentrarán en los numerosos conos de deyección que se sitúan al pie de las sierras y en las llanuras aluviales de los principales ríos de la región.

Por último, hay que señalar que la actividad antrópica también puede constituir un importante elemento modificador del paisaje en el futuro inmediato.

5. PETROLOGÍA

En este capítulo se describirán las rocas graníticas que integran los escasos afloramientos que, dentro de la Hoja de Madridejos, presenta el plutón de Madridejos-Camuñas.

5.1. MONZOGRANITOS (1) GRANITOIDES DEL PLUTÓN DE MADRIDEJOS-CAMUÑAS

La presenta unidad cartográfica aflora de manera muy parcial en un amplio sector del cuadrante NE de la Hoja, recubierta por extensos depósitos neógenos y cuaternarios.

En afloramiento, se muestran generalmente como granitoides de grano medio a grueso, que localmente pueden presentar una intensa alteración hidrotermal.

Al microscopio se presentan principalmente como monzogranitos y adamellitas, con cuarzo, ortosa, biotita y plagioclasa como minerales principales, sericita, moscovita y clorita como secundarios y óxidos, circón y apatito como accesorios.

Las muestras estudiadas se presentan con alteraciones moderadas o débiles en las plagioclasas (sericitización y/o carbonatación) y cloritización de las biotitas.

Los cuarzos presentan morfologías xenomórficas, con golfos de corrosión y senos de reabsorción, mientras que las plagioclasas suelen ser subhendradas y presentar zonación.

La ortosa es más abundante que la plagioclasa, y presenta maclas de karlsbad. Las biotitas a menudo cloritizadas, con exudación de óxidos de hierro.

Alguna muestra procedente del paraje de Las Perdigueras (borde E de la Hoja) corresponde a un leucogranito con una intensa alteración hidrotermal, que afecta especialmente a los feldespatos (sericitización). Posee cavidades hialolíticas donde cristalizan haces de Prehnita y cuarzo.

BERGAMIN y GÓNZALEZ CASADO (1987) indican en base a datos gravimétricos, que el conjunto plutónico tiene una extensión de afloramiento de unos 170 Km², y presenta una marcadamente forma elíptica con eje mayor N-S y eje menor E-O. El cuerpo granítico se encuentra des- raizado, emplazándose alóctona y discordantemente en la serie de edad Cámbrico inferior del Domo de Urda.

Para los mismos sectores la edad del emplazamiento sería en las últimas fases de deformación hercínica.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

Los materiales más antiguos que afloran en la Hoja de Madridejos corresponden a las calizas de Urda-Los Navalucillos y a limolitas y areniscas (Alternancias de Urda) del Cámbrico inferior. La sedimentación carbonatada de esta sucesión se produce en un ambiente de plataforma marina somera, por encima del nivel de base del oleaje, supramareal (mientras que la sedimentación detrítica corresponde a facies de "off-shore").

Con posterioridad y hasta que de nuevo se instala de forma generalizada una plataforma marina en este sector de la Zona Centro Ibérica durante el Tremadoc, se abre una etapa de la que solamente se cuentan con datos parciales, en ocasiones imprecisos, que impiden la reconstrucción de los sucesos que acontecieron durante el amplio periodo comprendido durante el Cámbrico medio y superior. Se supone, que por efecto de un basculamiento generalizado quedaría emergido, durante un cierto tiempo, este sector de la Z.C.I.

Aunque los materiales que se encuentran de este periodo están constituidos por pizarras negruzcas con cuerpos conglomeráticos intercalados, así como por rocas volcanoclásticas y rocas volcánicas ácidas que no se han podido datar, y por tanto encuadrarlas con exactitud dentro de la columna estratigráfica, sin embargo si nos permite afirmar que, a diferencia de otros sectores próximos en los que parece no existir rocas de estas características, ni de esta edad, en este sector de los Montes de Toledo, se instaló durante un cierto tiempo una plataforma extensa, de carácter somero, probablemente bajo el influjo de las mareas, a la que llegarían aportes del continente, representados por los cuerpos canalizados de conglomerados. En esta plataforma y debido a una inestabilidad tectónica se originarían fallas extensas y profundas, por las que ascenderían materiales fundidos, dejando en el registro geológico unos depósitos de una plataforma somera en la que estos materiales arrojados al exterior eran redistribuidos entre los sedimentos por las corrientes marinas.

La fase Sárdica se pone de manifiesto en esta zona de los Montes de Toledo por la discordancia cartográfica del Ordovícico sobre el sustrato, con un basculamiento generalizado hacia el noreste, limitado por grandes fracturas subverticales de carácter normal, que generaría una serie de bloques con basculamientos independientes, lo que explicaría la distribución irregular de los depósitos del Tremadoc, así como sus cambios de facies y potencias.

La sucesión ordovícica, de carácter siliciclástico, se inicia con la sedimentación de areniscas, con cuerpos de conglomerados intercalados, y limolitas a techo, indicadores del carácter transgresivo, en general, del Ordovícico. Los primeros se interpretan como procedentes de abanicos deltaicos, retocados por corrientes litorales y mareas.

La sedimentación se produce sobre el paleorelieve originado por la tectónica sárdica.

Esta disposición de sedimentación en una plataforma marina poco profunda, próxima al nivel de base del oleaje, permanece durante la mayor parte del Arenigiense, aunque con una tendencia progresiva a una mayor profundización, hasta alcanzar una disposición de plataforma externa, representada por las pizarras del Llanvirniense (pizarras de Río). Durante esta etapa las facies arenosas (Cuarrita Armoricana) corresponden a depósitos de barras originadas en una plataforma somera por la acción de mareas y oleaje, que marcan la progradación de las zonas arenosas de la plataforma sobre las zonas más internas en períodos de gran aporte detrítico a la cuenca. El paso a facies mixtas representadas por los estratos Pochico, significaría una mayor distalidad, además de que el agente de transporte dominante serían las tormentas.

