



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

Segunda serie. Primera edición



VILLAREJO DE FUENTES





Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

VILLAREJO DE FUENTES

Segunda serie. Primera edición

© Instituto Tecnológico Geominero de España
Ríos Rosas, 23 - 28003 Madrid
ISBN: 84-7840-374-4
Depósito Legal: M-34517-1999
NIPO: 320-99-004-9
Primera Edición 1998

Imprime: Gráficas Chile, S.A.L. - C/. Chile, 27 - 28016 MADRID

Impreso en papel ecológico

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por Informes y Proyectos, S.A. (INYP-SA), dentro del programa MAGNA, con normas, dirección y supervisión del ITGE, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y REDACCION DE MEMORIA:

P. P. Hernaiz Huerta	(INYP-SA)
P. Cabra Gil	(INYP-SA)
J. Solé Pont	(INYP-SA)

CUATERNARIO

P. Cabra Gil	(INYP-SA)
--------------	-----------

GEOMORFOLOGIA Y NEOTECTONICA

P. Cabra Gil	(INYP-SA)
--------------	-----------

SEDIMENTOLOGIA

J. Solé Pont	(INYP-SA)
--------------	-----------

ESTUDIO DE MUESTRAS

J. P. Calvo Sorando (Carbonatos)	(U.C.M.)
R. Fort (Minerales pesados)	(U.C.M.)
M. Bustillo (Minerales pesados)	(U.C.M.)

HIDROGEOLOGIA

J. del Pozo	(INTECSA)
-------------	-----------

RECURSOS NATURALES

G. Delgado Gutiérrez	(INYP-SA)
----------------------	-----------

GEOTECNIA

J. Alameda Revaldería	(INYP-SA)
-----------------------	-----------

PUNTOS DE INTERES GEOLOGICO

J. Palacio Suárez	(INYP-SA)
-------------------	-----------

TELEDETECCION

G. Galán (INYPESA)

JEFE DE PROYECTO

A. Lendínez González (ADARO)

DIRECCION Y SUPERVISION DEL PROYECTO

V. Gabaldón López (ITGE)

RESPONSABLE GEOMORFOLOGIA

A. Martín-Serrano (ITGE)

RESPONSABLE NEOTECTONICA

E. Elízaga Muñoz (ITGE)

RESPONSABLE HIDROGEOLOGIA

V. Fabregat (ITGE)

RESPONSABLE RECURSOS NATURALES

J. M. Zapardiel Valenzuela (ITGE)

RESPONSABLE PUNTOS DE INTERES GEOLOGICO

E. Elízaga Muñoz (ITGE)

RESPONSABLE TELEDETECCION

C. Antón Pacheco (ITGE)

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, micropaleontológicos, sedimentológicos.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Informes de Tectónica, Geología Económica, Puntos de Interés Geológico, etc.
- Fichas bibliográficas, Album fotográfico y demás información varia.

INDICE

	<u>Páginas</u>
0. INTRODUCCION	9
1. ESTRATIGRAFIA	12
1.1 Mesozoico	13
1.1.1 Jurásico	13
1.1.1.1 Dolomías y carniolas (1). Hettangiense-Sinemuriense	14
1.1.1.2 Calizas y dolomías tableadas (2). Sinemuriense- Pliensbachiense.	14
1.1.1.3 Dolomías, Calizas dolomíticas y carniolas (3). Pliensbachiense.	15
1.1.1.4 Calizas nodulosas y margas (4). Pliensbachiense- Dogger.	16
1.1.2 Cretácico	17
1.1.2.1 Arcillas, margas calizas dolomíticas y dolomías (5). Calizas brechoides e intraclásticas (6). Facies Weald. Cretácico inferior.	18
1.1.2.2 Arenas silíceas y arcillas versicolores (7). Fm. arenas de Utrillas. Albiense-Cenomaniense inferior.	20
1.1.2.3 Margas dolomíticas y dolomías tableadas (8). Cenomaniense.	20
1.1.2.4 Margas dolomíticas (9). Cenomaniense superior- Turonense inferior.	21
1.1.2.5 Dolomías masivas (10). Turonense	21
1.1.2.6 Margas con niveles dolomíticos (11). Coniaciense. ...	22
1.1.2.7 Calizas, dolomías y brechas dolomíticas (12). Coniaciense superior-Campaniense. Calizas blancas, margas y arcillas (13) Santoniense-Maastrichtiense ..	23
1.1.2.8 Arcillas, margas y yesos (14). Campaniense superior- Eoceno inferior	23

	<u>Páginas</u>
1.2 Terciario	24
1.2.1 Paleógeno	25
1.2.1.1 Arcillas, limos y arenas rosáceas (15). Areniscas y conglomerados (16). Eoceno medio-Arverniense inferior.	25
1.2.2 Paleógeno-Neógeno	27
1.2.2.1 Arcillas y limos rojos (17). Conglomerados y arenas (18). Yesos, y arcillas y yesos (19). Arcillas y limos ocre con niveles de arenas (20). Areniscas y conglomerados ocre (21). Calizas, y calizas y margas (22). Arverniense-Ageniense	27
1.2.2.2 Limos y arcillas rojas con niveles de arenas (23). Calizas y, calizas y margas (24). Ageniense.	29
1.2.2.3 Arcillas rojas, limos y arenas (25). Areniscas y conglomerados; arenas yesíferas (26). Arcillas rojas y yesos (27), y yesos masivos (28). Ageniense.	30
1.2.3 Neógeno	32
1.2.3.1 Arcillas y limos rojos con niveles de conglomerados y arenas (29). Brechas y conglomerados (30). Arcillas y margas (31). Calizas y calizas y margas (32). Vallesiense-Turolense.	32
1.3 Cuaternario	34
1.3.1 Pleistoceno-Holoceno	34
1.3.1.1 Arcillas, Arenas, cantos y costras. Glacis (33). Pleistoceno-Holoceno	34
1.3.2 Holoceno	34
1.3.2.1 Arcillas y limos grises. Depresiones endorréicas (34). Holoceno.	34
1.3.2.2 Arenas, arcillas y gravas. Conos de deyección (35) y Coluviones (36). Holoceno.	35
1.3.2.3 Limos, arcillas y gravas. Llanuras de inundación (37). Holoceno.	35
1.3.2.4 Gravas, arenas y limos. Fondos de valle (38). Holoceno.	35
2. TECTONICA Y NEOTECTONICA	35
2.1 Introducción	35
2.2 Tectónica descriptiva	38
2.2.1 Alineación mesozoica de la Sierra de Almenara	39
2.2.2 Alineación mesozoica de Almonacid-Fuentelespino	40
2.2.3 Alineación mesozoica de La Sierra	41
2.2.4 Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara	42
2.2.5 Depresión de Villarejo-Villar de Cañas	43

2.3 Estructura profunda de la Cuenca. Aspectos deducidos de la sismica de reflexión	43
2.4 Cronología de la deformación. Modelo evolutivo	45
2.5 Neotectónica	47
3. GEOMORFOLOGIA	49
3.1 Descripción fisiográfica	49
3.2 Antecedentes	50
3.2 Análisis morfológico	50
3.3.1 Estudio morfoestructural	50
3.3.2 Estudio del modelado	51
3.3.2.1 Formas fluviales	52
3.3.2.2 Formas de ladera	53
3.3.2.3 Formas kársticas	53
3.3.2.4 Formas poligénicas	53
3.4 Formaciones superficiales	54
3.5 Evaluación dinámica	55
3.6 Morfología actual y tendencias actuales	56
4. HISTORIA GEOLOGICA	56
5. GEOLOGIA ECONOMICA	61
5.1 Hidrogeología	61
5.1.1 Meteorología	61
5.1.2 Hidrología	61
5.1.3 Características hidrogeológicas	61
5.2 Recursos minerales	65
5.2.1 Rocas industriales	65
5.2.1.1 Aspectos generales	65
5.2.2 Descripción de las sustancias	66
5.3 Características geotécnicas	67
5.3.1 Introducción	67
5.3.2 Síntesis geotécnica	68
5.3.2.1 Criterios de división	68
5.3.2.2 División de áreas	68
5.3.3 Estudio de las áreas	70
5.3.3.1 Area I	70
5.3.3.2 Area II	70
5.3.3.3 Area III	72
5.3.3.4 Area IV	75
6. BIBLIOGRAFIA	77



0. INTRODUCCION

La Hoja 1:50.000 de Villarejo de Fuentes (661; 22-26) se localiza en la mitad meridional de la provincia de Cuenca, en un entorno geográfico conocido como "La Manchuela" que sirve de conexión entre los fuertes relieves de la Serranía de Cuenca al este y la Llanura Manchega al oeste. El paisaje está definido por una serie de alineaciones montañosas de direcciones N-S a NO-SE, constituidas por materiales mesozoicos, que delimitan anchos valles o depresiones rellenas por series terciarias. Así, de oeste a este, se distinguen: la alineación de la Sierra de Almenara-Sierra de La Coba, la alineación de Almonacid del Marquesado-Fuentelespino de Haro, las Sierras de El Naval y de Santa María, y las alineaciones de La Serranilla-Sierra de Haro y de la Sierra del Pintado-Sierra de Pradejas; inmediatamente al este de la Hoja y escasamente representada en su esquina NE, discurre la alineación montañosa de Villares del Saz-Zafra de Záncara. Como depresiones más importantes cabe destacar la de Tresjuncos-Puebla de Almenara, que ocupa buena parte de la mitad occidental de la Hoja; la de Villarejo, en el centro, limitada al este por los relieves de Las Ramblas, únicos resaltes importantes constituidos por materiales terciarios; por último la depresión del Záncara o de Villar de Cañas configura el tercio más oriental de la Hoja. Como se verá en el capítulo correspondiente, en términos generales se puede decir que las depresiones corresponden a zonas sindinoriales y los relieves montañosos a zonas anticlinoriales o de apilamiento de escamas.

Desde el punto de vista hidrográfico, el único curso fluvial con cierta importancia es el río Záncara, afluente del Guadiana que atraviesa la Hoja de norte a sur por su mitad oriental. En este sector, el resto de los cursos de agua son de escasa importancia y recorrido, vertiendo enseguida sus aguas al mencionado Río Záncara. No obstante se pueden señalar el Río de la Peñuela, Río Blanco, Arroyo del Salobral y Arroyo del Cazanejo. En la depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara se pueden destacar los ríos Tocomar y de la Vega.

El índice demográfico de los territorios que ocupan la Hoja es muy bajo. La población principal de su entorno, aunque fuera de ella, es Belmonte, que se sitúa inmediatamente al sur de la misma. Dentro de la Hoja las localidades existentes (Villarejo de

Fuentes, Puebla de Almenara, Tresjuncos, Almonacid del Marquesado, Fuentelespino de Haro, Villar de Cañas y Alconchel de la Estrella) presentan características muy similares. Son pueblos pequeños con una alta tasa de emigración cuyos medios de vida más habituales son la agricultura (especialmente cereales y pipa de girasol) y la cría de ganado ovino y caprino, y sus derivados.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Villarejo de Fuentes se sitúa en la mitad meridional de la Depresión Intermedia y dentro de ésta, muy próxima a su borde occidental. Como se verá en capítulos siguientes, la Depresión Intermedia se debe considerar como una subcuenca dentro de la Cuenca del Tajo s.l. (sensu lato). Su estructura interna y su independencia definitiva de la Cuenca del Tajo se produjo como consecuencia de las deformaciones asociadas a la Orogenia Alpina y está íntimamente ligada a la estructuración del borde occidental de la Cordillera Ibérica. Su relleno, y el de la propia Cuenca del Tajo s.s. (sensu stricto), estuvo condicionado o influenciado por los movimientos de este borde y por la evolución alpina de la Sierra de Guadarrama (para los sectores septentrionales) y de los Montes de Toledo y Prebético (para los sectores meridionales).

Son numerosos los trabajos elaborados en la región, tanto referentes a la Depresión Intermedia, como a la Serranía de Cuenca y Sierra de Altomira, pero son pocos los realizados de forma específica dentro del territorio ocupado por la Hoja. Es a finales de la década de los sesenta y principio de los setenta cuando empiezan a proliferar trabajos centrados en las zonas mencionadas. Así SANCHEZ SORIA y PIGNATELLI (1967) aportan una cartografía del mesozoico y terciarios adyacentes, de diversos sectores de la Sierra de Altomira; CAPOTE y CARRO (1968, 1970) resumen los datos estratigráficos y estructurales recopilados para la realización de una primera serie de Hojas a escala 1:50.000 en el sector más septentrional de la Depresión Intermedia. Trabajos de esta primera época son las tesis doctorales de MELENDEZ (1971) y VIALLARD (1973) centrados en la Serranía de Cuenca y sector suroccidental de la Cordillera Ibérica, respectivamente. En 1973, SANCHEZ SORIA presenta su tesis doctoral sobre la Sierra de Altomira, trabajo que se puede considerar como un magnífico punto de partida en el estudio de la geología de esta alineación montañosa y que incluye la cartografía de las Sierras más occidentales de la presente Hoja. Publicaciones de esta primera época son las de CRUSAFONT y QUINTERO (1970), CRUSAFONT y AGUIRRE (1973), y PEREZ GONZALEZ et al. (1971) que aportan datos paleontológicos y estratigráficos del Terciario de la región. A lo largo de este período, la región es objeto de numerosos informes elaborados a lo largo del trazado del Trasvase Tajo-Segura (SGOP, 1971-1973), acompañados de diversos datos de sondeos que, en cualquier caso, proporcionan escasa información estratigráfica. Merece la pena señalar igualmente la aportación de cartografías y otros datos de diversa índole geológica en ciertos estudios previos de carreteras (MOPU 1971-1972).

Como en el caso de SANCHEZ SORIA (1973) mención especial por su aportación al presente trabajo, merece la tesis doctoral de GARCIA ABBAD (1975), en la que se abordan los problemas estratigráficos, geomorfológicos y tectónicos de una amplia zona situada al oeste del Embalse de Alarcón.

En 1974, DIAZ MOLINA inicia los estudios del Terciario de un sector central de la

Depresión Intermedia que culminan con la publicación de su tesis doctoral (1978) y de diversos trabajos relacionados con ésta (1974 y 1979, entre otros). En 1976, AGUIRRE et al. hacen una propuesta de correlación entre las discordancias existentes en los terciarios de la Cuenca del Tajo y fases tectónicas.

En 1982, VILAS et al., en el Libro "El Cretácico en España", hacen una recopilación de los conocimientos existentes acerca de los materiales cretácicos de la región, en la que se incluyen definiciones formales de las formaciones y sus posibles equivalencias en todo el ámbito de la Cordillera Ibérica y Sierra de Altomira.

TORRES et al. (1983) en el "Libro Jubilar" dedicado a J.M. Ríos, sintetizan los conocimientos previos y características fundamentales de las unidades terciarias hasta el momento reconocidas en la Depresión Intermedia. En el mismo libro, PORTERO y OLIVE (1983) hacen una síntesis de los terciarios del borde meridional del Guadarrama y JUNCO y CALVO (1983) de los terciarios del centro de la Cuenca del Tajo. Aspectos tectónicos y neotectónicos de estos materiales son tratados, también en este libro, por MARTIN ESCORZA (1983). TORRES et al. (1984) publican un trabajo sobre la similitud de los procesos sedimentarios del Neógeno en la Cuenca del Tajo y Depresión Intermedia. En 1984, PORTERO y AZNAR estudian la sedimentación terciaria en ambos bordes del Sistema Central y proponen un modelo de evolución estructural de esta cadena.

Como consecuencia de las exploraciones de uranio llevadas a cabo en la cuenca por ENUSA (1984) se produce una gran aportación de datos sobre la misma, especialmente referentes a su mitad septentrional. Son datos de sondeos, estratigráficos, paleontológicos, petrológicos e hidrogeológicos a partir de los cuales se propone un modelo de evolución paleogeográfica y sedimentológica de la Región durante el Terciario.

Trabajos más recientes son los de TORRES et al., (1986 a, b y c) y DIAZ MOLINA et al. (1989) que perfilan diversos aspectos estratigráficos y sedimentológicos de la cuenca.

DAAMS (1989), DAAMS et al. (1986, 1989) y LOPEZ y TORRES (en prensa) han llevado a cabo importantes estudios paleontológicos sobre la fauna de micromamíferos de la región, que además han servido para datar algunas unidades del Terciario.

En zonas septentrionales hay que destacar los recientes estudios estratigráficos y sedimentológicos del Terciario de la Cuenca del Tajo realizados por ALONSO ZARZA et al. (1990), ALONSO ZARZA et al. (en prensa) y RODRIGUEZ-ARANDA et al. (1991).

Por otra parte, hay que considerar los estudios del subsuelo de la Cuenca del Tajo y Depresión Intermedia desarrollados entre 1960 y 1983 por diversas compañías petrolíferas (VALDEBRO, AMOSPAIN, AUXINI, TENNECO y SHELL), con proliferación de líneas sísmicas y la perforación de diversos sondeos. Las principales conclusiones obtenidas en estos estudios y datos nuevos aportados por tesinas y tesis doctorales basados en ellos, han sido recopilados por QUEROL (1989) e IGME (1991) constituyendo una fuente de información importante para la comprensión de la estructura pro-

funda de la cuenca. También son importantes las aportaciones al conocimiento del subsuelo de estas cuencas publicadas por RACERO (1988, 1989). Hay que precisar sin embargo que estos trabajos se refieren fundamentalmente a la mitad o los dos tercios septentrionales de la cuenca siendo escasa o nula la información del subsuelo en su porción meridional y por tanto también en la Hoja de Villarejo de Fuentes.

Además de la mencionada tesis doctoral de SANCHEZ SORIA (1973), trabajos sobre la tectónica del entorno de la Hoja son las de ALVARO y CAPOTE (1973) y MANERA BASSA (1981). Otros trabajos sobre la tectónica de la región son los de MARTIN ESCORZA (1976) y CAPOTE y FDEZ. CASALS (1978), sobre las deformaciones miocenas y postmiocenas, respectivamente, de la Cuenca del Tajo; CAPOTE et al., (1990), MARTIN ESCORZA (1990) y MORENO (1991), sobre las deformaciones alpinas del Sistema Central; y CALVO et al. (1990, 1991) sobre la relación entre los principales ciclos sedimentarios de relleno de la Cuenca del Tajo y las fases de deformación establecidas a partir de análisis microestructurales.

Por último hay que mencionar los diferentes modelos geodinámicos de evolución de la Cordillera Ibérica y Sistema Central propuestos por VIALARD (1987 y 1988), GUIMERA y ALVARO (1990) y HERNAIZ et al. (1990) y WARBURTON y ALVAREZ (1989) y VEGAS et al. (1990), respectivamente.

1. ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Villarejo de Fuentes afloran materiales comprendidos entre el Hettangiense y el Holoceno siendo las formaciones terciarias ligeramente predominantes en extensión sobre las mesozoicas. Asimismo los perfiles sísmicos y sondeos realizados en la región constatan la presencia de series triásicas solidarias con el basamento (Buntsandstein y Muschelkalk) y un Keuper que funciona como nivel de despegue regional.

El Jurásico es eminentemente carbonatado y dentro de él se reconocen cuatro unidades cartográficas que comprenden el Lías y Dogger, sin existir representación del Malm. El límite Jurásico-Cretácico constituye la primera gran discordancia regional en la zona superponiéndose depósitos continentales en facies Weald sobre los depósitos de plataforma somera del Dogger. Discordante sobre la facies Weald y sobre cualquier otra unidad infrayacente, la Fm. Arenas de Utrillas constituye un episodio detrítico continental, ampliamente representado en todo el ámbito de la Cordillera Ibérica-Sierra de Altomira y sustrato de la Cuenca del Tajo, a partir del cual comienza un período transgresivo que permite de nuevo la instalación de un ambiente de plataformas que persiste durante gran parte del Cretácico superior. A finales de este período y durante el Paleógeno basal predominan los depósitos asociados a un medio de transición entre el mar y el continente, depósitos que se agrupan en la denominada, a escala regional, facies Garum, o Fm. Villalba de la Sierra.

Ya en el Eoceno, los primeros sedimentos netamente continentales, a cuya base se asocia una clara discordancia regional, son los depósitos fluviales de la Unidad Paleógena. Su presencia implica la existencia de una primera cuenca continental cuya extensión seguramente sobrepasaba el ámbito actualmente conocido como Cuenca del Tajo s.l. (Cuenca de Tajo s. s. + Depresión Intermedia).

La distribución y características de los primeros depósitos de la denominada en esta memoria Unidad Paleógena-Neógena, implican una fuerte recomposición de la cuenca continental anteriormente mencionada, si bien la definitiva independencia entre la Cuenca del Tajo y la Depresión Intermedia debió ocurrir en el límite Oligoceno-Mioceno, durante el transcurso del depósito de esta unidad.

En la presente Hoja se identifican dos discordancias dentro de la Unidad Paleógena-Neógena, de tal forma que ésta queda dividida en tres subunidades. No se han reconocido unidades aragonesas y así, la única unidad neógena presente en la Hoja es la Unidad del Páramo.

Hay que precisar que, como se explicará en el capítulo correspondiente, se sospecha que la mayoría de los depósitos atribuidos a todo el conjunto de la Unidad Paleógena-Neógena, pueden ser en realidad más modernos (agenienses-aragoneses) en cuyo caso apenas existirían en la Hoja depósitos de edad Arverniense-Ageniense. Además se intuye que, al igual que ocurre en zonas más septentrionales de la cuenca, las discordancias internas de esta unidad, separan verdaderas unidades deposicionales y así deberían ser consideradas en lugar de agruparlas en una sola. Sirva esta precisión para aclarar que la diferenciación de unidades terciarias y sus dataciones, tal y como se presentan en esta memoria, se ha realizado primando la necesidad de correlación con hojas adyacentes.

1.1. MESOZOICO

Está representado por materiales del Jurásico y Cretácico aunque bajo este epígrafe también se describirán los materiales que culminan el ciclo regresivo del Cretácico y que se adentran en el Paleógeno. Cada unidad cartográfica se designa mediante su litología más característica aunque a lo largo de su descripción, si procede, se menciona la formación o formaciones de ámbito regional a la que podría equivaler.

1.1.1. Jurásico

Aflora en el núcleo de algunos anticlinales de la mitad occidental de la Hoja y, principalmente, a favor del cabalgamiento de la Sierra de Almonacid o en la base de las imbricaciones que constituyen la Sierra de Almenara. La mejor serie de Jurásico en todo el conjunto de la Sierra de Altomira corresponde a la serie del Cigüela; se localiza en la Hoja de Palomares del Campo, en la prolongación septentrional de la Sierra de Almonacid. Existe una buena réplica de esta serie, aunque con peor calidad de afloramiento, en un barranco situado a 2 km al NO de Almonacid. La serie del Arroyo del Viñedo al SO de la Puebla de Almenara, es representativa del Jurásico de la Sierra de Almenara.

En el Jurásico de la Hoja de Villarejo de Fuentes se han identificado el Lías y el Dogger, sin que se pueda precisar si la ausencia de Malm se debe a falta de depósito o a la acción de procesos erosivos intracretácicos.

1.1.1.1. *Dolomías y carniolas (1) Hettangiense-Sinemuriense.*

Constituye esta unidad cartográfica un conjunto de dolomías oscuras muy recristalizadas y alguna carniola, que aflora en continuidad estratigráfica debajo del tramo de calizas y dolomías tableadas (2) fácilmente identificable en campo y foto aérea. En general presentan una mala estratificación, aunque en ocasiones, especialmente hacia techo, se reconocen algunos bancos métricos con superficies de estratificación bien definidas.

La interpretación sedimentológica de esta unidad presenta problemas debido a la mala calidad de afloramiento y a la fuerte recristalización y dolomitización. Su asimilación estratigráfica a las formaciones formalmente definidas en la Cordillera Ibérica, resulta problemática por las mismas razones. Si forma parte de la Fm. Cortes de Tajuña, estos depósitos están relacionados con ambientes supramareales de "sebkha" salina. Si por el contrario se asimilan a la Fm. Cuevas Labradas, deben enmarcarse en áreas de baja energía dentro de una plataforma interior protegida de los sistemas de barras energéticas que caracterizan a la mencionada formación. La interpretación más razonable sería considerar a esta unidad cartográfica como un tramo de tránsito entre ambientes de llanura supramareal hipersalina y contextos más marinos submareales y de mar abierto, expuestos a mecanismos energéticos.

El espesor real de esta unidad es desconocido puesto que su base coincide con superficies de cabalgamientos. No obstante se suponen espesores de afloramiento comprendidos entre 50 y 100 metros.

Respecto a su datación, esta unidad ha resultado azoica. Por criterios regionales se considera que comprende el Hettangiense alto y parte del Sinemuriense.

1.1.1.2. *Calizas y dolomías tableadas (2). Sinemuriense-Pliensbachiense.*

Esta unidad cartográfica es un conjunto de calizas de color gris claro, bien estratificadas y esporádicamente dolomíticas, fácilmente reconocibles en campo y foto aérea. Esta unidad se identifica con la Fm. Cuevas Labradas de la Cordillera Ibérica si bien, como se ha explicado anteriormente, se desconoce si parte de la unidad anterior también se podría asimilar a esta formación.

Las series levantadas durante la elaboración de la presente Hoja han permitido identificar las siguientes facies:

"Wackestones" homogéneos: Se presentan en bancos de espesor métrico y poseen un aspecto masivo, o bien muestran estratificación ondulada incipiente. Representan, dentro de la unidad, las facies de baja energía, y se desarrollan en ambientes protegidos.

"Packestones" tableados. Presentan un tableado de frecuencia decimétrica y a veces centimétrica. Los principales componentes aloquímicos son ooides y bioclastos, en proporciones variables. Las capas tienen morfologías tabulares con base plana y neta; a techo se desarrollan "ripples" de ola y estratificación cruzada de tipo "hum-

mocky", observándose en ocasiones una estratificación cruzada de mediana escala. Corresponden a ambientes inter y submareales en plataforma de media a alta energía y con influencia de las tormentas.

"Packstones-grainstones". Desarrollan bancos de espesor métrico bastante masivo. La recristalización afecta en gran medida a este tipo de facies, dificultando la identificación de los componentes regionales. Se observan, no obstante, fantasmas de ooides y bioclastos. Son abundantes las estructuras tractivas y están representadas por estratificación cruzada de gran escala, morfologías de barra y retoques de oleaje. Se asimilan a medios energéticos en ambientes de plataforma submareal y "offshore" dominado por tormentas.

Estos tres tipos de facies se organizan en ciclos negativos de potencia comprendida entre dos y siete metros. Los términos de menor energía se sitúan en la parte inferior de los ciclos y los de mayor energía constituyen la parte superior. Las facies tableadas se encuentran principalmente en los intervalos intermedios y alternan con los otros dos tipos de facies diferenciadas. Este tipo de organización corresponde a secuencias típicas de barras y en consecuencia de la progradación de las mismas. El conjunto se interpreta como un sistema de barras submareales y de "offshore" (plataforma abierta), desarrollado en una plataforma de media y alta energía.

Los restos micropaleontológicos obtenidos en esta unidad, *Lingulina* sp., *Dentalina* s.p., *Ammobaculites* s.p., *Ataxophragminidos*, *Nubecularia* s.p., espículas, ostrácos, restos de crinoideos, braquiópodos y moluscos, indican su pertenencia al Lías, aunque por correlación con áreas donde presenta fósiles característicos, se puede precisar una edad que comprende el Sinemuriense y parte del Pliensbachiense. Su potencia oscila entre los 50 y 100 metros.

