

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**

**ESCALA 1:50.000**

**INFORME COMPLEMENTARIO**

**TECTONICA**

**HOJA N° 661 (22-26)**

**VILLAREJO DE FUENTES**

**Autor: P. Pablo Hernaiz**

**MARZO, 1992**

## **INDICE**

### **1. TECTONICA**

- 1.1. Introducción. Contexto geodinámico**
- 1.2. Tectónica descriptiva**
  - 1.2.1. Alineación mesozoica de la Sierra de Almenara**
  - 1.2.2. Alineación mesozoica de Almonacid-Fuentelespino**
  - 1.2.3. Alineación mesozoica de La Sierra**
  - 1.2.4. Depresión de Tresjuncos-Puebla de Almenara**
  - 1.2.5. Depresión de Villarejo-Villar de Cañas**
- 1.3. Estructura profunda de la cuenca. Aspectos deducidos de la sísmica de reflexión**
- 1.4. Cronología de la deformación. Modelo evolutivo**

## 1. TECTONICA

### 1.1. 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 los 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 Paleogena 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 sirvieran 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 cobija 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 de 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 tenue 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" atribuída 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 cobertura 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 Herpérico 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 Herpérico, 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 cobertura 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 cuenca 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.

## 1.2. 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 ó NNO-SSE y delimitan amplias depresiones con geometrías sinclinoriales llenas 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.

### 1.2.1. 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 occidental están incluídos en la Hoja de Villarejo, perteneciendo el resto a la Hoja contigua de Corral de Almaguer. Como quiera 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 que coincide más o menos con las observadas en transversales más

septentriionales 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 las 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 las facies triásicas del Keuper. Esta circunstancia es característica de la estructura de la cobertura 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 "llano" en las formaciones carniolares y dolomíticos de 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 la alineación más orientales, donde predominan los pliegues de "propagación de falla". En las transversales más septentriionales 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 los 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 Cenomaniano, 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.

#### **1.2.2. 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 anticlinales 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 cobertura 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 cobertura 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 desarmonías a favor de superficies parciales de despegue (Utrillas, margas del Cenomaniano, 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 anticlinales 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 cobertura 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 anticlinoidales 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.

#### 1.2.3. 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 ó 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 cobertura 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.

#### 1.2.4. 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 sinclinal 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 50-60º

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 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.

#### **1.2.5. 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.

### 1.3. 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 centran fundamentalmente en la mitad septentrional del conjunto Cuenca del Tajo-Depresión Intemedia, 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 Trías, 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 cobertura 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 (Fig. 2.3.). 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 cobertura mesozoica. Otro horizonte cartografiado en profundidad son las anhidritas de la Fm. Villalba de la Sierra (AMOSPAÍN, 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 subcuenca dentro de ella funcionaron en determinados periodos 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.

#### 1.4. CRONOLOGIA DE LA DEFORMACION. MODELO EVOLUTIVO

El reconocimiento de numerosas discordancias intraterciarias en el seno de la Depresión Intermedia, sugiere una notable continuidad de la deformación en este periodo. 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 periodo de máxima actividad que es consecuencia del acortamiento producido a favor las estructuras mayores descritas en capítulos precedentes. Algunos autores han correlacionado el periodo de máxima actividad tectónica en la región con la tradicional fase Castellana intraarverniense (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 atribuídos 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 cobertura 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 Depresión Intermedia formado por pliegues y cabalgamientos vergentes al SE o ESE. Esta megaestructura tendría una superficie basal de despegue, intracrustal, que controlaría las imbricaciones del basamento, existiendo por encima de ésta una superficie de despegue intratriásica que controlaría el desplazamiento e imbricación de la cobertura 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, 2<sup>a</sup> 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 frenado 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 cobertura mesozoico-terciaria, por el adelgazamiento hacia el oeste y definitiva desaparición hacia el eje central de la Cuenca del Tajo, de las facies Keuper y con éstas de la superficie de despegue regional intratriásica, dificultando así la movilidad de la cobertura.

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 aragonienses. 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 Intravillafranquense) 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 Auñon, 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 la Sierra de Guadarrama.