No existe en la zona registro sedimentario durante el resto del Paleozoico ni del Mesozoico, así como de gran parte del Paleógeno.

La fase principal de la comprensión hercínica originaría fallas, pliegues y esquistosidad, posteriormente modificadas por la segunda fase de deformación y anterior a la fracturación tardihercínica. A esta etapa, entre la segunda fase de deformación y la fracturación tardihercínica, corresponde la intrusión del granito de Madridejos, al igual que el plutón de Sonseca-Orgaz localizado, en parte en la Hoja de Turleque.

La evolución postpaleozoica viene marcada por una intensa alteración y erosión de las rocas del Paleozoico, emergidas durante el Permotriás y cuya disposición se prolongaría hasta el Paleógeno, dando origen a un relieve muy maduro.

Durante el Ageniense se inicia la sedimentación del Neógeno como respuesta a la reactivación de los relieves originados por la Deformación Altomira de la Orogenia Alpina. Esta sedimentación tendría lugar en una cuenca de carácter endorreico en la que sus bordes quedarían orlados por sistemas de abanicos aluviales. Bajo estas condiciones se depositaron los materiales de la "Serie Ocre", del Mioceno inferior. Las características de los afloramientos de esta unidad, solamente reconocida en la Hoja de Turleque, dentro de este sector de los Montes de Toledo, no permiten la reconstrucción de la cuenca durante esta etapa ni la distribución geográfica de las facies que la constitúan.

Posteriormente nuevas reactivaciones, la Deformación Neocastellana y Torrelaguna originarían nuevas secuencias sedimentarias, separadas por discontinuidades o rupturas sedimentarias que estarían representadas por la progradación y retramiento de los sistemas aluviales periféricos, la primera de carácter endorreico y la segunda exorreico.

El fin de la sedimentación neógena está representado en la cuenca del Tajo por los depósitos de las Calizas del Páramo que coronan la serie miocena, mientras que en la del Guadiana y subcuenca interna de los Montes de Toledo se produce durante el Plioceno una sedimentación detrítica y carbonatada de características fluvioaluviales y lacustres respectivamente.

En el límite Plioceno-Pleistoceno se produce la génesis de dos superficies con características de erosión-colmatación, tapizadas por costras carbonatadas (S_1 y S_2 de MOLINA, 1974), entre las que se intercalan los depósitos de Raña generalizados en los Montes de Toledo.

El resto de los tiempos cuaternarios viene caracterizado por la alternancia de etapas climáticas frías y secas con otras húmedas y cálidas produciéndose un pequeño encajamiento de la red fluvial, ya configurada en su forma actual hacia el inicio del Pleistoceno, y la sedimentación de los conglomerados que orlan los principales relieves cuarcíticos.

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. HIDROGEOLOGÍA

El Instituto Nacional de Meteorología dispone en esta Hoja de dos observatorios, el de Consuegra (4066) y el de Madridejos (4067). La precipitación anual media representa 480 mm.

Las isotermas anuales medias representativas de la zona de estudio están comprendidas entre 12 °C y 14 °C. La evapotranspiración potencial anual media supone 780 mm, es decir, representa un valor próximo al doble del de la precipitación. En la figura de la página siguiente se muestra la distribución espacial de las precipitaciones y evapotranspiraciones en la Hoja de Madridejos.

Desde el punto de vista agroclimático puede caracterizarse esta Hoja del siguiente modo:

- Tipo de invierno: Avena Cálido
- Tipo de verano: Arroz
- Régimen de humedad: Mediterráneo seco

El régimen térmico es el templado. En función de este y del Régimen de Humedad resulta un clima Mediterráneo templado-seco.

Desde el punto de vista hidrográfico, la zona de estudio se encuentra incluida en su mayor parte en la cuenca del Guadiana; únicamente el borde occidental de la Hoja pertenece a la cuenca del Tajo.

La red hidrográfica, dentro de la cuenca del Guadiana está constituida por el Río Amarguillo, afluente del Cigüela por su margen derecha. En la cuenca del Tajo el principal cauce es el arroyo de Puentescas, afluente del Algodor por su margen derecha.

En la Figura 4 se muestra la situación de la Hoja en relación con las Cuencas Hidrográficas. La mayor parte de su extensión corresponde a la Unidad Hidrogeológica de Consuegra (04.03).

Los tipos de acuíferos representados son el Pliocuaternario, el Cuaternario y el Cámbrico.

El primero engloba acuíferos de escasa entidad formados por los depósitos de laderas, rañas y, a veces, terrazas antiguas.

El Cuaternario, excepción hecha de pequeñas zonas endorreicas desarrolladas sobre materiales impermeables (granito y Mioceno medio), presenta únicamente algún interés hidrogeológico en los aluviales conectados con el río que se explota en pequeños huertos.

El Cámbrico, constituido en parte, por calizas arenosas, a veces arrecifales, que se disponen en afloramientos dispersos y con un espesor medio saturado de 150 a 200 m.