1.1.1.3. *Dolomías. calizas dolomíticas y carniolas (3). Pliensbachiense.*

Encima de la unidad anteriormente descrita y en aparente concordancia sobre ella, reposa un conjunto esencialmente dolomítico, con 50-60 m de espesor medio pero que en algunas transversales puede alcanzar los 100 m de potencia. El estudio sedimentológico indica que existe una gran diversidad de facies dentro de esta unidad. Los diversos subambientes se sitúan en un contexto de plataforma interior y reflejan distintos grados de salinidad en el agua, y de energía en el medio, en función del intercambio de aguas con el mar abierto, y la influencia de las mareas y el oleaje.

Facies hipersalinas. Corresponden a depósitos de plataforma supramareal tipo "sebha" salina. Se diferencian dos tipos de facies:

- Dolomías brechoides. Están muy recristalizadas y se disponen en bancos métricos con superficies de estratificación mal definidas. La brechificación les confiere un aspecto caótico, y su origen cabe centrarlo principalmente en procesos de colapso y disolución de sales. En ocasiones se observan bases erosivas e incluso canalizadas y cicatrices internas. En estos casos deben añadirse los procesos puramente mecánicos como causantes de la brechificación y considerar a estos depósitos como canales que transportan flujos densos de la zona supramareal hipersalina a ambientes intermareales.

- Dolomías carniólicas. En general están bastante recrystalizadas y se disponen en bancos métricos y decimétricos. Presentan un aspecto oqueroso producido por la disolución de moldes de sales.

Facies de baja energía.

Se desarrollan en zonas protegidas de mecanismos energéticos dentro de una plataforma interior en ambientes supra e intermareales. Se distinguen las siguientes facies:

- Dolomías y calizas laminadas. Se presentan en bancos de espesor decimétrico. Muestran un laminado centimétrico mal definido de probable origen algal.

Esporádicamente se observan intervalos centimétricos de microestromatolitos dómicos.

- Dolomías y calizas dolomíticas masivas. Aparecen en bancos métricos y decimétricos aislados. Poseen un aspecto homogéneo a veces noduloso, y corresponden textualmente a "mudstones-wackestones".

- Margas verdosas. Son poco abundantes, se presentan en intervalos decimétricos y poseen un carácter dolomítico. Alternan principalmente con las facies hipersalinas.

Facies energéticas.

Se trata de "packstones" y "grainstones" a veces dolomíticos. Los componentes aloquímicos corresponden en su mayor parte a ooides y también están presentes los bioclastos constituidos por braquiópodos y equinodermos. Normalmente aparecen en capas aisladas tabulares con "ripples" de oleaje a techo, asimilándose a capas de tormenta desarrolladas en contextos de plataforma interior en eventos tempestuosos. En otros casos, se encuentran en intervalos métricos de estratificación "wavy" y "flasher". Se sitúan en zonas de mayor energía, intermareales o batidas por el oleaje.

Esta unidad no se reconoce, con las características que se acaban de describir, en el Lías de la Cordillera Ibérica, si bien por su posición estratigráfica y tipo de facies, debe equivaler al miembro superior (Dolomías, Calizas y Margas verdes) de la Fm. Cuevas Labradas. En la serie del Cigüela, levantada en la Hoja de Palomares, contigua al norte, J.J. GOMEZ et al. (ITGE, inédito), propone esta misma equivalencia.

El contenido faunístico de esta unidad es escaso y en todo caso, banal. Por su posición estratigráfica y según las correlaciones mencionadas anteriormente se la considera perteneciente al Pliensbachiense.

1.1.1.4. Calizas nodulosas y margas (4). Pliensbachiense-Dogger.

Se trata de un conjunto cuya potencia media oscila entorno a los 80-100 m, pudiendo llegar en algunas transversales a un espesor máximo aflorante de 150 metros. Se distingue un término inferior de alternancia de margas y margocalizas nodulosas y uno superior compuesto por calizas tableadas también de aspecto noduloso. La correlación litoestratigráfica del tramo inferior con unidades jurásicas formales de la

Cordillera Ibérica, es problemática. Podría representar, al menos en parte, una equivalencia lateral de los materiales que constituyen el Grupo Ablanquejo. Por otra parte, los materiales del tramo superior presentan marcadas similitudes con los que constituyen la Fm. Carbonatada de Chelva en algunas áreas de la Cordillera Ibérica.

En el término inferior, los niveles margosos poseen una tonalidad gris, beige cuando se alteran y, en general, se encuentran muy bioturbados. Las calizas que alternan con las margas presentan texturas "wackestone-mudstone" con escasos componentes aloquímicos constituidos por filamentos de algas, otros restos bioclásticos y excepcionalmente "pellets" fecales. Se observa una organización en secuencias estrato y granocrecientes con un término superior de calizas "wackestone" bioclásticas con costras ferruginosas a techo.

En el término superior, las calizas tableadas aparecen en capas de espesor decimétrico y centimétrico, amalgamadas. Corresponden a "wackestones"- "packestones" con componentes similares a las calizas de los términos de alternancias con margas. En ocasiones se intercalan niveles decimétricos de "grainstones" oolíticos con estratificación "wavy" y "flasher" y desarrollo de "ripples" de ola.

Más en detalle, la unidad se organiza en secuencias estratocrecientes y en mucha menor proporción, en secuencias estratodecrecientes. En las primeras, puede distinguirse localmente un término inferior margoso de pequeño espesor, que suele faltar; un término intermedio de calizas "mudstone" nodulosas, a veces con bioturbación moderada a abundante y un término superior constituido por calizas "wackestone"- "packestone" bioclásticas. En las secuencias estratodecrecientes se distingue un término inferior de calizas "packstone"- "grainstone" bioclásticas, con la base canalizada, y un término superior de calizas "mudstone".

En resumen, el conjunto de esta unidad se enmarca en un contexto de plataforma abierta somera. En vertical se evidencia una disminución progresiva del contenido en margas e incremento paulatino de la energía con predominio de retrabajamiento del fondo por tormentas.

Respecto al contenido faunístico de esta unidad, a diferencia de lo que ocurre en unidades infrayacentes, es muy abundante. Se reconocen bivalvos, ostrácodos, gasterópodos, crinoideos, serpúlidos, corales, algas y microfilamentos. En muestras pertenecientes a este tramo se han determinado los siguientes microfósiles: *Eothrix alpina* Lomb., *Nubecularia*, *Textularia* s.p., *Lingulina* s.p., *Favreina salevensis*, *Aeolisaccus* s.p.. Ni esta microfauna, ni la hasta ahora encontrada en esta unidad, sirve para aclarar definitivamente su edad, atribuida por diferentes autores tanto al Jurásico inferior, como al medio o al superior. En espera de obtener mejor resolución mediante el estudio de los braquiópodos, según las microfacies encontradas, los tipos de secuencias reconocidas, y los datos paleogeográficos regionales se considera que esta unidad comprende la parte más alta del Pliensbachense y el Dogger.

1.1.2. Cretácico.

El Cretácico de la Hoja de Villarejo de Fuentes se localiza en los flancos de las estructuras anticlinales que con alineación N-S a NO-SE se distribuyen por buena parte de

la Hoja. En algunos casos, especialmente en su mitad oriental, el Jurásico no llega a aflorar en el núcleo de estos anticlinales en cuyo caso suele ser el Cretácico inferior en facies Weald el que ocupa la parte central de estas estructuras. Las formaciones cretácicas también se identifican en la parte superior de las escamas que configuran la Sierra de Almenara, si bien en estos casos, como consecuencia de la deformación, sus litologías han sufrido ciertas alteraciones (intensa dolomitización, cambios de coloración) que en ocasiones dificultan su reconocimiento.

Son numerosos los puntos donde se puede reconocer con cierta calidad de afloramiento diferentes tramos de la serie cretácica aunque no existe ningún corte que permita ver con continuidad la totalidad de la serie. Las inmediaciones de Almonacid del Marquesado y ambos flancos del anticlinorio de Fuenteespino son zonas, entre otras, donde se puede adquirir una buena idea de la serie a partir de diferentes puntos de observación.

Los materiales más antiguos del Cretácico reconocidos en la Hoja (Cretácico inferior sin determinar) corresponden a depósitos continentales en facies Weald. El contacto con el Jurásico infrayacente constituye una marcada discordancia a escala regional. Otra discordancia todavía más acentuada que la anterior corresponde al contacto basal de la Fm. Utrillas, que se apoya sobre términos cada vez más antiguos hacia el Oeste. Este hecho es especialmente claro en las escamas de la Sierra de Almenara. El Cretácico superior está representado por depósitos carbonatados de plataforma; las formaciones reconocidas en la Sierra de Altomira, aunque con ciertas particularidades y lógicos adelgazamientos de espesores, coinciden aproximadamente con las definidas en la Cordillera Ibérica.

Aunque el ciclo regresivo del Cretácico superior culmina bien entrado el Paleógeno, los depósitos asociados a la etapa final de este ciclo (Facies Garum o Fm. Villalba de la Sierra) también se incluirán en el capítulo dedicado al Cretácico, iniciándose el correspondiente al Terciario con la primera unidad Paleógena netamente continental.

1.1.2.1. *Arcillas, margas, calizas dolomíticas y dolomías (5). Calizas brechoides e intraclásticas (6). Facies Weald. Cretácico inferior.*

Estos materiales se reconocen en casi todas las alineaciones mesozoicas de la Hoja y, aunque están ausentes en las imbricaciones de la Sierra de Altomira, afloran de nuevo en el segmento más meridional de esta Sierra. Es únicamente en esta última zona donde se ha visto el tramo superior de calizas brechoides (6) directamente apoyado sobre el infrayacente jurásico, mientras que lo normal es poder distinguir un tramo margo-arcilloso (5) por debajo del anterior.

El tramo inferior (5), que no suele sobrepasar los 30 m de espesor, presenta gran variedad de facies:

- Facies de arcillas margosas verdes decoloradas y arcillas rojas en niveles métricos y decimétricos, muy bioturbados. Corresponden a ciclos de oxidación-reducción en medios lagunares.
- Facies de "mudstones"- "wackestones" laminados, en niveles decimétricos, con lami-

nado difuso, a veces estromatolítico, que corresponden a medios submareales lagunares de baja energía con tapices algares.

- Facies de "wackestones" homogéneos, en bancos de 1 metro, dolomíticos y recristalizados, a veces nodulosos, asimilables a un medio lagunar de baja energía.

- Facies de dolomías carniólicas en bancos métricos y decimétricos con moldes de sales. Corresponden a episodios hipersalinos en un contexto lagunar.

- Facies de dolomías brechoides recristalizadas en bancos métricos mal estratificados, que a veces aparecen canalizados. Se identifican con episodios hipersalinos durante los cuales se producen ciertas inestabilidades gravitacionales.

- Facies de "packstones" algo tableados con estratificación "wavy" y "flasher". Son episodios energéticos, generados por tormentas excepcionales, o contextos intermareales, en un medio lagunar.

El tramo superior (6) tiene una potencia muy variable que se debe tanto a la propia naturaleza de su depósito como al efecto erosivo de la Fm. Utrillas. En el flanco oriental del anticlinorio de Fuentelespino de Haro, un poco al norte de esta localidad, se han medido cerca de 90 m en una cantera que permite una buena observación de esta unidad. En este tramo se han reconocido las siguientes facies.

- Facies de calizas brechoides, en bancos métricos, con las bases ligeramente erosivas. Forman ciclos positivos con soporte de clastos en la base y de matriz a techo. Su matriz es micrítica y los clastos, que proceden del fondo lagunar, son angulares y presentan tamaños entre 1 y 20 cm. Se asimilan a depósitos gravitacionales asociados a un talud lagunar, controlados posiblemente por fallas sinsedimentarias.

- Facies de "wackestones" intraclásticos en bancos métricos masivos muy homogéneos. Se interpretan como depósitos en fondo lagunar de aguas salobres.

- Facies de "packstones" en bancos decimétricos con "ripples" de ola. Sus componentes son intraclastos, ostrácodos y algas. Corresponden a un fondo lagunar retrajado por oleaje.

En resumen, los materiales pertenecientes a las dos unidades cartográficas descritas ponen de manifiesto la presencia de un medio lagunar bien desarrollado, un tanto más energético durante el depósito del tramo superior.

La asignación de estas dos unidades al Cretácico inferior en facies Weald es sin embargo problemática. La ausencia de Malm en la serie jurásica infrayacente podría sugerir, alternativamente, su identificación con una posible facies Purbeck, que está ampliamente representada en toda la Serranía de Cuenca, igual que la facies Weald. La ausencia de dataciones paleontológicas no ayuda a resolver el problema.

Los materiales descritos están especialmente bien representados en la presente Hoja de Villarejo, y en la contigua al sur de Belmonte; también han sido reconocidos en diversas transversales septentrionales de la Sierra de Altomira. En estas zonas, los

autores de la cartografía geológica han optado por asignarlos a la facies Weald por "su mayor similitud estratigráfica y sedimentológica con las facies de márgenes palustres y edáficas del Barremiense de la Serranía de Cuenca" (ITGE, Hojas 1:50.000 de Palomares del Campo y Belmonte), criterio que por necesidades de unificación de la cartografía regional, también se ha adoptado en la presente Hoja. Sin embargo hay que destacar que podría tratarse de un equivalente de las calizas de Bonache descritas por MELENDEZ y RAMIREZ (1972), asignadas al Kimmerigiense-Portlandiense.

1.1.2.2. *Arenas silíceas y arcillas versicolores (7). Fm. Arenas de Utrillas. Albiense-Cenomaniense inferior.*

Esta unidad corresponde de forma clara a la Fm. Arenas de Utrillas definida en la Cordillera Ibérica, y aparece en todos los afloramientos mesozoicos de la Hoja como un nivel muy continuo y de espesor reducido (no superior a los 30 m y frecuentemente inferior a la decena de metros). Solamente se ha reconocido la ausencia de esta formación (o un espesor tan reducido que ha impedido su identificación) en un segmento de una de las escamas más occidentales de la Sierra de Almenara.

La base de esta formación coincide con una discordancia de índole regional cuya existencia también se ha comprobado en la presente Hoja: mientras que la Fm. Utrillas se apoya sobre el Cretácico en facies Weald en la alineación mesozoica de Almonacid Fuentelespino, en la escama más oriental de la Sierra de Almenara lo hace sobre el Dogger y sobre términos cada vez más bajos del Pliensbachiense cuanto más occidentales son las escamas infrayacentes. Ya en la Hoja de Corral de Almaguer (contigua al oeste) las arenas de Utrillas se apoyan sobre los materiales equivalentes a la Fm. Cuevas Labradas. Por otra parte, estudios del subsuelo llevados a cabo en transversales más septentrionales demuestran que el Keuper es el infrayacente de la Fm. Utrillas al oeste de la Sierra de Altomira, mientras que, aproximadamente hacia el centro de la Cuenca del Tajo, esta formación se apoya sobre el Paleozoico.

Se trata de arenas y areniscas de grano fino mayoritariamente cuarcíticas que se intercalan en un conjunto de arcillas versicolores. También existen margas conglomeráticas y microconglomeráticas con escasa continuidad lateral. Regionalmente, estos depósitos se han interpretado en el contexto de una extensa llanura aluvial, correspondiente posiblemente a sectores distales de abanicos húmedos. Su límite superior viene marcado por la aparición de niveles margosos verdes y amarillentos situados en la base de la unidad infrayacente (8) y que son asimilables a la Fm. Margas de Chera de la Cordillera Ibérica.

El contenido faunístico de esta formación es nulo, o en todo caso banal. Por correlación se le asigna regionalmente una edad Albiense-Cenomaniense inferior.

1.1.2.3. *Margas dolomíticas y dolomías tableadas (8). Cenomaniense.*

Concordantemente sobre la Fm. Arenas de Utrillas se dispone un conjunto de tonos

amarillentos característicos compuesto por margas dolomíticas y dolomías que alternan en proporciones variables, aunque generalmente de muro a techo se observa: un tramo margoso verde, una alternancia con esporádicas intercalaciones de areniscas y un tramo netamente dolomítico. Esta sucesión más o menos coincide con la sucesión de formaciones definida en el Cenomaniense en la Cordillera Ibérica, esto es, Fm. Chera, Fm. Alatoz y Fm. Villa de Ves, respectivamente. El escaso espesor de cada una de estas formaciones en la presente Hoja (el total no suele superar los 40 m) ha aconsejado su agrupación en una sola unidad cartográfica.

Los niveles dolomíticos, de textura muy variable, se agrupan en bancos de orden decimétrico a métrico, separados por superficies de estratificación planas y onduladas. Se han reconocido estratificaciones cruzadas, sigmoidales y bimodales, "ripples" de ola, abundante bioturbación, domos estromatolíticos y superficies ferruginosas, así como estratificaciones lenticular, y "wavy" en los niveles arenosos. En conjunto, su depósito se asocia a un medio de plataforma, generalmente en un ambiente de llanura mareal. Los niveles margosos inferiores se interpretan como el depósito en una plataforma interna-"lagoon" de gran tranquilidad y de baja tasa de sedimentación. Hacia techo, se observa la progradación de medios de llanuras de marea mixta. El conjunto termina con el desarrollo de un complejo de barras con marcadas influencias de oleaje y tormentas.

La fuerte dolomitización que afecta a las litologías descritas favorece una notable escasez de fauna fósil: Los estudios micropaleontológicos han podido determinar: *Ammobaculites* c.f. *Stephensoni* CUSHMAN, *Quinqueloculina* sp., *Cuneolina* s.p., *Ophthalmidium* sp.: *Daxia* Cenomana CUVILL Y SZADAL, huellas de orbitolinas, gasterópodos, ostreidos, ostrácodos y braquiópodos; fauna insuficiente para una datación exacta. Por criterios regionales se adopta una edad Cenomaniense para el conjunto de esta unidad cartográfica.

1.1.2.4. *Margas dolomíticas (9). Cenomaniense superior-Turonense inferior.*

Se trata de una alternancia de margas dolomíticas amarillentas (que son predominantes) y delgados niveles dolomíticos, que aparece en concordancia sobre la unidad anteriormente descrita. Se interpreta este conjunto como un nuevo avance marino tras una breve interrupción sedimentaria a techo de la unidad infrayacente. Se reconocen ambientes mareales pertenecientes a un nuevo ciclo sedimentario que culmina en el Turoniense. Pese al escaso espesor de esta unidad (10-20 m) se ha optado por la representación cartográfica de la misma (en ocasiones exagerada) ya que, debido a su persistente continuidad lateral, permite separar las unidades infra y supra-yacentes.

El equivalente de esta unidad en la Cordillera Ibérica es la Fm. Margas de Casa Medina, y por correlación con ella se le atribuye una edad Cenomaniense superior-Turonense inferior.

1.1.2.5. *Dolomías masivas (10). Turoniense.*

Se trata de una unidad fácilmente reconocible en virtud de su resalte morfológico res-

pecto a las formaciones incompetentes infra y suprayacentes. Este hecho facilita su individualización cartográfica incluso cuando su espesor es de apenas unos metros como ocurre en buena parte de la Hoja. Sin embargo existen puntos donde esta unidad presenta un espesor tan reducido que resulta difícil adivinar su traza. Equivale a la Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada, definida en la Serranía de Cuenca.

Es un conjunto de dolomías de aspecto masivo, que presentan estratificación cruzada, ondulada, megaestratificación cruzada, "ripples" de ola y ocasionalmente nódulos de sílex, todo ello con morfologías de barras y canales. Se suelen encontrar muy bioturbadas y karstificadas, siendo frecuentes las costras ferruginosas. En ocasiones y pese a la dolomitización, es posible reconocer restos de rudistas, algunos en posición de vida y otros en niveles de acumulación bioclásticos.

Estas facies y geometrías permiten reconstruir un ambiente de plataforma interna, somera, en donde existieron barras bioclásticas de acumulación de fragmentos, zonas protegidas con crecimiento de "mudmounds" con rudistas, y áreas submareales de decantación ampliamente colonizadas por organismos bentónicos. Estos materiales en continuidad con las margas de la unidad infrayacente, muestran un episodio progradante, que termina con secuencias de somerización. La colmatación y emergencia culmina el proceso y se pone de manifiesto en la parte superior de la unidad donde aparece una superficie irregular ferruginizada que marca una discontinuidad de entidad regional en el límite Turoniense-Coniaciense.

Pese a que esta unidad representa un notable desarrollo sedimentario respecto a las unidades infrayacentes, las muestras recogidas en la Hoja de Villarejo han resultado prácticamente estériles. Por correlación con áreas más orientales, de la serranía de Cuenca, se le atribuye una edad Turoniense.

1.1.2.6. *Margas con niveles dolomíticos (11). Coniaciense.*

Es un conjunto de margas amarillentas, generalmente de aspecto caótico, entre las que se intercalan niveles dolomíticos que en algunos casos pueden alcanzar cierta entidad. Su espesor en la presente Hoja no suele superar los 25 m.

Su calidad de afloramiento suele ser mala al encontrarse recubierta en la mayoría de los casos, por lo que no es posible realizar excesivas precisiones sedimentológicas. No obstante se han reconocido "ripples" de oleaje y grandes moldes de evaporitas en los niveles dolomíticos, así como señales de bioturbación y procesos edáficos en los tramos margosos. De acuerdo con estas características, se ha integrado a esta unidad en un contexto de plataforma interna con influencia continental y episodios hipersalinos. Se puede asimilar a la Fm. Margas de Alarcón de la Cordillera Ibérica.

Entre la fauna encontrada se pueden citar ostrácodos, miliólidos, moldes de gasterópodos, fragmentos de lamelibranquios, radiolas de equinodermos, así como tallos y ogonios de charáceas. Aplicando criterios regionales se le atribuye una edad Coniaciense.

1.1.2.7. *Calizas, dolomías, brechas dolomíticas (12). Coniaciense superior-Campaniense. Calizas blancas, margas y arcillas (13). Santoniense-Maastrichtiense*

Mediante un contacto neto sobre la formación anterior aparece una unidad formada por calizas, dolomías y brechas dolomíticas (12) que dan lugar al último resalte morfológico de la serie cretácica. Suelen presentar un aspecto caótico aunque en ocasiones es posible reconocer bancos calcodolomíticos de 0,5 a 1 m de espesor. En la mitad occidental de la Hoja sobre estos materiales carbonatados descansan las litologías arcillo-yesíferas de la unidad 14, existiendo en estos casos un contacto bien definido entre ambas unidades.

En la mitad oriental sin embargo, entre estas dos unidades se ha diferenciado un tramo intermedio constituido por margas blancas y verdes que intercalan calizas blancas bien estratificadas en niveles decimétricos y bancos métricos de dolomías (13). Esporádicamente también se ha observado alguna intercalación de yesos masivos, con espesor no superior a 1 metro.

Cartográficamente se comprueba que el techo de la unidad de calizas, dolomías y brechas dolomíticas (12) pasa lateralmente y en la vertical a la unidad de calizas blancas, margas y arcillas (13), y a su vez el techo de esta unidad evoluciona en el mismo sentido hacia la unidad arcillo-yesífera suprayacente (14).

Poco puede decirse del ambiente deposicional de estas dos unidades por su mala calidad de afloramiento en la Hoja. Observaciones regionales y datos de sondeos ofrecen algunas ideas al respecto. En la primera de ellas (12) se han reconocido laminaciones algares y brechas de desecación atribuibles a medios inter y supramareales. En profundidad está constituida por una alternancia de anhidritas y dolomías, lo que señala ambientes de "sebkha" costera. Se interpreta, pues, en un contexto de llanura mareal-"sebkha" costera, debiéndose su aspecto actual a la posterior disolución de las evaporitas por acción de las aguas meteóricas, y como consecuencia, la brechificación de los niveles dolomíticos. La unidad de calizas blancas, margas y arcillas (13) se atribuye a ambientes lagunares de aguas salobres y junto con la unidad suprayacente (14) constituye el tránsito entre los medios marinos del Cretácico superior y los continentales del Terciario.

La fauna encontrada en las dos unidades descritas permite asignarlas al Senoniese, si bien la primera de ellas parece no sobrepasar el Campaniense, y la segunda sin embargo, se prolonga durante el Maastrichtiense. Ejemplos de esta fauna son los siguientes: *Saortanella Maslovc*, *Platychava Turbinata*, *Dughiela obtusa*, *Quinqueloculina*, *Cytherella*, *Amblyochara Begudiana*, *Neocyprvideis Murciensis*, *Stensioina Surrentina* TORRE, *Mencharmentia Apenninica Compressa*, *Dendrinia Gigantea*, *Scandonea Sammitica*, *Nummofallotia apula*, *Archiaciana Munieri*, *Aeolissacus Kotori*, entre otras, además de diversos fragmentos de ostrácodos, espículas, equinodermos, gasterópodos y lamelibranquios.

1.1.2.8. *Arcillas, margas y yesos (14). Campaniense superior-Eoceno inferior.*

Se han incluido dentro de esta unidad cartográfica las litologías esencialmente arci-

llosas y yesíferas con las que culmina el ciclo cretácico, y que se sitúan inmediatamente por debajo de los primeros canales pertenecientes a la Unidad Paleógena. Esta unidad y muy probablemente la parte superior de la unidad de calizas, margas y arcillas (13), anteriormente descritas, constituyen la tradicional facies Garumniense, más recientemente definida como Unidad Basal por DIAZ MOLINA (1974), pudiéndose asimilar a la Fm. Villalba de la Sierra definida en la Serranía de Cuenca.

Se trata de arcillas y margas fundamentalmente verdes y en ocasiones blancas (por alteración) que intercalan paquetes de yesos masivos que a veces alcanzan un espesor considerable. Su calidad de afloramiento es muy pobre puesto que da lugar a zonas deprimidas que se utilizan como terrenos de labor. Las observaciones de índole sedimentológico son nulas en la presente Hoja. Se considera que esta unidad puede representar un segundo ciclo de características netamente continentales o al menos más continentales que la unidad infrayacente (13) dando paso al ciclo Terciario.

Como característica propia de esta unidad cabe resaltar su funcionamiento ocasional como superficie local de despegue, que puede favorecer una cierta disarmonía entre la serie terciaria y su sustrato mesozoico.

Su espesor oscila entre 100 y 250 m; esta última cifra se ha observado en el flanco occidental del anticlinal de La Sierra, en la esquina NE de la Hoja.

Respecto a su edad, su base debe corresponder al Campaniense superior Maastrichtiense a tenor de su cambio de facies con la unidad 13. Su techo se atribuye al Eoceno medio en función de ciertas asociaciones de charáceas descubiertas en la Hoja 1:50.000 de Las Majadas (ITGE 1989).

1.2. Terciario.

Los depósitos terciarios posteriores a la Fm. Villalba de la Sierra constituyen la extensión principal de sedimentos representados en la Hoja. Aplicando los mismos criterios utilizados en las hojas contiguas de Palomares del Campo (al norte), Valverde del Júcar (al este) y Belmonte (al sur), se han distinguido tres unidades principales dentro del Terciario. En la parte inferior de la serie se considera la Unidad Paleógena, de edad Eoceno medio-Arverniense; discordante sobre ésta reposa la denominada Unidad Paleógena-Neógena, de edad Arverniense-Ageniense, que incluye tres subunidades separadas entre sí por claras discontinuidades (que en algunos puntos presentan características de discordancias angulares); la parte superior del Terciario corresponde a la Unidad del Páramo, de edad Vallesiense Turoliense.