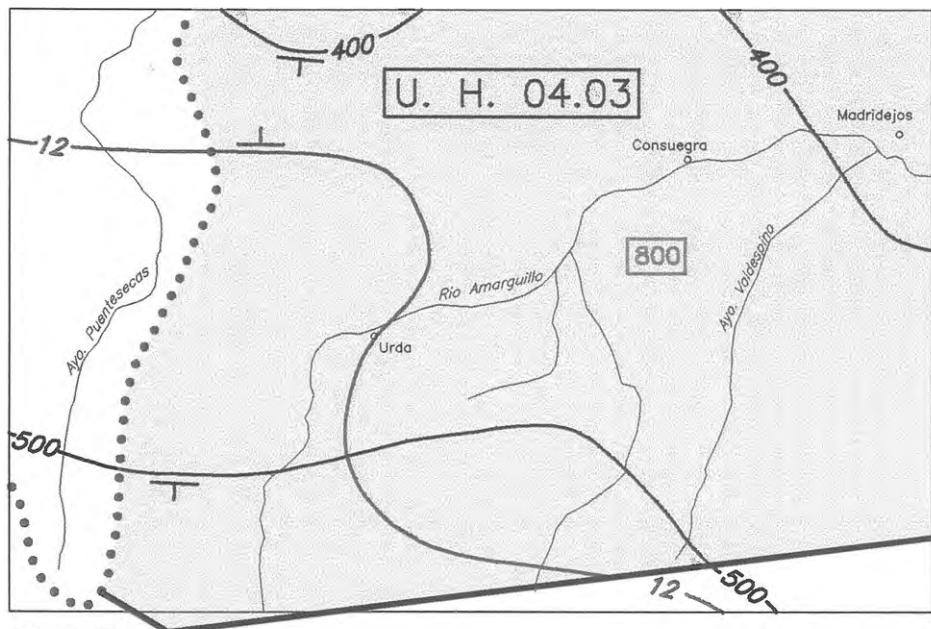
Su transmisividad se ha estimado en unos 300 m²/día.

El acuífero está unido al aluvial del Amarguillo, el cual es su colector principal.

Las extracciones principales las realizan los núcleos urbanos de Urda, Consuegra, Villafranca de los Caballeros, Madridejos y los regadíos de la cabecera del Amarguillo.

Se recarga por lluvia y por la escorrentía que desde las sierras meridionales envían los arroyos encajados en el Paleozoico impermeable.

En esta Hoja existe únicamente un punto de control piezométrico y de calidad del IGME.



ESCALA 1:200.000

U. H. 04.03

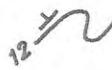
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA CONSUEGRA – VILLACAÑAS.

• • • • •

DIVISORIA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL TAJO Y GUADIANA



ISOYETA ANUAL MEDIA (mm) Y SENTIDO CRECIENTE DE LAS PRECIPITACIONES.



TEMPERATURA ANUAL (°C) MEDIA Y SENTIDO CRECIENTE DE LA MISMA.

800

VALOR REPRESENTATIVO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm) EN TODA LA HOJA

Fig. 4.- Esquema de unidades hidrogeológicas y esquema climático. Hoja de Madridejos.

El acuífero Cámbrico es el que presenta mejor calidad de aguas, con una conductividad comprendida entre 630 $\mu\text{mhos/cm}$ y 1030 $\mu\text{mhos/cm}$. Los resultados no sobrepasan los 60 ppm.

7.2. RECURSOS MINERALES

Dentro de la Hoja de Madridejos los indicios mineros son, en general, de escasa entidad, tanto los relativos a rocas industriales como, en mayor medida, los relativos a minerales metálicos.

7.2.1. Rocas y minerales industriales

Son de cierta consideración las explotaciones de caliza marmórea, tres de las cuales, las localizadas en Urda, Mojón Blanco y la Calderina, registran actividad actualmente. En la Tabla 2 se describen de forma sintética las características de los indicios de rocas industriales en la Hoja.

- ARCILLA: Tan solo aparece registrado un indicio minero de arcilla (indicio nº 1). Se trata de una explotación de tamaño mediano, con actividad intermitente, en la que se han extraído arcillas miocenas para la fabricación de ladrillos y tejas con destino al mercado local.
- ARENA: Esta sustancia se extraía para la fabricación de áridos en una sola explotación (indicio nº 3), de tamaño pequeño, en la que se beneficiaba un lehm granítico.
- CUARCITA: En la Hoja de estudio existen 5 indicios mineros de Cuarcita (Indicios nº 2, 4, 7, 12 y 13). Se trata de pequeñas canteras, con actividad intermitente, la mayoría de carácter artesanal, de las que se ha extraído piedra para la construcción, tapias, cerradas de fincas, edificaciones, etc. En algún caso (cantera nº 13 de los Yébenes) fue explotada durante la construcción de las vías del tren AVE. En la actualidad estas canteras no registran actividad.
- CALIZA MARMÓREA: En la Hoja estudiada existen siete explotaciones de calizas que constituyen el principal producto minero de la zona. Tres de estas canteras permanecen activas en la actualidad (indicios nº 9, 10 y 11); en ellas se explotan las Calizas de Urda de edad Cámbrico Inferior.

La producción se destina a la fabricación de pavimentos, áridos y aglomerantes.

7.2.2. Minerales metálicos

En relación a los minerales metálicos, en la Hoja de Madridejos existen indicios mineros de Pb-Ba y de Pb-Ag, de muy escasa entidad.

INDICIOS DE Pb-Ba

Aparecen localizados en dos sectores de la Hoja: en la zona de El Simarrón (indicio Nº 15), hacia el vértice SO de la misma, consistentes en pequeñas calicatas para la prospección de filones encajados en las calizas de Urda; y en la zona de La Perdiguera, hacia el centro-este de la Hoja, donde existen pequeñas calicatas y trincheras, abiertas en la dirección N135° E (indicio nº 16), siguiendo una zona de intensa tectonización con filones de cuarzo de potencia centi-decimétrica, sin que existan escombreras en los alrededores, probablemente retrabajadas por las labores agrícolas y entremezcladas con suelos y materiales cuaternarios de la zona (campos de olivares).

Nº INDICIO INV. R. I.	Nº INDICIO HOJA 712	NOMBRE INDICIO	MUNICIPIO	COORDENADAS UTM		SUSTANCIA	MORFOLOGÍA	TAMAÑO	EDAD	OBSERVACIONES
				X	Y					
16369	1	-	Consuegra			Arcilla	Estratiforme	Mediana	Mioceno	Cantera con frente de 60 m x 4 m
16508	2	Viborera	Consuegra			Cuarcita	Estratiforme	Muy pequeña	Arenig.	Pequeña explotación artesanal
16411	3	-	Madridejos			Arena	Lehm granítico	Pequeña	Cuaternario	Trinchera de 30 m x 20 m x 2 m
16507	4	El Convento	Urda			Cuarcita	Canchal	Pequeña	Cuaternario	Frente de extracción de 50 m x 2 m
16721	5	Los Estanques	Consuegra			Caliza mamároea	Estratiforme	Pequeña	Cármbico Inf.	Cantera de frente 20 m x 3 m
16707	6	-	Urda			Caliza mamároea	Estratiforme	Pequeña	Cármbico Inf.	Cantera de frente 50 m x 1 m
16509	7	-	Los Yébenes			Cuarcita	Estratiforme	Pequeña	Arenig.	Cantera de frente 75 m x 20 m
16701	8	Cuesta del Castillo	Consuegra			Caliza mamároea	Estratiforme	Pequeña	Cármbico Inf.	Cantera de frente 40 m x 2 m
16721	9	Canteras Blancas	Urda			Caliza mamároea	Estratiforme	Grande	Cármbico Inf.	Cantera con frente de 100 m x 2 m
16719	10	-	Los Yébenes			Caliza mamároea	Estratiforme	Grande	Cármbico Inf.	Cantera con frente de 100 m x 20 m (Activa)
16708	11	-	Urda			Caliza mamároea	Estratiforme	Mediana	Cármbico Inf.	Cantera con frente de 50 m x 6 m
16522A-7	12	Navarendonda	Los Yébenes			Cuarcita	Estratiforme	Pequeña	Arenig.	Pequeñas canteras artesanales
16510	13	-	Los Yébenes			Cuarcita	Estratiforme	Grande	Arenig.	Antigua cantera reutilizada para áridos vía AVE
-	14	La Calderina	Urda			Caliza mamároea	Estratiforme	Grande	Cármbico Inf.	Cantera con frente de 60 m x 30 m

Tabla 2.- Características de los indicios mineros de rocas industriales en la Hoja de Madridéjos.

INDICIOS DE Pb-Ag

Hacia el extremo meridional de la zona de indicios conocida como La Perdiguera, en el centro-este de la Hoja, existe una labor minera, la más importante de la Hoja, consistente en una trinchera de unos 100 m de longitud, 20 m de anchura y unos 8 m de profundidad (indicio nº 17), abierta en la dirección N135° E, siguiendo una zona de importante tectonización; en el entorno próximo de la misma se han observado cantos de cuarzo con piritas y óxidos de hierro.

INDICIOS DE Fe

Corresponde al indicio nº 18, localizado en el paraje denominado Cabezaquemada, hacia el centro-sur de la Hoja, zona en la que se reconocen restos de pequeñas catas y calicatas, en un entorno caracterizado por la intensa tectonización de la roca de campo, con muy frecuente presencia de carbonatos y óxidos de hierro y limonitas.

7.3. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

Los puntos de interés geológico se definen como aquellos lugares en los que afloran, o son visibles, los rasgos geológicos más característicos y mejor representados de una región. Su conocimiento, inventariado, divulgación y protección es de gran importancia por ser su degradación casi siempre irreversible y por constituir una parte fundamental del patrimonio cultural.

Existen además una serie de puntos que, por sus particulares circunstancias, presentan un interés que sobrepasa el puramente local, transformándose en puntos clave para resolver la geología de una determinada región y/o que, por su valor didáctico, son objeto de numerosas visitas (aficionados, estudiantes o profesionales especializados) en la mayoría de los casos, sin control de ningún tipo que, a largo plazo, pueden causar grandes deterioros de carácter irreparable.

Partiendo de estas ideas básicas, el Instituto Tecnológico y Geominero de España, en colaboración con otras entidades y organismos, comenzó a realizar en el año 1978 una serie de estudios dirigidos a la búsqueda de una amplia red de localidades que pudieran ser utilizadas con fines científicos y educativos, y como resultados de esto, hoy día disponemos de amplias zonas del país catalogadas bajo esta disciplina.

PIG nº 1: Trinchera del ferrocarril del AVE con un buen corte de la Cuarcita Armoricana y ejemplos didácticos de pliegues isopacos y fallas directas. Interés turístico y científico bajo, e interés didáctico medio.

PIG nº 2: Superficie de erosión "Nivel de cumbres" en la Sierra de las Alberquillas. Interés geomorfológico medio y didáctico medio.

PIG nº 3: Niveles vulcanoclásticos laminados de "Las Pedreras". Interés estratigráfico y petrológico bajo, e interés didáctico y científico bajo.

PIG nº 4: Cerro del Castillo de Consuegra, el cual constituye un magnífico ejemplo de montaña típico de las zonas de transición de los Montes de Toledo y las cuencas terciarias limítrofes. Interés estratigráfico y geomorfológico medio, interés turístico alto, didáctico medio y científico bajo.