La edad atribuida a la Unidad Paleógena-Neógena y la consideración de ésta como tal, pese a incluir ciclos sedimentarios bien definidos separados por discordancias, son los aspectos más problemáticos de la estratigrafía del Terciario. En efecto, los estudios estratigráficos y sedimentológicos realizados en sectores más septentrionales de la Depresión Intermedia (véase por ejemplo las Hojas 1:50.000 de Sacedón y Auñón; ITGE, inédito) indican que estas discordancias no son locales sino que se extienden por toda la cuenca apareciendo muy atenuadas o como paraconformidades

hacia el centro de la misma; que estas discontinuidades separan verdaderas unidades deposicionales controladas por efectos tectónicos; y que su agrupación en unidades de mayor amplitud temporal no hace sino disminuir las posibilidades de controlar la evolución de la cuenca.

Por otra parte, se sospecha que buena parte de los depósitos atribuidos a todo el conjunto de la Unidad Paleógena-Neógena, son en realidad más modernos (ageniense-aragonienses) existiendo escasos afloramientos con materiales de edad Arverniense-Ageniense debajo de aquellos. Según esta hipótesis, se habría omitido una discordancia separando ambos conjuntos. Esta sospecha se fundamenta en observaciones llevadas a cabo en el flanco occidental del anticlinal de La Sierra, localizado en el cuadrante NE de la Hoja y que se prolonga en las Hojas de Valverde del Júcar y Palomares del Campo. En este flanco, sobre los materiales claramente pertenecientes a la Unidad Paleógena, que presentan un buzamiento subvertical o ligeramente invertido, reposan con igual actitud, unas facies de arcillas y canales de tonos ocres con un espesor no superior a los 30 metros. Se trata de un tramo perfectamente individualizado de las series infra y suprayacentes que, según lo señalado anteriormente, constituiría el único afloramiento de materiales de edad Arverniense-Ageniense existente en la Hoja. Por encima de estos, todas las unidades terciarias representadas en la Hoja serían únicamente neógenas y algunas de ellas, atribuidas al Ageniense (25, 26, 27 y 28) corresponderían claramente al Aragoniense.

1.2.1. Paleógeno

1.2.1.1. *Arcillas, limos y arenas rosáceas (15). Areniscas y conglomerados (16). Eoceno medio-Arverniense inferior.*

En el presente trabajo se ha denominado a este conjunto como **Unidad Paleógena**. Equivale a la Unidad Detrítica Inferior de DIAZ MOLINA (1974, 1978) y al Primer Ciclo Paleógeno de TORRES y ZAPATA (1986). Aflora en aparente continuidad a escala de afloramiento con la Fm. Villalba de la Sierra, aunque a escala regional se constata una discordancia cartográfica y el comienzo de un nuevo ciclo sedimentario de ambiente netamente continental. Está bien representada en el flanco oriental del anticlinorio de Almonacid del Marquesado, entre esta localidad y Villarejo de Fuentes; en el flanco occidental del anticlinal de la Sierra; en ambos flancos de los anticlinales de las Sierras del Pintado, Pradejas, Haro y Santa María; y en los núcleos de los anticlinales de materiales terciarios de Las Ramblas (al E de Villarejo) y del Arroyo del Derramadero (al E de Alconchel); también aflora en pequeños asomos anticlinales de la mitad septentrional de la Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara.

Se trata de un conjunto de arcillas, limos y arenas de tonos rosáceos (15) cuyos tramos inferiores dan relieves suaves con mala calidad de afloramiento y son difíciles de separar de la Fm. arcillo-yesífera de Villalba de la Sierra, infrayacente. Además de la identificación de su característico color asalmonado se ha optado por colocar cartográficamente su límite inferior a partir de los primeros resaltes de cuerpos arenosos. A pocos metros por encima de este límite inferior, es normal observar un incremento de las intercalaciones de cuerpos canalizados, conglomeráticos y arenosos, que a su vez aumentan de espesor alcanzando con frecuencia entidad cartográfica (16).

Estos cuerpos canalizados presentan una continuidad variable dentro de la masa de arcilla y limos. Individualmente tienen espesores entre 1 y 5 metros y presentan estratificación cruzada planar o en surco, con base erosiva. Ocasionalmente se han identificado algunos depósitos de "point bar" que indican el desarrollo de cauces sinuosos. Es relativamente frecuente la deformación hidroplástica y localmente se han identificado "slumps" asociados a márgenes de canales. La composición de los cantos y granos de los conglomerados y areniscas es mayoritariamente silícea (metacuarcitas) con presencia de elementos derivados de rocas metamórficas e ígneas que indican un área fuente paleozoica indeterminada, aunque, como señalan TORRES y ZAPATA (1986), en ciertas zonas, hacia techo de la unidad, se han observado aportes de áreas mesozoicas. Las medidas de paleocorrientes efectuadas en el presente trabajo muestran, como ocurre con el resto de afloramientos de esta unidad en la Depresión Intermedia, cierta dispersión de direcciones de corriente, predominando las lecturas dirigidas hacia el NE.

En la documentación complementaria de esta Hoja se aportan análisis granulométricos de los cuerpos arenosos con el correspondiente estudio de minerales pesados y fracción ligera.

Sobre los tramos canalizados se suele apreciar una película de espesor variable, decimétrico a métrico, de arcillas negras y asalmonadas con huellas de paleosuelos, nódulos de carbonatos, y restos de materia orgánica, que corresponde a depósitos de llanura aluvial. Regionalmente es normal que esta secuencia positiva quede completada con la presencia de niveles de calizas lacustres-palustres, que pueden llegar a alcanzar espesores importantes. Sin embargo, en la Hoja de Villarejo de Fuentes no se han detectado niveles carbonatados dentro de esta unidad.

El resto de la masa arcillo-limosa presenta tonos fundamentalmente rojos y en detalle se aprecia la presencia de niveles de gravas y arenas que forman capas o rellenan paleocanales. También se reconocen algunas concentraciones de yesos.

Regionalmente, dentro del ámbito de la Depresión Intermedia, la unidad Paleógena se interpreta en un contexto mixto fluvio-lacustre con buena preservación de los términos de llanura de inundación entre los que se identifican episodios palustres. Sin embargo, como se acaba de ver, el entorno de la Hoja de Villarejo debió ser poco favorable para el desarrollo de ambientes lacustres-palustres existiendo un claro predominio de regímenes fluviales. Todo ello se supone que constituiría las zonas distales de abanicos aluviales de alta eficacia de transporte con áreas fuente en relieves paleozoicos intermedios.

El espesor de esta unidad oscila entre los 150 y 350 m; al oeste de Villarejo y en el flanco oeste del anticlinal de la Sierra se calcula un espesor entorno a los 300 m; en la serie de la Fuente de la Pioja, el espesor disminuye a 150-120 m.

La edad de esta unidad se ha determinado regionalmente por los yacimientos de Alcázar del Rey y Carrascosa del Campo, localizados en la Hoja 1:50.000 de Huete. Al yacimiento de Alcázar del Rey, situado en la base de la unidad, con *Paleotherium castrense* NOULET, se le atribuye una edad Renaniense superior (DÍAZ MOLINA, 1978 y 1979). El yacimiento de Cerro Arenoso (Carrascosa del Campo), según CRU-

SAFONT y AGUIRRE (1973) es de edad Arvernense inferior. DIAZ MOLINA (1978, 1979) situó este yacimiento a techo de su Primer Ciclo Paleógeno, equivalente a la Unidad Paleógena del presente trabajo. Sin embargo, según TORRES et al. (1984), este yacimiento marca la base del segundo Ciclo Paleógeno (Unidad Paleógena-Neógena de este trabajo), interpretación posteriormente admitida por DIAZ MOLINA (1985). Posteriormente, se ha comprobado que este yacimiento tampoco data la base de la mencionada unidad puesto que esta se apoya en "onlap" sobre la infrayacente (ITGE, Hoja 1:50.000 de Palomares del Campo, inédita). Por lo tanto, según estas dataciones la edad de la Unidad Paleógena estaría comprendida entre el Rhenaniense superior y el Arvernense inferior. Sin embargo, el estudio reciente de un yacimiento descubierto en las inmediaciones de Pareja, en la parte alta de esta unidad; (DAAMS et al. 1989), sugiere una edad ligeramente más moderna para el techo de la misma.

1.2.2. Paleógeno-Neógeno.

1.2.2.1. *Arcillas y limos rojos (17). Conglomerados y arenas (18). Yesos y arcillas y yesos (19). Arcillas y limos ocreos con niveles de arenas (20). Areniscas y conglomerados ocreos (21). Calizas y calizas y margas (22). Arvernense-Ageniense.*

Estos materiales corresponden a los términos inferiores de la Unidad Paleógena-Neógena y a su vez constituyen un conjunto con características de unidad deposicional separado de las unidades infra y suprayacentes, por sendas discordancias. Para facilitar su denominación se utilizará el término de "Subunidad Inferior" de la Unidad Paleógena-Neógena. Incluye facies de abanico aluvial (17, 18 y 19) y facies fluvio-lacustres (20, 21 y 22) que corresponderían a sistemas deposicionales independientes aunque coetáneos y seguramente coalescentes.

Las facies de abanico aluvial son minoritarias y sólo están bien representadas al este de Alconchel, cerca del límite oriental de la Hoja, donde afloran por debajo de las facies fluviales de la misma subunidad, y son discordantes sobre la Unidad Paleógena. Aunque no se han representado en cartografía por su escaso espesor, también se han localizado, con idéntica posición estratigráfica, en la serie terciaria del flanco occidental del anticlinal de Almonacid; muy posiblemente están también representados en el anticlinal de las Ramblas, al este de Villarejo, y en el flanco occidental del anticlinal de la Sierra, si bien en estos puntos la mala calidad de afloramiento ha impedido su identificación. Se trata de un conjunto limoarcilloso (17) de color rojo intenso, que intercala cuerpos tabulares de brechas, conglomerados y arenas (18). Estos cuerpos presentan escasa ordenación interna, si acaso una cierta granoselección positiva y, en ocasiones, estratificación cruzada planar. Los tramos arcillolimosos, cuando afloran, suelen aparecer bioturbados. Son frecuentes los yesos dispersos que hacia techo llegan a formar niveles cartografiados (19).

El contacto con las facies fluviales es muy difuso y debe corresponder a un intervalo de interdigitaciones. Este hecho es difícil de comprobar por la mala calidad de afloramiento. Por lo tanto, es posible que alguno de los resaltes cartografiados a techo de este conjunto correspondan en realidad a canales arenosos (21) del conjunto fluvial suprayacente.

Se interpretan estos materiales como depósitos de abanicos aluviales cuyos ápices debían situarse en los relieves mesozoicos más cercanos. Serían abanicos aluviales de desarrollo local que debieron invadir las zonas ocupadas por los sistemas fluviales de esta misma subunidad, condicionando así su paleogeografía. Eventualmente existirían interdigitaciones entre ambos sistemas.

Las facies fluvio-lacustres constituyen el volumen principal de sedimentos de la Subunidad Inferior de la Unidad Paleógena-Neógena. Están especialmente bien representados en el sinclinorio de Villarejo, esto es, en el sector comprendido entre el anticlinal de Almonacid y el anticlinal de la Sierra. Son buenos puntos de observación, la carretera de Almonacid a Villarejo, la terminación periclinal de la Sierra del Pintado y su prolongación al norte en el anticlinal de la Sierra. Es un conjunto de arcillas y limos de tonos ocre y rojos (20) que intercalan abundantes niveles de areniscas y conglomerados (21). Así mismo son característicos de esta unidad unos niveles de calizas, y calizas y margas (22) que se presentan con gran frecuencia y continuidad cartográfica en el flanco oriental del anticlinal de Almonacid y en el anticlinal de las Ramblas, mientras que son más bien escasas en el flanco occidental del anticlinal de la Sierra. Se observa así una notable asimetría, en sentido E-O, en la distribución de facies dentro de esta unidad; en el sector occidental del sinclinorio de Villarejo predominan los términos calcáreos y margosos sobre los cuerpos arenosos canalizados, apoyándose aquellas en "onlap" sobre la Unidad Paleógena; en el sector oriental del sinclinorio apenas se reconocen algunos niveles calcáreos a techo de la serie, predominando en este caso los términos canalizados que, además, presentan un considerable espesor y dibujan una discordancia progresiva amortiguándose hacia techo.

Los cuerpos canalizados (21) de esta unidad fueron descritos por DIAZ MOLINA (1979). Se reconocen barras de meandro y canales de baja sinuosidad. Las primeras presentan acreción lateral y están formadas por secuencias positivas, constituidas por estratificación cruzada de gran escala. Los canales de baja sinuosidad pueden estar rellenos por un único "coset" de estructuras sedimentarias, por una superposición de "cosets" tabulares, por una única secuencia positiva, o por canales amalgamados. Son muy frecuentes las estructuras de escape de agua y deformación hidrop lástica. Generalmente los canales presentan a techo una película de arcillas ocre y rojas con espesores variables, que suelen estar bioturbadas.

En la documentación complementaria de esta Hoja se aportan análisis granulométricos de los cuerpos arenosos con el correspondiente estudio de minerales pesados y fracción ligera.

Los términos calcáreos (22) corresponden en realidad a una alternancia de orden decimétrico de calizas tableadas y margas blancas y verdes que forman niveles de gran continuidad lateral y espesores a veces superiores a los cinco metros. En el sector occidental del sinclinorio de Villarejo se reconocen al menos seis de estos niveles, cada uno de los cuales representa el techo de pequeñas secuencias de colmatación que comienzan por términos rojizos de limos y arcillas, y ocasionalmente algún canal arenoso, y acaban con los términos calcáreos y margosos. En el anticlinal de las Ramblas, en el centro del mencionado sinclinorio, los niveles de calizas y margas son menos frecuentes aunque siguen conservando su continuidad lateral y espesor. En esta zona, las secuencias descritas son todavía más evidentes al comenzar cada una

de ellas por un canal o conjunto de canales. Por último en el sector oriental del sinclinal sólo se reconoce un nivel calcáreo con entidad cartográfica si bien existen algunos otros niveles de menor espesor, siempre a techo de la serie.

Las calizas frecuentemente laminadas, corresponden a pelmicritas de carofitas y ostrácodos aunque también se han identificado, dolo-intrapelmicritas y brechas dolomíticas. También existen niveles con amplia porosidad relacionados con travertinos y niveles nodulares relacionados con encostramientos.

Este conjunto se interpreta como un abanico aluvial con alta eficacia de transporte cuyo desarrollo sobrepasaría el ámbito de la presente Hoja. Según DIAZ MOLINA et al. (1985 y 1989) se trata de un sistema de canales distribuidores con ápice en la Serranía de Cuenca que se corresponde con el Segundo Ciclo de TORRES y ZAPATA (1986). Los términos de calizas y margas se asocian, dentro de este contexto, a zonas de llanura de inundación con desarrollo de episodios lacustres-palustres más o menos efímeros en función del abandono o colmatación de la cuenca fluvial.

Como se ha explicado con anterioridad, la edad de la Unidad Paleógena Neógena de este trabajo se ha adoptado en función de su correlación con unidades equivalentes en las Hojas contiguas. Así, a la "Subunidad inferior" que se acaba de describir le correspondería una edad Arverniense superior-Ageniense.

Los espesores de esta Subunidad Inferior oscilan entre los 50-100 metros escasos para el conjunto aluvial y los 300 metros aflorantes (que pueden ser superiores a 500 m en profundidad) del conjunto fluvio-lacustre.

1.2.2.2. *Limos y arcillas rojas con niveles de arenas (23). Calizas y calizas y margas (24). Ageniense.*

Este conjunto de materiales se denominará en el presente trabajo con el nombre de "Subunidad Intermedia" de la Unidad Paleógena-Neógena. Aflora exclusivamente en el entorno del anticlinal de las Ramblas y en el flanco oriental del anticlinal de Almonacid, siempre sobre la "Subunidad Inferior". Su individualización como ciclo independiente ha resultado problemática puesto que su base casi nunca aflora y por tanto el contacto con la serie infrayacente es desconocido. A primera vista se podía interpretar como la continuación de los términos calcáreos de la subunidad infrayacente, alternativa que no es del todo descartable. Según esta alternativa la Subunidad Inferior describiría una discordancia progresiva como la observada en el flanco occidental del anticlinal de la Sierra.

Sin embargo se ha optado por considerar a este conjunto como una secuencia deposicional con entidad propia en función de los siguientes criterios:

- El contraste de buzamientos entre los términos calcáreos de la subunidad infrayacente y los atribuidos a ésta es demasiado acusado. Se deduce que entre ambas subunidades existe una discordancia angular.
- Se reconoce un fuerte cambio de coloración y litológico entre los materiales margo-

sos (de color blanco y verde) y arcillosos (de color ocre) que acompañan a los términos calcáreos de la Subunidad Inferior, y los materiales arcillo-limosos y arenosos (de color muy rojo) que acompañan a los términos calcáreos de la Subunidad Intermedia. Se han identificado cuerpos arenosos en la base de esta subunidad sobre los términos calcáreos infrayacentes, que indican el comienzo de una nueva secuencia.

- Los términos calcáreos de la Subunidad Intermedia se disponen en "onlap" sobre el techo de la subunidad infrayacente, que parece que ya esbozaba una cierta forma anticlinal, acuñándose hacia la terminación meridional del mismo.

- Sus materiales nunca se pueden considerar la base de una supuesta unidad deposicional que culminaría a techo de la "Subunidad Superior". Como se verá a continuación, la "Subunidad Superior" presenta un término inferior de canales arenosos que reposan mediante contacto discordante y erosivo sobre diferentes unidades infrayacentes.

La Subunidad Intermedia de la Unidad Paleógena-Neógena está formada fundamentalmente por limos y arcillas rojas que incluyen esporádicos niveles arenosos (23). Los afloramientos de estos términos son francamente escasos y apenas se pueden realizar observaciones de índole sedimentológica en ellos. Los cuerpos arenosos presentan una geometría tabular y escasa ordenación interna. Se han observado niveles dispersos de gravas. Las arcillas y limos se suelen encontrar bioturbados e incluyen zonas de encostramientos y niveles de yesos. Intercalados en el conjunto arcillolimoso se localizan niveles muy continuos de calizas, y calizas y margas (24) que como se explicó anteriormente, se acuñan hacia el extremo sur del anticlinal de las Ramblas. En superficie estas calizas presentan una fuerte karstificación. Petrográficamente se trata de calizas micríticas con texturas "wackestone" "mudstone" y escasos componentes, representados por agregados peletoidales y ostrácodos y charáceas.

Poco se puede decir del ambiente deposicional de esta subunidad salvo que los términos aflorantes en la presente Hoja (que seguramente corresponden a los términos más altos de una secuencia deposicional con mayor entidad y extensión) se pueden atribuir a zonas medias y distales de abanicos aluviales de ámbito local que con frecuencia evolucionaban hacia zonas de encharcamiento con desarrollo de ambientes lacustre-palustres. Su espesor máximo aproximado es de unos 100 metros.

1.2.2.3. *Arcillas rojas, limos y arenas (25). Areniscas y conglomerados; arenas yesíferas (26). Arcillas rojas y yesos (27) y yesos masivos (28). Ageniense.*

Se ha denominado a este conjunto de materiales como "Subunidad Superior" de la Unidad Paleógena-Neógena. Está bien representada en toda la mitad oriental de la Hoja donde son fácilmente identificables sus términos superiores yesíferos. El límite inferior de esta subunidad corresponde a una discordancia bien definida en cartografía. Los términos basales terrígenos se apoyan mediante un contacto erosivo sobre diferentes unidades infrayacentes, aunque también es posible observar en la esquina NE de la Hoja un "onlap" de los términos superiores yesíferos sobre los materiales del techo de la subunidad inferior.

Las litologías que constituyen esta subunidad son arcillas rojas, limos y arenas (25) que intercalan canales de arenas yesíferas, areniscas y conglomerados (26). A techo se desarrolla un tramo de arcillas rojas y yesos (27) que incluye niveles de yesos masivos (28) con entidad cartográfica. Los cuerpos canalizados (26) que se incluyen dentro del tramo terrígeno de arcillas, limos y arenas (25) desaparecen en cambio de facies hacia el sur de la Hoja, disminuyendo asimismo el espesor del tramo terrígeno, que puede llegar a perder entidad cartográfica. Por esta razón son los términos arcillosos y yesíferos (27 y 28) los que constituyen la práctica totalidad de esta subunidad en el cuadrante SE de la Hoja.

Los cuerpos canalizados (26) están bien representados en las inmediaciones de la urbanización Casalonga en ambos márgenes del Río Záncara. Están constituidos por arenas y arenas yesíferas fundamentalmente, y conglomerados en mucha menor proporción. Tienen escasa continuidad lateral apareciendo incluidos en el conjunto arcillo-limoso de color rojo (25). Presentan espesores medios individuales entre 2 y 4 metros, abundante estratificación cruzada planar y en surco y son frecuentes las removilizaciones de yesos que, en tamaño arena, pueden llegar a constituir la totalidad de un canal. Se reconocen cuerpos con geometrías desarrolladas por acreción lateral, con niveles de "climbing-ripples" a techo, que constituyen criterios característicos en la identificación de cursos de alta sinuosidad.

En la documentación complementaria de esta Hoja se aportan análisis granulométricos de los cuerpos arenosos con el correspondiente estudio de minerales pesados y fracción ligera.

Los tramos de arcilla y limos negros (25), con espesores entre 0,55 y 10 m, presentan acumulaciones de yesos nodulares y yesos dispersos, encostramientos y bioturbación. Existen niveles lutíticos de tonos verde y gris oscuro y ocasionalmente concentraciones de restos vegetales.

El tramo cartográfico de arcillas rojas y yesos (27) es mayoritario dentro de esta subunidad y aflora concordante sobre los tramos anteriormente descritos, o bien, constituye la base de la subunidad donde estos últimos no están representados. Los yesos pueden llegar a formar acumulaciones de hasta 10 m de espesor, que, dispuestos en bandas, adquieren entidad cartográfica (28). Se trata de yesos primarios, blancos, aparentemente masivos pero que en detalle reflejan una cierta estratificación, frecuentemente nodular. Es característico de este tramo la existencia de acumulaciones de sílex en niveles que pueden alcanzar unos metros de espesor. Asimismo es común en el sector más meridional del cuadrante SE de la Hoja encontrar niveles de yesos masivos tan fuertemente calcificados que pueden llegar a dar un aspecto de calizas lacustres.

El espesor de esta unidad oscila entre los 200 y 300 m en el núcleo del sinclinal de Villar de Cañas. Las facies terrígenas con canales no sobrepasan los 70 m en el sector NE de la Hoja, disminuyendo rápidamente su espesor hacia el sur. El tramo de arcillas rojas y yesos puede alcanzar un espesor de 100-150 m, que sería mínimo teniendo en cuenta que desconocemos su techo.

Las facies descritas configuran un ciclo sedimentario bien definido. Se atribuyen a

depósitos de abanico aluvial de alta eficacia de transporte procedente de relieves mesozoicos situados al NE de la Hoja. En la Hoja de Villarejo estarían representadas las facies relativamente distales de este abanico en la que predominan las zonas de inundación sobre los canales, presentando además cierta sinuosidad en los paleocauces. El ciclo sedimentario culmina con un episodio lacustre salino en el que se generalizan los depósitos de yesos primarios.

Como ocurre en el resto de la Unidad Paleógena-Neógena la edad de esta Subunidad Superior se ha establecido por correlación con términos supuestamente equivalentes de las Hojas contiguas, atribuyéndose al Ageniense. No obstante, es preciso señalar que una muestra colectada en la parte inferior de esta subunidad (tramo cartográfico 26; serie Arenero de las Pozas, muestra n° 0806) contiene fauna del Aragoniense inferior-medio (Orleaniense): *Elkocythereis*, *Nitellopsis (Tectochara) meriani*, *Chara cf. molassica* STRAUB, *Chara* sp 7 RAMIREZ. Esta datación no haría sino confirmar la posible edad más moderna de buena parte de la Unidad Paleógena-Neógena.

1.2.3. Neógeno

1.2.3.1. Arcillas y limos rojos con niveles de conglomerados y arenas (29). Brechas y conglomerados (30). Arcillas y margas (31) Calizas y calizas y margas (32). Vallesiense-Turoliense.

Este conjunto de materiales se ha denominado con el nombre de "Unidad del Páramo". Ante la ausencia de depósitos pliocenos constituye la parte más alta de Terciario de la presente Hoja. Los términos terrígenos de arcillas y limos rojos (29) y brechas y conglomerados (30) ocupan la práctica totalidad de la depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara ocultando, salvo en el caso de dos asomos de la Unidad Paleógena, las series terciarias infrayacentes. También afloran en las inmediaciones de Villarejo de Fuentes, y al pie de la vertiente occidental de la Sierra de Almenara y oriental de la alineación de Almonacid-Fuentelespino. Los términos superiores de arcillas y margas (31) y, calizas y calizas y margas (32) solamente están representadas en las mesas de Tresjuncos y de Las Escaleras, esta última adosada al anticlinal de la Sierra de El Naval.

El límite inferior de este conjunto corresponde a una acentuada discordancia regional, siendo su infrayacente cualquier formación tanto mesozoica como terciaria. Además, hay que tener en cuenta que esta discordancia coincide, al menos en la presente hoja, con la ausencia de materiales aragonienses. La razón de esta circunstancia habría que buscarla más en una falta de depósito que en una total erosión de los materiales supuestamente depositados en este período. A este respecto, sin embargo, hay que mencionar una vez más la posibilidad de que formaciones de la parte alta de la Unidad Paleógena-Neógena, consideradas como agenienses en la presente Hoja y hojas contiguas, sean en realidad de edad Aragoniense. De esta forma no habría necesidad de explicar una laguna sedimentaria que no se reconoce en otros puntos de la Depresión Intermedia.

El término de brechas y conglomerados (30) está especialmente bien representado al pie de los relieves mesozoicos donde forman sucesiones con espesores importantes,

que a veces pueden superar los 50 m. En estos puntos se trata de un conjunto de aspecto masivo constituido por cuerpos mal estratificados de bloques y gravas angulosas que flotan en una matriz de arenas, limos y arcillas de intenso color rojo. Son depósitos de "debris flow" que corresponden a las facies más próximas de abanicos aluviales cuyos ápices se situaban en los mismos relieves mesozoicos a los que aparecen adosadas. Estos depósitos evolucionan muy rápidamente en la horizontal a facies un tanto más organizadas, reconociéndose así en los afloramientos un poco más separados de los relieves, cuerpos amalgamados de gravas, con superficies de erosión muy marcadas, y que permiten el depósito a techo de una película de arcillas y limos rojos. Un poco más lejos de los relieves, las arcillas y limos rojos (29) empiezan a ser los constituyentes mayoritarios de la unidad y los cuerpos de brechas (cada vez menos frecuentes) y conglomerados, aparecen ya individualizados y con mayor organización interna (se intuye una cierta granoclasificación positiva y, en ocasiones, estratificación cruzada planar). En las zonas más distales, como ocurre en la zona central de la depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara, la unidad está formada por una masa arcillo-limosa de color rojo intenso que incluye frecuentes niveles de arenas y gravas sueltas y, más ocasionalmente, resaltes de cuerpos conglomeráticos y brechoides con geometría tabular y, a veces, canalizada.

Las facies arcillo-limosas suelen aparecer bioturbadas y ocasionalmente presentan horizontes edáficos y encostramientos, así como delgados niveles calcáreos que indican efímeros episodios palustres. En Tresjuncos y en la vertiente norte de la Sierra del Naval, la parte alta de estas facies arcillosas más distales empieza a intercalar niveles decimétricos de margas blancas y verdes (32). Hacia techo las margas aumentan de espesor y se hacen paulatinamente predominantes sobre las arcillas rojas, a la vez que empiezan a intercalar delgados niveles de calizas. La serie culmina con un tramo fundamentalmente calcáreo, de unos 10 m de espesor, constituido por una alternancia de calizas, organizadas en niveles de 0,1 a 1 m, y margas. El resalte del tramo calcáreo superior respecto a las formaciones margo-arcillosas infra-yacentes, y la posición subhorizontal del mismo, da lugar a las mesetas de Tresjuncos y Escaleras.

Las calizas presentan aspecto noduloso o laminado y están con frecuencia afectadas por una microkarstificación. Son calizas micríticas, en ocasiones algo arenosas y porosas, y suelen aparecer generalmente recrystalizadas. Se reconocen posibles estructuras algales con filamentos, raíces y algún oncoide, así como grumos arcillosos micríticos con limos. Son abundantes las carófitas, cianofíceas, ostrácodos y gasterópodos que a veces se presentan constituyendo "wackestones-grainstones" bioclásticos. Son comunes los procesos de exposición subaérea (bioturbación, desecación, etc.). Se interpretan como correspondientes a un ambiente lacustre-palustre en un medio energético.

Estas calizas presentan abundante microfauna. En muestras obtenidas en la serie de Tresjuncos se ha encontrado: *Candona neglecta*, *Candona ciceronis*, *Candona gaborvi*, *Chara rochetti*, *Chara* sp, y múltiples restos de gasterópodos y lamelibranchios. Esta fauna indica una edad comprendida entre el Aragoniense superior (Astaraciense) y la base del Vallesiense. Sin embargo, el yacimiento con fauna de roedores de Zafra de Záncara, localizado en calizas equivalentes, permite concretar su edad como Turoliense (DAAMS et al. 1986). De esta forma, estas calizas corresponden a las conocidas regionalmente como calizas del Páramo y por ello la unidad

deposicional a la que pertenecen se ha denominado Unidad del Páramo. Desde el punto de vista sedimentario el conjunto de la unidad se interpreta depositado en un contexto de abanicos aluviales coalescentes, con ápices en las alineaciones mesozoicas principales de la Hoja. La unidad tiene un claro origen tectónico e implica una fuerte reactivación por compresión de los mencionados relieves. Dentro de la unidad es posible reconocer fuertes pendientes deposicionales, progradación de las secuencias y discordancias internas que indican reactivaciones de los relieves mesozoicos durante su depósito. A techo de la unidad se desarrolló un episodio lacustre-palustre que indica el cese de la actividad en los relieves mesozoicos.

En la depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara se estima un espesor mínimo de esta unidad entre 250 y 300 m. Las facies lacustres no superan los 30 m de espesor.

1.3. CUATERNARIO.

El Cuaternario de la Hoja de Villarejo de Fuentes está representado en su mayor parte por depósitos de carácter fluvial: fondos de valle, llanura de inundación, conos de deyección, etc... Glacis, coluviones, fondos endorreicos y arcillas de descalcificación, completan el espectro de los depósitos más recientes.

1.3.1. Pleistoceno-Holoceno.

1.3.1.1. *Arcillas, arenas, cantos y costras. Glacis (33). Pleistoceno-Holoceno.*

Aparecen en las vertientes de los principales ríos y son de pequeño desarrollo, tanto superficialmente como por su potencia, no superando casi en ningún caso los 2 m. Su litología varía en función de los materiales subyacentes, siendo en general de naturaleza limo-arcillosa con cantos calcáreos. En los glacis de la ladera este de la Sierra de Almenara pueden encontrarse, a techo, costras poco potentes de estructura laminar.

Se les asigna una edad amplia, Pleistoceno-Holoceno, dadas sus características espaciales diversas, como su posición a diferentes alturas con relación a los cauces, además de su distinta potencia, tamaño, consolidación, etc.

1.3.2. Holoceno.

1.3.2.1. *Arcillas y limos grises. Depresiones endorréicas (34). Holoceno*

Se suelen formar en algunas zonas deprimidas o de sustrato impermeable, al quedar embalsadas las aguas de lluvia. Estas formaciones son de dimensiones decamétricas o hectométricas ofreciendo contornos circulares y ovoides.

Como ya se ha señalado, se alimentan del agua de las vertientes y acumulan en el fondo materiales de carácter arcilloso-limoso con algo de materia orgánica y cantos dispersos en superficie.

Es muy frecuente el desarrollo de suelos grises, de tipo vértico, sobre estos sedimentos. Se consideran de edad holocena.

1.3.2.2. Arenas, arcillas y gravas, Conos de deyección (35) y Coluviones (36). Holoceno.

Estos dos tipos de depósitos originados, unos por gravedad y otros por la acción fluvial, presentan características litológicas muy similares, siempre dependiendo del sustrato que los alimenta. Se trata de formaciones superficiales poco coherentes que se sitúan y alternan en las márgenes de los principales ríos y arroyos como el Záncara, el Viejo, etc. Presentan dimensiones reducidas de carácter hectométrico.

Están constituidos por arenas y arcillas con niveles de cantos de calizas, cuarcitas e incluso de yesos. La diferencia entre unos y otros depósitos es el grado de organización siendo más caóticos los de carácter gravitacional. Los espesores pueden alcanzar los 2-3 metros en las partes distales hasta 6 ó 7 en las proximales. Se les supone una edad Holoceno, por su interdentación a veces con los depósitos de llanura de inundación o fondos aluviales de igual edad.

1.3.2.3. Limos, arcillas y gravas. Llanura de inundación (37). Holoceno.

Los únicos depósitos de llanura de inundación que se han cartografiado son los desarrollados por el río Záncara. Aunque sus características se describen en el apartado correspondiente a las Formaciones Superficiales, conviene incidir en la presencia de un nivel de limos y arcillas a techo, originado por los procesos de desbordamiento. Su morfología es plana y su anchura puede alcanzar dimensiones próximas a 1 km en algunos sectores.

En los puntos donde se puede observar una sección se reconoce un suelo gris, poco evolucionado, con un alto contenido en materia orgánica.

1.3.2.4. Gravas, arenas y limos. Fondos de valle (38). Holoceno.

Son todos aquellos depósitos que rellenan el fondo de los valles excavados por la red fluvial, a excepción del Záncara. En algunos casos son debidos, sola y exclusivamente, a la acción fluvial, pero, en la mayoría, se deben a la actuación combinada de la acción fluvial y la actividad de las laderas. Sus depósitos no son homogéneos puesto que al ser cauces de pequeño recorrido, su litología y textura dependen de los materiales que atraviesan; así unos son fundamentalmente limo-arcillosos con cantos y gravas de calizas dispersos y otros tienen un mayor contenido en detríticos gruesos.

2. TECTONICA Y NEOTECTONICA.

2.1. INTRODUCCION. CONTEXTO GEODINAMICO.

La Hoja de Villarejo de Fuentes se sitúa en la mitad meridional de la Depresión Intermedia, en una zona donde los límites de esta cuenca comienzan a estar peor definidos por la proliferación de alineaciones mesozoicas tanto en su interior como al

oeste de la Sierra de Altomira. Es decir, mientras que en la mitad septentrional, la Depresión Intermedia queda perfectamente delimitada por la Sierra de Altomira al oeste y la Serranía de Cuenca al este, sin que existan entre ambas apenas un par de alineaciones anticlinales importantes, en transversales más meridionales se observa una mayor continuidad de afloramientos mesozoicos entre la Serranía de Cuenca y la Sierra de Altomira. Además esta última abandona su perfil característico de zona imbricada y cabalgante sobre la Cuenca del Tajo ramificándose a su vez hacia el sur en una sucesión de alineaciones anticlinales, sólo ocasionalmente cabalgantes, cuyo límite con la Cuenca del Tajo queda mal definido. Se pone así de manifiesto un progresivo levantamiento del sustrato mesozoico de la cuenca hacia el sur lo que incide en una menor acumulación de depósitos terciarios en este sentido. Esta polaridad N-S es en parte consecuencia de un cambio en el estilo de la deformación desde las transversales más septentrionales, donde existe un mayor acortamiento acomodado en forma de cabalgamientos, hasta las transversales más meridionales donde los pliegues y cabalgamientos con pequeños desplazamientos son suficientes para acomodar acortamientos de menor cuantía.

La tectónica intramesozoica que controló el depósito de los materiales que constituyen el sustrato mesozoico de la Depresión está ligada a la evolución del Aulacógeno Ibérico y sus aspectos más destacados se recogen en el capítulo dedicado a la Historia Geológica. En el presente capítulo se trata exclusivamente la evolución estructural de la zona de estudio y su entorno a partir del final del ciclo regresivo del Cretácico, momento en el que comienzan las primeras compresiones terciarias.

La Unidad Paleógena es anterior a la estructuración de la Depresión Intermedia y sus materiales, con características muy similares en todo su ámbito, se depositaron a partir de relieves paleozoicos en una cuenca cuyas dimensiones sobrepasaban las actualmente comprendidas por la Cuenca del Tajo s.s. y la Depresión Intermedia. En transversales más septentrionales se ha identificado la discordancia de techo de la Unidad Paleógena como una primera reestructuración de la cuenca original y como el inicio de la etapa principal de deformación cuyo máximo se localizó en el límite Oligoceno-Mioceno inferior y más concretamente dentro del Ageniense. A este máximo se ha atribuido la definitiva individualización de la Depresión Intermedia respecto de la Cuenca del Tajo.

En la Hoja de Villarejo de Fuentes no existen, a uno y otro lado de la Sierra de Altomira, apenas afloramientos de unidades atribuibles a este período que sirvan para precisar el momento en el que se creó este relieve.

A este respecto se puede decir que sólo la Unidad Paleógena aparece pinzada en las imbricaciones que constituyen la Sierra y que es también esta unidad la única que aflora en pequeños anticlinales al norte de la Depresión de Tresjuncos- Puebla de Almenara. Por otra parte, en la esquina NE de la Hoja, la Unidad Paleógena aflora subvertical o invertida, solidaria sobre la serie mesozoica, mientras que la parte inferior de la Unidad Paleógena-Neógena (Subunidad Inferior) describe una discordancia progresiva que está fosilizada por los términos superiores de esta misma unidad (Subunidad Superior). En el corte I-I' que acompaña a la Hoja, se sugiere además que estas series forman parte del bloque de techo del cabalgamiento de la Sierra y que este cabalgamiento cubre parte de la Subunidad Inferior en su bloque de muro. Es

decir, la relación tectónica-sedimentación en el anticlinal de la Sierra parece indicar que la máxima deformación se produjo durante el depósito de la Subunidad Inferior de la Unidad Paleógena-Neógena, cuya edad se ha atribuido en la presente memoria al Oligoceno Superior.

Por lo tanto parece que la deformación máxima ocurrió antes en la transversal de la Hoja de Villarejo (Oligoceno superior) que en transversales septentrionales (Ageniense). Tal discrepancia temporal, no muy acorde con la dinámica de cinturones de cabalgamientos, se solventaría aplicando las edades alternativas propuestas en el apartado correspondiente a la estratigrafía del Terciario.

En el conjunto de la Depresión Intermedia, tras el período de máxima deformación y hasta finales del Neógeno se produjeron reactivaciones de carácter compresivo que impusieron una deformación ténue en las unidades neógenas más modernas. Sin embargo, en el ámbito de la Hoja, el marcado origen tectónico de la Unidad del Páramo y la ausencia de formaciones de edad Aragoniense indican una cierta intensidad de la deformación en el Mioceno superior. Las estructuras distensivas no se generalizan hasta el Plioceno superior o Pleistoceno.

Los estudios del subsuelo de la Cuenca del Tajo y Depresión Intermedia han revelado como incierta la clásica estructura en "horsts" y "grabens" atribuida a estas cuencas y que condicionaría su relleno durante el Terciario. Según estos estudios no hay constancia de estructuras distensivas de basamento de edad intrapaleógena y ámbito regional, como es de esperar en un contexto geodinámico controlado por la convergencia entre las Placas Ibéricas y Europea a lo largo de la sutura pirenaica. La extensión meridional de los procesos relacionados con este fenómeno geodinámico parece ahora mayor tras la comprobación de una fuerte deformación en el seno de la Cordillera Ibérica en la que, además de la cobertera mesozoico-terciaria, también participa el basamento con imbricaciones internas a favor de despegues intracrustales. Esta tectónica de basamento ha sido también identificada en el subsuelo de la Cuenca del Tajo y Depresión Intermedia. La estructuración de la Depresión Intermedia como subcuenca individualizada de la Cuenca del Tajo (y de ambos bordes de la Cordillera Ibérica) se puede entender como una consecuencia última del mencionado fenómeno geodinámico cuyo primer resultado sería la creación del Pirineo y de la Depresión del Ebro, esta última como cuenca antepaís del primero.

La Cuenca del Tajo s.l. (sensu lato, esto es, Cuenca del Tajo-Depresión Intermedia) ocupa un espacio a caballo entre la periferia del Macizo Hespérico y el margen occidental del Aulacógeno Ibérico siendo el sustrato de sus depósitos terciarios tanto los materiales paleozoicos y cristalinos del primero como los depósitos de plataforma, muy adelgazados, del segundo.

El esquema regional descrito, que tiene cinco elementos mayores, Pirineo, Cuenca del Ebro, Cordillera Ibérica, Cuenca del Tajo s.l. y Macizo Hespérico, presenta ciertas similitudes con la estructura de las Montañas Rocosas Meridionales de los Estados Unidos donde el antepaís está alterado por una fuerte tectónica de basamento. BALLY y SNELSON (1980) han clasificado las cuencas asociadas a estos ambientes tectónicos como cuencas perisuturales asentadas sobre plataformas y/o cratones adyacentes a zonas de subducción de tipo A (consumo de corteza continental bajo

corteza continental). Dentro de estos ambientes los mismos autores separan aquellos en cuyo seno o áreas circundantes se produce una tectónica de basamento (como es el caso de la zona de estudio), de aquellas en las que esta tectónica de basamento es mínima o inexistente.

A los cinco elementos mayores mencionados hay que añadir el Sistema Central cuya estructuración transversal a los anteriores, parece que fue ligeramente posterior a la de la Depresión Intermedia, condicionando así mismo la geometría de la Cuenca del Tajo. Hay autores (PORTERO y AZNAR, 1984, VEGAS et al. 1990) que explican el Sistema Central como una cadena formada por el movimiento en dirección de fallas ENE-OSO de entidad regional mientras que otros piensan que se trata de un sistema de pliegues y cabalgamientos que afectan tanto a una delgada cobertera mesozoica como al basamento hercínico (BANKS y WARBURTON en prensa, WARBURTON y ALVAREZ 1989). Según esta última idea, deducida por los autores citados a partir de estudios realizados en la Sierra de Guadarrama, la estructura del Sistema Central se atribuye a una compresión NO-SE o NNO-SSE que correspondería al mismo fenómeno geodinámico que produce la estructuración de las Zonas Externas s.l. de las Cordilleras Béticas.

De esta forma, en el ámbito tectónico de la zona de estudio, se produciría el solapamiento de dos fenómenos geodinámicos de carácter compresivo, siendo el segundo (compresión bética) ligeramente más moderno que el primero (compresión pirenaica).

Otro fenómeno geodinámico a tener en cuenta, sobreimpuesto a los anteriores, es el relacionado con la apertura del Golfo de Valencia, fenómeno éste de carácter extensional (extensión E-O) muy bien representado en el sector oriental de la Cordillera Ibérica pero con escasa incidencia en la zona de estudio.

Si se aplican las clasificaciones de cuencas establecidas en función de los mecanismos litosféricos que intervienen en ellas (ALLEN y ALLEN 1990), la Cuenca del Tajo (y la Depresión Intermedia dentro de ella) corresponde al grupo de cuencas formadas por flexión de la litosfera continental, flexión causada por la carga litostática que produce el apilamiento tectónico de unidades que caracteriza el crecimiento de las cadenas montañosas.

2.2. TECTONICA DESCRIPTIVA.

La estructura de la Hoja de Villarejo (ver esquema tectónico adjunto a la Hoja) está definida por las alineaciones mesozoicas de la Sierra de Almenara, al oeste; de Almonacid-Fuentelespino, aproximadamente en el centro; y de la Sierra, al este (esta última apenas representada en la esquina NE de la Hoja). Estas alineaciones, que son estrechas estructuras anticlinales o anticlinoriales, cruzan la Hoja en sentido N-S o NNO-SSE y delimitan amplias depresiones con geometrías sinclinales rellenas de materiales terciarios. Así la Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara, está limitada por las dos alineaciones mesozoicas más occidentales mientras que la depresión de Villarejo-Villar de Cañas se sitúa entre las dos alineaciones más orientales. Esta última depresión, que también se denominará como sinclinorio de Villarejo-Villar de Cañas se presenta peor definida en el cuadrante SE de la Hoja ya que al este

de Fuentelespino todavía se reconocen varios anticlinales mesozoicos (anticlinales de las Sierras del Naval, Los Morrones, del Pintado, Pradejas y La Sierretilla) cuya descripción se realizará conjuntamente con la alineación de Almonacid-Fuentelespino.

2.2.1. Alineación mesozoica de la Sierra de Almenara.

Como se ha dicho anteriormente, constituye la prolongación meridional de la Sierra de Altomira, que en la transversal de esta Hoja todavía marca la separación entre la Cuenca del Tajo s.s. y la Depresión Intermedia. Es una alineación estructural con dirección N-S y una anchura máxima de unos 6 km, de los cuales sólo su mitad oriental está incluida en la Hoja de Villarejo, perteneciendo el resto a la Hoja contigua de Corral de Almaguer. Como quiera que en el momento de la redacción de esta memoria no existe una cartografía moderna a escala 1:50.000 de esta última Hoja, la visión del conjunto de esta alineación queda incompleta, aunque la cartografía de SANCHEZ SORIA (1973), solventa en buena parte este problema.

En el segmento de la Sierra de Almenara, situado al norte de Hontanaya, se distinguen dos cabalgamientos principales que separan tres escamas mayores. Más al oeste, ya en la Hoja de Corral de Almaguer, SANCHEZ SORIA (op.cit.) reconoce dos cabalgamientos más que hacen un total de cinco las escamas apiladas en esta transversal de la Sierra. El número coincide más o menos con los observados en transversales más septentrionales situadas en la Hoja de Palomares del Campo. En cada una de estas escamas suele estar representada la totalidad de la serie mesozoica, aunque con ausencias propias de un borde de cuenca. Así, en general, las Arenas de Utrillas se apoyan sobre series más antiguas cuanto más occidentales sean las escamas, aflorando la facies Weald (muy escasamente) y el Dogger debajo de aquella formación sólo en la escama más oriental. Al norte de la Puebla de Almenara también se han identificado unos metros de serie de la Unidad Paleógena (directamente discordantes sobre el tramo calcáreo del Santoniense-Campaniense, 12) pinzados por la escama más oriental.

Los cabalgamientos que delimitan las escamas mencionadas deben enraizar en profundidad en uno o varios niveles de despegue que se sitúan dentro de la facies triásica Keuper. Esta circunstancia es característica de la estructura de la cobertera mesozoica de la Cordillera Ibérica y se ha observado también en los perfiles sísmicos realizados en diferentes transversales de la Depresión Intermedia. En la Sierra de Almenara se comprueba que las trazas de los cabalgamientos en los bloques de techo forman un "rellano" en las formaciones carniolares y dolomíticas de la base de la serie jurásica, mientras que en los bloques de muro son más comunes las geometrías en rampas suaves que cortan progresivamente la serie en sentido ascendente.

Hablando en términos generales, la estructura de la Sierra de Altomira, parece que responde a un modelo de propagación hacia el antepaís con imbricaciones cada vez más modernas hacia el oeste. Cada vez que se desarrolla una nueva escama, ésta y las suprayacentes se pliegan de forma pasiva adquiriendo la forma del bloque cabalgado. Los pliegues del conjunto imbricado son pliegues de "acomodación" en contraposición a las alineaciones más orientales, donde predominan los pliegues de "propagación de falla". En las transversales más septentrionales de la Sierra de Altomira

el proceso culmina en un cabalgamiento frontal de toda la Sierra sobre la Cuenca del Tajo, aunque las líneas sísmicas revelan que la deformación continuó en el bloque de muro por debajo del cabalgamiento frontal. Esto aparece peor definido cuanto más meridionales son las transversales. En la transversal de la presente Hoja todavía afloran alineaciones anticlinales al oeste de la alineación de la Sierra de Altomira propiamente dicha.

Las imbricaciones de la Sierra de Almenara se pueden explicar según este modelo general. Existen ciertas anomalías que se interpretan como cabalgamientos fuera de secuencia (esquirla jurásica a la altura del Cerro de la Cruz) o como estructuras impuestas por despegues parciales dentro de la serie (Fm. Utrillas, margas dolomíticas del Cenomaniense, facies Garum). En algunos casos también puede producir anomalías al modelo teórico el comportamiento plástico e incluso halocinético de los materiales del nivel de despegue.

Por desgracia, las líneas sísmicas realizadas en el ámbito de la Hoja, no cruzan la Sierra de Almenara sino que se quedan al pie de su vertiente oriental y por tanto no sirven para hacer precisiones sobre el modelo propuesto. No obstante conviene destacar que se intuye un levantamiento del techo del basamento hacia la vertical de la Sierra, levantamiento que podía estar relacionado con un posible cabalgamiento intracrustal.

Al sur de Hontanaya, la alineación de la Sierra de Almenara cambia de orientación adquiriendo una dirección NNO-SSE; a la vez se observa un menor apretamiento de las estructuras, de tal forma que las imbricaciones descritas anteriormente son sustituidas por una sucesión de anticlinales y sinclinales muy apretados, a veces rotos y cabalgantes, pero que en cualquier caso sugieren un acortamiento en esta transversal meridional. Este cambio en el estilo e intensidad de la deformación ha debido ser regulado por una "falla de transferencia del movimiento", con dirección perpendicular a las estructuras; una falla así se intuye al sur de Hontanaya por la inflexión o rotación antihoraria que sufren los afloramientos mesozoicos, falla que en profundidad se debe prolongar por la Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara.

2.2.2. Alineación mesozoica de Almonacid-Fuentelespino.

Atraviesa la zona central de la Hoja con una dirección NNO-SSE. Pese a constituir un afloramiento mesozoico continuo, la alineación está tectónicamente dividida por el Cabalgamiento de Almonacid (así denominado en la presente memoria) que la atraviesa oblicuamente separándola en un segmento nororiental, cabalgante sobre la Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara, y un segmento suroccidental estructuralmente continuo con esta Depresión. Este cabalgamiento se prolonga al norte en la Hoja de Palomares del Campo limitando por el oeste la Sierra de Zafra. Su posible continuación hacia el sur está oculta por los depósitos brechoides de la Unidad del Páramo; seguramente enlaza, ya con un salto muy amortiguado, con la falla inversa que limita el flanco occidental del anticlinal del El Alamo y que se prolonga en la Hoja de Belmonte. De esta forma el mencionado segmento norte de la alineación y los anti-

clinales del cuadrante SE de la Hoja son estructuras desarrolladas en el bloque de techo de este cabalgamiento.

En esta zona, las líneas sísmicas demuestran que la cobertera mesozoico-terciaria descansa sobre un tramo de materiales triásicos en facies Keuper más potente que en la vertical de la Sierra de Almenara, permaneciendo el techo del basamento en una posición subhorizontal. La cobertera se deforma como corresponde a una configuración multicapa que "flota" sobre un "colchón" plástico de espesor considerable (superior a los 500 m). El plegamiento es isopaco aunque son frecuentes las disarmonías a favor de superficies parciales de despegue (Utrillas, margas del Cenomaniense, Garum). Los pliegues presentan generalmente geometrías en cofre con charnelas amplias y flancos muy verticalizados o invertidos indicando vergencias. Estas suelen ser hacia el oeste, como ocurre en el segmento norte de la alineación y en los anticlinos de las Sierras del Naval, del Prado, Pradeja y de Haro, aunque también son comunes las vergencias neutras e incluso opuestas (es decir hacia el E) como ocurre en el segmento sur de la alineación. En esta zona, el anticlinal más occidental está roto por su flanco este, desarrollándose un retrocabalgamiento con escaso salto en la vertical y pequeña continuidad lateral. El mecanismo del plegamiento es por "deslizamiento flexural" siendo frecuentes las estrías de deslizamiento en las superficies de estratificación.

Por otra parte, los pliegues que constituyen la alineación de Almonacid-Fuentelespino y pliegues asociados y, en general, los pliegues que constituyen las alineaciones estructurales del interior de la Depresión Intermedia se pueden considerar, según la clasificación de JAMISON (1988) como "pliegues de propagación de falla" ya que son el reflejo del diferente grado de desarrollo de fallas inversas tendidas originadas en el seno del nivel de despegue (Keuper). Las fallas más evolucionadas, dan lugar a cabalgamientos que rompen la cobertera y llegan a aflorar en superficie llevando asociadas en su bloque de techo estructuras anticlinales o anticlinoriales más espectaculares; este es el caso del Cabalgamiento de Almonacid.

La continuidad lateral del Cabalgamiento de Almonacid permite separar en la transversal de la Hoja de Villarejo dos láminas o escamas mayores, una oriental y otra occidental. El límite este de la primera es el cabalgamiento frontal del anticlinal de la Sierra que individualiza a su vez una nueva escama al este del mismo. El límite occidental de la segunda es el conjunto de imbricaciones de la Sierra de Almenara. Estas escamas tienen una geometría interna sinclinal y sobre ellas se asientan las depresiones terciarias. La máxima deformación se encuentra en sus bordes, tanto en el bloque de techo como en el bloque de muro de el/los cabalgamientos, y da lugar a las alineaciones anticlinoriales mesozoicas.

Hay que precisar que los únicos materiales terciarios que se han podido observar pinzados por el cabalgamiento de Almonacid, corresponden a la unidad Paleógena. Esto no quiere decir que no ocurra lo mismo con formaciones más modernas.

2.2.3. Alineación mesozoica de La Sierra.

Se ha denominado así a la alineación mesozoica que atraviesa buena parte de las Hojas de Palomares del Campo y Valverde del Júcar ocupando solamente la esquina

NE de la Hoja de Villarejo. Pese a tan escasa representación merece la pena detenerse en su estructura puesto que constituye el límite de la Depresión o Sinclinorio de Villarejo-Villar de Cañas.

Su mejor transversal se localiza en la Hoja de Palomares del Campo a la altura de esta localidad donde se observa que es una alineación formada por dos anticlinales mayores con geometría aproximada en cofre y cabalgantes hacia el oeste. Sólo el más oriental de estos anticlinales tiene continuidad hacia el sur en la presente Hoja y en la de Valverde del Júcar donde presenta un flanco occidental muy verticalizado o invertido sin que se observe la traza superficial de ningún cabalgamiento. Sin embargo, se supone que éste existe en profundidad y que su desplazamiento se amortigua dentro de los términos inferiores de la Unidad Paleógena-Neógena (Subunidad Inferior). En superficie, en una posición que corresponde al bloque de techo del mencionado cabalgamiento, estos términos describen una discordancia progresiva que se atenúa rápidamente hacia techo. Este dispositivo está fosilizado por los términos superiores de esta misma unidad ("Subunidad Superior").