PIG nº 5: Mina de blenda y galena de la Casa de las Minas, con interés minero, mineralógico y tectónico bajo, interés didáctico medio e influencia regional.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, E.; DÍAZ MOLINA, M. Y PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1976). "Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española". *Instituto Lucas Mallada. C.S.L.C. Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 5: 7-29
- ALIA MEDINA, M. (1944). "Datos morfológicos y estratigráficos de los alrededores de Toledo". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 42: 613-614.
- ALIA MEDINA, M. (1947). "Datos geomorfológicos de la región toledana: el curso inferior del río Algodor y el principio de la Mancha". *Est. Geogr.* 27: 313-340.
- ALIA MEDINA, M. (1954). "Formación neísica y granítica del Sur de Toledo". *Nov. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.* 34: 61-75.
- ALIA MEDINA, M. (1960). "Sobre la tectónica profunda de la fosa del Tajo". *Nov. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.* 58: 125-162.
- ALIA MEDINA, M. (1972). "Evolución post-hercynienne dans les regions centrales de la Meseta espagnole". *24 th IGC: Sect. 3: pp. 265-272*.
- ALIA MEDINA, M.; PORTERO, J. M. Y MARTÍN ESCORZA, C. (1973). "Evolución geotectónica de la región de Ocaña (Toledo), durante el Neógeno y Cuaternario". *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. N° 71, pp. 9-20.*
- ÁLVAREZ NAVA, H.; GARCÍA CASQUERO, J. L.; GIL TOJA, A.; HERNÁNDEZ URROZ, J.; LORENZO ÁLVAREZ, S.; LÓPEZ DÍAZ, F.; MÍRA LÓPEZ, M.; MONTESERÍN, V.; NOZAL, F.; PARDO, M. V.; PICART, J.; ROBLES, R.; SANTA MARÍA, J.; Y SOLE F. J. (1988). "Unidades litoestratigráficas de los materiales Precámbrico-Cárnicos en la mitad suroriental de la Zona Centro-ibérica". *II Congr. Geol. de España SGE. Vol. I, comunicaciones pp 19-22.*
- ANCOCHEA, E. (1983). "Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central". *Tesis Doctoral. Univ. Complutense, Madrid, 675 pp.*
- ANDONAEGLI, P. E IBARROLA, E. (1987). "Geocronología de los granitoides de Mora-Gálvez (Toledo)". *Mem. II Congr. Geoquim. Esp.* 109-112.
- ANDONAEGLI, P. (1990). "Geoquímica y geocronología de los granitoides del sur de Toledo". *Tesis Doctoral Universidad Complutense, Madrid 365 pp.*
- APARICIO YAGÜE, A. (1971). "Estudio geológico del Macizo cristalino de Toledo". *Est. Geol.* 27 pp. 369-414.
- APARICIO YAGÜE, A. Y GIL CID, M. D. (1972). "Hallazgo de trilobites en el Cárlico de los Montes-Isla de Toledo". *Est. Geol.* 28: 105-109.
- ARANDILLA, P.; CORRAL, A.; FERREIRO, D. Y MARTÍN HERRERO, D. (1976). "Lillo". *IGME. Mapa Geológico Nacional E/1:50.000 (2ª serie) 659: 17 págs.*

- BOUYX, E. (1970). "Contribution a l'estude des formations ante-ordoviciennes de la Meseta Meridional (Ciudad Real et Badajoz)". *Memoria del IGME* 73, pp. 1-273.
- BERGAMÍN, J. F. Y GONZÁLEZ CASADO, J. M. (1986). "Avance de la interpretación geotectónica del emplazamiento del plutón granítico de Madridejos (Toledo), basada en determinaciones gravimétricas". *Estud. Geol.* 42, pp. 301-306.
- BRASIER, M. D.; PEREJÓN, A. Y SAN JOSÉ, M. A. DE (1979). "Discovery of an important fossiliferous Precambrian-Cambrian sequence in Spain". *Estud. Geol.* 35: 379-383.
- CALVO, J. P.; HOYOS, M.; MORALES, J. Y ORDOÑEZ, S. (1990). "Neogene stratigraphy, sedimentology and raw materials of the Madrid basin. Paleont. i Evolució". *Mem. Esp.* 2, pp. 61-95.
- CALVO, J. P.; DE VICENTE, G. Y ALONSO ZARZA, A. M. (1991). "Correlación entre las deformaciones alpinas y la evolución del relleno sedimentario de la Cuenca de Madrid durante el Mioceno". *I Congreso Grupo Español del Terciario. VIC. Comunicaciones*. pp. 55-58.
- 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 SUAREZ, 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 Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation". *Rev. Soc. Geol. España*. 6 pp. 29-40.
- CASIANO DE PRADO, M. (1855). "La géologie d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède". *Bull. Soc. Geol. France*. 212: 3-24.
- CASIANO DE PRADO, M. (1856). "Mémoire sur la Géologie d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède". *Bull. Soc. Geol. France* (2) 12-149, pp. 182-204.
- CEBRÍA, J. M. Y LÓPEZ RÍO, J. (1995). "Alkali basalto and leucitites in an extensional intracontinental plate setting: the late Cenozoic Calatrava Volcanic Province (central Spain)". *Lithos*, 35, pp. 27-46.
- DE VICENTE, G.; GONZÁLEZ CASADO, J. M.; MUÑOZ MARTÍN, A.; GINER, J. L. Y RODRÍGUEZ PASCUA, M. A. (1996). "Tertiary basins of Spain". *Univ. Eds. P. Friends y C. Dabrio Univ. Cambridge Press. Cambridge*. pp. 255-259.
- DE VICENTE, G.; GINER, J. L.; PÉREZ GONZÁLEZ, A.; SÁNCHEZ CABANERO, J. G. Y PINILLA, L. (1996). "Crisis tectónicas cuaternarias en la Cuenca de Madrid". *Geogaceta* 20 (4) pp. 842-845.
- DÍEZ BALDA, M. A., Y VEGAS, R. (1992). "La estructura del dominio de los pliegues verticales de la Zona Centro Iberica". *J. G. Gutiérrez Marco, J. Saavedra & I. Rábano (Eds). Paleozoico Inferior de Ibero-América*. pp. 523-534.
- ENUSA (1984). "Exploración de uranio en la Cuenca del Tajo". *Inédito*.
- GABALDÓN, V. Y HERNÁNDEZ URROZ, J. (1989). "Los fosfatos del Precámbrico-Cámbrico de la zona Centro-Ibérica, un modelo de yacimiento de origen sedimentario". *XII Congr. Español de Sedim. Simposios y conferencias*. 283-297.