El sondeo del Hito, realizado en la Hoja de Palomares del Campo sobre el anticlinal más occidental de esta alineación, ha revelado dos repeticiones de la serie cretácica, ratificando así la estructura imbricada de esta alineación. La línea C-10 (TENNECO, 1972), pese a su mala calidad, pone de manifiesto que no se trata de fuertes solapamientos de la cobertera como los descritos en la Sierra de Almenara sino pequeñas pinzaduras dentro de una estructura anticlinorial muy apretada. La génesis de esta estructura es similar a la descrita para la alineación de Almonacid-Fuentelespino, tratándose de pliegues desarrollados por la propagación de cabalgamientos a partir de una superficie basal de despegue.

2.2.4. Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara.

Se localiza en la mitad occidental de la Hoja entre las alineaciones mesozoicas de la Sierra de Almenara y de Almonacid-Fuentelespino y está ocupada en casi su totalidad por materiales de la Unidad del Páramo. Estos materiales ocultan las unidades terciarias infrayacentes, circunstancia ésta que impide conocer la evolución sedimentaria de estas unidades en los sectores más occidentales de la Hoja. No obstante en dos anticlinales al norte de la Depresión se observa a la Unidad Paleógena como el infrayacente de la Unidad del Páramo, no estando representada la Unidad Paleógena-Neógena entre ambas. En la prolongación meridional de esta depresión, en la Hoja de Belmonte, sin embargo, se reconocen los yesos de techo de la Unidad Paleógena-Neógena.

La Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara tiene una estructura interna sinclinorial y dentro de ella se reconocen numerosos pliegues anticlinales y sinclinales que también afectan, aunque amortiguados, a los términos terrígenos de la Unidad del Páramo, mayoritarios dentro de la Depresión. El plegamiento es más intenso en su borde oriental; a lo largo de él, las facies brechoides y más energéticas están mejor representadas, adquiriendo espesores importantes, siempre mayores que en el borde occidental. El carácter sintectónico de estas facies proximales de abanicos aluviales, ya expresado en el apartado correspondiente de estratigrafía, pone de manifiesto una

mayor actividad del borde oeste de la alineación de Almonacid-Fuentelespino que del borde oriental de la Sierra de Almenara.

En ningún punto se ha visto a los materiales de la Unidad del Páramo cabalgados por el Mesozoico, aunque se han observado buzamientos superiores a los 50-60° en estructuras anticlinales o sinclinales muy apretadas. Estructuras de este tipo y el carácter sintectónico y muy energético de los términos terrígenos de la Unidad del Páramo dan una idea de la importancia de la nueva fase tectónica. Esta fase reactivó por compresión los accidentes principales de la zona de estudio, acentuando la geometría heredada de la fase de deformación máxima. Muy posiblemente esta fase es también responsable de la ausencia parcial de depósitos de la Unidad Paleógena-Neógena en el sector occidental de la Hoja.

2.2.5. Depresión de Villarejo-Villar de Cañas.

Se localiza en la mitad oriental de la Hoja, entre las alineaciones de Almonacid-Fuentelespino y de La Sierra. Estructuralmente hablando, se sitúa sobre la denominada en este trabajo "escama oriental", cuyo límite occidental es el Cabalgamiento de Almonacid. La Depresión tiene una geometría sinclinal muy clara y dentro de ella se distribuyen cinco pequeños anticlinales con niveles de materiales cretácicos (cuadrante SE de la Hoja) y otros dos, exclusivamente constituidos por materiales terciarios. El eje de la estructura sinclinal coincide con el eje del sinclinal de Villar de Cañas. Sin embargo la zona de máxima acumulación de sedimentos parece que está desplazada hacia el límite oriental de la Depresión, al menos en lo que concierne a los términos inferiores de la Unidad Paleógena-Neógena (Subunidad Inferior). Como se ha descrito en apartados anteriores el incremento de espesor de esta subunidad y la discordancia progresiva que presentan sus depósitos se atribuye al movimiento de la estructura cabalgante de La Sierra. En el límite occidental, los términos lacustres-palustres de esta misma subunidad parece que se apoyan en "onlap" sobre la Unidad Paleógena evidenciando una menor actividad en este margen de la depresión.

La disposición cartográfica de la Subunidad Superior de la Unidad Paleógena-Neógena pone de manifiesto el carácter discordante de su contacto basal. Los depósitos de esta Subunidad, mayoritariamente arcillo-yesíferos ocupan los núcleos de las estructuras sinclinales de la Depresión y fosilizan las estructuras producidas durante la fase de máxima deformación.

2.3. ESTRUCTURA PROFUNDA DE LA CUENCA. ASPECTOS DEDUCIDOS DE LA SISMICA DE REFLEXION.

En los capítulos anteriores se ha hecho referencia a los estudios del subsuelo de la Cuenca del Tajo y Depresión Intermedia. Las conclusiones fundamentales de estos estudios han sido recopiladas por RACERO (1988, 1989) y sobre todo por QUEROL (1989), en ocasiones ofreciendo interpretaciones propias, y se refieren a las campañas de sísmica de reflexión y sondeos llevados a cabo por VALDEBRO, AMOSPAIN, TENNECO y SHELL entre 1960 y 1983 así como a diversos trabajos, tesinas y tesis doctorales sobre éstas. Hay que precisar que las recopilaciones mencionadas se cen-

tran fundamentalmente en la mitad septentrional del conjunto Cuenca del Tajo-Depresión Intermedia, aunque en términos generales son extrapolables a la mitad meridional.

En la presente memoria se utilizan estos datos y se hacen algunas consideraciones propias tras la observación de las líneas sísmicas que atraviesan el entorno de la Hoja de Villarejo de Fuentes.

Las líneas sísmicas constatan en la Depresión Intermedia el estilo tectónico definido en superficie para el conjunto de la Cordillera Ibérica (ALVARO et al. 1979, CAPOTE et al. 1982). Se reconoce un zócalo paleozoico (cristalino en la parte occidental de la Cuenca del Tajo) y un tegumento formado por las facies Buntsandstein y Muschelkalk del Triás, que en conjunto, constituyen el basamento acústico y tectónico de la región. A pequeña escala (1:50.000) este basamento mantiene una actitud subhorizontal, con ligera pendiente hacia el E que contrasta con la estructura plegada de la cobertera mesozoica. Sin embargo a escala regional, su mapa de isobatas (QUEROL, 1989) revela una imbricación interna (y plegamiento asociado) a favor de cabalgamientos intracrustales con desplazamientos importantes, que demuestran la participación del basamento en la deformación alpina.

El reflector atribuible al techo del basamento se identifica en las líneas sísmicas entre 1.200 y 1.600 m/seg. (tiempo doble) (QUEROL op. cit.). Por encima de éste se identifican dos reflectores intramesozoicos; el inferior, de peor calidad, es correlacionable con el techo del Keuper; el superior, más claro, es correlacionable con un horizonte cercano a la base de la Fm. Utrillas. Esta formación es erosiva sobre los términos infrayacentes, apoyándose en la Sierra de Altomira sobre las formaciones del Lías (Fm. Cortes de Tajuña), sobre el Keuper inmediatamente al oeste de esta Sierra, y sobre el Paleozoico o rocas plutónicas al oeste del eje central de la Cuenca del Tajo. La desaparición de los materiales plásticos del Keuper a cierta distancia del frente occidental de la Sierra de Altomira es un hecho importante que pudo haber condicionado notablemente el plegamiento e imbricación de la cobertera mesozoica. Otro horizonte cartografiado en profundidad son las anhidritas de la Fm. Villalba de la Sierra (AMOSPAIN, 1971).

Las líneas sísmicas C10 y C8-C8ext (TENNECO 1972) son las únicas que atraviesan la presente Hoja y su entorno según una dirección perpendicular a las estructuras, aunque ninguna de las dos cruza la Sierra de Almenara. En ellas se reconocen los cabalgamientos de Almonacid y de La Sierra como dos accidentes mayores del subsuelo de la Hoja de Villarejo, con saltos en la vertical en torno a los 100-400 m en el primer caso y 600-1.000 m en el segundo, que implican acortamientos de 500 m y 1 a 2 km, respectivamente. Las estructuras anticlinoriales desarrolladas en los bloques de techo de estos cabalgamientos quedan poco o mal definidas en las líneas sísmicas, resultando difícil arrastrar los reflectores aflorantes en estas zonas hacia las zonas sinclinales. En estas últimas la calidad de las líneas es buena, observándose cómo los reflectores rectos o ligeramente plegados chocan contra los planos inclinados de los cabalgamientos. Pese a aparecer muy difusos, se considera que éstos deben enraizar asintóticamente hacia el techo del basamento, dentro de los materiales plásticos del Keuper.

El Keuper forma acumulaciones superiores a los 1.000 m de espesor en los núcleos

anticlinales, y del orden de 500 m en los intervalos sinclinales, estimándose que tal diferencia de espesores se debe a la migración de las sales y arcillas desde los segundos hacia los primeros durante el desplazamiento e imbricación de la cobertura. Las reactivaciones ocurridas en la zona con posterioridad a la deformación principal debieron favorecer un cierto desarrollo de procesos diapíricos en las zonas de máxima acumulación salina.

Por otra parte, no se descarta que los fenómenos extensionales intramesozoicos pusieran en marcha localmente procesos halocinéticos que permitieran acumulaciones salinas sinsedimentarias con cambios de espesores de las series cretácicas a ambos lados de las mismas. Las estructuras así formadas habrían servido para localizar la máxima deformación durante la compresión terciaria. Sin embargo, cambios de espesores de este tipo no son comunes, o al menos no han sido descritos, en el ámbito de la Depresión Intermedia.

Según lo descrito anteriormente, la estructura en profundidad de la Hoja de Villarejo, permite definir una escama oriental, delimitada al oeste por el cabalgamiento de La Sierra; una escama occidental, delimitada al oeste por las imbricaciones de la Sierra de Almenara; y un antepaís, correspondiente a la cuenca del Tajo. La Depresión Intermedia y las subcuencas dentro de ella funcionaron en determinados períodos de su evolución como cuencas "piggy back" (según terminología anglosajona) al ser transportados de forma pasiva y simultáneamente a su desarrollo sobre un sustrato mesozoico móvil.

2.4. CRONOLOGIA DE LA DEFORMACIÓN. MODELO EVOLUTIVO

El reconocimiento de numerosas discordancias intraterciarias en el seno de la Depresión Intermedia, sugiere una notable continuidad de la deformación en este período. En el presente trabajo se ha identificado la discordancia de base de la Unidad Paleógena-Neógena y la discordancia progresiva que describen los depósitos de su Subunidad Inferior como discontinuidades mayores que marcan el inicio y la evolución de la deformación principal acaecida en la Hoja de Auñón. La discordancia de base de la Subunidad Superior de la misma unidad significa el fin de este período de máxima actividad que es consecuencia del acortamiento producido a favor de las estructuras mayores descritas en capítulos precedentes. Algunos autores han correlacionado el período de máxima actividad tectónica en la región con la tradicional fase Castellana intraarvernense (PEREZ GONZALEZ et al. 1971) que allí donde está definida separa las Unidades Paleógena y Paleógena-Neógena. Sin embargo en transversales más septentrionales se ha demostrado que esta discontinuidad, aun siendo importante (significa una primera organización de la cuenca y su desconexión de las áreas fuente paleozoicas) debe ser considerada previa a la deformación principal, puesto que aparece plegada conjuntamente con el sustrato mesozoico. En capítulos precedentes se ha advertido tomar con precaución la edad de los depósitos atribuidos a la Unidad Paleógena-Neógena, que en realidad pudieran ser más modernos. En este caso, las deformaciones a las que están asociadas también serían más modernas y por tanto correlacionables con las observadas en las transversales septentrionales. Anteriormente, algunos autores hablan de una fase de compresión N-S, mal definida en la Depresión Intermedia (Fase Pirenaica de Stile) que controlaría la sedimentación de la Unidad Paleógena.

Las deformaciones que se acaban de mencionar se pueden integrar en un proceso continuo que comenzaría en el Eoceno con la estructuración del Pirineo y se propagaría hacia el S y SE durante el Oligoceno culminando en el Mioceno inferior con la configuración definitiva de ambos bordes de la Cordillera Ibérica y la individualización de la Depresión intermedia respecto a la Cuenca del Tajo. Algunos autores (VILLARD 1988, BANKS Y WARBURTON en prensa; HERNAIZ et al. 1990) han señalado la necesidad de considerar el Pirineo y la Cordillera Ibérica como un sistema único (con un desplazamiento general hacia el antepaís a favor de superficies de despegue intracrustales) para explicar la deformación en esta última, deformación que tradicionalmente se había considerado de rango menor, pero que recientemente se está demostrando que es más intensa, con importantes acortamientos tanto en la cobertera mesozoica como en el basamento.

Según este modelo, la Cordillera Ibérica constituiría una megaestructura "pop up" de dirección NO-SE a NNO-SSE, con el margen limítrofe a la Depresión del Ebro formado por pliegues y cabalgamientos vergentes al NE (retrocabalgamientos) y el margen limítrofe a la Depresión Intermedia formado por pliegues y cabalgamientos vergentes al SO u OSO. Esta megaestructura tendría una superficie basal de despegue, intracrustal, que controlaría las imbricaciones del basamento, existiendo por encima de ésta una superficie de despegue intratrástica que controlaría el desplazamiento e imbricación de la cobertera mesozoico-terciaria. La estructura del subsuelo de la Depresión Intermedia, con una configuración similar a la que se acaba de describir, representa la continuación de la deformación hacia el antepaís. En este caso las estructuras N-S que caracterizan el ámbito de la Depresión Intermedia han sido interpretadas por algunos autores (GUIMERA y ALVARO, 1990) como rampas laterales subparalelas a la dirección de compresión máxima que según los mismos autores es de clara influencia pirenaica (NNE-SSO). Sin embargo estudios microestructurales llevados a cabo en la Depresión Intermedia han determinado direcciones E-O de compresión máxima durante la deformación principal ITGE (Memorias e informes complementarios de las Hojas 1:50.000 de Almonacid de Zorita, Huete, Palomares del Campo y Belmonte, 2ª serie, inédito). Este hecho implica una rotación en sentido horario de la dirección de compresión máxima que, siendo N-S o NNE-SSO en el Pirineo, pasaría a NE SO en la Cordillera Ibérica, girando a una posición aproximadamente E-O en el ámbito de la Depresión Intermedia y margen oriental de la Cuenca del Tajo.

Esta rotación puede estar impuesta por una influencia de la compresión bética (NO-SE) en los sectores mencionados, compresión que se pone de manifiesto en el tercio meridional de la Península Ibérica a partir del Oligoceno terminal-Mioceno inferior y se extiende hasta el Mioceno superior en el frente del Prebético y Valle del Guadalquivir. Algunos autores (BANKS y WARBURTON en prensa, WARBURTON y ALVAREZ, 1989) han señalado que esta compresión es también la responsable de la evolución alpina del Sistema Central y más concretamente de la Sierra del Guadarrama, cuya estructura imbricada a favor de cabalgamientos vergentes al SE que involucran al basamento, es ligeramente posterior a la fase principal de deformación en el borde occidental de la Cordillera Ibérica y Depresión Intermedia.

La estructuración alpina del Sistema Central y del subsuelo de la Cuenca del Tajo según direcciones NE-SO transversales a las de la Cordillera Ibérica pudo haber fre-

nado o bloqueado el desarrollo de las estructuras N-S de la Depresión Intermedia hacia la Cuenca del Tajo, alternando el sentido de propagación de la deformación hacia el antepaís. Como se ha mencionado en apartados anteriores, en esta zona los cabalgamientos no muestran una clara polaridad temporal o espacial en su evolución, mostrando, por su relación con los depósitos terciarios sintectónicos, una cierta simultaneidad o reactivación hacia el traspaís.

Este hecho pudo ser favorecido, al menos en lo que se refiere a la deformación de la cobertera mesozoico-terciaria, por el adelgazamiento hacia el oeste y definitiva desaparición hacia el eje central de la Cuenca del Tajo, de la facies Keuper y con éstas de la superficie de despegue regional intratrástica, dificultando así la movilidad de la cobertera.

Tras el período de máxima actividad tectónica, sucesivas reactivaciones de las estructuras principales dieron lugar a las discordancias descritas en capítulos precedentes. AGUIRRE et al. (1976) reconocen una fase de deformación a escala regional en el límite Mioceno inferior-medio (Fase Neocastellana) cuyos efectos en la Hoja de Villarejo son desconocidos por la ausencia de materiales aragoneses. En todo caso, esta ausencia se podría atribuir a la fase mencionada. Los mismos autores definen una fase Intravallesiense, correlacionable en el presente trabajo con la discordancia de base de la Unidad del Páramo, y una fase Iberomanchega I, que se identificaría con la discordancia de base de la Unidad Pliocena. La fase Iberomanchega II (Plioceno superior o Intravillafranquiense) de los mismos autores sería la responsable de la discordancia de base de los depósitos cuaternarios más antiguos.

En la Hoja de Villarejo, las reactivaciones mencionadas (a excepción de las dos últimas, que se pueden atribuir a regímenes extensionales posteriores) dan lugar generalmente a estructuras de dirección N-S y vergencias al oeste, que indican compresiones E-O. al menos de carácter local. También en el resto de la Depresión Intermedia se reconoce la persistencia hasta el Vallesiense de compresiones con dirección E-O. (Hojas 1:50.000 de Auñón, Almonacid de Zorita y Huete).

Por el momento no se ha podido determinar el campo de esfuerzo regional responsable de estas reactivaciones. Aunque la mayoría de las estructuras indican compresiones máximas según una dirección E-O, no se descarta que los accidentes principales de la Depresión Intermedia hayan sufrido movimientos en dirección en un régimen transpresivo impuesto por una compresión máxima de dirección NNO-SSE asociada a la deformación de la Sierra de Guadarrama.

2.5. NEOTECTÓNICA

En la Hoja de Villarejo de Fuentes los materiales pertenecientes al período considerado como neotectónico comprenden desde el Vallesiense hasta la actualidad.

De acuerdo con la normativa establecida se han diferenciado, en la cartografía neotectónica, los materiales prevalesienses y los postvallesienses. Estos últimos están constituidos por la "Unidad del Páramo" (arcillas y limos rojos con brechas y conglomerados y calizas a techo) y los depósitos cuaternarios.

Las estructuras neotectónicas más importantes se localizan en la Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara, en la mitad occidental de la Hoja, ocupada casi en su totalidad por materiales de la Unidad del Páramo. Se trata de una serie de anticlinales y sinclinales que, en conjunto, constituyen una estructura sinclinal con una mayor intensidad de plegamiento en el borde oeste. Otras estructuras neotectónicas son basculamientos y movimientos de reajuste del zócalo, etc., cuyo reflejo en superficie se materializa en la deformación de las superficies de erosión y en la distribución y orientación de la red de drenaje. Todas estas manifestaciones, tanto estructurales como morfológicas, que afectan al período neotectónico, son el resultado de una tectónica distensiva, a excepción de las estructuras de la Depresión de Tresjuncos-Almenara.

Varios autores reconocen, para áreas muy próximas a ésta, una tectónica distensiva para el período considerado como neotectónico (CALVO et al., 1978, BASCONES et al., 1979; PEREZ GONZALEZ, 1982, SANTOS, 1983, ROBLES 1984 y CABRA et al. 1985). Esta distensión, que se inicia con posterioridad al cierre del Estrecho Nordbético, ocurrido durante el Vallesiense, ofrece varias etapas durante el Mioceno. La presencia en la Hoja de Villarejo de Fuentes de estructuras de carácter compresivo que afectan a la Unidad del Páramo (Vallesiense-Turolense) puede llevar a pensar en la existencia de anomalías locales dentro del régimen distensivo general al que se alude.

Con posterioridad a la sedimentación carbonatada del Páramo y en la base del Villafranquiense, AGUIRRE et al. (1976), reconocen otro período distensivo en la base del Villafranquiense, conocido como Fase Iberomanchega I, con la que tendría lugar la apertura definitiva de la Llanura Manchega, más al sur, y que coincidiría con la discordancia de la base del Plioceno.

A continuación, una nueva fase, la Iberomanchega II (AGUIRRE et al. 1976), da lugar a basculamientos y deformaciones de gran radio y culmina con los procesos de karsificación y formación de encostramientos (costra laminar bandeada y multiacintada, PEREZ GONZALEZ, 1982), tan conocidos en la Cuenca del Tajo y en el sector manchego.

Por último, cabe señalar que la distensión continúa durante el Cuaternario, al menos en este sector, detectándose un basculamiento general hacia la Llanura Manchega que impide el encajamiento de la red de drenaje que circula N-S.

En resumen, los datos relativos a la geomorfología y a la neotectónica de la hoja de Villarejo, unido a los datos de sectores próximos (vulcanismo, endorreísmo, etc...) permiten establecer para el período comprendido entre el Vallesiense y la actualidad, una sucesión de etapas de inestabilidad, todas ellas tendentes a la apertura de grandes cuencas (Jucar, Gabriel, Llanura Manchega), con creación y desnivelación de superficies de erosión, y basculamientos tardíos. Dentro de esta tectónica general de carácter distensivo aparecen anomalías locales de carácter compresivo, como es el caso de la Cuenca de Tresjuncos-Almenara, dentro de la hoja de Villarejo de Fuentes.

3. GEOMORFOLOGIA.

3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA.

La Hoja, a escala 1:50.000, de Villarejo de Fuentes (661; 22-26) se sitúa en la mitad meridional de la provincia de Cuenca, perteneciendo a la Comunidad autónoma de Castilla-La Mancha, en el dominio conocido como "Límite suroriental de la Meseta". Fisiográficamente, este sector se reconoce como "La Manchuela", sirviendo de enlace a los acusados relieves de la Serranía de Cuenca con la Llanura Manchega.

Morfoestructuralmente se enclava al sur de la Depresión Intermedia y de la Sierra de Altonira, incluyendo en su superficie ambos dominios.

El relieve queda definido por una serie de alineaciones montañosas, constituidas mayoritariamente por materiales mesozoicos que, con una dirección N-S a NO-SE, atraviesan la hoja, dejando entre ellas amplias depresiones o valles, rellenos por sedimentos terciarios. La principal alineación, al oeste, la constituye la Sierra de Almenara-Sierra de la Coba, seguida hacia el este por las de Almonacid del Marquesado-Fuentelespino de Haro, Sierra de El Naval y Santa María del Pintado-Sierra de Pradejas. Por último, en la esquina NE de la Hoja, discurre la alineación montañosa de Villares del Saz-Zafra de Záncara, escasamente representada.

Las depresiones o valles corresponden, en líneas generales, a zonas de sinclinatorios, siendo la de mayor envergadura la de Puebla de Almenara-Tresjuncos, al oeste, seguida de las de Villarejo, en el sector central y la de Záncara o Villar de Cañas, que ocupa la zona más oriental.

La altura media de la Hoja oscila entre los 850 y 900 m con una máxima de 1054 m en el Cerro de la Cruz (Sierra de Almenara) y una mínima de 760 m en el Valle del Záncara, al sureste de la Hoja. Destacan, sobre la media, El Pinar (1034 m), Cerro Mojón (1002 m) donde se sitúa el Castillo de Almenara, los Cerros Navajo (943 m), Pozas (943 m), El Pinar (939 m), Pinillo (934 m) y la Atalaya del Cuarto (914 m).

Desde el punto de vista hidrográfico, el principal curso de agua es el río Záncara, afluente del Guadiana que, con una dirección N-S, atraviesa la mitad oriental de la Hoja. El resto de la red fluvial es de escasa importancia, tanto por su caudal, como por su recorrido, vertiendo rápidamente sus aguas al mencionado río Záncara. A pesar de estas características, destacan los ríos de la Peñuela, Blanco, Tocomar y de la Vega y los arroyos del Salobral y Cazanejo.

Son muy abundantes las fuentes y manantiales, localizados principalmente en contactos litológicos, aunque muchos de ellos sólo son funcionales en algunos periodos del año, relacionados con la presencia de precipitaciones. En relación a esto último, hay que señalar que el clima corresponde a un régimen de tipo mediterráneo templado que ofrece una pluviometría media de 400-600 mm al año. Si se observa el esquema climatológico que acompaña al Mapa Geomorfológico se ve como las líneas isoyetas que indican índices pluviométricos superiores, se localizan más al norte y noreste, en la zona de la Serranía de Cuenca. Por el contrario, las áreas más meridionales, como la Llanura Manchega, son las que ofrecen una mayor tendencia a la aridez, con índices medios anuales comprendidos entre 300 y 400 mm. En cuanto a

la temperatura media anual, es de 13°C, con máximas absolutas de 39-40°C en julio y -8° -9°C en enero.

La población es muy escasa y se halla concentrada en pequeñas localidades como Villarejo de Fuentes, Puebla de Almenara, Tresjuncos, Almonacid del Marquesado, etc. La mayor actividad de la zona se desarrolla en torno a Belmonte, al sur de la Hoja, pero fuera de ella. Se trata, en general, de núcleos con una alta tasa de emigración que viven principalmente de la agricultura, del cereal y de la cría de ganado. La red de carreteras comunica todos los centros urbanos, no quedando aislado ninguno de ellos.

Los caminos son abundantes haciendo accesible la casi totalidad de la superficie de la Hoja, a excepción de algunos sectores de la Sierra de Almenara.

3.2. ANTECEDENTES.

La bibliografía existente sobre este sector, relacionada con aspectos geomorfológicos o del Cuaternario, es prácticamente inexistente. El trabajo más próximo y que merece un especial reconocimiento es la monografía "Estudio geológico de la región del Pantano de Alarcón" de GARCIA ABBAD (1975), realizada para su Tesis Doctoral. Se trata de un estudio de carácter regional, en el que se abordan diferentes aspectos (estratigrafía, tectónica, etc.) pero siempre con un cariz geomorfológico, explicando la relación entre el relieve y la estructura geológica de la región.

Entre los numerosos documentos gráficos, elaborados por este autor, existe un mapa geomorfológico de la contigua Hoja de Valverde de Júcar y parte de la de Villarejo, que ha constituido un valioso punto de partida para la realización de este trabajo.

3.3. ANALISIS MORFOLOGICO.

En este apartado se describen, por un lado, las características morfológicas, derivadas de la arquitectura geológica, es decir, de la naturaleza y disposición de los materiales y, por otro, las formas derivadas de la actuación de los procesos exógenos sobre dicha arquitectura.

3.3.1. Estudio morfoestructural.

Esta Hoja se sitúa, como ya se ha señalado anteriormente, en el borde meridional de la Meseta, en el sector de enlace de la Sierra de Altomira y la Depresión Intermedia con la llanura Manchega. Su morfología está definida fundamentalmente por una serie de anticlinorios y sinclinorios de dirección N-S a NO-SE que dan como consecuencia una serie de pequeñas sierras y amplias depresiones a favor de esta serie de alineaciones. En definitiva, dos son los dominios aquí representados: La Sierra de Altomira y la Depresión Intermedia, ambos en sus estribaciones suroccidentales.

En primer lugar, la Sierra de Altomira constituye una unidad trastocada e irregular que se manifiesta como un relieve positivo en su sector más occidental, limitando el sec-

tor negativo que corresponde a la Depresión Intermedia. En segundo lugar, esta última se considera casi como una subcuenca dentro de la Cuenca del Tajo s.l. que se independiza de la misma en las deformaciones de la Orogenia Alpina, estando ligada íntimamente a la evolución y estructuración del borde occidental de la Cordillera Ibérica.

Por lo que se refiere a los materiales presentes en la Hoja y a su disposición estructural, GARCIA ABBAD (1975) diferencia para el sector del Pantano de Alarcón, tres grandes conjuntos, a los que denomina: "Conjunto Preorogénico", "Conjunto Sinorogénico" y "Conjunto Postorogénico". Aunque, en principio, la diferenciación es estructural, también existen algunas diferencias a nivel morfológico.

El "Conjunto Preorogénico" incluye los materiales carbonatados del Mesozoico, la Formación Villalba de la Sierra y la Unidad Paleógena, unidades ampliamente definidas y descritas en el apartado de Estratigrafía. Este conjunto da lugar a estructuras plegadas, alargadas y aflorantes, especialmente en la mitad occidental de la Hoja.

El "Conjunto Sinorogénico", incluye los depósitos detríticos, carbonatados y evaporíticos de las Unidades Paleógeno-Neógeno y del Páramo. Son las de mayor representación dentro de la Hoja y se encuentran más suavemente plegadas que el conjunto anterior. Conviene señalar que la Unidad del Páramo formaría parte de la Unidad Neógena de GARCIA ABBAD (Unidad Terminal, 1973), unidad esta última que el autor incluyó en su "Conjunto Postorogénico"; no obstante, observaciones tectónicas realizadas en diversos puntos de la Depresión Intermedia y en la misma hoja de Villarejo, aconsejan su inclusión en el "Conjunto Sinorogénico".

La morfología resultante de todos estos conjuntos está controlada casi en su totalidad por la estructura y la alternancia de materiales duros y blandos. En los flancos de las alineaciones anticlinales son frecuentes los resaltes de capas duras, las cuestras y los "hog back" paralelos a las estructuras, como corresponde a series monoclinales. Las capas más resistentes definen con claridad las estructuras, siendo sólo interrumpidas por la red de ríos y arroyos que las cortan perpendicularmente. Los mejores ejemplos son el flanco este de la Sierra de Almenara, los anticlinales de Almonacid del Marquesado-Fuentelespino de Haro y los de las Sierras del Pintado y Pradejas.

Más al este, entre Alconchel y Villar de Cañas, y al oriente de Fuentelespino de Haro, la mayor suavidad de los pliegues se manifiesta en cuestras, replanos estructurales, superficies estructurales, mesas y muelas. Por último, el desarrollo de una superficie de erosión que nivela gran parte de los relieves pre-neógenos da lugar a una serie de estructuras, más espectaculares en la fotografía aérea que en el terreno, como son los anticlinales desmochado o "combes" de Las Ramblas y el Losar.

3.3.2. Estudio del modelado.

En este apartado se describen los diferentes sistemas morfogenéticos existentes en la Hoja y todas las formas, tanto sedimentarias como erosivas, que los caracterizan.

La observación del mapa geomorfológico permite asignar una mayor importancia y

desarrollo a los modelados estructural y fluvial. También dejan su impronta los sistemas poligénico y kárstico, siendo de menor representación las formas de gravedad vertiente y las lacustres.

3.3.2.1. *Formas fluviales.*

Las formas más representativas son las relacionadas con fondos de valle, destacando entre todas ellas la llanura aluvial del río Záncara, principal curso de agua del sector. Atraviesa la mitad este de la Hoja con una dirección submeridiana aunque describiendo amplias curvas. Su valle, en perfil transversal, tiene forma de artesa, alcanzando en algunos sectores una anchura de algo más de un kilómetro como sucede entre los parajes de Arbol de Bigote y Cantarranas en el cuadrante noreste de la Hoja. Posee una gran simetría salvo el sector más meridional.

Este valle, debido a la escasez de precipitaciones y a la estacionalidad de su curso, está surcado de acequias paralelas al curso para racionalizar los recursos hídricos de cara a un mejor aprovechamiento.

Son también formas importantes los fondos de valle relacionados con la red de drenaje actual, adaptándose, al igual que ésta, a las directrices generales del sector (N-S a NO-SE). Los depósitos que los caracterizan se deben, unas veces, simplemente a la acción fluvial, y otras, a la interacción fluvial con la actividad en la base de la ladera. En el primer caso, el fondo del valle suele ser bastante plano, en el segundo tiene forma de "U" siendo, este último, el caso más frecuente. Buenos ejemplos se encuentran en los valles de los arroyos de La Cañada, La Rambla, del Carcho y del Salobre.

Entre las formas de acumulación también se han cartografiado los conos de deyección, depósitos que, con morfología de abanico, se localizan a la salida de arroyos, barrancos y torrenteras en su desembocadura a otros ríos o arroyos de orden superior. En la Hoja de Villarejo de Fuentes no son muy abundantes y tienen un tamaño reducido, encontrándose las mejores manifestaciones en la llanura aluvial del Záncara.

Las formas erosivas no son muy abundantes, a excepción de las que se desarrollan en las laderas de la Sierra de Almenara, donde destacan algunos procesos como la *incisión vertical* en barrancos y las aristas en los interfluvios. En las zonas más deprimidas, se localizan algunas anomalías singulares como cauces con pérdida de flujo y fenómenos de obsecuencia y endorreísmo. Estos hechos se deben a la disposición estructural de la Hoja, dada la existencia de una serie de anticlinales y sinclinales orientados NO-SE, de morfología suave y conforme con tendencia general sub-

En cuanto a las características de la red de drenaje, se reconoce una morfología de tipo dendrítico y aspecto arborescente con una textura media. Esta red es frecuente en zonas de rocas sedimentarias más o menos homogéneas con estratificación horizontal o inclinada. En zonas aisladas, y coincidiendo con las áreas sinclinales, más deprimidas, se localizan algunas anomalías singulares como cauces con pérdida de flujo y fenómenos de obsecuencia y endorreísmo. Estos hechos se deben a la disposición estructural de la Hoja, dada la existencia de una serie de anticlinales y sinclinales orientados NO-SE, de morfología suave y conforme con tendencia general sub-

sidente hacia el sur, es decir hacia la Llanura Manchega lo que no permite grandes encajamientos ni incisiones acusadas.

Por último se han incluido, en este grupo, una serie de fuentes o manantiales situados, en general, donde hay cambios litológicos importantes, pero siempre en relación con la presencia de niveles carbonatados o detríticos gruesos.

3.3.2.2. *Formas de ladera.*

Están representadas exclusivamente por coluviones o depósitos de vertiente, originados por la acción conjunta del agua y de la gravedad en las laderas. Son de escaso desarrollo, encontrándose diseminados por toda la superficie de la Hoja. Aparecen frecuentemente en la mayoría de los valles, donde alternan con los conos de deyección y algunos glaciares recientes como puede observarse en las márgenes del río Záncara.

3.3.2.3. *Formas kársticas.*

Las formas kársticas que existen en la hoja se deben fundamentalmente a la disolución y colapso en yesos. Estas formas no presentan un gran desarrollo y se han diferenciado dos tipos: por un lado las dolinas y por otro las zonas de lapiaz. Las primeras son de pequeñas dimensiones, redondeadas u ovaladas, pudiendo ser debidas a colapso como la del paraje de La Quebrada, originada por disolución de los yesos subyacentes del Garum, y actualmente con agua embalsada. También por la presencia de yesos en el sustrato, no es difícil observar dolinas o pequeñas depresiones en el fondo de algunos valles como el del Záncara o el de Toconar. En este caso se han denominado como "dolinas aluviales". Existen además dolinas con control estructural, tal es el caso de la dolina de Canto Blanco, en la esquina suroeste de la Hoja, desarrollada a favor de una pequeña estructura sinclinal en materiales mesozoicos.

La morfología de lapiaz, que se desarrolla sobre materiales neógenos, está bien desarrollada en el paraje de la Asomadilla, donde los yesos agenienses se disponen subhorizontalmente dando lugar a una mesa. En otros puntos donde aparecen estos mismos yesos existe, igualmente, desarrollo de lapiaz puntual.

3.3.2.4. *Formas poligénicas.*

Dentro de este grupo las unidades más representativas las constituyen las superficies de erosión y los glaciares. En cuanto a las primeras, GARCIA ABBAD (1975) diferencia, para el sector, dos superficies con diferente edad, cota y desarrollo. A la más antigua le asigna una edad intramiocena por su relación con los sedimentos en otros puntos de la Meseta y a la más moderna la asimila al cierre del ciclo neógeno. En la Hoja de Villarejo, sólo se ha reconocido una superficie situada entre los 900-940 m que aunque bien conservada, sólo en algunos puntos, arrasa gran parte de las estructuras de la zona, como bien puede observarse en los cortes geomorfológicos.

La pendiente de esta superficie se dirige hacia el sur, en dirección al Corredor Manchego, enrasando, con las "Calizas del Páramo" de la Hoja de San Clemente (716), de edad Vallesiense-Turoliense. Este hecho induce a pensar en una edad equivalente para la superficie, por lo que todo parece indicar que se trata de la Superficie de Erosión Fundamental.

Por último, se han cartografiado también una serie de glaciares, en general de cobertura, con escaso depósito y pequeñas dimensiones. Se localizan en las vertientes de los ríos Záncara, Viejo, Arroyo del Salobral y en la ladera este de la Sierra de Almenara. Su posición a diferentes alturas, y la imposibilidad de relacionarlos con otros depósitos o formas de edad conocida, hacen que se les asigne una cronología amplia Pleistoceno-Holoceno.

3.4. FORMACIONES SUPERFICIALES.

Se consideran como tales todos aquellos materiales coherentes, o no, que han podido sufrir una consolidación posterior y que están relacionados con la evolución del relieve que se observa en la actualidad.

Las Formaciones Superficiales de esta Hoja se han definido por una serie de atributos como son representabilidad geométrica, génesis, cronología, etc. Muchos de estos atributos han sido ya descritos en otros apartados, por lo que aquí se dará mayor atención a aspectos como textura, consolidación, espesor, etc.

Dentro del conjunto de depósitos fluviales la *llanura de inundación* del río Záncara y los *fondos de valle* de la red menor son las Formaciones superficiales más interesantes. Sus características litológicas dependen, en gran medida, de la naturaleza del sustrato, siendo las gravas, las arcillas y las arenas los principales componentes. En cuanto a las gravas, son en su mayoría silíceas (60-80%) con un alto contenido en calizas y dolomías (20-40%) apareciendo, en proporciones mínimas, cuarzo y areniscas. La matriz es arenoso-arcillosa de color pardo, pardo grisáceo o pardo amarillento. El tamaño de los gruesos oscila entre 4 y 6 cm, con un máximo, observado en el terreno, de 25 cm para el diámetro mayor. Por su desgaste, varían de subangulosos a redondeados, existiendo una gran tendencia al aplanamiento en los cantos mayores, mientras que en los menores la tendencia es a la esfericidad. La potencia es muy variable y se calcula entre 2 y 6 m aproximadamente, aunque no siempre es visible el sustrato.

La llanura de inundación del río Záncara ofrece unas características texturales muy similares a las descritas con anterioridad, pero el porcentaje de elementos calcáreos, dentro del conjunto de las gravas, es muy superior, pudiendo llegar a alcanzar la mayoría dentro del total. En algunos puntos se observa a techo, la existencia de un nivel de limos y arcillas de color gris, correspondiente a las facies de inundación. Los suelos que se desarrollan sobre estos depósitos son suelos aluviales, suelos pardos y pardos de vega poco evolucionados, con un horizonte orgánico bien desarrollado.

Dentro del modelado fluvial, se han cartografiado también los conos de deyección aunque, por su desarrollo y extensión, carecen de excesiva importancia. Se trata de

depósitos poco coherentes, constituídos por arcillas y limos con algunos niveles de cantos. El espesor es variable, oscilando entre 2 y 8 m según la proximidad a la zona apical.

En el modelado de gravedad-vertiente, los coluviones son los únicos representantes. La litología, textura y consolidación son similares a las de los conos de deyección pero los cantos y gravas son mucho más angulosos debido al menor transporte. Su potencia oscila entre 2 y 6-7 m.

Los depósitos de carácter poligénico están representados por los glacia, puesto que las superficies no tienen depósito sino únicamente algunos retazos de arcillas de descalcificación, procedentes de los procesos kársticos que sobre ellas tienen lugar. El desarrollo de los glacia es sumamente discreto, en cuanto a dimensiones y potencia se refiere, no superando, casi en ningún punto, los 2 m. Su litología, al igual que en la mayoría de los depósitos cuaternarios, varía en función del sustrato sobre el que se instalan, destacando los limos y arcillas con niveles de cantos y algún pequeño encostramiento. Sobre los ejemplos que aparecen al este de la Sierra de Almenara, se desarrollan pequeños suelos de carácter pardo rojizo y rojizo. Los colores medidos según la tabla MUNSSEL, oscilan entre 7,5 YR 4/6 y 10 YR 4/4.

Por último, se consideran aquí los depósitos lacustres y los formados en áreas de drenaje deficiente como las de los alrededores de la Rambla de la Sardina o de la Rambla del Cabezuelo. En general están relacionadas con la red de drenaje y su formación se debe, probablemente, a la impermeabilidad del sustrato, unido a la presencia de una zona ligeramente deprimida. Su funcionamiento es estacional, relacionándose con las épocas lluviosas. Sus depósitos los constituyen limos y arcillas oscuras y algunos cantos. Como consecuencia de la deficiente circulación no es rara la presencia de suelos grises y negros de carácter vértico. La potencia no ha podido ser observada, pero no parece superar el metro de espesor.

3.5. EVOLUCION DINAMICA

La evolución del relieve en este sector es de gran interés por constituir un área de enlace entre el sector meridional de Altomira-Ibérica y el Dominio de la Mancha.

Conocida la arquitectura geológica y los procesos exógenos que actúan en la región se intenta, en este apartado, establecer las relaciones temporales y espaciales de las diferentes unidades geomorfológicas, así como la evolución general del relieve.

RIBA y RIOS (1962), para el conjunto del Dominio Celtibérico, son partidarios de una evolución dinámica que se concreta en la existencia de movimientos más o menos continuos desde finales del Cretácico, dando lugar a una serie de discordancias progresivas en los materiales implicados. En concreto, para la zona y después de un período compresivo iniciado a principios del Terciario y que tiene su máximo en el Oligoceno, comienza en el Mioceno inferior-medio un período mayoritariamente distensivo que dura hasta la actualidad.

Dentro de este marco tectónico, la superficie cartografiada enrasa con depósitos oro-

génicos del período distensivo. Esta superficie se manifiesta en un arrasamiento generalizado de los materiales mesozoicos presente en toda la Cordillera Ibérica y Altomira y se sitúa entre los 1.100 m en las zonas más septentrionales y 800-820 m en la Hoja de San Clemente (716), en pleno Corredor Manchego, sumergiéndose en este sector por debajo del relleno plioceno. Con posterioridad a este relleno, ausente en la Hoja de Villarejo de Fuentes, se inicia el proceso de erosión y desmantelamiento del paisaje finineógeno, dentro del cual hay que destacar el encajamiento de los ríos Júcar y Guadiana con su red de afluentes principales y secundarios, entre los que se significa el río Záncara, afluente del Guadiana, presente en el ámbito de la Hoja.

Paralelamente, la erosión pone al descubierto la estructura de anticlinales y sinclinales de la Hoja, debido al diferente grado de competencia entre unas capas y otras. Se forman así relieves y formas estructurales muy características, ya definidas en el apartado correspondiente.

3.6. MORFOLOGIA ACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

La Hoja de Villarejo de Fuentes, tanto por sus características geológicas como climáticas, no ofrece procesos erosivos o deposicionales de envergadura. Ello es debido al suave relieve, a la poca agresividad del clima y al carácter tectónico de la zona. Sin embargo, existen algunos procesos que afectan de forma puntual a la morfología como son la incisión lineal de los cauces, en algunos barrancos como los de la ladera este de la Sierra de Almenara, y los conos de deyección, algunos de ellos funcionales en épocas de lluvia.

Hay que destacar también los procesos de endorreísmo de los alrededores del Cabezuelo y de la Rambla de la Sardina, activos según los períodos meteorológicos.

Por último, y al igual que en las Hojas contiguas, teniendo en cuenta las características de la zona, no se considera que vaya a haber modificaciones importantes del relieve en un futuro inmediato.

4. HISTORIA GEOLOGICA

La historia geológica de la Hoja de Villarejo de Fuentes y su entorno regional está determinada por la sucesión en el tiempo de varios fenómenos geodinámicos principales. La sedimentación mesozoica está controlada por la tectónica extensional relacionada con la evolución del Aulacógeno Ibérico (ALVARO et al. 1979). La sedimentación paleógena y neógena y la estructura fundamental de la región son consecuencia de la tectónica compresiva relacionada con el desarrollo de sistema Pirineos-Cordillera Ibérica. También importantes en este período son los procesos relacionados con la evolución alpina del Sistema Central, inmediatamente posteriores y en parte yuxtapuestos a los anteriores, y que corresponden a una tectónica de desgarre, según algunos autores (VEGAS et al. 1990) o a una compresión de dirección NO-SE a NNO-SSE asociada a la estructuración de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas según otros (BANKS y WARBURTON, en prensa, WARBURTON y ALVAREZ, 1990). Por último las escasas y recientes estructuras distensivas encontradas en la

zona, se pueden atribuir a los fenómenos extensionales relacionados con la apertura del Surco de Valencia cuyas estructuras asociadas están mejor desarrolladas y son más antiguas cuanto más próximas a la costa mediterránea.

Los fenómenos geodinámicos mencionados configuran la evolución alpina de buena parte de la Península Ibérica. El inicio del ciclo alpino estuvo precedido por la tectónica tardihercínica (PARGA, 1969) que durante el Estefaniense y Pérmico produjo dos sistemas principales de fallas, uno de dirección NNE-SSO y NE-SO, y otro de dirección NO-SE, que condicionaron la distribución de pequeñas cuencas continentales por toda la península y de un vulcanismo asociado. El Pérmico superior corresponde a un período extensional, preludio de los fenómenos extensionales intramesozoicos, que produjo cuencas de forma "semigraben" muy subsidentes donde se acumularon importantes espesores de "pérmico rojo".

La buena representación de materiales del Mesozoico permite imaginar a partir de ellos la paleogeografía del entorno de la Hoja de Villarejo en este período; sin embargo a continuación también se resumen aspectos evolutivos de todo el ámbito de la Cordillera Ibérica.

En general, las formaciones mesozoicas de la Sierra de Altomira y alineaciones más occidentales de la Depresión Intermedia, se depositaron en áreas marginales del sector oriental del Aulacógeno Ibérico donde los procesos relacionados con la evolución de éste (subsistencia, tectónica extensional, etc.) se presentaban muy atenuados respecto a áreas más centrales. ALVARO et al. (op. cit.) propusieron dos etapas fundamentales en la evolución mesozoica del Aulacógeno, una ETAPA DE "GRABEN", que se desarrollaría durante el Triásico y una ETAPA DE FLEXURA, que tendría lugar durante el Jurásico y el Cretácico. En la primera de estas etapas el aulacógeno se define como un "graben" complejo cuya geometría en forma de bloques hundidos y levantados está controlada por un proceso de "rifting" con fallas normales de dirección NO-SE (y NE-SO en menor grado), la mayoría de ellas heredadas de la fase de fracturación terdihercínica. Los bloques hundidos se rellenaron en primera instancia con depósitos clásticos continentales (facies Buntsandstein) y se colmataron finalmente con depósitos carbonatados de aguas someras correspondientes a la facies Muschelkalk. Después de una FASE DE TRANSICION, en la que se incrementó el estiramiento cortical, y se desarrolló un vulcanismo basáltico entre una sedimentación evaporítica extensiva sobre las formaciones triásicas infrayacentes (facies Keuper), se entró en la ETAPA DE FLEXURA que está controlada por un proceso de relajamiento térmico consecuencia del enfriamiento de la masa atmosférica ascendida durante el estiramiento cortical anterior. Correspondientes a los primeros estadios de esta etapa de relajamiento térmico son las formaciones carbonatadas del Lías inferior con facies muy homogéneas en el conjunto de la Cordillera Ibérica. En la base, las dolomías tableadas de Imón, corresponden a ambientes sub a intermareales. A continuación tiene lugar una sedimentación carbonatada de llanura de mareas, que alterna con depósitos evaporíticos; como consecuencia de períodos de exposición subaérea se produjo la disolución de las evaporitas con el consiguiente colapso de los carbonatos generándose la Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña (1). Durante el Sinemuriense Carixiense se restablece la sedimentación exclusivamente carbonatada, registrándose ambientes sub a supramareales a los que corresponden la Fm. Calizas y Dolomías de Cuevas Labradas (2), a techo de la cual se observa una inte-

rrupción sedimentaria de ámbito regional. Según ALVARO et al. (op. cit.) esta interrupción y otras de mayor importancia identificadas en el seno de la serie mesozoica responden a perturbaciones originadas por reactivaciones del estiramiento. La mencionada interrupción corresponde a la fragmentación de la plataforma durante el Lías medio-superior, fragmentación que produjo una diversificación de ambientes en el conjunto de la Cordillera Ibérica. En la Serranía de Cuenca a esta etapa corresponde el depósito de las Fms. Margas grises de Cerro del Pez y Calizas Bioclásticas de Barahona.

Sin embargo en el sector occidental de la Hoja de Villarejo se depositó un conjunto carnolar y dolomítico (3) atribuible a un ambiente supramareal de tipo "sebkha" salina que evidencia claramente la posición periférica de esta Sierra respecto a la cuenca en este período. Este conjunto se interpreta como equivalente al miembro de techo de la Fm. Cuevas Labradas en la Cordillera Ibérica y no hay constancia de depósitos equivalentes a Cerro del Pez y Calizas Bioclásticas de Barahona.

Por encima del mencionado conjunto, y después de una interrupción sedimentaria, aparecen unos metros de alternancia de margas grises y calizas que se pueden asimilar a la Fm. de Margas y Calizas de Turmiel, del Toarciense de la Serranía de Cuenca. Este tramo, no cartografiado en la presente Hoja por su escaso espesor, representa una nueva profundización en la cuenca con la instalación de ambientes netamente marinos; pasa gradualmente a la Fm. Carbonatada de Chelva, que en la Cordillera Ibérica presenta una gran variedad de ambientes, si bien en la Hoja de Villarejo sólo se ha identificado su miembro inferior, las calizas nodulosas de Casinos. Son depósitos de plataforma de baja energía correspondientes al tránsito entre el Lías y el Dogger (4).

La ausencia del Malm en los afloramientos mesozoicos del entorno de la Hoja de Auñón impide confirmar si fue éste un período de no depósito o la mencionada ausencia se debe a procesos erosivos posteriores. A escala regional, el Jurásico superior es un intervalo de inestabilidad tectónica como consecuencia de la rotación antihoraria de la Península y de una fuerte reactivación del estiramiento cortical (Fase Neokimmérica), reactivación que en el conjunto de la Cordillera Ibérica controló el depósito de la facies Purbeck y equivalentes calcáreos en una paleotopografía de bloques hundidos y levantados delimitados por fallas normales de geometría lítrica. La inestabilidad continuó durante el Cretácico inferior, sufriendo un control similar al descrito para el depósito de la facies Weald, si bien en este caso la plataforma jurásica parece que adquirió al final de los movimientos neokimméricos una disposición monoclinal hacia el este, de tal forma que estas facies, en el conjunto de la Cordillera, se apoyan sobre un sustrato progresivamente más antiguo hacia el oeste. La facies Weald descrita en la presente Hoja corresponde a depósitos lagunares hipersalinos (5, 6). Se han atribuido al Cretácico inferior por correlación con depósitos similares de la Serranía de Cuenca. Sin embargo, no se descarta su posible atribución a la facies Purbeck.

Los primeros materiales cretácicos ampliamente representados en el sustrato mesozoico de la Depresión Intermedia corresponden a la Fm. Arenas de Utrillas (7). Su discordancia de base se ha atribuido tradicionalmente a los efectos de la fase Aústrica, coincidiendo recientemente diversos autores al señalar que en realidad corresponde

al inicio de la fase de relajamiento térmico subsiguiente a los procesos de "rifting" del Jurásico terminal-Cretácico inferior. La Fm. Arenas de Utrillas, con facies de llanura fluvio-deltaica, marca el inicio de un primer megaciclo deposicional que culmina con una interrupción sedimentaria en el límite Turoniense-Coniaciense. El Cenomaniense corresponde a un ambiente de plataforma carbonatada. En sus primeros episodios, con cierta influencia de terrígenos se deposita la Fm. Chera. El avance marino ocasiona la instalación de ambientes mareales en los que se produce el depósito de las Fms. Alatoz y Villa de Ves. A techo de esta última se identifica una discontinuidad en forma de un "hard-ground". En la Hoja de Villarejo, los materiales equivalentes a estas tres formaciones se han agrupado en un solo tramo cartográfico (8). Las condiciones transgresivas se reanudan durante el depósito de la Fm. Margas de Casa Medina (9), todavía de edad Cenomaniense, en condiciones de plataforma abierta. A lo largo del Turoniense superior tiene lugar la fase terminal del ciclo, con depósitos correspondientes a ambientes de plataforma interna restringida, entre ellas bioconstrucciones recifales típicas de la Fm. Ciudad Encantada (10). El ciclo se cierra con la discontinuidad desarrollada a techo de esta formación que marca un intervalo de interrupción sedimentaria durante el Turoniense más terminal y el Coniaciense basal.

La Fm. Margas de Alarcón (11), correspondiente a ambientes de plataforma muy someros e incluso supramarales, supone el inicio de un segundo megaciclo de carácter transgresivo-regresivo en el Cretácico superior. Un breve impulso transgresivo permite la instalación de llanuras mareales y "sebkas" costeras, con depósitos dolomítico-evaporíticos, que como consecuencia de la posterior disolución de sus términos evaporíticos dan lugar a los términos brechoides del Senoniense (12). La tendencia regresiva del ciclo se inicia a techo de este tramo y dentro del tramo de calizas blancas, margas y arcillas del Santoniense alto Campaniense basal y se acentúa con el depósito de la Fm. Villalba de la Sierra. Esta formación, en la que se reconocen diversos ambientes sedimentarios tanto litorales como de marismas, "sebkas" y llanuras fangosas, sirve de tránsito entre el régimen marino que caracteriza el Cretácico superior y el continental propio de las Unidades Terciarias.