- GARCÍA ABAD, F. J. Y MARTÍN SERRANO, A. (1980). "Precisiones sobre la génesis y cronología de los relieves apalachianos en el Macizo Hespérico (Meseta Central Española)". *Estudios Geol. N° 36*, pp. 391-401.
- GIL CID, M. D. (1970). "Contribución al estudio de la fauna del Ordovícico de los Montes de Toledo (Trilobites)". *Est. Geol. Vol 26*, pp.285-295.
- GIL CID, M. D. (1971). "Nota sobre algunos Calymenaceos (trilobites) del Ordovícico de los Montes de Toledo". *Est. Geol. Vol 27*, pp. 311-316.
- GIL CID, M. D. (1972). "Sobre los Phacopina del Ordovícico de los Montes de Toledo". *Est. Geol. Vol 28*, pp. 143-153.
- GIL CID, M. D.; PEREJÓN, A. Y DE SAN JOSÉ, M. A. (1976). "Estratigrafía y paleontología de las calizas cámbicas de los Navalucillos (Toledo)". *Tecniterrae 13*: 1-19.
- GIL CID, M. D. (1981). "Proplina yochelsonin. sp. Primer monoplacophoro del Cámbrico inf. Español". *Bol. Geol.-Min. 92*, pp. 26-32.
- GIL CID, M. D. Y JAGO, J. B. (1989). "New data on the Lower Cambrian trilobites of Cortijos de Malagón (Spain)". *Est. Geol. 45*, pp. 91-99.
- GINER, J. L., DE VICENTE, G. Y LINDO, R. (1996). "Estado de esfuerzos actuales en el centro peninsular a partir del análisis conjunto de mecanismos focales de terremotos". *Geogaceta 20 (4)*, pp. 996-999.
- GUTIÉRREZ MARCO, J. C.; CHAUVEL, J.; MELÉNDEZ, B. Y SMITH, A. B. (1984). "Los equinodermos del Paleozoico inferior de los Montes de Toledo y Sierra Morena (España)". *Est. Geol. (2 tomos)*.
- GUTIÉRREZ MARCO, J. C.; RABANO, I.; PRIETO, M. Y MARTÍN, J. (1985). "Estudio bioestratigráfico del Llanvirn y Llandeil, en la parte meridional de la zona centroibérica (España)". *Cuad. Geol. Ibérica, 9*.
- GUTIÉRREZ MARCO, J. C.; SAN JOSÉ, M. A. Y PIEREN, A. P. (1990). "Post-Cambrian Paleozoic Stratigraphy in Pre-Mesozoic Geology of Iberia". *Dallmeyer, R. D. y Martínez García E. (eds) Springer-Verlag. 161-171.*
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1912). "Itinerario geológico de Toledo a Urda". *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. 13*: 1-46.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1929). "Datos geológicos de la Meseta Toledana, Cacereña y de la Fosa del Tajo". *Mem. R. Soc. Española Hist. Nat. 15*, 183-202.
- HERRERO MATÍAS, M. (1988). "Mapa geomorfológico E/1:50.000 (Toledo-Sonseca)". *Mem. Univ. Complutense/Inst. Geogr. Nac. 3-39*.
- JULIVERT, M.; FONTBOTÉ, J. M.; RIBEIRO, A. Y NABAIS CONDE, L. E. (1972). "Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares a E/1:1.000.000. Memoria Explicativa". *113 pp. IGME*.