La evolución mesozoica del Aulacógeno Ibérico propuesta por ALVARO et al. (op. cit.) ha sido perfilada por ALVARO (Información complementaria del Mapa 1:200.000 de DAROCA; inédito) y SALAS y CASAS (en prensa) a partir del análisis de la subsidencia en diferentes sectores de la Cadena ALVARO (op. cit.), sin considerar el efecto de la compactación diagenética de los sedimentos (efecto que puede llegar a variar sustancialmente los resultados), dedujo dos fases de "rifting"-relajamiento térmico. La primera de ellas comprende el Triásico y Jurásico concentrándose el período de estiramiento cortical en el Trías inferior-medio. La segunda comprende todo el Cretácico concentrándose el estiramiento entre el Berriasiense y el Aptiense, aunque ya existe una primera inflexión de la curva en el Jurásico terminal. Este autor utilizó en sus estudios dos columnas litológicas, una característica de la Rama Castellana de la Cordillera y la otra de la zona del Maestrazgo meridional, obteniéndose de esta última un mejor registro de la evolución de la subsidencia al estar localizada en lo que fue el depocentro de la cuenca durante el Cretácico.

SALAS y CASAS (op. cit.) centraron sus estudios de la subsidencia en la zona del Maestrazgo, obteniendo resultados muy parecidos a los anteriormente descritos pero más fiables que éstos puesto que consideran el efecto de la compactación diagenéti-

ca de los sedimentos. Las curvas presentadas por estos autores reflejan tres etapas de subsidencia, cada una con sus respectivas fases de "rifting" y relajamiento térmico, que comprenden el Pérmico superior-Oxfordiense la primera, el Kimmeridgiense-Hauteriviense la segunda, y el Barremiense-Senoniense la tercera. Los mismos autores señalan que las dos últimas etapas se pueden agrupar en una sola, con una fase de "rifting" de edad Kimmeridgiense-Albiense y una gran fase de subsidencia térmica de edad Albiense-final del Mesozoico.

Por lo tanto, los estudios de subsidencia se ajustan bien a los procesos deducidos a partir de los estudios de superficie.

Tras el ciclo regresivo del Cretácico terminal-Paleógeno inferior, el depósito de la Unidad Paleógena (Eoceno superior-Arverniense) significa la generalización de un ambiente continental en la zona de estudio. Sus facies corresponden a aparatos fluviales bien desarrollados que ocuparían las zonas distales de abanicos aluviales de gran eficacia de transporte procedentes en su mayoría de áreas fuente paleozoicas indeterminadas (15-16). A techo de esta unidad se instalan sistemas lacustres que localmente, alcanzaron desarrollos importantes fuera de la presente Hoja. La Unidad Paleógena constituye un ciclo positivo de relleno y sus facies implican una primera creación de relieves cuyo origen está probablemente asociado a las primeras compresiones pirenaicas, más que a una fase distensiva intrapaleógena.

Tras el depósito de la Unidad Paleógena, la cuenca sufre una primera reorganización hacia su estado actual. Se interrumpe la conexión con las áreas fuente paleozoicas y comienza a activarse o reactivarse el margen occidental de la Cordillera Ibérica y algunos accidentes del ámbito de la Depresión Intermedia que ejercen un cierto control en la sedimentación. En este contexto se depositaron los términos inferiores (Subunidad Inferior) de la Unidad Paleógena-Neógena según sistemas fluviales bien desarrollados (20-21) y con drenaje S-N que constituyen las fuentes distales de abanicos de alta eficacia de transporte procedentes de los relieves mesozoicos ibéricos. En la base de esta subunidad se intercalan depósitos de abanicos aluviales (17, 18, 19) procedentes de relieves más cercanos que se empezaban a crear en ese momento en el seno de la Depresión Intermedia. A techo de la subunidad se desarrollarían episodios lacustres-palustres más o menos efímeros, bien representados en el margen occidental de la Depresión de Villarejo-Villar de Cañas.

La Subunidad Intermedia (23, 24) de la Unidad Paleógena-Neógena indica una persistencia de los ambientes lacustres-palustres. Estos depósitos pueden corresponder a una ligera reactivación que afecta a la sedimentación de la unidad infrayacente o bien pertenecer a la parte alta de una nueva secuencia deposicional cuyos términos inferiores no afloran en la Hoja de Villarejo.

La Subunidad Superior de la Unidad Paleógena-Neógena se depositó discordante sobre una paleogeografía heredada de la fase de máxima deformación. En este momento la Depresión Intermedia presentaba una geometría casi definitiva, aislada de la Cuenca del Tajo. Los abanicos aluviales de alta eficacia de transporte y procedentes nuevamente del E, se canalizaron a favor de las estructuras sinclinales previamente formadas. En la parte alta del ciclo se instalaron sistemas lacustres-salinos expansivos que culminaron el relleno de los sinclinales mencionados con potentes series arcillo-yesíferas y yesos masivos.

A escala regional, una nueva reactivación produjo un reapretamiento de las unidades infrayacentes y el depósito de secuencias aragonesas no representadas en la Hoja de Villarejo. De esta forma, en la discordancia de base de la Unidad del Páramo pueden estar superpuestas dos o más discontinuidades mayores.

La aparición de la Unidad del Páramo supone un fuerte rejuvenecimiento de los relieves mesozoicos. Se generalizan los depósitos de abanicos aluviales (29, 30) coalescentes y con ápices en estos relieves que rellenan total o parcialmente las cubetas sinclinales. A techo se desarrollaron efímeros episodios lacustre-palustres (31, 32).

5. GEOLOGIA ECONOMICA.

5.1. HIDROGEOLOGIA.

5.1.1. Meteorología.

Los datos de las cuatro estaciones meteorológicas ubicadas en la hoja de Villarejo de Fuentes indican que las precipitaciones medias son algo inferiores a los 500 mm/año excepto en el borde nororiental en que ese valor se supera ligeramente. Según los índices de PAPADAKIS (1.961) el tipo climático predominante es mediterráneo templado con un régimen térmico templado-cálido. La temperatura media anual oscila entre los 12°C y 13,5°C.

5.1.2. Hidrología.

La totalidad de la hoja pertenece a la cuenca hidrográfica del río Guadiana y, dentro de ésta, a la subcuenca del río Záncara. La parte oriental de la hoja vierte sus aguas directamente al río Záncara, mientras la parte central y la occidental lo hacen a los ríos Toconar y Cigüela, afluentes del Záncara, respectivamente. El único cauce de importancia es el río Záncara que cruza la hoja de N a S por su mitad oriental.

No existen estaciones de aforo de control de caudales de aguas superficiales, ni tampoco obras de regulación de las mismas. Las únicas obras de infraestructura hidráulica existentes son pequeñas acequias paralelas al río Záncara utilizadas para regadío.

El índice de calidad general (ICG) para las aguas superficiales en el río Záncara, determinadas en la estación del MOPU nº 224, situada dos hojas más al Sur, es de 39, lo que indica que son aguas inadmisibles para su utilización. En la hoja no se tienen datos pero dada su situación, más cercana a la cabecera del río, se suponen índices de calidad más altos y mejores características en la calidad del agua.

5.1.3. Características hidrogeológicas.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la hoja se encuentra dentro del Sistema Acuífero nº 19, definido por el ITGE y denominado también Unidad Caliza de Altomira.

La parte oriental de la hoja se sitúa muy próxima a la denominada Depresión Intermedia que separa los Sistemas Acuíferos n° 19 y 18 (ver gráfico). El S.A. n° 19 lo constituyen las formaciones mesozoicas que aparecen en la hoja en alineaciones estructurales de dirección N-S y NO-SE, separadas entre sí por anchos valles rellenos por materiales terciarios de baja permeabilidad.

La serie carbonatada que incluye potentes paquetes de calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico, separados por diversos niveles de margas y por los materiales en facies Utrillas, constituyen el principal acuífero de la hoja. La geometría de las formaciones acuíferas es muy compleja y está poco definida. La existencia de cabalgamientos puede originar discontinuidades laterales más que probables y la tectónica en general puede poner en contacto los diferentes niveles permeables del Cretácico e incluso de estos con los materiales del Jurásico infrayacente. En otros casos, por el contrario, se producen compartimentaciones en las formaciones acuíferas con relaciones hidráulicas entre ellas no conocidas, e incluso pueden originarse zonas completamente aisladas.

La recarga del acuífero se realiza por infiltración de agua de lluvia sobre los afloramientos existentes, desconociéndose las relaciones con los materiales terciarios que lo recubren, aunque se estiman escasas. La descarga tiene lugar por drenajes de ríos, manantiales, escasos bombeos y por salidas subterráneas a otros sistemas. En la hoja, la existencia de una barrera de aguas subterráneas detectada, al menos en la parte superior del acuífero, unos kilómetros al Sur de Almonacid del Marquesado, hace que el flujo del agua subterránea en esa zona tenga sentido S-N cediendo el acuífero sus aguas a zonas del mismo situadas más al Norte donde son drenadas en parte por el río Cigüela. Al Sur de dicha barrera el sentido del flujo es N-S y el acuífero cede las aguas a zonas del mismo situadas más al Sur, donde son drenadas en parte por el río Záncara o en su mayoría alimentan a otros sistemas acuíferos (n° 23 y 18 Sur).

Las formaciones jurásicas son las que poseen mejores características hidrogeológicas. Se asignan valores para la transmisividad superiores a los 500 m²/día. Los escasos sondeos que explotan el acuífero mesozoico tienen profundidades muy variables (25 a 130 m) y lo mismo sucede en cuanto a los caudales que en algún caso llegan a los 80 l/s. Los manantiales inventariados no son importantes siendo sus caudales del orden de los 6 l/s (ver cuadro de inventario). Las aguas de las formaciones mesozoicas son de tipo bicarbonatadas cálcicas o magnésicas y las conductividades son inferiores por lo general a los 700 microS/cm.

Los sedimentos terciarios, que recubren en parte las alineaciones mesozoicas y rellenan los amplios valles situados entre ellas, ocupan grandes extensiones en la hoja y tienen en ocasiones espesores considerables. En líneas generales el conjunto tiene unas características de permeabilidad bajas salvo en zonas donde se localizan ciertos niveles detríticos o calizos.

Las intercalaciones de arenas, brechas, areniscas y conglomerados constituyen acuíferos muy heterogéneos y anisótropos poco estudiados, cuyo funcionamiento y relación entre ellos y con el acuífero mesozoico se desconoce. Su explotación en la

ROCAS INDUSTRIALES				HOJA N.º 22-26 (661)		NOMBRE: V. DE FUENTES	
NUMERO (Nº M.R.I.)	COORD. U.T.M.	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES			
				ACTIV. EXPLOT.	TIPO DE EXPLOTACION	USOS	
1	137,958	Caliza/Cal	Hontanaya (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Frentes difusos casi desaparecidos. Horno.	Aglomerante	
2	135,952	Margas calcáreas	Hontanaya (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Aproximamiento calera n.º 1. Extensión aprox.: 1.000 m². Frente de 100 x 5 m.	Aglomerante	
3	147,928	Margas y arcillas (Zahorras)	Hontanaya (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 3.000 m². Frente de 180 x 6 m.	Aridos	
4 (181)	179,921	Calizas (Zahorras)	Tresjuncos (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 500 m². Frente de 30 x 2 m.	Aridos	
5 (186)	211,932	Gravas, arenas y limos (Zahorras)	Tresjuncos (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Frente de 80 x 3 m.	Aridos	
6	142,094	Gravas, arenas y limos (Zahorras)	Almendros (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 300 m². Frente de 30 x 3 m.	Aridos	
7	210,975	Arcillas y margas (Zahorras)	Tresjuncos (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 1.000 m². Frente de 60 x 5 m.	Aridos	
8 (180)	257,928	Caliza (Zahorras)	Tresjuncos (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 200 m². Frente de 15 x 1 m.	Aridos	
9 (191)	240,952	Margas y arcillas	Tresjuncos (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 2 km². Frente de 2.300 x 12 m. Barrero de cerámica de Tresjuncos.	Productos cerámicos	
10 (170)	273,953	Calizas	Villarejo de Fuentes (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 1.000 m². Frente de 50 x 5 m.	Aridos	
11	270,028	Arenas	Villarejo de Fuentes (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 1.000 m². Frente de 70 x 2 m.	Aridos	
12	267,034	Yeso	Villarejo de Fuentes (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 3.000 m². Frente de 80 x 6 m. Dos explotaciones. Horno.	Aglomerante	
13	229,054	Gravas y arenas	Almonacid del Marquesado (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 300 m². Frente de 15 x 2 m.	Aridos	
14 (196)	211,070	Caliza (Zahorras)	Almonacid del Marquesado (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. extensión aprox.: 300 m². Frente de 30 x 1,5 m.	Aridos	
15	206,076	Caliza (Zahorras)	Almonacid del Marquesado (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 500 m². Frente de 70 x 1,5 m.	Aridos	

ROCAS INDUSTRIALES				HOJA N.º 22-26 (661)	NOMBRE: V. DE FUENTES	
NUMERO (Nº M.R.I.)	COORD. U.T.M.	SUSTANCIA	TERMINO MUNICIPAL PROVINCIA	OBSERVACIONES		
				ACTIV. EXPLOT.	TIPO DE EXPLOTACION	USOS
16	288,021	Yeso	Villarejo de Fuentes (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 800 m². Frente de 70 x 3 m. Horno	Aglomerante
17	323,978	Yeso	Villarejo de Fuentes (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 500 m². Varios frentes de hasta 1m. de altura. Horno.	Aglomerante
18 (187)	227,943	Arcilla común	Tresjuncos (Cuenca)	Abandonada	Frentes desaparecidos por cultivos. Horno árabe.	Productos cerámicos
19 (173)	353,963	Caliza (Zahorras)	Alconchel de la Estrella (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 200 m². Frente de 10 x 4 m.	Aridos
20	359,962	Gravas y limos (Zahorras)	Alconchel de la Estrella (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 100 m². Frente de 10 x 4 m.	Aridos
21 (165)	361,978	Yeso	Alconchel de la Estrella (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Dos explotaciones. frentes de 30 x 1 m. y 20 x 3 m. Horno.	Aglomerante
22 (164)	355,990	Yeso	Alconchel de la Estrella (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Frente de 50 x 1 m. Horno.	Aglomerante
23	317,996	Arenas, margas y yesos (Zahorras)	Villarejo de Fuentes (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 1.000 m². Varios frentes de hasta 2 m. de altura. Horno.	Aglomerante/ aridos
24	343,015	Yeso	Villarejo de Fuentes (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Frente de 30 x 1,5 m. Horno	Aglomerante
25	356,021	Yeso	Villar de Cañas (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Frente de 30 x 1,5 m. Horno	Aglomerante
26	380,033	Arenas	Villar de Cañas (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 1.000 m². Frentes de 35 x 3 m. y 30 x 3 m.	Aridos
27	369,042	Yeso	Villar de Cañas (Cuenca)	Abandonada	Cielo abierto/ladera. Extensión aprox.: 100 m². Frente de 20 x 3,5 m. Horno.	Aglomerante
28	347,063	Gravas y arenas	Villar de Cañas (Cuenca)	Activa	Gravera. Extensión aprox.: 3.000 m². Frente de 30 x 4 m. (Ficha Doc. Comp.)	Aridos
29	355,066	Gravas y arenas	Villar de Cañas (Cuenca)	Intermitente	Gravera. extensión aprox.: 2 Hª. Varios frentes de hasta 6 m. de altura. Maquinaria abandonada: draga, cintas transportadoras, machacado- ras, etc.	Aridos
30	361,078	Gravas y arenas	Villar de Cañas (Cuenca)	Intermitente	Gravera. extensión aprox.: 3.000 m². Varios frentes de hasta 3 m. de altura.	Aridos
31	362,082	Gravas y arenas	Villar de Cañas (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 3 Hª. Varios frentes de hasta 5 m. de altura.	Aridos
32	363,094	Gravas y arenas	Villar de Cañas (Cuenca)	Abandonada	Gravera. extensión aprox.: 1 Hª. Varios frentes de hasta 5 m. de altura.	Aridos
33	212,927	Gravas y arenas (Zahorras)	Tresjuncos (Cuenca)	Abandonada	Gravera. Extensión aprox.: 500 m². Frente de 80 x 3 m.	Aridos

actualidad es escasa salvo por pozos de pequeña profundidad que se utilizan para satisfacer problemas locales (ver cuadro resumen). La calidad de las aguas es muy variable encontrándose en ocasiones contenidos en sulfatos importantes.

Los materiales calcáreos del Mioceno terminal, aunque con buenas características hidrogeológicas, no tienen apenas interés en la hoja dado su escaso desarrollo superficial. Constituyen acuíferos colgados y aislados que se recargan por el agua de lluvia y descargan por escasos bombeos y manantiales de borde.

Los depósitos cuaternarios asociados al río Záncara constituyen acuíferos de poca entidad relacionados con el cauce superficial.

5.2. RECURSOS MINERALES.

Para evaluar el potencial minero de la zona comprendida en la Hoja se ha procedido a recopilar la información existente, contrastar y ampliar en su caso sus antecedentes, incorporar los nuevos indicios detectados y por último integrar los datos mineros con los del presente estudio geológico y sus correspondientes interpretaciones.

El trabajo de campo se ha materializado en visitas individualizadas a todos y cada uno de los indicios de nueva entidad, así como los ya conocidos y reseñados en los inventarios. Con ello se ha efectuado una revisión y actualización del panorama minero de la Hoja.

Se ha procedido también a cumplimentar unas fichas de identificación y caracterización de aquellas explotaciones, activas o no, con cierta relevancia dentro de la zona.

En el análisis de la minería de la Hoja, los yacimientos existentes se han registrado prescindiendo de que estuviesen activos, abandonados, o que fuesen considerados como indicios en el momento de su catalogación, englobándose para su descripción dentro de los siguientes grupos:

- **Minerales metálicos, no metálicos y energéticos:** En el año de ejecución del presente estudio no hay denuncias para minerales metálicos, no metálicos y energéticos, ni explotaciones activas o abandonadas. Tampoco se han detectado durante el rastreo de la información en gabinete y en los recorridos de campo ningún indicio de este grupo.

- **Rocas industriales,** pertenecen a este grupo la totalidad de los indicios de la Hoja.

5.2.1. Rocas industriales.

5.2.1.1. Aspectos generales e historia minera.

En esta Hoja los yacimientos de rocas industriales explotados comprenden canteras de yeso y calizas/margas (Cal) para su utilización como aglomerante, arcillas comunes para la obtención artesanal de productos cerámicos y numerosas graveras y can-

teras de las que se extraen áridos naturales y de machaqueo para la industria de la construcción y obras públicas.

5.2.2. Descripción de las sustancias.

- Yeso.

Corresponden a este grupo de sustancias las canteras nº 12, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25 y 27, hoy abandonadas, que explotaron indistintamente las concentraciones yesíferas de la U. Paleógena y los niveles masivos y potentes del Ageniense.

Son yesos de tonos blanco-grisáceos, aparentemente masivos, con desarrollo lateral importante y potencias decamétricas. Tienen tonos blanco-grisáceos, aspecto "alabastrino" y a nivel de afloramiento presentan un cierto carácter tabular. Esta característica era aprovechada en su posterior explotación, mediante frentes de hasta 6 m de potencia.

Las canteras existentes son de pequeñas dimensiones cubrían el autoconsumo y atendían un mercado local/comarcal.

El producto acabado se usaba como aglomerante.

No se ha detectado la presencia de alabastro.

- Margas y arcillas.

En este apartado se agrupan las explotaciones de margas y arcillas grises, ocres y rojizas nº 2, 3, 7 y 9, que se han empleado como zahorras (nº 3 y 7), como materia prima para la "calera" de Hontanaya (nº 2) y como "barrero" para la Cerámica de Tresjuncos (nº 9). Esta última, al igual que las otras también abandonada y con una extensión importante próxima a los 2 km², extraía las margas grises y ocres del Cenomaniense. En los niveles margosos, con una potencia total de 20 m existen intercalaciones dolomíticas que en este caso han dificultado, hasta el cierre, la explotación aludida.

- Arcillas comunes.

Corresponde a esta sustancia la cantera/cerámica localizada en los alrededores de Tresjuncos (nº 18). Se encuentra abandonada, pero quedan aún restos de frentes y hornos árabes, que evidencian su pasado productivo.

Se usaron como materia prima cerámica los niveles de arcillas y limos rojos del Vallesiense-Turolense.

Los tramos pelíticos están bioturbados y contienen intercalaciones decimétricas de margas verdosas que no afectaron a su aprovechamiento.

- Calizas.

Se engloban bajo este epígrafe las canteras para áridos de machaqueo y zahorras situadas en los distintos niveles calcáreos del Jurásico-Cretácico.

Se explotan las calizas nodulosas del Lías Superior (nº 15), las calizas brechoides del Cretácico inferior (nº 10), las dolomías tableadas del Cenomaniense (nº 14), las dolomías del Turoniense (nº 4 y 8) y las calizas y brechas dolomíticas del Coniaciense Campaniense (nº 1 y 19).

Los materiales jurásicos y cretácicos extraídos son dolomías, calizas y brechas calcáreas, masivas o tableadas, pero en cualquier caso, con potencias decamétricas que permitan su aprovechamiento.

Su destino fue en su día la obtención de áridos de machaqueo para bases y capas de rodadura de obras viarias.

No son apropiadas como rocas ornamentales.

- Arenas y gravas.

Se agrupan en este apartado los áridos naturales extraídos de las graveras nº 5, 6, 11, 13, 20, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 32 y 33.

Se sitúan en lentejones y canales de areniscas y conglomerados del Eoceno-Oligoceno, que por su escasa cementación permiten una fácil extracción (nº 6, 13 y 26), en los niveles arcillo-yesíferos del Ageniense, que localmente tienen tramos detríticos (nº 11), en las brechas y conglomerados, facies "debris flow" del Pleistoceno (nº 5 y 33), en coluviones (nº 20) y el resto en las terrazas y aluviales del río Záncara (nº 28, 29, 30, 31 y 32).

Estas últimas explotaciones, que son las que registran una cierta actividad, extraen cantos y gravas cuarcíticas, calcáreas y yesíferas, englobadas en una matriz arenolimosas.

Se observan secuencias fluviales tipo "braided", enriquecimientos en manganeso y alternativamente cantos blandos de arcillas.

Se destinan a obras locales de construcción y a materiales de préstamo en los trazados de vías de comunicación.

5.3. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS GENERALES.

5.3.1. Introducción.

Se ha realizado una síntesis, donde se exponen las características geotécnicas de los materiales que constituyen la Hoja de Villarejo de Fuentes, igualmente se presenta un Mapa de síntesis geotécnica a escala 1:100.000.

Esta síntesis trata de recoger una información complementaria al Mapa Geológico Nacional, que pueda simplificar los futuros estudios geotécnicos.

5.3.2. Síntesis geotécnica.

5.3.2.1. Criterios de división.

La superficie de la Hoja se ha dividido en Areas, y posteriormente cada Area en Zonas. El criterio seguido para la división de estas Areas ha sido fundamentalmente geológico, entendido como una síntesis de aspectos litológicos, tectónicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, que analizados en conjunto, dan a cada zona una homogeneidad en el comportamiento geotécnico.

Se describe la permeabilidad, el drenaje, la ripabilidad, la posibilidad de deslizamientos, hundimientos y otros riesgos, y por último, se valora cualitativamente la capacidad de carga media del terreno. Todas estas definiciones son orientativas por lo que deben utilizarse a nivel de estudio informativo y/o anteproyecto.

5.3.2.2. División en áreas y zonas geotécnicas.

En el esquema de síntesis se presentan, cuatro Areas (I, II, III y IV), que se definen de la siguiente manera:

Area I. Representa los materiales mesozoicos (Jurásico y Cretácico).

Area II. Comprende una serie de materiales mesozoicos y terciarios (Cretácico y Paleógeno).

Area III. Comprende los materiales terciarios (Paleógeno y Neógeno).

Area IV. Incluye todos los depósitos cuaternarios

Estas Areas, se han dividido en trece zonas.

Area I. Zona I₁

Area II. Zonas II₁ y II₂ y II₃

Area III. Zonas III₁, III₂, III₃, III₄, III₅ y III₆

Area IV. Zonas IV₁, IV₂ y IV₃

Cada zona se define y agrupa a las siguientes unidades cartográficas del Mapa Geológico Nacional:

Zona I, Corresponde a un conjunto de materiales carbonatados de edad Jurásico (Lías Dogger) Cretácico inferior.

Son las carniolas de Cortes de Tajuña, las calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas y la Formación carbonatada de Chelva, todas ellas pertenecientes al jurásico y una alternancia de margas, calizas, y brechas calcáreas de la facies Weald, del cretácico inferior. Unidades cartográficas: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

Zona II, Se trata de los materiales correspondientes a la Formación Arenas de Utrillas, de edad Cretácico inferior. Unidad cartográfica: 7.

Zona II, Agrupa materiales del Cretácico superior.

Son dolomías tableadas de Villa de Ves, Margas de Casa Medina, Dolomías de la Ciudad Encantada, Margas de Alarcón y las dolomías, calizas dolomíticas y brechas que culminan la serie. Unidades cartográficas: 8, 9, 10, 11 y 12.

Zona II, Son materiales pertenecientes al Cretácico superior-Paleógeno, pudiéndose asimilar a la Formación Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra. Unidades cartográficas: 13 y 14.

Zona III, Son arcillas, limos, arenas, areniscas y conglomerados.

De edad Paleógeno, está constituida por las unidades cartográficas: 15 y 16.

Zona III, Se han agrupado limos arcillosos y arcillas con intercalaciones de areniscas, conglomerados y calizas, de edad Paleógeno. Unidades cartográficas: 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26.

Zona III, Son materiales de edad Neógeno, constituidos por arcillas rojas con yesos. Unidades cartográficas: 27 y 28.

Zona III, Son arcillas, margas y niveles de conglomerados, de edad Neógena. Unidades cartográficas: 29 y 31.

Zona III, Constituida por brechas y conglomerados de edad Neógena. Unidad cartográfica: 30.

Zona III, Son calizas y margas, igualmente pertenecientes al Neógeno. Unidad cartográfica: 32.

Los depósitos cuaternarios se agrupan en las siguientes zonas:

Zona IV, Son los depósitos que forman los coluviones, glaciares y conos de deyección, y están constituidos por arenas, arcillas y cantos. Unidades cartográficas: 33, 35 y 36.

Zona IV, Corresponde a arcillas y limos grises que constituyen los depósitos lacustres. Unidad cartográfica: 34.

Zona IV, Corresponde a la llanura aluvial y fondos de valle. Son limos, arcillas y gravas. Unidades cartográficas: 37 y 38.

5.3.3. Estudio de las Areas y Zonas.

5.3.3.1. Area I.

Zona I,.

- Características litológicas.

Se han agrupado en esta zona materiales carbonatados, pertenecientes al Jurásico y Cretácico inferior. De edad jurásica son las Formaciones denominadas de Cortes de Tajuna, Cuevas Labradas y Chelva; formaciones que son culminadas por unas dolomías macrocristalinas pertenecientes al Dogger. Este conjunto carbonatado aflora en el núcleo de los anticlinales, de la mitad occidental de la Hoja.

Igualmente, se han agrupado dentro de esta zona los materiales del Cretácico inferior representados en la Hoja con la serie "Facies Weald", mientras la "Formación Arenas de Utrillas" se optó por agruparla en otra zona.

Los materiales de la "Facies Weald" están constituidos por margas, calizas y brechas calcáreas.

- Características geotécnicas

En conjunto se comportan como materiales permeables, debido principalmente al alto diaclasado y karstificación que presentan.

El drenaje se efectuará por escorrentía superficial y por infiltración principalmente. Su ripabilidad es nula, debiéndose usar explosivos para su extracción.

La capacidad de carga se puede catalogar como alta y media, siendo los principales condicionantes geotécnicos, la alta karstificación y fracturación. Lo que puede originar fenómenos de colapso.

5.3.3.2. Area II.

Zona III,.

- Características litológicas.

Se trata de la "Formación Arenas de Utrillas", la cual se apoya discordantemente e indistintamente sobre los términos inferiores que abarcan desde la Fm. Cuevas Labradas, hasta los términos brechoides de la Facies Weald. Son arenas y areniscas de grano fino, igualmente aparecen niveles de arcillas versicolores. En general, su espesor no supera los 40 m.

- Características geotécnicas.

Son mayoritariamente, materiales granulares, con alta permeabilidad. Por lo tanto, el drenaje se efectuará principalmente por infiltración.

La excavabilidad está asegurada y la capacidad de carga se estima entre media y baja.

Los condicionantes geotécnicos más importantes en la zona son, la facilidad que presentan las arenas para erosionarse, así como la posible presencia de asientos diferenciales en las cimentaciones.

Zona II₂.

- *Características litológicas.*

Es una zona constituida por una amplia serie de materiales carbonatados, formados por dolomías, margas, calizas y brechas.

Aparecen constituyendo los flancos de las estructuras anticlinales que, con alineación N-S a NO-SE, se distribuyen por la Hoja.

Como se mencionó en la introducción, se han agrupado en esta zona las siguientes formaciones:

Dolomías tableadas de Villa de Ves, Margas de Casa Medina, Dolomías de la Ciudad Encantada, Margas de Alarcón y las calizas y brechas que culminan la serie.

- *Características geotécnicas.*

En conjunto, debido a la alta karstificación y fracturación, se comportan como materiales permeables-semipermeables.

El drenaje se efectuará por escorrentía superficial más infiltración.

No se consideran ripables. Para los tramos de caliza, se necesitará el uso de explosivos. Los tramos margosos e incluso alguno calcáreo, debido a su alteración, son de fácil ripabilidad.

La capacidad de carga es alta, si bien puede estar condicionada por la fuerte karstificación y diaclasado, lo que obliga a realizar estudios complementarios. Este hecho constituye el principal condicionante geotécnico, debido a que se pueden producir hundimientos por colapso. Igualmente, el variable grado de meteorización que sufren los tramos margosos y calizos puede provocar inestabilidades.

Zona II₃.

- *Características litológicas.*

En esta zona se han agrupado los materiales constituidos por calizas, margas, arcillas y yesos, asimilables a la Formación de Villalba de la Sierra, cuya edad es Cretácico superior-Paleógeno.

Son margas blancas y verdes, con intercalaciones de calizas y yesos. Igualmente aparecen litologías esencialmente arcillosas y yesíferas. Este conjunto de materiales constituye la Facies Garum.

- Características geotécnicas.

Son materiales impermeables, aunque puede existir permeabilidad de carácter secundario debido a los fenómenos de disolución de los yesos. Por lo tanto, el drenaje se efectuará por escorrentía superficial principalmente, y algo por infiltración.

Se ha considerado a los materiales, en conjunto, como ripables. No obstante, existen niveles yesíferos que pueden ofrecer dificultad al ripado.

La capacidad de carga se considera media-baja ya que están presentes numerosos condicionantes geotécnicos, como son la alta agresividad del terreno, la posibilidad de asentamientos diferenciales y los problemas de disolución del yeso que pueden dar lugar a colapsos.

5.3.3.3. *Area III.*

Zona III,.

- Características litológicas.

Se han agrupado materiales detríticos constituídos por arcillas, limos, arenas con niveles de areniscas, y conglomerados.

Se la denomina Unidad Paleógena y equivale a la Unidad Detrítica Inferior.

Aflora en los flancos y núcleos de diversos anticlinales. Los limos son en general de color rosáceo, donde se intercalan paleocanales de gravas, areniscas y conglomerados, igualmente aparecen concentraciones de yeso, siendo muy frecuentes los paleosuelos.

- Características geotécnicas.

En conjunto se consideran impermeables. No obstante, aparecen niveles permeables y semipermeables.

El drenaje se efectúa por escorrentía superficial principalmente, y algo por infiltración.

Al abundar los materiales arcillosos, la excavabilidad es fácil, si bien los niveles en que aparecen areniscas y conglomerados no son ripables.

Esta amplia gama de materiales, cuyas características geotécnicas son tan variables, condiciona la caracterización geotécnica de la zona, con especial mención a la posible presencia de asentamientos diferenciales en cimentaciones superficiales.

Zona III₂.

- *Características litológicas.*

Se trata de un amplio conjunto de materiales que se distribuyen en diversas áreas de la Hoja. Presentan una gran variedad litológica, fundamentalmente son limos arcillosos, limos arcillosos con yeso, conglomerados, areniscas y calizas. Todos estos materiales, junto con los que constituyen la Zona III₃, forman la "Subunidad inferior y superior" de la Unidad Paleógena-Neógena.

- *Características geotécnicas.*

Se trata de terrenos donde abundan los materiales de fina granulometría (diámetro menor de 0,002 mm), normalmente cohesivos.

En conjunto, se comportan de manera impermeable si bien existen intercalados niveles de areniscas y conglomerados que admiten cierto flujo de agua, por lo que se deben considerar los términos permeable y semipermeable.

El drenaje, por lo tanto, se efectuará principalmente por escorrentía superficial y algo por infiltración.

Se excavan con facilidad los terrenos donde abunda el material arcilloso, no así, los niveles más duros de areniscas y conglomerados.

La capacidad de carga es media-baja, los limos arcillosos pueden presentar un cierto grado de preconsolidación.

Las variables condiciones geotécnicas que aparecen en la zona, donde se disponen niveles duros englobados en un conjunto arcilloso, constituyen el condicionante geotécnico más importante. Así mismo, aparecen terrenos con un contenido de sulfatos apreciable, que pueden dar lugar a fenómenos de agresividad.

Zona III₃.

- *Características litológicas.*

Se trata de una zona constituida por arcillas rojas y yesos, materiales que forman el techo de la "Subunidad Superior".

- *Características geotécnicas.*

Abundan los materiales de fina granulometría, por ello se considera al conjunto como impermeable, si bien puede existir cierta permeabilidad de carácter secundario, a través de la karstificación del yeso.

Naturalmente se excavan con facilidad, a excepción de los yesos, que pueden ofrecer

dificultad. Su capacidad de carga es muy variable, pudiéndose dar todos los términos, definidos en este trabajo como son baja, media y alta.

Los condicionantes geotécnicos más relevantes se asocian a la presencia de los yesos, que dan lugar a agresividad y a colapsos por disolución.

Zona III.

- *Características litológicas.*

Es una zona constituida por arcillas, margas y limos rojos con intercalaciones de conglomerados y arenas. Es un conjunto de materiales que forman la "Unidad del Páramo".

Aparecen en la depresión Tresjuncos-Puebla de Almenara y en las mesas de Tresjuncos y de Las Escaleras.

- *Características geotécnicas.*

Abundan los materiales de fina granulometría. Por lo tanto, se consideran impermeables, con una pequeña permeabilidad en los niveles areniscosos.

Su drenaje se efectuará por escorrentía, superficial fundamentalmente, y algo por infiltración. Son materiales perfectamente excavables y su capacidad de carga es media-baja.

El principal condicionante geotécnico está relacionado con el variable comportamiento geotécnico que presentan los diferentes materiales.

Zona III.

- *Características litológicas.*

Es una zona constituida por brechas y conglomerados, que ocupan la práctica totalidad de la depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara.

Son materiales que se encuentran bien representados al pie de los relieves mesozoicos, donde presentan espesores importantes.

- *Características geotécnicas.*

En conjunto son impermeables, por lo tanto, el drenaje se efectúa por escorrentía superficial.

El término ripabilidad es variable, existiendo zonas ripables y otras no ripables, aunque en conjunto se comportan como no ripables.

Igualmente la capacidad de carga es muy variable, situándose entre alta y media.

No se aprecian condicionantes geotécnicos importantes.

Zona III₆.

- *Características litológicas.*

Formada exclusivamente por calizas de edad Vallesiense-Turolense, las cuales se apoyan concordantemente sobre los materiales descritos en la anterior zona.

Litológicamente son calizas que alternan con niveles margosos, y solamente están representadas en las mesas de Tresjuncos y de Las Escaleras.

- *Características geotécnicas.*

Son materiales permeables, fundamentalmente por fisuración y karstificación. El drenaje por lo tanto se efectuará por infiltración.

No son ripables, siendo necesario para su extracción el uso de explosivos.

La capacidad de carga es alta. No obstante, en áreas donde el diaclasado y la karstificación sea elevada, ésta se considerará como media.

El alto diaclasado y la karstificación constituyen los condicionantes geotécnicos más importantes.

5.3.3.4. Area IV.

Corresponde a los depósitos cuaternarios.

Zona IV₁.

- *Características litológicas.*

Se han agrupado en esta zona, todos los depósitos ligados a vertientes suaves, desembocaduras de arroyos y márgenes de ríos y arroyos. Son los glaciares, conos de deyección y coluviones.

Son arcillas arenosas, limos, arenas y cantos cuarcíticos y calcáreos principalmente, aunque a veces aparecen fragmentos de yeso.

- *Características geotécnicas.*

Son depósitos que presentan una variada granulometría, desde el tamaño grava a la fracción fina arcillosa.

Se comportan como permeables-semipermeables. Por lo tanto, el drenaje se efectuará por escorrentía superficial más infiltración.

Se excavan fácilmente, y su capacidad de carga varía entre media y baja.

El principal condicionante geotécnico es debido al carácter errático y escasa consolidación de los materiales, pudiéndose desarrollar deslizamientos, en los lugares que tapizan vertientes pronunciadas.

Zona IV₂.

- Características litológicas.

Esta zona sólo ha sido representada por un conjunto de materiales que ocupan las áreas endorreicas.

Son arcillas y limos grises.

- Características geotécnicas.

Son materiales donde abunda la fracción fina, lo que los confiere un carácter impermeable, siendo su drenaje deficiente y naturalmente por escorrentía superficial.

De escasa consolidación, se excavan con facilidad, y su capacidad de carga es muy baja.

Los condicionantes geotécnicos son varios, destacando su escasa consolidación, que dará lugar a importantes asentamientos y naturalmente la presencia intermitente de agua.

Zona IV₃.

- Características litológicas.

Son los depósitos que tapizan las partes bajas de los valles que forman los arroyos y ríos. Los más representativos son los que aparecen a lo largo del río Cigüela y Záncara.

Litológicamente están constituidos por arenas y arcillas, con cantos cuarcíticos, calcáreos y naturalmente limos de la llanura de inundación.

- Características geotécnicas.

De características permeables y semipermeables, el drenaje se efectúa por infiltración y escorrentía superficial.

Son perfectamente excavables y su capacidad de carga es muy baja.

Los condicionantes geotécnicos más representativos en la zona son la baja compactación de los depósitos, la presencia de un nivel freático cerca de la superficie que puede originar problemas de agotamiento en zanjas y excavaciones que lo afecten, y el riesgo por inundación. Igualmente el carácter errático de los materiales puede provocar asentamientos diferenciales en cimentaciones. Así mismo, es posible la presencia de concentraciones de sulfatos, lo que originaría fenómenos de agresividad.

7. BIBLIOGRAFIA.

ALONSO ZARZA, A.M.; CALVO, JP; GARCIA DEL CURA, M.A. y HOYOS, M. (1990). Los sistemas aluviales miocenos del borde noreste de la Cuenca de Madrid. Sector Cifuentes-Las Inviernas (Guadalajara). *Rev. Soc. Geol. de España*, 3:213-229.

ALONSO ZARZA, A.M.; CALVO, J.P. y GARCIA DEL CURA, M.A. (en prensa). Litoestratigrafía y evolución paleogeográfica del mioceno del borde NE de la Cuenca de Madrid (prov. de Guadalajara). Estudios geológicos (en prensa).

ALLEN Y ALLEN (1990). Basin Analysis. Blackwell Scientific Publications. 451 pp.

ALVARO, M. (1975). Estilolitos tectónicos y fases de plegamiento en el área de Sigüenza (borde del Sistema Central y la Cordillera Ibérica). *Estudios Geológicos* 31, 241-247.

ALVARO, M. (1986). Análisis preliminar de la subsidencia en el sector central de la Cordillera Ibérica. Informe complementario de la Hoja 1:200.000 de Daroca. ITGE. Inédito.

ALVARO, M. y CAPOTE, R. (1973). Las estructuras menores de las calizas jurásicas de un anticlinal de la Sierra de Altomira (Cuenca, España). *Estudios Geológicos*, 29, 467-478.

ALVARO, M., CAPOTE, R. y VEGAS, R. (1979). Un modelo de evolución geotécnica para la Cadena Celtibérica. Libro Hom. Prof. Solé Sabaris. *Acta. Geol. Hisp.* 14: 174-177.

AGUIRRE, E; DIAZ MOLINA, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1976). Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. Trabajos Neógeno. Cuaternarios 6, pp. 7-29 I.L.M., CSIC.

BALLY, A.W. y SNELSON, S. (1980). "Realms of Subsidence". En: Facts and Principles of World Petroleum occurrence (Ed. by A.D. Miall) Com. Soc. Petrol. Geol. Mem. 6. 9-75.

BANKS, C.J. y WARBURTON, J. (en prensa). Mid-crustal detachment in the Betic and Pyrenean systems of eastern Spain. *Tectonophysics*.

BASCONES, L. et al. (1976). Mapa geológico de España a E: 1:50.000, 2 ser., 1 ed., Madrigueras (743). IGME, Madrid.

CABRA GIL, P.; DIAZ DE NEIRA, A.; ENRILE ALBIR, A. y LOPEZ OLMEDO, F. (1985) Mapa Geológico de España, E:1:50.000 (2ª serie), Quintanar del Rey (717), IGME. Madrid.

CALVO, J.P.; ELIZAGA, E.; LOPEZ, N.; ROBLES, F. y USERA, J. (1978). "El Mioceno superior continental del Prebético Externo: Evolución del Estrecho Nordbético". Boletín Geológico y Minero, t. 84, pp. 407-426.

CALVO, J.P.; DE VICENTE, G. y ALONSO ZARZA, A.M. (1991). I Congreso del Grupo Español del Terciario, Vic (España).

CAPOTE, R. y CARRO, S. (1968). Existencia de una red fluvial intramiocena en la depresión del Tajo. *Est. Geol.* 24: 91-95.

CAPOTE, R. y CARRO, S. (1970). Contribución al conocimiento de la región del NE de la Sierra de Altomira (Guadalajara). *Est. Geol.* 26: 1-15.

CAPOTE, R. y DIAZ MOLINA, M.; GABALDON, V.; GOMEZ, J.J.; J. DE LA TORRE, L.; RUIZ, P.; ROSSEL J.; SOPEÑA, A. y YEBENES, A. (1982). Evolución sedimentológica y tectónica del Ciclo Alpino en el tercio Noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Temas Geológico Mineros. IGME, nº 5; 2990 pp.

CAPOTE, R. y FERNANDEZ CASALS, M.J. (1978). La tectónica Postmiocena del Sector Central de la Depresión del Tajo. *Bol. Geol. y Min.*, 89: 6-14.

CAPOTE, R. DE VICENTE, G. y GONZALEZ CASADO, J.M. (1990). Evolución de las deformaciones alpinas en el Sistema Central Español. *Geogaceta*, 7, 20-21.

CRUSAFONT, M. y AGUIRRE, E. (1973). El Arenoso (Carrascosa del Campo, Cuenca) primera fauna española del Estampiense superior. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*. 78: 221-241.

CRUSAFONT, M.; QUINTERO, I. (1970). Noticia preliminar acerca de un nuevo yacimiento de mamíferos fósiles de la provincia de Guadalajara. *Acta Geol. Hisp.* 5: 102-104.

DAAMS, R.; FREUDENTHAL, M. (1981). Aragonian: the Stage concept versus Neogene mammal zones. *Scripta Geol.* 62: 1-17.

DAAMS, R.; VAN DER MEULEN (1983). Paleoenvironmental and paleoclimatic interpretation of Micromammal succession in the upper Oligocene and Miocene of Northern Central Spain. *Int. Col RCMNS, Montpellier*.

DAAMS, R.; LACOMBA, J.I.; LOPEZ-MARTINEZ, N. (1986). Nuevas faunas de micromamíferos del Terciario continental de la Depresión Intermedia (Prov. de Cuenca, España Centro Oriental) *Est. Geol.* 42: 181-196.

DAAMS, R.; FREUDENTHAL, M.; LACOMBA, J.I.; ALVAREZ, M.A. (1989). Upper Oligocene micromammals from Pareja, Loranca Basin, prov. of Guadalajara, Spain. *Scripta Geol.* 89: 27-56.

DIAZ-MOLINA, M. (1974). Síntesis estratigráfica preliminar de la serie terciaria de los alrededores de Carrascosa del Campo (Cuenca). *Est. Geol.* 30: 63-67.

DIAZ-MOLINA, M. (1978). Bioestratigrafía y paleogeografía del Terciario al este de la Sierra de Altomira. *Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Geológicas. Univ. Complutense de Madrid.* 370 pp.

DIAZ MOLINA, M. (1979). Características sedimentológicas de los canales de la Unidad Detrítica superior al N de Huete (Cuenca). *Est. Geol.* 35: 241-251.

DIAZ MOLINA, M. (1979). Descripción de un frente distal de un abanico aluvial húmedo en el Terciario continental al E de la Sierra de Altomira. *Est. Geol.*, 35: 119-129.

DIAZ-MOLINA, M. et al. (1989). The Tórtola and Villalba de la Sierra fluvial fans: Late Oligocene-Early Miocene, Loranca Basin, Central Spain. *4th International Conference on fluvial Sedimentology. Excursion Guidebook. Servei Geològic de Catalunya.*

ENUSA (1984). Exploración de Uranio en la Depresión Intermedia (Tajo Oriental): Estratigrafía, Tectónica, Análisis de Cuenca, Evolución de ambientes sedimentarios, Bioestratigrafía, Hidrogeoquímica, otros estudios, 395 pp. (inédito).

GARCIA ABBAD, F. (1975). Estudio geológico de la Región del Pantano de Alarcón (Cuenca). *Tesis doctoral. Fac. CC. Geológica. U.C.M.* 175 pp.

GONZALEZ MARTIN, J.A. y ASENSIO AMOR, I. (1985). Evolución geomorfológica de los valles de Anchuelo y Pantueña, al Sur de Alcalá de Henares. *Rev. Mat. Proc. Geol.* 3. 125-145.

GUIMERA, J. y ALVARO, M. (1990). Structure et evolution de la compression alpine dans la Chaîne Ibérique et la Chaîne cotiere catalane (Espagne). *Bull. Soc. Geol. de France*, 2. 339-348.

HERNAIZ, P.P.; GALAN, G.; DIAZ DE NEIRA, A.; ENRILE, A.; LOPEZ, F.; REY, J.; DELGADO, G. y CABRA, P. (1990). Thrust tectonics in the Maestrazgo Region (Eastern Spain). *Thrusts Tectonics Conference Abstracts.*

IGME (1971). Hoja 1:50.000 de Auñón (537). 1ª Edición.

ITGE (PORTERO, J.M. et al., 1988). Mapa geológico de España a E. 1:200.000, Cuenca-Guadalajara (Inédito).

ITGE (RAMIREZ, J.I., 1989). Mapa geológico de España a E. 1:50.000, 2ª serie, 1ª Edición, Las Majadas (587).

ITGE (inédito). Mapa geológico de España a E. 1:50.000, 2ª serie, Hoja de Ledanca (22-19).

ITGE (inédito). Mapa geológico de España a E. 1:50.000, 2ª serie, Hoja de Cifuentes (22-20).

ITGE (inédito). Mapa geológico de España a E. 1:50.000, 2ª serie, Hoja de Auñón (22-21).

ITGE (inédito). Mapa geológico de España a E. 1:50.000, 2ª serie, Hoja de Almonacid de Zorita (22-23).

ITGE (inédito). Mapa geológico de España a E. 1:50.000, 2ª serie, Hoja de Huete (22-24).

ITGE (inédito). Mapa geológico de España a E. 1:50.000, 2ª serie, Hoja de Palomares del Campo (22-25).

ITGE (inédito). Mapa geológico de España a E. 1:50.000, 2ª serie, Hoja de Belmonte (22-27).

JUNCO, F. y CALVO, J.P. (1983). La Cuenca de Madrid. En: *Libro Jubilar de J.M. Ríos (IGME ed.)* PP- 534-543

MANERA BASSA, A. (1981). Determinación de cuatro fases de deformación en el extremo suroccidental de la Sierra de Altomira. *Estudios geológicos*, 37, 233-243.

MARTIN ESCORZA, C. (1976). Actividad tectónica durante el Mioceno de las fracturas del basamento de la Fosa del Tajo. *Est. Geol.*, 32: 509-522.

MARTIN ESCORZA, C. (1983). Neotectónica de la Cuenca de Madrid, en *Libro Jubilar J.M. Ríos*, Tomo II, 543-553.

MARTIN ESCORZA, C. (1990). Distensión-compresión en la Cuenca de Campo Arañuelo. Implicación cortical. *Geogaceta* 8, 39-42.

MORENO, F. (1991). Superficies de erosión y tectónica neógena en el extremo occidental del Sistema Central español. *Geogaceta* 9, 47-50.

LOPEZ y TORRES (en prensa). La microfauna de los sondeos de ENUSA en la Depresión Intermedia (prov. de Cuenca y Guadalajara).

ORDOÑEZ, S. y GONZALEZ MARTIN, S.A. (1979). Formaciones tobáceas del valle del río Tajuña entre Brihuega y Masegoso (provincia de Guadalajara) *Estudios Geológicos*, 35, 305-212.

PAPADAKIS, J. (1961). Climatic tables for the world. Buenos Aires.

PARGA, J.R. (1969). Sistemas de fracturas tandihercínicas del Macizo Hespérico. *Trabajos del Laboratorio Geológico de Lage*, 37.

PEREZ GONZALEZ, A. (1971). Tertiary an Quaternary of the Plateau of New Castilla. Congr. Geol. Inst. 10th. Int. Field.: 225-241.

PEREZ GONZALEZ, A. (1982). Neógeno y Cuaternario de la Llanura Manchega y sus relaciones con la Cuenca del Tajo. *Tesis Doctoral* Univ. Compl. de Madrid.

PEREZ GONZALEZ, A.; VILAS MINONDO, L.; BRELL PARLADE, J.M.; BERTOLIN PEREZ, M. (1971). Series continentales al este de la Sierra de Altomira. *I Congr. Hisp. Lus. Amer. Geol.* 1-S1: 357-376.

PORTERO, J.M. y OLIVE, A. (1983). El Terciario del borde meridional del Guadarrama y Somosierra. *Libro Jubilar de J.M. Ríos*. II. pp. 527-534.

PORTERO, J.M. y AZNAR, J.M. (1984). Evolución morfotectónica y sedimentación terciarias en el Sistema Central y cuencas limítrofes (Duero y Tajo). *I. Congreso Español de Geología*. III. 253-263.

QUEROL, R. (1989). Geología del Subsuelo de la Cuenca del Tajo. *Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Departamento de Ingeniería Geológica*. 48 pp.

RACERO, A. (1988). Consideraciones acerca de la evolución geológica del marge NO de la Cuenca del Tajo durante el Terciario a partir de datos del subsuelo. *II Congreso Geológico de España. Granada*.

RACERO, A. (1989). Exploración petrolífera en la Cuenca del Tajo. Contribución a su conocimiento. *VIII Congreso Internacional de Minería y Metalurgia*. T.II: 62-81. Oviedo.

RODRIGUEZ ARANDA, J.P.; CALVO, J.P. y ORDOÑEZ, S. (1991). Transición de abanicos aluviales a evaporitas en el Mioceno del borde oriental de la Cuenca de Madrid (Sector Barajas de Melo-Illana) *Rev. Soc. Geol. España* 4, 33-50.

SALAS y CASAS (1990). Subsidence history of the Mesozoic Eastern Iberian basins, NE Spain *Terra Abstracts* 2.

SANCHEZ SORIA, P. (1973). Estudio geológico de la Sierra de Altomira entre Panedes y Belmonte. Tesis Doctoral. Facc. CC. Geológicas U.C.M. 267 pp.

SANCHEZ SORIA, P. y PIGNATELLI GARCIA, R. (1967). Notas geológicas de la Sierra de Altomira. *Bol. Real. Soc. Española. Hist. Nat. (Geol)*. 65: 231-240.

SCHVVNZAR, J. (1937). Zur Morphologie das Zentralspanischen Hochlandes. *Real. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 41, 121-147 (1943).

SIMON, J.L. (1984). Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica oriental. *Tesis Doctoral. Univ. de Zaragoza*. Publ. Int. Turolenses 269 pp.

SIMON, J.L. (1990). Algunas reflexiones sobre los modelos tectónicos aplicados a la Cordillera Ibérica. *Geogaceta* 8, 124-130.

TORRES et al. (1983). Geología del Terciario de la Depresión Intermedia. *Libro Jubilar dedicado a J.M. Ríos* (IGME).

TORRES et al. (1984). Similitud de procesos sedimentarios del Neógeno de la Cuenca del Tajo y de la Depresión Intermedia. *Acta I congr. Nat. Geol.* 285-301.

TORRES, T. y ZAPATA, J.L. (1986a). Paleotopografía y distribución de paleocorrientes de abanicos aluviales de la Depresión intermedia (Cuenca-Guadalajara). *Act. Geol. Hisp.* 21-22: 56-61.

TORRES, T. y ZAPATA, J.L. (1986b). Caracterización de dos sistemas de abanicos aluviales húmedos en el Terciario de la Depresión Intermedia (Cuenca-Guadalajara). *Acta. Geol. Hisp.*, 21-22: 45-53.

TORRES, T. y ZAPATA, J.L. (1986c). Evolución Cenozoica de la Depresión Intermedia (Cuenca-Guadalajara). *Acta Geol. Hisp.* 21-22: 437-442.

VEGAS, R.; VAZQUEZ, J.T.; SURINACH, E. y MARCOS, A. (1990). Model of distributed deformation, block rotations and crustal thickening for the formation of the Spanish Central System. *Tectonophysics* 184, 367-378.

VIALLARD, P. (1973). Reserches sur le cycle alpine dans la Chaîne Iberique sud occidental. These Sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse, 445 pp.

VIALLARD, P. (1988). Probleme du raccourcissement dans une chaîne alpine intraplaque: l'exemple des Iberides sud-occidentales sur la transversale de Cuenca (Espagne). *C.R. Acad. Sci. Paris*, II, 306: 231-235.

VIALLARD, P. (1989). Decollement de couverture et decollement medio-crustal dans une chaîne intraplaque: variations verticales du style tectonique des Iberides (Espagne). *Bull. Soc. Geol. France* 5: 913-918.

VILAS et al. (1982). Ibérica suroccidental. En el libro "El Cretácico de España", 457-508.

VIRGILI, C. y PEREZ GONZALEZ, A. (1970). Quelques travertins du rebord nord-est du bassin tertiaire du Tage. *C.R. Bull. Soc. Geol. de France*, n° 377-378, vol. V, pp. 53-55.

WARBURTON, J. y ALVAREZ (1989). A thrust tectonic interpretation of the Guadarrama Mountains, Spanish Central System. *Volumen Homenaje Rafael Soler. Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo* (Ed.) pp. 147-155.