- JULIVERT, M. Y TRUYOLS, J. (1983). "El Ordovícico en el Macizo Ibérico". *En J. A. Comba (Coord). Geología de España. Inst. Geol. Min. Esp. Libro Jubilar J. M. Ríos, 1: 192-246.*
- KINDELAN, J. A. (1952). "Mapa geológico de España a E/1:50.000, Turleque (686) 1^a Serie". *IGME.*
- LÓPEZ DÍAZ, F. (1992). "Evolución Estructural de la Antiforma de Navalpino (Zona Centroibérica)". *Tesis Doctoral, 144 p. Universidad de Oviedo (inédita).*
- LÓPEZ DÍAZ, F. (1993). "La estructura del Anticlinal de Navalpino (Zona Centroibérica)". *Revista de la Sociedad Geológica de España, 6 (3-4) pp. 145-163.*
- LÓPEZ DÍAZ, F. (1994). "Estratigrafía de los materiales anteordovícicos del Anticlinal de Navalpino (Zona Centroibérica)". *Revista de la Sociedad Geológica de España, 7 (1-2), pp. 31-45.*
- LÓPEZ RUIZ, J.; CEBRIÁ, J. M.; DOBLAS, M.; OYARZUN; R. HOYOS, M. Y MARTÍN, C. (1993). "Cenozoic intra-plate volcanism related to extensional tectonics at Calatrava, central Iberia". *Journal of the Geological Society, London, v. 150, pp. 915-922.*
- LOTZE, F. (1956). "Über sardischen Bewegungen in Spanien und ihre Beziehungen zur assyntischen faltung". *Geotectonic Symposium Hans Stille: 129-139.*
- LOTZE, F. (1961). "Sobre la estratigraffa del Cámbrico en España". *Notas y Com. IGME, 61: 137-161.*
- McDOUGALL BRENCHLEY, P. J.; REBELO, A. AND ROMANO, M. (1987). "Fans and fan deltas-precursors to the Armorican Quartzite (Ordovician) in western Iberia". *Geol. Mag. 124, 347-359.*
- MARTÍN, S. Y DE VICENTE, G. (1995). "Paleoesfuerzos alpinos en el borde suroccidental de la cuenca de Madrid (Montes de Toledo)". *Geogaceta: 18; pp. 11-14.*
- MARTÍN ESCORZA, C. (1971). "Estratigrafía del Paleozoico en Mora de Toledo (Toledo)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. 69: 261-265.*
- MARTÍN ESCORZA, C. (1975). "Estudio geotectónico del Paleozoico inferior en los Montes de Toledo surorientales (Urda-Fuente del Fresno)". *Tesis doctoral. Univ. Complutense: Madrid.*
- MARTÍN ESCORZA, C. (1976). "Las "capas de transición", Cámbrico inferior y otras series preordovícicas (Cámbrico Sup?) en los Montes de Toledo S Orientales". *Estudios Geológicos 33, pp. 591-613.*
- MARTÍN ESCORZA, C. (1977). "Nuevos datos sobre el Ordovícico inferior. El límite Cámbrico-Ordovícico y fases sárdicas en los Montes de Toledo". *Estud. Geol. 33: 57-58.*
- MARTÍN ESCORZA, C. (1977). "Deformación interna puntual de oolitos del Cámbrico inferior en los Montes de Toledo". *Estud. Geol. 33: 419-431.*
- MARTÍN ESCORZA, C. Y PEREJÓN, A. (1972). "Nota previa sobre la presencia de Arqueociátidos en los alrededores de Urda (Montes de Toledo orientales)". *Acta Geol. Hisp. 8, pág. 169.*

- MARTÍN SERRANO, A. (1988). "Sobre la posición de la raña en el contexto morfodinámico de la Meseta. Planteamientos antiguos y tendencias actuales". *Bol. Geol. y Minero T. XCIX-VI*, pp. 855-870.
- MARTÍN SERRANO, A. (1989). "Caracterización, Rango, Significado, Correlación de las Series acres del Borde Occidental de la cuenca del Duero". *Studia Geológica Salmanticensia, Vol. Esp. N° 5*, pp. 239-252.
- MARTÍN SERRANO, A. (1991). "La definición y el encajamiento de la red fluvial actual sobre el Macizo Hespérico en el marco de su geodinámica alpina". *Rev. Soc. Geol. España*. 4, (3-4), 337-351.
- MEGÍAS, A.; ORDOÑEZ, S. Y CALVO, J.P. (1980). "Rupturas sedimentarias en series continentales: aplicación a la Cuenca de Madrid". *Actas IX Congreso Nacional de Sedimentología. Salamanca*.
- MERTEN, R. (1955). "Stratigraphie und Tektonik der Nordöstlichen Montes de Toledo (Spanien)". *Unveröff. Diss. Math. Naturwiss. Fak. Univ. Münster*. 109 págs. (Resumen en castellano in: WALTER R. (ed) 1977. *Zwei geologische traversen durch die südliche Iberische Meseta. Spanien*. Münster *Forsch. Geol. Palaont.* 42: 29-32.
- MOLINA, E. (1974). "Campo de Calatrava (En Submesetas meridional - Campo de Calatrava, por E. Molina, E. Aguirre y J. Morales)". *Coloquio Int. Bioestr. Cont. Neog. Sup. y Cuatern. Inf. Libro guía*, pp. 215-244.
- MOLINA, E. (1975). "Estudio del Terciario Superior y del Cuaternario del campo de Calatrava (Ciudad Real)". *Trabajos sobre Neógeno y Cuaternario* n° 3, 106 pp.
- MOLINA, E.; BLANCO, J.A.; PELLTERO, E. ; CANTANO, M. Y JORDÁ, J. (1985). "Esquema sobre la evolución del relieve del Macizo Hespérico en su sector Castellano-Extremeno". *Studia Geol. Salamanticensia*. 20, 115-126.
- MONTESERÍN, V. (1984). "Hoja geológica y memoria de las Hojas n° 682 (Sevilleja de la Jara); 653 (Valdeverdeja) y 652 (Jaraicejo)". *Mapa Geológico de España 1:50.000, 2ª Serie. MAGNA; IGME, Madrid*.
- MORENO, F. (1977). "Estudio geológico de los Montes de Toledo occidentales". *Tesis Doctoral. Univ. Complutense. Madrid*.
- MUÑOZ, J. (1976). "Los Montes de Toledo". *Rev. de Geografía de la Universidad de Oviedo. Instituto J. S. Elcano (CSIC)*. 500 pp.
- NOZAL, F. (1984). "Hoja geológica y memoria de las Hojas n° 708 (Minas de Santa Quiteria); 681 (Castañar de Ibor) y 685 (Los Yébenes)". *Mapa Geológico de España 1:50.000, 2ª Serie. MAGNA; IGME, Madrid*.
- NOZAL, F. Y MARTÍN SERRANO, A. (1988). "Hoja geológica y memoria de la Hoja n° 709 (Anchuras)". *Mapa Geológico de España 1:50.000, 2ª Serie. MAGNA; IGME, Madrid*.

- ORDÓÑEZ, S.; BRELL, J. M.; CALVO J.P. Y LÓPEZ AGUAYO, F. (1977). "Contribución al conocimiento mineralógico del borde SW de la Cuenca del Tajo (Toledo-San Martín de Pusa)". *Est. Geol.* 33: 467-472.
- ORDÓÑEZ, S.; LÓPEZ AGUAYO, E. Y GARCÍA DEL CURA, M.A. (1982). "Mudstones associated with sodic salt deposits in the Madrid Bassin (Spain)". *Eleventh Int. Congr. Of Sedimentology. Montreal. Abstracts.* 117.
- PARGA, J.R. (1969). "Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico". *Trab. del Lab. Geol. de Laxe* 37 pp. 1-15.
- PEREJÓN, A.; MORENO, F. Y VEGAS, R. (1976). "Datación de las calizas del Cámbrico inferior de Los Navalucillos (Montes de Toledo)". *Fauna de arqueociatos. Breviora Geol. Asturica*, 20: 33-46.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1979). "El límite Plioceno-Pleistoceno en la submesetas meridional en base a los datos geomorfológicos y estratigráficos". *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario (CSIC)* 9: 23-26 Madrid.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1981). "Neógeno y Cuaternario de la Llanura Manchega y sus relaciones con la cuenca del Tajo". *Tesis Doct. Univ. Complut. Madrid* pp. 1-787.
- PORTERO, J.M. Y DABRIO, C.J. (1988). "Evolución tectosedimentaria del Ordovícico y Silúrico de los Montes de Toledo meridionales y Campo de Calatrava". *Memorias II Congreso Español de Geología*.
- PORTERO, J.M.; RAMÍREZ MERINO, J.I. Y ANCOCHEA, E. (1989). "Mapa Geológico de España E/1:50.000, (2ª serie) MAGNA. Hoja nº 759 Piedrabuena". *IGME*.
- PORTERO, J.M.; RAMÍREZ MERINO, J.I. Y ANCOCHEA, E. (1985). "Mapa Geológico de España E/1:50.000 (2ª serie) MAGNA. Memoria explicativa de la Hoja 760 (Daimiel)". *IGME*.
- RINCÓN, P.I. Y VEGAS, R. (1996). "Neotectonía en el antepaís castellano de las Cordilleras Béticas orientales". *Geogaceta*, 20 (4), pp. 929-931.
- RINCÓN, P.I.; GINER, J.; VEGAS, R. Y DE VICENTE, G. (1996). "Sismicidad en el antepaís de las Cordilleras Béticas orientales: determinación del tesor de esfuerzos actual". *Geogacetas*, 20 (4), pp. 932-935.
- ROIZ, J.M. (1979). "La estructura y la sedimentación hercíniana, en especial el Precámbrico superior, en la región de Ciudad Real-Puertollano". *Tesis Doctoral. Univ. Complutense de Madrid*.
- ROIZ, J.M. Y VEGAS, R. (1980). "Formaciones Ordovícicas y anteordovícicas del Anticlinal de Tirteafuera (sur de la provincia de Ciudad Real)". *Studia Geol. Salmanticensia*, 14. 27-36.
- SAN JOSÉ, M.A.; (1984). "Los materiales anteordovícicos del Anticlinal de Navalpino (Badajoz y C. Real, España Central)". *Cuadernos de Geología Ibérica* nº 9. pp. 81-117.

- SAN JOSÉ, M.A.; DE PELAEZ, J.R.; VILAS, L. Y HERRANZ, P. (1974). "Las series ordovícicas y preordovícicas del sector central de Toledo". *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.* 85: 21-31.
- SAN JOSÉ, M.A.; PIEREN, A.; GARCÍA-HIDALGO, J.F.; VILAS, L.; HERRANZ, P.; DE PELÁEZ, J.R. Y PEREJÓN, A. (1990). "Autochthonous Sequences Ante-Ordovician Stratigraphy in Pre-Mesozoic Geology of Iberia". *Springer-Verlag*.
- SANTA TERESA, I. (1982). "Geometría en profundidad del granito de Orgaz (Toledo) en base a datos gravimétricos". *Tesis Doctoral Univ. Complutense de Madrid*.
- SANTA TERESA, L.; CARBO, A.; CAPOTE, R. Y CASQUET, C. (1983). "Geometría en profundidad del granito de Orgaz en base a datos gravimétricos". *Studia Geol. Salmanticensia*, 18: 237-250.
- SAUPE, F. (1973). "La géologie du gisement de mercure d' Almadén (province de Ciudad Real, Espagne)". *Sciences de la Terre*, T. XII, n° 3.
- SOLÉ SABARIS, L. (1952). "Geografía de España y Portugal". *Geografía Física. Tomo I. Ed. Montaner y Simón*. 497 pp.
- VIDAL BOX, C. (1944). "La edad de la superficie de erosión de Toledo y el problema de sus montes-islas". *Las Ciencias* 1, pág. 82-111.
- ZAMARREÑO, I.; VEGAS, R. Y MORENO, F. (1976). "El nivel carbonatado de Los Navalucillos y su posición en la sucesión cámbrica de los Montes de Toledo Occidentales". *Brevioria Geol. Asturica*. 20. pág. 4-56.
- WEGGEN, K. (1955). "Stratigraphie und tektonik der sudlinchen Montes de Toledo (Spanien)". *Diss Math. Natur. Fak. Univ. Münster*.



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

ISBN: 978-84-7840-892-4

9 788478 408924